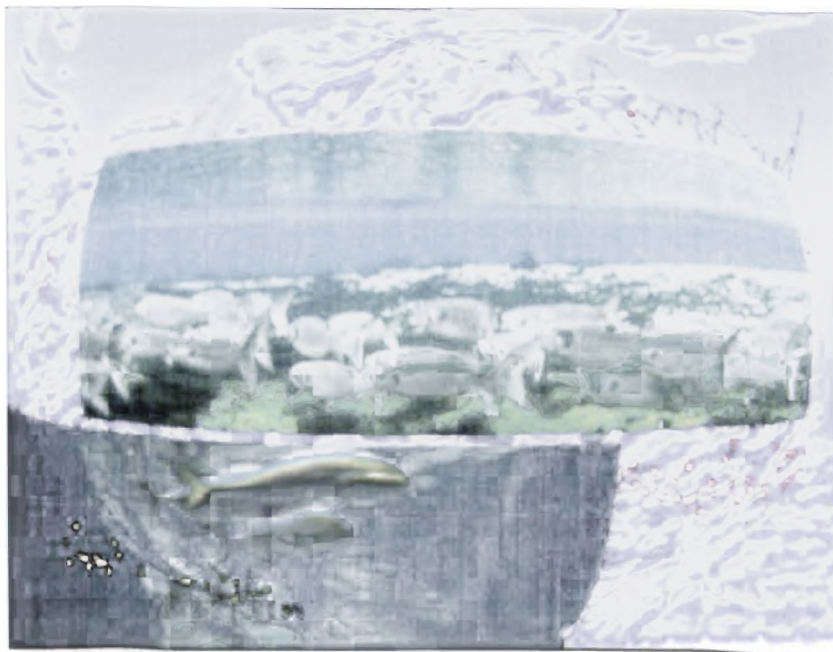


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

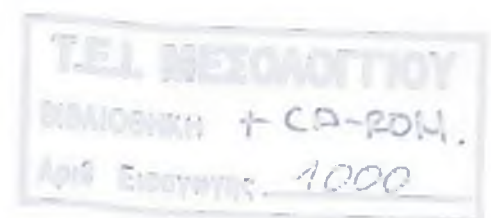
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΣΤΗ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΙΑΣ



ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΛΑΧΟΣ

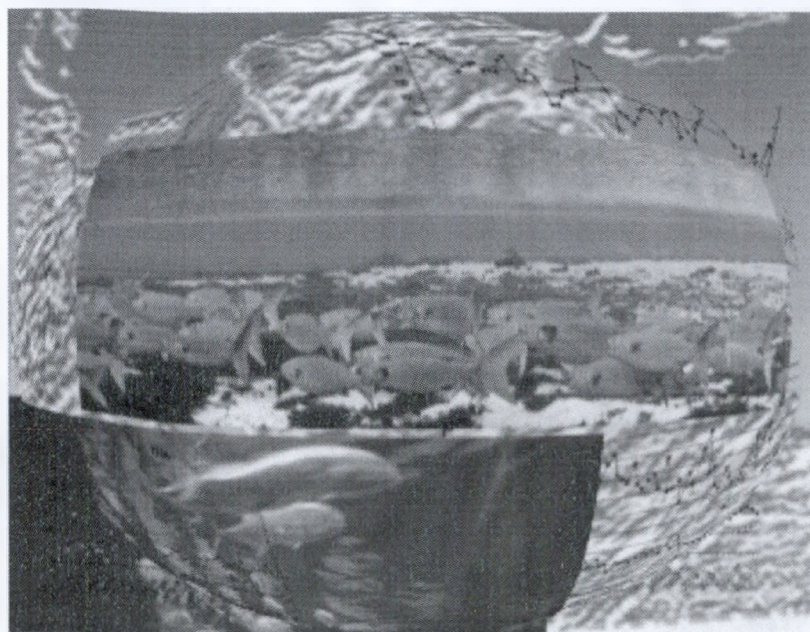
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2007



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΣΤΗ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΙΑΣ



ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΛΑΧΟΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2007

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ -----	6
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ -----	6
1.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ --	6
1.2. ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ -----	9
1.3. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ -----	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ -----	18
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ -----	18
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ -----	18
2.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ Σ.Γ.Π. ΩΣ ΕΝΑ ΣΥΝΟΛΟ ΑΛΛΗΛΟΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ -----	21
2.3. ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΨΗΦΙΑΚΟ ΧΑΡΤΗ -----	22
2.3.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ -----	23
2.3.1.1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ -----	23
2.3.1.2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ -----	24
2.3.1.3. ΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ -----	24
2.3.1.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ -----	24
2.4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ Μ.Α.Φ.Α. (MIN./MAX. AUTOCORRELATION FACTOR ANALYSIS) -----	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ -----	28
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΛΙΕΙΑΣ -----	28
3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ -----	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ -----	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -----	43
4. 1 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΑΝΑ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ -----	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	51

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στοιχεία που φανερώνουν την αλιευτική δραστηριότητα υπάρχουν ήδη από την παλαιολιθική εποχή, εδώ και 50 000 χρόνια, ενώ εικόνες από ψάρια και αλιευτικά εργαλεία έχουν ζωγραφιστεί σε σπήλαια της νότιας Ευρώπης εδώ και 25 000 χρόνια. Πριν από περίπου 5000 χρόνια έχουμε στην Κίνα στοιχεία ανάπτυξης εκλεπτυσμένων μεθόδων αλιευτικής εκμετάλλευσης (παραγάδια, δίκτυα, καλάθια, παγίδες, ακόντια, τρίαινες, δηλητήρια, εκπαιδευμένοι κορμοράνοι) καθώς και τις πρώτες μονάδες πάχυνσης.

Οι ιστορικοί χρόνοι πριν από 4000 χρόνια είναι ήδη γνωστή η σύρση δικτύων με τη βοήθεια αλιευτικών σκαφών, όπως δείχνουν τοιχογραφίες στην αρχαία Αίγυπτο. Μετά την επικράτηση των μηχανοκίνητων σκαφών η τράτα εξελίσσεται στη σημερινή της μορφή, όπου το άνοιγμά της επιτυγχάνεται υδροδυναμικά με ειδικές «πόρτες» που σύρει το σκάφος πίσω του.

Η αρχική μορφή της μηχανότρατας που χρησιμοποιούμε σήμερα σχεδιάστηκε στη Σκωτία το 1892 και εξαπλώθηκε γρήγορα σε όλο τον κόσμο με διάφορες παραλλαγές. Η πρώτη συστηματική οργάνωση της αλιείας Η ίδρυση ειδικών λιμανιών για τις ανάγκες των αλιευτικών σκαφών και η σύνδεσή τους με το σιδηροδρομικό δίκτυο (Βρετανία, 1860 ; Β. Αμερική, 1880) υπήρξαν τα κύρια αίτια της αύξησης της αλιευτικής παραγωγής σε αυτές τις χώρες.

Η πρώτη κονσερβοποίηση χρονολογείται από την εποχή της Γαλλικής Επανάστασης και ήδη το 1822 υπήρχε βιομηχανοποιημένη κονσερβοποίηση στη Γαλλία και τη Βρετανία. Η κατάψυξη εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στις ΗΠΑ το 1930 και αφορούσε κυρίως ένα είδος γάδου (haddock).

Η αποτίμηση της κατάστασης της αλιείας και των αλιευτικών πόρων στηρίζεται σε συλλογή στοιχείων – δεδομένων τα οποία προέρχονται από:

- Την ανάλυση της δυναμικής των Πληθυσμών κάθε είδους που έχει οικονομική σημασία (Αλιευτική Βιολογία των ειδών που απαρτίζουν τους πόρους)

- ▣ την κατάσταση του Οικοσυστήματος (βιοκοινωνίες και φυσικό περιβάλλον)
- ▣ Την κατάσταση και τη δραστηριότητα του Αλιευτικού Στόλου (χαρακτηριστικά του αλιευτικού στόλου, τεχνολογία, υποδομή λιμένων, αλιευτική προσπάθεια)
- ▣ Τους Κοινωνικό-οικονομικούς παράγοντες που επικρατούν (αγορά-ζήτηση προϊόντος, κόστη, απασχόληση)

Η κρίση στην παγκόσμια αλιεία έχει τεκμηριωθεί επαρκώς τις τελευταίες δεκαετίες (McGoodwin 1990, Crean και Symes 1996). Η γνώση της αλιευτικής προσπάθειας, της αλιευτικής παραγωγής και της παραγωγής ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας, όπως και οι παράγοντες που τις επηρεάζουν, είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη στρατηγικών με στόχο την ορθολογιστική διαχείριση της αλιείας (Anonymus 2001).

Τα τελευταία χρόνια επιτελείται μια προσπάθεια κατανόησης των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και παραγόντων, που σχετίζονται τόσο με την αλιεία όσο και με τον κύκλο ζωής των ειδών-στόχων της αλιείας. Χαρακτηριστικά, μέχρι σήμερα σε αρκετές μελέτες έχει αποδειχθεί η επίδραση διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων στη βιολογία των θαλάσσιων ειδών και των διαδικασιών του κύκλου ζωής τους (αναπαραγωγή, στρατολόγηση, πεδία εκτροφής, ενδιαιτήματα) (π.χ. Schwartzlose et al. 1999, Mokrin et al. 1999, Valavanis et al. 2002, Chavez et al. 2003) και στην αλιεία (Cole 1999, Waluda et al. 1999, Anderson και Rodhouse 2001, Arguelles et al. 2001).

Παρατηρείται μεγάλη ποικιλία ως προς την έκταση των αλιευτικών πεδίων, που εξετάζονται (Arguelles et al. 2001, Kallianiotis et al. 2004) και των ειδών που μελετώνται (ένα ή περισσότερα). Ανάλογα με την κλίμακα (χωρική και χρονική) και τα είδη που μελετώνται χρησιμοποιείται ποικιλία παραγόντων και μεθόδων ανάλυσης.

Η περιοχή της Ανατολικής Μεσόγειου, του Αιγαίου και του Ιόνιου Πελάγους παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες, που την διαφοροποιούν

σημαντικά από άλλες περιοχές και οφείλονται κυρίως στην μεγάλη ωκεανογραφική και κλιματολογική ετερογένεια.

Στόχος της εργασίας είναι η οι τρόποι διερεύνησης των τάσεων στην αλιεία, καθώς και η μελέτη στις αλληλεπιδράσεις και σχέσεις της αλιείας με ορισμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ήδη έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες στην ίδια περιοχή, που αφορούν περιβαλλοντικές παραμέτρους και παραμέτρους αλιείας, όπου οι περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν χρησιμοποιηθεί για τη χαρτογράφηση ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών (Valavanis et. al 2004a, Valavanis et. al 2005), όπως επίσης και μελέτες, που εστιάζονται σε συγκεκριμένα είδη (Palialexis 2003).

Τέλος, μέσα από την παρούσα εργασία αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον εισηγητή του θέματος και καθηγητή μου Νικόλαο Βλάχο, για όλη την βοήθεια, καθοδήγηση και χρήσιμες συμβουλές που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου, για όλη την ηθική και υλική υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ

#### 1.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, που μελετούνται στην παρούσα εργασία είναι η επιφανειακή θαλάσσια θερμοκρασία (SST), η επιφανειακή συγκέντρωση χλωροφύλλης-α και η ένταση του ανέμου. Οι παραπάνω παράγοντες σχετίζονται με πολλές περιβαλλοντικές, βιολογικές και αλιευτικές διεργασίες.

Η επίδραση των περιβαλλοντικών παραμέτρων, με έμφαση στην επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας (SST) και στην ένταση του ανέμου, σχετίζονται με την επιτυχή στρατολόγηση της σαρδέλας (*Sardinops sagax*) στη Βόρεια Benguela, στη νοτιοδυτική Αφρική από τους Daskalov et al. (2003). Φαίνεται ότι η επιτυχής στρατολόγηση συσχετίζεται θετικά με την SST και αρνητικά με την ένταση του ανέμου. Παράλληλα, οι Agenbag et al. (2003) εκτιμούν τις περιβαλλοντικές προτιμήσεις πελαγικών ειδών στη Ν. Αφρική, χρησιμοποιώντας τηλεπισκοπικά δεδομένα και το μήκος των ειδών, που αλιεύονται. Οι παραπάνω συγγραφείς τονίζουν ότι η περιβαλλοντική μεταβλητή, που χρησιμοποιείται πιο συχνά για την ανίχνευση της κατανομής των περιοχών συγκέντρωσης αποθεμάτων είναι η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας (SST), επειδή αποτελεί μια σημαντική βιολογική μεταβλητή, με εύκολη απόκτηση των δεδομένων και πολύ καλή χωροχρονική ανάλυση, προερχόμενη από διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα τουλάχιστον δύο δεκαετιών.

Οι Basilone et al. (2004) χρησιμοποίησαν δορυφορικές εικόνες επιφανειακής συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α και SST, με τις οποίες εξήγησαν το 88% του εύρους, που παρατηρείται στην ανάπτυξη του μεγέθους του γαύρου (*Engraulis encrasicolus*), μεταξύ των διαφόρων περιοχών γύρω από τη Σικελία. Μελέτες διαφόρων αποθεμάτων έχουν δείξει ότι η αύξηση του μεγέθους των



ατόμων ενός είδους επηρεάζεται από τη θερμοκρασία (Pauly 1980) και η παραγωγή ψαριών, που μερικώς καθορίζεται από το μέγεθος των ατόμων του αποθέματος, ελέγχεται από την πρωτογενή παραγωγικότητα (Iverson 1990). Για το λόγο αυτό η σχέση μεγέθους ψαριού και περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως η SST και η επιφανειακή συγκέντρωση χλωροφύλλης-α είναι χαρακτηριστικά, που είναι δυνατόν να περιγράψουν διαφορές στις αλιευτικές δραστηριότητες και να αποδώσουν τη διαφορά της αλιευτικής παραγωγής μεταξύ διαφορετικών περιοχών.

Οι πληροφορίες για τις προτιμήσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των θαλάσσιων οργανισμών, μπορούν αφενός να εξαχθούν, αφετέρου να ελεγχθούν, όταν συνδυαστούν με αλιευτικά δεδομένα. Μελέτες της αποτίμησης των αποθεμάτων του τόνου, για παράδειγμα, που αποτελεί το κυρίαρχο είδος αλιείας στον Ειρηνικό Ωκεανό, απαιτούν τη χρήση δεδομένων αλιείας σαν ένδειξη για την αφθονία του είδους (Gaol και Manuring 2000). Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί, ότι τα αλιευτικά δεδομένα (όπως στις περιπτώσεις των εμπορικά σημαντικών ειδών) δεν αντιπροσωπεύουν απαραίτητα την αφθονία των αποθεμάτων, αλλά κυρίως τη δυνατότητα αλιείας των αποθεμάτων.

Η επίδραση της θερμοκρασίας στην αλιευτική προσπάθεια (Catch-per-unit effort, CPUE), στην ανάπτυξη και τη στρατολόγηση έχει αποδειχθεί σε διάφορες εργασίες (π.χ. Brander 1995, Philippart et al. 1996, Sakuramoto et al. 1997), που αφορούν θαλάσσια είδη. Οι Chifamba et al. (2000) έδειξαν ότι η θερμοκρασία επηρεάζει την αλιευτική προσπάθεια και σε λιμναία είδη. Η CPUE χρησιμοποιείται ως δείκτης σχετικής αφθονίας (Anonymus 2001, Hernandez 2003) στη διάρκεια του χρόνου και του χώρου.

Η CPUE και η SST χρησιμοποιούνται συχνά για τον έλεγχο της αλιευτικής παραγωγής και την επίδραση περιβαλλοντικών και ωκεανογραφικών παραμέτρων στην παραγωγή (Yanez et al. 2001, Valavanis et al. 2004b, Valavanis et al. 2005). Παράλληλα, οι Gomes et al. (2002) έχουν δείξει ότι η αλιευτική



παραγωγή συνδέεται ευθέως με την αλιευτική προσπάθεια και τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α. Δορυφορικές εικόνες επιφανειακής συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της πρωτογενούς παραγωγικότητας (Carr 2002), που αποτελεί σημαντική πληροφορία για την αλιεία.

Είναι λοιπόν αναγκαία η συσχέτιση της αλιείας με περιβαλλοντικούς παράγοντες, με στόχο τη γνώση παραμέτρων του κύκλου ζωής των ψαριών και την έγκαιρη λήψη διαχειριστικών μέτρων για την αλιεία, ώστε να γίνεται ευκολότερα η εκτίμηση της διακόμανσης των αποθεμάτων, τόσο ποσοτικά όσο και χωρικά. Άλλωστε, η αλιεία επηρεάζει τα θαλάσσια οικοσυστήματα τόσο στο επίπεδο του κύκλου ζωής των ειδών (μειώνει το μέσο μήκος των αποθεμάτων ενός είδους, μεταβάλλει την αναλογία φύλλου και μειώνει την αναπαραγωγική δυναμική του πληθυσμού), όσο και στο επίπεδο του οικοσυστήματος (μεταβάλλει τη σύνθεση των ειδών και την ποικιλότητα, μειώνει την αφθονία των αποθεμάτων, μειώνει τους ρυθμούς θήρευσης και ανταγωνισμού και τέλος μεταβάλλει την ενεργειακή ροή του τροφικού πλέγματος, Anonymus 2001). Η σωστή συσχέτιση της αλιευτικής προσπάθειας, κάθε σκάφους, με το διαθέσιμο απόθεμα ψαριών είναι βασικό συστατικό, για μια ορθολογική διαχείριση των αποθεμάτων (Rossiter 2003).

## 1.2. ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η έκταση της περιοχής επιτρέπει την χρήση τηλεπισκοπικών δεδομένων για την απεικόνιση των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα χρησιμοποιούνται ευρέως σε ανάλογες μελέτες (Tang et. al 2002, Carr 2002, Zagaglia et. al 2004) και χαρακτηρίζονται από πλεονεκτήματα, που δικαιολογούν τη χρήση τους, όπως η ύπαρξη τιμών σε όλη την έκταση της περιοχής, η αξιοπιστία τους και η πολύ χαμηλή οικονομική αξία απόκτησης των δεδομένων συγκριτικά με συμβατικές μεθόδους δειγματοληψίας για τη λήψη αντίστοιχων δεδομένων.

Τέλος ευνοούν μελέτες, που έχουν μεγάλο βάθος χρόνου. Από την άλλη τα μειονεκτήματα, που συνοδεύουν τη χρήση τηλεπισκοπικών δεδομένων, όπως η μεγάλη οικονομική αξία για υψηλής ανάλυσης εικόνες και η αναξιοπιστία των δεδομένων στις παράκτιες περιοχές ξεπερνιούνται στη συγκεκριμένη εργασία με το μεγάλο μέγεθος της περιοχής, που μελετάται. Οι πραγματικές τιμές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α μπορεί να αποκλίνουν από τις δορυφορικές τιμές, ωστόσο αυτό δεν απαγορεύει συγκρίσεις τιμών μεταξύ περιοχών. Η απόκλιση των τιμών ξεπερνιέται με τη χρήση των τάσεων των χρονοσειρών.

Σημαντικό εργαλείο μελέτης και αξιοποίησης των τηλεπισκοπικών δεδομένων αλλά και γενικότερα οποιασδήποτε χωροχρονικής ανάλυσης αποτελούν τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographical Information Systems, GIS). Ήδη σε πολλές εργασίες χρησιμοποιούνται τα GIS τόσο για ωκεανογραφικές, όσο και για αλιευτικές αναλύσεις με περιβαλλοντικές παραμέτρους (π.χ. Wang et al. 2003, Valavanis et. al 2004b, Valavanis et. al 2005).

Οι Du et al. (2000) χρησιμοποίησαν Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα για την ανάλυση χρονοσειρών μέσω εβδομαδιαίων εικόνων SST και αλιευτικά δεδομένα από δίχτυα για την περίοδο 1987-1997 στην ανατολική Κινέζικη Θάλασσα. Έδειξαν ότι η SST έχει υψηλή συσχέτιση με την αλιευτική

προσπάθεια των διχτύων και ότι η συσχέτιση ποικίλει σταθερά σε συγκεκριμένο εύρος χώρου και χρόνου.

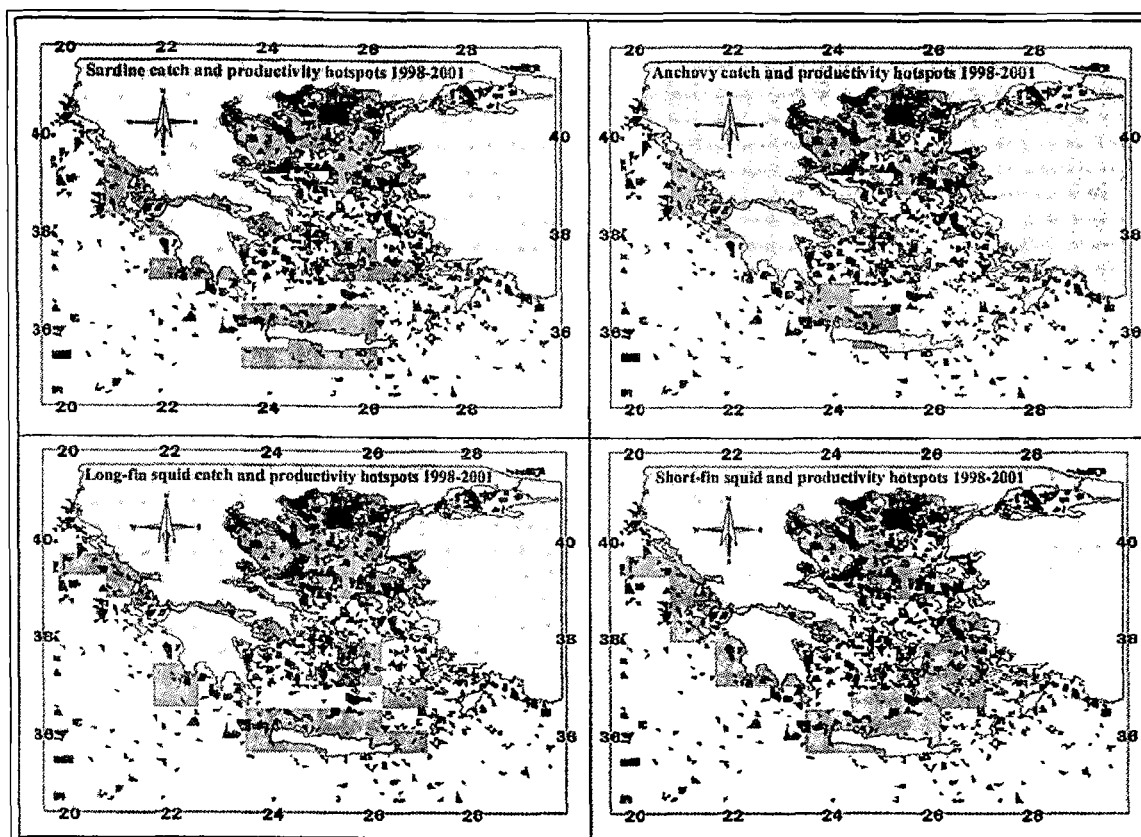
Οι Agostini και Bakun (2002) περιγράφουν τις περιοχές υψηλής παραγωγικότητας, που μπορούν να χαρτογραφηθούν με τηλεοπσκοπικά δεδομένα, με τη 'θεμελιώδη ωκεάνια τριάδα' (fundamental ocean triad), δηλαδή: α) εμπλουτισμό (θαλάσσιες αναβλύσεις και εμπλουτισμό των νερών), β) συγκέντρωση (σύγκλιση και σχηματισμό μετώπων) και γ) διατήρησης (ευνοϊκά ρεύματα προς κατάλληλα ενδιαίτηματα), διαδικασιών που παρέχουν στα θαλάσσια είδη κατάλληλα ενδιαίτηματα για διαβίωση και διατροφή.

Έχει βρεθεί ότι λόγω της αυξημένης πρωτογενούς και δευτερογενούς παραγωγικότητας στις περιοχές θαλάσσιων αναβλύσεων, που αποτελούν το 0,1% της επιφάνειας της θάλασσας, συγκεντρώνεται περίπου το 50 % της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής (Summerhayes 1996). Για το λόγο αυτό οι Valavanis et al. (2004) δημιούργησαν ένα μοντέλο χαρτογράφησης και ταυτοποίησης των περιοχών υψηλής παραγωγικότητας (Σχήμα 1.1), χρησιμοποιώντας αρχικά δεδομένα SST και επιφανειακής συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α. Άλλωστε, οι περιοχές υψηλής παραγωγικότητας είναι σημαντικές για την αναπαραγωγή, ωτοκία και διατροφή των ψαριών και για άλλες σημαντικές αλιευτικές δραστηριότητες. Οι χαρτογραφημένες περιοχές έδειξαν μεγάλη συσχέτιση με την αλιευτική προσπάθεια για τα είδη που χρησιμοποιήθηκαν.

Η κατανομή, η αφθονία και η κινητικότητα των θαλάσσιων ειδών σχετίζονται με τη θερμοκρασία, τη διαβάθμιση του θερμοκλινούς και γενικά από την ποικιλία των υδάτινων μαζών και των ωκεανογραφικών δομών, που αυτές προκαλούν. Οι Schwartzlose et al. (1999) και Chavez et al. (2003) προσδιόρισαν την κατάρρευση και επανεμφάνιση της αλιείας του γαύρου και της σαρδέλας στον Ειρηνικό Ωκεανό, λόγω των μακρινής διάρκειας περιβαλλοντικών αλλαγών, που προκλήθηκαν από το φυσικό φαινόμενο El Nino.

Επίσης, οι Valavanis et al. (2002) χαρτογράφησαν τις χωροχρονικές εκτάσεις των ανωμαλιών SST και της επιφανειακής συγκέντρωσης της

χλωροφύλλης-α στην ανατολική Μεσόγειο για την περίοδο 1993-1997 και διαπίστωσαν ότι τα τοπικά αποθέματα κεφαλόποδων συνδέονται με συγκεκριμένα περιβαλλοντικά μεγέθη, που απαντώνται σε παράκτιες αναβλύσεις και θερμικά μέτωπα.



Σχήμα 1.1: Εποχιακή χωρική σχέση μεταξύ αλιευτικής παραγωγής (γκρι) και περιοχών υψηλής θαλάσσιας παραγωγικότητας (μαύρο) στα Ελληνικά νερά την περίοδο 1998-2001. Οι περιοχές υψηλής παραγωγικότητας περιγράφουν αλιευτικά πεδία με αποθέματα σαρδέλας, γαύρου και καλαμαριού και φανερώνουν ανεκμετάλλευτα αλιευτικά πεδία (από Valavanis et al. 2004).

### 1.3. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Είναι ήδη γνωστή η ωκεανογραφική ετερογένεια των ελληνικών υδάτων (Stergiou et al. 1997b). Για το σκοπό αυτό είναι σημαντικό να μελετούνται οι επιμέρους περιοχές, όχι μόνο ως προς τη σύσταση των ειδών, που αλιεύονται και τη δυναμική του στόλου, αλλά και ως προς τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επικρατούν. Η παρουσία πολλών νησιών στο Αιγαίο δημιουργεί συγκεκριμένα ωκεανογραφικά και βαθυμετρικά χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα να διαφοροποιούνται ζωογεωγραφικά το Βόρειο και Νότιο τμήμα του Αιγαίου (Tserpes et al. 1999). Η ετερογένεια των υδάτινων όγκων των ελληνικών θαλασσών φαίνεται ότι οδηγεί σε φραγμούς στη γονιδιακή ροή για ορισμένα είδη, καθώς οι Μαγουλάς et al. (2003) έδειξαν ότι το απόθεμα του γαύρου στο Ιόνιο παρουσιάζει γενετικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με το απόθεμα του Βορείου Αιγαίου.

Οι Kallianiotis et al. 2004 μελέτησαν τη σύνθεση, τη γεωγραφική κατανομή και τη χρονική διασπορά των θαλάσσιων ειδών στο βόρειο και κεντρικό Αιγαίο. Με βάση την παραπάνω μελέτη διακρίνονται τρεις κύριες γεωγραφικές περιοχές: το Θρακικό πέλαγος, ο Θερμαϊκός κόλπος και η περιοχή του κεντρικού Β. Αιγαίου.

Οι αλιευτικές μελέτες, που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα στα ελληνικά νερά για τη σύνθεση των ειδών έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως στο νότιο Αιγαίο (Tsimenides et al. 1991, Tserpes et al. 1999, Kallianiotis et al. 2000). Σε αντίθεση με το νότιο Αιγαίο, όπου υπάρχουν μεγάλες και απότομες διαβαθμίσεις βάθους, με περιορισμένη ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, το Βόρειο Αιγαίο χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, που είναι αποτέλεσμα των ιζημάτων έξι μεγάλων ποταμών (Αξιός, Αλιάκμονας, Πηνειός, Στρυμωνικός, Νέστος και Έβρος, Lykousis και Chronis 1989). Αυτοί οι ποταμοί σε συνδυασμό με τις εισροές από τη Μαύρη Θάλασσα, που είναι της τάξης των  $190 \text{ Km}^3$  ανά χρόνο

(Unluata et al. 1990) μειώνουν την επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας και την αλατότητα στο Βόρειο Αιγαίο (Yuce 1995). Τρία διαδοχικά βυθίσματα (περισσότερο από 1600 m) συνθέτουν την τάφρο του Βορείου Αιγαίου και διαχωρίζουν τις βαθιές υδάτινες μάζες του Βορείου Αιγαίου από τις αντίστοιχες του κεντρικού και νότιου Αιγαίου.

Οι εισροές υδάτων στο Β. Αιγαίο από τις πηγές, που περιγράφηκαν παραπάνω, ευθύνονται για το γεγονός ότι η συγκεκριμένη θάλασσα είναι πλούσια σε θρεπτικά (Bousoulengas et al. 1988). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα υψηλά επίπεδα θρεπτικών εμφανίζονται στα ανώτερα στρώματα του Βορείου Αιγαίου, τα οποία βυθίζονται και μετακινούνται σε βαθύτερα στρώματα δημιουργώντας ένα μέγιστο συγκέντρωσης χλωροφύλλης σε βάθος 80m (Souvermezoglou 1989). Ο κόλπος του Θερμαϊκού βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Βορείου Αιγαίου και χαρακτηρίζεται από ρηχά νερά με μέγιστο βάθος τα 50m. Διακρίνεται σε εξωτερική και εσωτερική περιοχή του κόλπου.

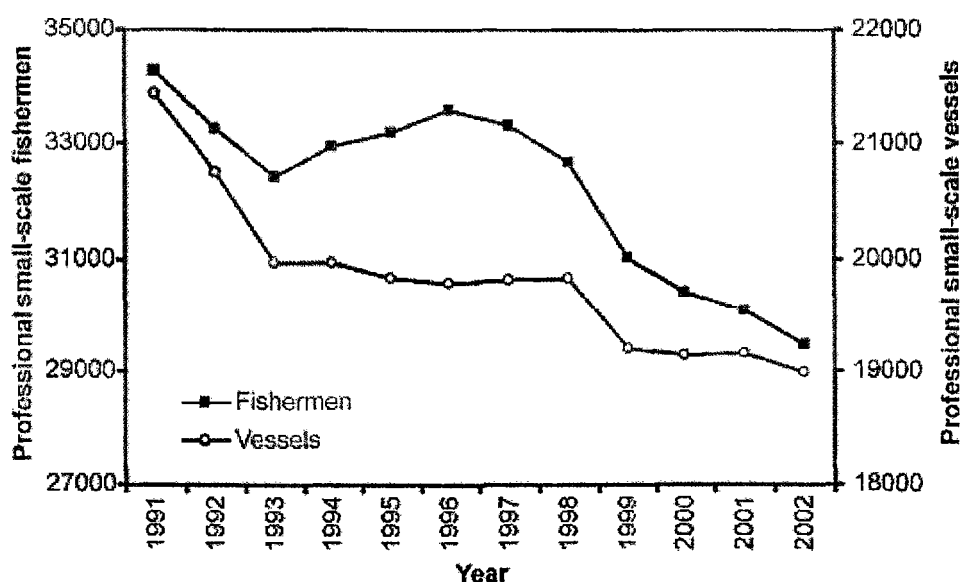
Μεγάλα ποτάμια συστήματα (Γαλλικός, Αξιός, Λουδίας και Αλιάκμονας) αποθέτουν στον Θερμαϊκό περίπου  $207 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , με σημαντική χρονική διακύμανση (Poulos et al. 1997). Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και των θρεπτικών δεν εξαρτάται μόνο από την κυκλοφορία και τη στρωμάτωση των υδάτινων μαζών, αλλά επηρεάζεται σημαντικά από τις εκροές του γλυκού νερού, κυρίως κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων, όπου παρατηρούνται υψηλά επίπεδα οξυγόνου και θρεπτικών (Pagou et al. 2000).

Ο διαχωρισμός των αλιευτικών σκαφών σε λειτουργικά μεγέθη είναι μια στρατηγική, που εξυπηρετεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της δυναμικής του στόλου και αντανακλά τη διαφορετική αλιευτική προσπάθεια μέσα στο ίδιο αλιευτικό εργαλείο (Papaconstantinou et al. 2002, Ponzón et al. 2004). Υπάρχουν διάφορα κριτήρια προσδιορισμού των αλιευτικών εργαλείων. Τα πιο κοινά κριτήρια π.χ. για τον προσδιορισμό της μικρής κλίμακας αλιείας είναι το μήκος του σκάφους, το ολικό εκτόπισμα, η διάρκεια της εξόδου του σκάφους (Durand et al. 1989, Tzanatos et al. 2005) και το αλιευτικό εργαλείο.

Στην Ελλάδα ο μόνος προσδιορισμός της μικρής κλίμακας αλιείας πραγματοποιείται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος, η οποία χρησιμοποιεί το μήκος του αλιευτικού σκάφους ως κριτήριο. Η ελληνική μικρής κλίμακας αλιεία παρουσίασε μείωση όσον αφορά τον στόλο της κατά 11,5% κατά τη διάρκεια 1991-2002.

Σύμφωνα με τις αλιευτικές άδειες τα πιο σημαντικά εργαλεία της μικρής αλιείας είναι τα δίχτυα και τα παραγάδια βυθού που κατέχουν πλέον το 86% των αδειών. Όλα τα υπόλοιπα εργαλεία κατέχουν πάντα λιγότερο από το 20% των αδειών. Τα υψηλά ποσοστά των δικτύων και παραγαδιών βυθού απαντώνται σε όλη την επικράτεια αποτελώντας τα σπουδαιότερα εργαλεία στη μικρής κλίμακας αλιεία.

Οι άδειες για παγίδες είναι σχετικά αυξημένες στο Βόρειο Αιγαίο (Καβάλα, Ξάνθη, Ροδόπη, Πιερία και Θεσσαλονίκη). Τόσο ο αριθμός των παραδών όσο και ο αυτός των αλιευτικών σκαφών δείχνουν να μειώνονται κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας (Σχήμα. 1.2, Tzanatos et al. 2005).



Σχήμα 1.2: Διακόμανση του αριθμού των παραδών και των μικρής κλίμακας αλιευτικών σκαφών από το 1991-2002 (από Tzanatos et al. 2005).



Σε ότι αφορά στα μικρά αλιευτικά σκάφη, συνολικά για την Ελλάδα έχουν αναφερθεί 17 αλιευτικά εργαλεία και 62 είδη στόχοι προς αλιεία (Tzanatos et al. 2005). Το πεδίο δράσης των μικρών αλιευτικών σκαφών είναι κυρίως τοπικό, ωστόσο υπάρχουν μερικά, που δραστηριοποιούνται σε ευρύτερα πεδία. Η μικρής κλίμακας αλιεία στην Ελλάδα εμφανίζει πολύ μεγάλη ετερογένεια και πολυπλοκότητα, όσον αφορά τα αλιευτικά εργαλεία, τα είδη-στόχους, την κατανομή των αλιέων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης και τον τρόπο παροχής των αλιευμάτων στις αγορές.

Η αλιευτική δραστηριότητα εμφανίζει εποχικά πρότυπα ανάλογα με την περιοχή. Πιο συγκεκριμένα παρατηρείται μικρή δραστηριότητα τους χειμερινούς μήνες (13 μέρες/μήνα), μέση δραστηριότητα την άνοιξη και το φθινόπωρο (18 μέρες/μήνα), και αρκετές τους καλοκαιρινούς μήνες (20 μέρες/μήνα, Tzanatos et al. 2005). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με επίσημα δεδομένα το 46,8% της συνολικής αλιευτικής παραγωγής ( $71 \times 10^3$  τόνους το 1997) και το 55% της συνολικής αξίας της αλιευτικής παραγωγής ( $170 \times 10^6$  € το 1997) προέρχονται από την αλιεία μικρής κλίμακας (Tzanatos et al. 2005).

Στο Ιόνιο δεν παρατηρείται κάτι ανάλογο. Πολύ σημαντικός παράγοντας στην ακρίβεια των αλιευτικών μοντέλων εκτίμησης αποθέματος και αποτίμησης των επιδράσεων της αλιείας στο οικοσύστημα είναι η ποιότητα και η ποσότητα των διαθέσιμων αλιευτικών δεδομένων, όπως της αλιευτικής προσπάθειας και της παραγωγής (π.χ. Hilborn και Walters 1992, Pauly 1994, Chen 1996). Αυτό αφορά σε μεγάλο βαθμό τη Μεσόγειο, που χαρακτηρίζεται από φτωχά συστήματα συλλογής αλιευτικών δεδομένων (Stergiou και Polunin 2000).

Όσον αφορά την Ελλάδα, τα αλιευτικά δεδομένα συλλέγονται από ανεξάρτητους οργανισμούς, όπως α) από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (NSSH, από το 1964, 16 αλιευτικές περιοχές) β) την Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος (από το 1974, δίκτυο από 110 χωριά), γ) την Εθνική Εταιρεία Ανάπτυξης της Αλιείας (ETANAL, από το 1969) και δ) από το Υπουργείο Γεωργίας (όχι

συστηματικά). Κάθε ένας από τους παραπάνω φορείς συλλέγει και επεξεργάζεται αλιευτικά δεδομένα για δική του χρήση, χωρίς να υπάρχει συντονισμός μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα αλληλεπικαλύπτονται, είναι πολλές φορές αντιφατικά και οδηγούν σε σύγχυση. Τα αλιευτικά δεδομένα, που προέρχονται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία πλεονεκτούν, λόγω α) του μήκους της χρονοσειράς, β) τη χωρική και χρονική ανάλυση των δεδομένων, γ) το μειωμένο βαθμό υποκειμενικότητας των δεδομένων και δ) το στατιστικό σχεδιασμό, ωστόσο δεν είναι εύκολα υπολογίσιμο το ποσοστό σφάλματος των δεδομένων.

Δύο σημαντικά μειονεκτήματα όλων των πηγών αλιευτικών δεδομένων, που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι τα ακόλουθα: α) η αλιευτική προσπάθεια δεν καταγράφεται ανά υποπεριοχή και σε μηνιαία βάση και β) δεν υπάρχουν δεδομένα αλιευτικής προσπάθειας εκφρασμένα σε ημέρες εργασίας στη θάλασσα. Η παρακολούθηση της αλιευτικής προσπάθειας σε ημέρες εργασίας στη θάλασσα (Days-at-Sea) έχει ιδιαίτερη χρησιμότητα σε προσπάθειες διαχείρισης (Anonymus 2001).

Λόγω των παραπάνω μειονεκτημάτων ξεκίνησε από το 1995 μια οργανωμένη προσπάθεια συλλογής αλιευτικών δεδομένων από Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (Ι.Θ.Α.ΒΙ.Κ. νυν ΕΛ.Κε.Θ.Ε.). Τα δεδομένα συλλέγονται με άξονα την αλιευτική προσπάθεια (σε υποδύναμη της μηχανής, εκτόπισμα και ημέρες εργασίας στη θάλασσα) το κύριο αλιευτικό εργαλείο (μηχανότρατες, γρι-γρι, δίχτυα κ.α.) και την παραγωγή ανά ημέρα για ένα μεγάλο αριθμό ειδών (Anonymus 2001).

Η συλλογή δεδομένων αλιευτικής προσπάθειας του ελληνικού αλιευτικού στόλου έχει γίνει στα πλαίσια της εφαρμογής των Κοινοτικών Κανονισμών 1543/2000 και 1639/2001 (Karantagakis 2004).

Όσον αφορά την αλιευτική προσπάθεια αυτή εκτιμάται ως εξής:

- Για κάθε σταθμό εκτιμήθηκε πρώτα η μέση μηνιαία αλιευτική προσπάθεια του σκάφους ανά τύπο εργαλείου και κατηγορία μήκους.

- Οι αντίστοιχες μέσες μηνιαίες εκτιμήσεις ανά γεωγραφική ζώνη προέκυψαν από τις μέσες τιμές των σταθμών που περιλαμβάνονται στην περιοχή σταθμισμένες ως προς το μέγεθος του ενεργού στόλου για κάθε κατηγορία.

- Οι μέσες ετήσιες εκτιμήσεις της κάθε περιοχής υπολογίστηκαν από τις μηνιαίες τιμές, σταθμισμένες ως προς το συνολικό ενεργό στόλο των σταθμών της περιοχής κάθε μήνα.

Η παρακολούθηση και καταγραφή της αλιευτικής προσπάθειας πραγματοποιείται σε ένα μεγάλο αριθμό λιμανιών και αλιευτικών καταφυγίων, όπου γίνονται οι σημαντικότερες εκφορτώσεις του ελληνικού αλιευτικού στόλου. Οι πληροφορίες συλλέγονται με δειγματοληπτικές συνεντεύξεις που πραγματοποιούνται από ιχθυολόγους, κυρίως Επόπτες Αλιείας, στο λιμάνι όπου γίνονται οι εκφορτώσεις. Το δειγματοληπτικό δίκτυο καλύπτει ολόκληρο τον Ελληνικό παραγωγικό χώρο.

Ο παραγωγικός χώρος στρωματοποιείται σε δύο περιοχές: Αιγαίο και Ιόνιο. Η πυκνότητα της δειγματοληψίας που απαιτείται προκειμένου οι εκτιμήσεις να πληρούν τα επίπεδα ακρίβειας, που αναφέρονται στον Κοινοτικό Κανονισμό, εκτιμάται από τα υπάρχοντα δεδομένα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

#### 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

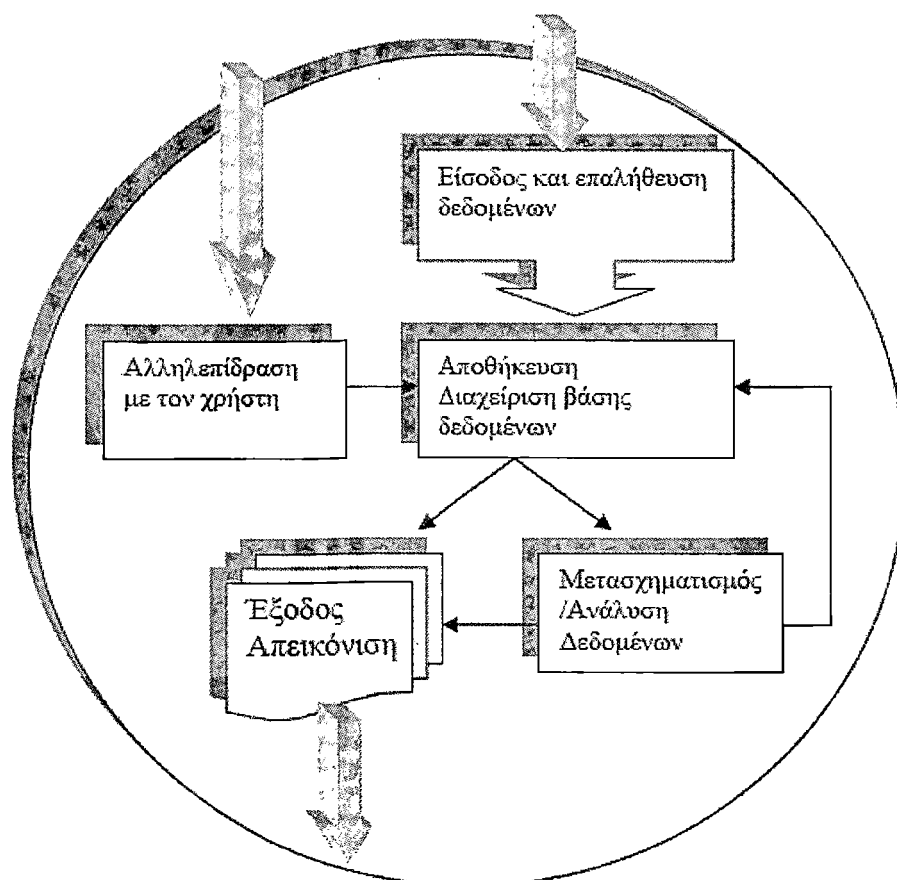
Τα Σ.Γ.Π. μπορούν να οριστούν ως εξής: Ένα ισχυρό εργαλείο για τη συλλογή, την αποθήκευση, το μετασχηματισμό και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου για ένα συγκεκριμένο σκοπό (Burrough 1986). Ή αλλιώς, αποτελούν ένα σύστημα, που υποβοηθάει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με ένα πρόβλημα, που έχει τεθεί βάσει της διαχείρισης χωρικών δεδομένων (Cowen 1988).

Απαντώντας στο τι είναι τα Σ.Γ.Π. θα μπορούσαν να ειπωθούν τα ακόλουθα: Είναι μια συγκεκριμένη μορφή πληροφορικών συστημάτων, που εφαρμόζονται σε γεωγραφικά δεδομένα. Ένα σύστημα είναι μια ομάδα από οντότητες και δραστηριότητες, που αλληλεπιδρούν για ένα κοινό σκοπό. Ένα σύστημα πληροφοριών είναι ένα σύνολο από διαδικασίες που εκτελούνται σε μια σειρά δεδομένων, για την παραγωγή πληροφορίας, που θα χρησιμοποιηθεί για τη λήψη αποφάσεων.

Μια σειρά από αλυσιδωτά βήματα οδηγεί από την παρατήρηση και την συλλογή δεδομένων σε χωρικές αναλύσεις και πληροφορίες για διαχείριση. Ένα σύστημα πληροφοριών οφείλει να έχει ολοκληρωμένο εύρος λειτουργιών για να επιτύχει το σκοπό του, συμπεριλαμβανομένων των: παρατηρήσεις, μετρήσεις, περιγραφές, επεξηγήσεις, πρόβλεψη και λήψη αποφάσεων.

Γενικά, τα Σ.Γ.Π. μπορούν να θεωρηθούν στην πράξη ως ένα σύστημα από hardware και software λογισμικό (Σχήμα 2.1) και από ένα σύνολο διαδικασιών, που είναι σχεδιασμένες να υποστηρίζουν τη λήψη, διαχείριση, μετατροπή, ανάλυση, δημιουργία μοντέλων και απεικόνιση χωρικών δεδομένων για τη

επίλυση σύνθετων προβλημάτων διαχείρισης και προγραμματισμού (Valavanis 2002).



Σχήμα 2.1: Λειτουργία λογισμικού Σ.Γ.Π.

Η τεχνολογία των Σ.Γ.Π. για την ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων είναι ότι και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο στην σύγχρονη μικροσκοπία. Ήταν ο καταλύτης, που χρειάζονταν για να διαλύσει τις ανθρωπο-φυσικές και χωρο-συστηματικές διχοτομίες, που παλαιότερα επιβάρυναν τις επιστήμες, που χρησιμοποιούσαν χωρικά δεδομένα. Η μεγάλη σημασία των Σ.Γ.Π. έγκειται επίσης στο ότι επιτρέπει την ενσωμάτωση των χωρικών δεδομένων με διάφορους τύπους δεδομένων σε ένα απλό σύστημα. Ακόμη παρέχει ένα σταθερό πλαίσιο εργασίας στο οποίο αναλύονται χωρικά δεδομένα με την

- Είσοδος και επαλήθευση δεδομένων
- Αλληλεπίδραση με τον χρήστη
- Αποθήκευση
- Διαχείριση βάσης δεδομένων
- Μετασχηματισμός / Ανάλυση Δεδομένων
- Έξοδος
- Απεικόνιση
- Εισαγωγή χαρτών
- Εισαγωγή άλλων τύπων χωρικής πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή.

Τα Σ.Γ.Π. δίνουν, ακόμη, τη δυνατότητα μετασχηματισμών και παράθεσης της γεωγραφικής γνώσης και πληροφορίας με νέους και καινοτόμους τρόπους. Παρατηρώντας τα δεδομένα από τη γεωγραφική τους διάσταση μπορούν να εξαχθούν νέες εξηγήσεις, ισχυρά τεκμηριωμένες, πολύτιμες για την κατανόηση και διαχείριση πηγών και αποθεμάτων. Τέλος τα Σ.Γ.Π. επιτρέπουν την πρόσβαση σε σειρές δεδομένων μέσω της γεωγραφικής τους θέσης.

Η μεγάλη ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών ευθύνεται καταρχήν για την έξαρση της χρήσης των Σ.Γ.Π. Παράλληλα τα Σ.Γ.Π. παρέχουν μια υψηλής τεχνολογίας πτυχή στους χάρτες γεωγραφικών πληροφοριών, οι οποίοι πλέον είναι σε ψηφιακή μορφή συνδεδεμένοι με βάσεις δεδομένων. Τέλος στην διεύρυνση των εφαρμογών των Σ.Γ.Π. συντέλεσε η βαρύτητα που αυτά έχουν ως εργαλείο, στην κατανόηση και διαχείριση του περιβάλλοντος (Valavanis 2002).

## 2.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ Σ.Γ.Π. ΩΣ ΕΝΑ ΣΥΝΟΛΟ ΑΛΛΗΛΟΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Υποσύστημα διαδικασιών δεδομένων:

- Απόκτηση δεδομένων – από χάρτες, εικόνες, δειγματοληπτικά δεδομένα πεδίου.
- Εισαγωγή δεδομένων – τα δεδομένα εισάγονται από την πηγή στη ψηφιακή βάση δεδομένων.
- Αποθήκευση δεδομένων – ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης, την ανανέωση των δεδομένων και την αξιοπιστία της σχηματιζόμενης βάσης.

Υποσύστημα ανάλυσης δεδομένων:

- Ανάκτηση και ανάλυση δεδομένων – μπορεί να είναι απλές αποκρίσεις σε ερωτήματα έως και σύνθετες στατιστικές αναλύσεις μεγάλων βάσεων δεδομένων.
- Εξαγωγή πληροφορίας – πως θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα (χάρτες ή πίνακες) ή αν η πληροφορία μεταφερθεί σε κάποιο άλλο ψηφιακό σύστημα.

Υποσύστημα χρήσης πληροφοριών:

- Οι χρήστες μπορεί να είναι ερευνητές, διαχειριστές ή σχεδιαστές – απαιτείται αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών των Σ.Γ.Π. και των χρηστών των πληροφοριών για το σχεδιασμό αναλυτικών διαδικασιών και ορθών δομών δεδομένων.



Υποσύστημα διαχείρισης:

- Οργανικός ρόλος – το τμήμα των Σ.Γ.Π. συνήθως οργανώνεται ξεχωριστά και εμπεριέχει ένα φορέα διαχείρισης των πηγών, που προσφέρουν χωρικές βάσεις δεδομένων και υπηρεσίες ανάλυσης και επεξεργασίας.
- Προσωπικό – εκ των οποίων χρειάζεται διαχειριστής του συστήματος, διαχειριστής των βάσεων δεδομένων, ένα άτομο για την πραγματοποίηση των αναλύσεων και ένα για τις ψηφιοποιήσεις.
- Χειριστές – μια τυπική ομάδα διαχείρισης Σ.Γ.Π. χρειάζεται 5 – 7 άτομα.
- Διαδικασίες – απαιτείται εκτεταμένη αλληλεπίδραση μεταξύ της ομάδας των Σ.Γ.Π. και των υπόλοιπων της ομάδας για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος.

### **2.3.ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΨΗΦΙΑΚΟ ΧΑΡΤΗ**

Κάθε ψηφιακός χάρτης είναι ικανός να αποθηκεύσει πολύ περισσότερες πληροφορίες από κάθε απλό χάρτη της ίδιας περιοχής. Ωστόσο δεν είναι προφανή από την πρώτη ματιά τα είδη των πληροφοριών, που αυτός εμπεριέχει. Τρεις γενικοί τύποι πληροφοριών μπορούν να περιλαμβάνονται σε ένα ψηφιακό χάρτη:

- Γεωγραφικές πληροφορίες – που παρέχουν θέση και σχήμα συγκεκριμένων γεωγραφικών χαρακτηριστικών.
- Πληροφορίες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων – παρέχουν επιπρόσθετες, μη γραφικές πληροφορίες για κάθε γεωγραφικό χαρακτηριστικό.
- Πληροφορίες έκθεσης – περιγράφουν πως τα διάφορα χαρακτηριστικά θα εμφανιστούν στην οθόνη.

Οι ψηφιακοί χάρτες δεν περιέχουν πάντα και τους τρεις τύπους πληροφοριών. Οι ψηφιδωτοί (raster) χάρτες συνήθως δεν περιέχουν πληροφορίες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, ενώ οι πηγές διανυσματικών (vector) δεδομένων, συνήθως δεν περιέχουν πληροφορίες έκθεσης.

### **2.3.1.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ**

Οι γεωγραφικές πληροφορίες σε ένα ψηφιακό χάρτη παρέχουν τη θέση και το σχήμα του κάθε χαρακτηριστικού του χάρτη. Τα περισσότερα διανυσματικά Σ.Γ.Π. υποστηρίζουν τουλάχιστον τρία βασικά γεωμετρικά σχήματα:

- Σημείο – ένα απλό ζεύγος συντεταγμένων
- Γραμμή- δύο ή περισσότερα σημεία με συγκεκριμένη αλληλουχία
- Πολύγωνο – μια περιοχή που περικλείεται από μια κλειστή γραμμή

Μερικά συστήματα υποστηρίζουν πιο σύνθετες έννοιες, όπως τμήματα, κύκλους, καμπύλες.

#### **2.3.1.1.ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ**

Τα δεδομένα χαρακτηριστικών γνωρισμάτων περιγράφουν συγκεκριμένα γνωρίσματα του χάρτη, τα οποία δεν ανήκουν σε αυτόν. Συνήθως αποθηκεύονται σε αρχεία βάσεων δεδομένων ξεχωριστά από το τμήμα των δεδομένων που δίνει το χάρτη. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αναφέρονται σε διανυσματικούς χάρτες, ενώ σπάνια σχετίζονται με ψηφιδωτούς χάρτες.

Τα λογισμικά πακέτα Σ.Γ.Π. διατηρούν ένα εσωτερικό σύνδεσμο με τον οποίο συνδέονται ο κάθε χάρτης με τις πληροφορίες των χαρακτηριστικών του γνωρισμάτων:

Η φύση αυτών των συνδέσμων ποικίλει αρκετά μεταξύ των συστημάτων. Σε μερικά ο σύνδεσμος είναι συνεπαγόμενος και ο χρήστης δεν έχει τον έλεγχο αυτού. Σε άλλα υπάρχουν εξαγόμενοι σύνδεσμοι τους οποίους ο χρήστης μπορεί

να τροποποιεί. Οι σύνδεσμοι σε αυτά τα συστήματα παίρνουν τη μορφή κλειδιών ανάλογων με αυτών των βάσεων δεδομένων. Κάθε χαρακτηριστικό του χάρτη έχει μια τιμή 'κλειδιού', όπου το κλειδί αναγνωρίζει τη συγκεκριμένη εγγραφή στη βάση δεδομένων, που περιέχει τις πληροφορίες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

### **2.3.1.2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ**

Οι πληροφορίες έκθεσης σε ένα ψηφιακό χάρτη περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο ο χάρτης πρόκειται να εκτεθεί ή να αποτυπωθεί.

### **2.3.1.3. ΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ**

Τα περισσότερα λογισμικά Σ.Γ.Π. φέρουν ένα σύστημα στρωμάτωσης, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διαίρεση ενός μεγάλου χάρτη σε πιο εύχρηστα κομμάτια. Για παράδειγμα, πέντε διαφορετικές πηγές πληροφοριών μιας περιοχής αποθηκεύονται σε πέντε διαφορετικά στρώματα Σ.Γ.Π. σε κοινό σύστημα προβολής. Μεγάλα στρώματα μπορούν με τη σειρά τους να υποδιαιρεθούν σε μικρότερα. Στα στρώματα αποθηκεύονται τόσο σχήματα όσο και χαρακτηριστικά.

### **2.3.1.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ**

Οι χάρτες είναι επίπεδοι, αλλά οι επιφάνειες τις οποίες αναπαριστούν είναι καμπυλωτές. Ο μετασχηματισμός του χώρου των τριών διαστάσεων σε χάρτη δύο διαστάσεων καλείται προβολή. Αυτή η διαδικασία αναπόφευκτα διαστρεβλώνει τουλάχιστον μια από τις ακόλουθες ιδιότητες: Σχήμα, Έκταση, Απόσταση, Κατεύθυνση. Δεν υπάρχει ιδανική προβολή για χάρτη, όμως αναπαράσταση, όπου να εμπεριέχεται αναλλοίωτη η πληροφορία, που μας ενδιαφέρει, μπορεί να επιτευχθεί. Η επιλογή της προβολής βασίζεται στα ακόλουθα:

- Το σχήμα των ορίων να προβάλλεται
- Να ελαχιστοποιείται η διαστροφή ή αλλοίωση του σχήματος
- Να εφαρμόζονται μαθηματικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την διατήρηση της ταυτότητας των γεωγραφικών χαρακτηριστικών.

#### **2.4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ Μ.Α.Φ.Α.(MIN./MAX. AUTOCORRELATION FACTOR ANALYSIS)**

Η χρήση δεικτών του οικοσυστήματος είναι πολύ σημαντική στην έκθεση των τάσεων της δομής και της λειτουργίας του οικοσυστήματος και μπορεί να συσχετιστεί με τις επιμέρους μεταβολές του (Erzini et al. 2005). Οι περιβαλλοντικοί δείκτες, που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία, έχουν ήδη εκτεθεί. Οι επιδράσεις των αλιευτικών και περιβαλλοντικών μεταβλητών δεν μπορούν εύκολα να αξιολογηθούν με τη χρήση δεικτών συναθροίσεως (Rice 2000).

Τεχνικές, όπως η ανάλυση κανονικής αντιστοιχίας (canonical correspondence analysis), ανάλυση αφθονίας (redundancy analysis) και κανονικής συσχέτισης (canonical correlation) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση πολυμεταβλητών δεδομένων με ερμηνευτικές μεταβλητές, ωστόσο η χρησιμότητα τους στη μελέτη τάσεων και αλλαγών στο χρόνο είναι περιορισμένη.

Τάσεις, εποχικότητα και ερμηνευτικές μεταβλητές μπορούν να υποστούν μεταχείριση με τεχνικές όπως η διανυσματική αυτοπαλινδρόμηση (vector autoregressions), η ARIMA (auto-regressive integrated moving average), η πολυμεταβλητή ARIMA και η δυναμική παλινδρόμηση (dynamic regression models) (Stergiou 1991, Rothschild et al. 1996, Stergiou και Christou 1996, Stergiou et al. 1997, Lloret 2003).

Οι παραπάνω τεχνικές όμως απαιτούν μακριές, στατικές και πλήρεις χρονοσειρές, ενώ δεν είναι ακριβείς στο χειρισμό κοινών τάσεων (Stergiou και Christou 1996). Οι Solow (1994), Zuur et al. (2003a,b), Zuur και Pierce (2004)

προτείνουν δύο στατιστικές τεχνικές, που είναι κατάλληλες για σχετικά μικρές (>15-25 y) μη στατικές, πολυμεταβλητές χρονοσειρές: τις (min/max autocorrelation factor analysis, MAFA και dynamic factor analysis, DFA). Οι συγκεκριμένες τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή και προσδιορισμό κοινών τάσεων για πολλαπλές χρονοσειρές, τη λειτουργική επίδραση δεικτών, την αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών απόκρισης, και την επίδραση των επεξηγηματικών μεταβλητών στις μεταβλητές απόκρισης. Επιπλέον, μπορούν να υπολογιστούν και οι χρονικές υστερήσεις των εισαχθέντων ερμηνευτικών μεταβλητών (Zuur et al. 2003b, Zuur και Pierce 2004).

Η MAFA αρχικά αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε από τον Solow (1994) για τη μελέτη αλλαγών στη σύσταση σε κοινωνίες πολλών ειδών. Οι Machias et al. (2005) χρησιμοποίησαν τη MAFA για τη μελέτη της επίδρασης των υδατοκαλλιεργειών στις αλιευτικές εκφορτώσεις σε oligότροφες θαλάσσιες περιοχές. Ως μεταβλητές απόκρισης χρησιμοποιήθηκαν ομάδες οργανισμών, καθώς και το σύνολο των εκφορτώσεων, ενώ ως ερμηνευτικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικοί παράγοντες για τα αλιευτικά εργαλεία, βροχόπτωση, SST και η παραγωγή των υδατοκαλλιεργειών.

Οι Erzini et al. (2005) χρησιμοποίησαν την ίδια μέθοδο για τη μελέτη δειγματοληπτικών δεδομένων τράτας. Ως μεταβλητές απόκρισης έχουν εισαχθεί 15 είδη που έχουν αλιευθεί με τράτα, ενώ ως ερμηνευτικές μεταβλητές χρησιμοποιούνται διάφοροι δείκτες, που ενδέχεται να επηρεάζουν τα δείγματα της τράτας, όπως και η SST.

Η φύση των δεδομένων/χρονοσειρών, που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία, λόγω των χαρακτηριστικών τους (μικρές (>15-25y), μη στατικές, πολυμεταβλητές χρονοσειρές) καθιστούν τη MAFA ιδανική μέθοδο για την στατιστική ανάλυση. Παράλληλα η επιλογή της συγκεκριμένης στατιστικής μεθόδου ενισχύεται από τη δυνατότητα εξαγωγής και τον προσδιορισμό κοινών τάσεων στις πολλαπλές χρονοσειρές, τη λειτουργική επίδραση δεικτών, την

αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών απόκρισης, και την επίδραση των ερμηνευτικών μεταβλητών στις μεταβλητές απόκρισης. Οι εξαγωγή των τάσεων επιβάλλεται για να ξεπεραστούν ορισμένα προβλήματα των χρονοσειρών, όπως το γεγονός ότι δεν είναι όλες πλήρεις. Ως μεταβλητές απόκρισης έχουν χρησιμοποιηθεί η αλιευτική προσπάθεια (Days-at-Sea) και η παραγωγή ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE). Οι ερμηνευτικές μεταβλητές είναι οι περιβαλλοντικές χρονοσειρές της έντασης του ανέμου, της SST και της χλωροφύλλης-α.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ**

### **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΛΙΕΙΑΣ**

#### **3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ**

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων από το Μεγάλο Πείραμα έδειξε ότι μπορούμε να ρυθμίζουμε την κατάσταση του αποθέματος με τον έλεγχο της αλιευτικής δραστηριότητας.

Με βάση τη γνώση που αποκτήθηκε, οι επιστήμονες του ICES πρότειναν το 1920 τη διατήρηση της αλιευτικής προσπάθειας σε χαμηλά επίπεδα, ώστε τα αποθέματα να διατηρηθούν στο υψηλό μεταπολεμικό επίπεδο.

Όμως, δεν υπήρχε ούτε η πολιτική βούληση ούτε η κατάλληλη μεθοδολογία, που θα επέτρεπε να ελεγχθεί η αλιευτική προσπάθεια.

Έτσι, οι περισσότερες χώρες συνέχισαν την ανάπτυξη του αλιευτικού τους στόλου και την εντατικοποίηση της αλιείας τους. Τα πρώτα μεταπολεμικά χρόνια, παρά την εντατικοποίηση της αλιευτικής δραστηριότητας δεν παρατηρήθηκε η αναμενόμενη μείωση της αλιευτικής παραγωγής.

Το γεγονός αυτό βρισκόταν σε αντίθεση με την προηγούμενη εμπειρία του Μεγάλου Πειράματος. Ο Graham έδειξε με τις εργασίες του το 1920 και το 1930,

ότι αυτή η διατήρηση της παραγωγής σε υψηλά επίπεδα, παρά τη μείωση των αποθεμάτων, οφείλεται σε οικονομικούς κυρίως λόγους που υποχρεώνουν τους ψαράδες να αυξάνουν συνεχώς την αλιευτική προσπάθεια και να βελτιώνουν την αλιευτική τεχνολογία.

Όταν αργότερα αρχίζει να κάμπτεται η αλιευτική παραγωγή, τότε το επίπεδο των αποθεμάτων βρίσκεται ήδη εξαιρετικά χαμηλά. Μόλις παρατηρήθηκαν οι πρώτες μειώσεις στην παραγωγή, άρχισαν και οι πρώτες ανησυχίες. Όμως στις περισσότερες των περιπτώσεων η ανησυχία περιορίστηκε μέσα στην επιστημονική κοινότητα και δεν οδήγησε στην άμεση λήψη διαχειριστικών μέτρων.



Στις Η.Π.Α, ο Henry Bigelow (1920) από το Harvard, ξεκίνησε παρόμοια ερευνητικά προγράμματα στον κόλπο του Main και λίγο αργότερα ο Oscar Sette, συνέχισε την έρευνα για το σκουμπρί του Ατλαντικού και τη σαρδέλα της Καλιφόρνιας. Η μοντελοποίηση του φαινομένου της φυσικής και της αλιευτικής θνησιμότητας δεν άργησε να επιχειρηθεί.

Τα απλά μονοειδικά μοντέλα δεν ανταποκρίνονται στις περιπτώσεις που έχουμε ανταγωνισμούς μεταξύ των ειδών στην τροφική αλυσίδα (θηρευτές – θηράματα) ή την αλιευτική πίεση (όταν θηρευτής είναι ο άνθρωπος). Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει κατανοητό ότι η διαχείριση των αποθεμάτων οφείλει να είναι και διαχείριση του οικοσυστήματος, αφού τόσο οι πληθυσμοί όσο και το φυσικό περιβάλλον είναι αλληλένδετα μεταξύ τους.

Έτσι, η μελέτη της επίδρασης του περιβάλλοντος στους βιολογικούς πόρους και αντίστροφα οι επιπτώσεις της αλιευτικής δραστηριότητας στο περιβάλλον αποτελούν σημαντικούς ερευνητικούς στόχους. Δεν πρέπει επίσης να αγνοούμε ότι η αλιεία είναι μια οικονομική δραστηριότητα και οφείλουμε να συνυπολογίσουμε στη διαχείριση των αποθεμάτων και τις οικονομικές – κοινωνικές παραμέτρους που εμπλέκονται.

Η στρατηγική αυτή της συνολικής θεώρησης – αντιμετώπισης των προβλημάτων που συνδέονται με τη διαχείριση (αποθέματα, φυσικό περιβάλλον, οικοσύστημα, οικονομικοί – κοινωνικοί παράγοντες) ονομάζεται ολιστική προσέγγιση (holistic approach).

### **3.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΙΑΣ**

Τα διαχειριστικά μέτρα που εφαρμόζονται (κλειστές περιόδους για αλιευτικά εργαλεία, περιορισμένος αριθμός αδειών, ελάχιστο μέγεθος εκφόρτωσης ψαριών, ελάχιστο μέγεθος άνοιγμα ματιού στα δίχτυα κ.α.) στην αλιεία των ελληνικών νερών εμφανίζουν αδυναμίες γεγονός που φαίνεται από το ότι τα αποθέματα σε εκτεταμένες περιοχές υπεραλιεύονται (Anonymus 2001).

Η φύση της Ελληνικής αλιείας, που χαρακτηρίζεται από ποικιλία αλιευτικών στόχων και αλιευτικών εργαλείων ανά περιοχή, καθιστά ανεφάρμοστα και χωρίς αποτέλεσμα τα παραδοσιακά μοντέλα διαχείρισης της αλιείας (Anonymus 2001). Επίσης, οι διαφορετικοί χρονικά κύκλοι ζωής των ειδών, που αλιεύονται με διαφορετικά εργαλεία, περιορίζουν την αποτελεσματικότητα των κλειστών στην αλιεία περιόδων, αφού από τη διακύμανση των αποθεμάτων τους φαίνεται ότι δεν υφίστανται ορθολογική διαχείριση (π.χ. γαύρος και σαρδέλα).

Εναλλακτικά, η ανάγκη λήψης μέτρων διαχείρισης από μια οπτική, που αντιμετωπίζει το οικοσύστημα συνολικά και με τη χρήση ποικίλων δεικτών του οικοσυστήματος είναι επιβεβλημένη. Ακόμη και ο καθορισμός θαλάσσιων προστατευμένων περιοχών (Marine Protected Areas, MPA), που αποτελεί μια ακραία μέθοδο πρόληψης και προστασίας, πιθανόν να έχει καλύτερα αποτελέσματα στους στόχους ορθολογικής διαχείρισης με άξονα το οικοσύστημα (Anonymus 2001). Οι MPA είναι περιοχές, όπου απαγορεύεται εντελώς η αλιεία και μεταξύ άλλων πλεονεκτεί στο ότι προστατεύεται η βιομάζα των ειδών και διατηρείται η βιοποικιλότητα (Anonymus 2001). Ωστόσο, η επιλογή της έκτασης και των χαρακτηριστικών των MPA είναι μια διαδικασία εξαιρετικά πολύπλοκη.

Είτε πρόκειται για τον καθορισμό MPA, είτε άλλων διαχειριστικών μέτρων είναι πολύτιμη η γνώση της βιολογίας του είδους. Σε αυτή εντάσσεται και η γνώση της σχέσης ειδών και περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως και διαφόρων ωκεανογραφικών παραγόντων (θερμικά μέτωπα, αναβλύσεις) (Valavanis *et al.* 2004, Palialexis 2003), που μπορούν να περιγραφούν από περιβαλλοντικές παραμέτρους. Όσο μεγαλύτερη είναι η συλλογή δεδομένων για είδη και αλιευτικά πεδία, τόσο περισσότερες εγγυήσεις παρέχονται για την ορθολογικότερη διαχείριση της αλιείας.

### 3.3.ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Η συνεχής παρακολούθηση της αλιευτικής δραστηριότητας είναι απαραίτητη για να ελέγχουμε την αποτελεσματικότητα των διαχειριστικών μέτρων και να αναπροσδιορίζουμε τη διαχειριστική στρατηγική.

Κατά σειρά προτεραιότητας χρειάζεται σε κάθε περιοχή να καταγράφονται δεδομένα:

- Ποσότητα αλιεύματος ανά είδος
- Αλιευτική προσπάθεια ανά εργαλείο και είδος αλιείας
- Κατανομές μήκους ατόμων ανά είδος και εργαλείο

Η ετήσια ποσότητα του αλιεύματος μπορεί να αυξομειώνεται. Αν όμως παρατηρείται μια συνεχής τάση προς:

- λιγότερη παραγωγή
- μείωση του μέσου μήκους των ατόμων του πληθυσμού
- αύξηση του κόστους της αλιείας
- μείωση της ποιότητας του αλιεύματος

τότε έχουμε ενδείξεις ότι το απόθεμα αλιεύεται πάνω από το επιτρεπτό όριο της μέγιστης βιώσιμης απόδοσης (MSY).

Η παρακολούθηση της αλιευτικής προσπάθειας περιλαμβάνει:

- την καταγραφή των αλιευτικών σκαφών και τη συνεχή ενημέρωση των μητρώων τους
- την καταγραφή των αλιευτικών εργαλείων και των αλιευτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται
- τον συνεχή έλεγχο για πιθανές τεχνολογικές βελτιώσεις που μπορούν έμμεσα να αυξάνουν την πραγματική αλιευτική προσπάθεια.

### 3.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Ένα άλλο αντικείμενο είναι η συλλογή δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση συλλέγονται περιβαλλοντικά δεδομένα που πιθανόν επηρεάζουν την κατανομή, την αναπαραγωγή, την επιβίωση και την αύξηση των ατόμων του είδους.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι:

η αλατότητα, η θερμοκρασία, τα θρεπτικά άλατα, η θολότητα, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και η αφθονία του πλαγκτού.

Τέλος, η ύπαρξη μετώπων και η κυκλοφορία των υδάτινων μαζών παίζει επίσης σημαντικό ρόλο για την κατανόηση του περιβάλλοντος στο οποίο ζει και αναπτύσσεται το ιχθυοαπόθεμα.

### 3.5. ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ

Η καταγραφή της οικονομικής συνιστώσας της αλιείας προϋποθέτει τη συλλογή δεδομένων, όπως:

- τιμές προϊόντων στην εκφόρτωση
- έξοδα κίνησης και συντήρησης σκάφους
- έξοδα απόσβεσης σκάφους και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
- επενδύσεις και τραπεζικές υποχρεώσεις
- υποδομές που επιτρέπουν τη συντήρηση, επεξεργασία ή την εύκολη διακίνηση των προϊόντων.

Ο σχεδιασμός της δειγματοληψίας πρέπει να λάβει υπόψη του τις πληροφορίες που υπάρχουν από την επαγγελματική αλιεία και τις εκφορτώσεις των αλιευμάτων.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν αρχικά στοιχεία, θα σχεδιασθεί ένα αρχικό διερευνητικό σχέδιο δειγματοληψίας, που μετά τη συλλογή των πρώτων δεδομένων, θα προσαρμοσθεί ανάλογα. Πόσο πυκνά θα σχεδιάσουμε τα δείγματά μας στο χώρο και στο χρόνο, εξαρτάται από το αναμενόμενο πρότυπο που έχει η χωρική κατανομή των ψαριών και οι μεταναστευτικές τους κινήσεις.

Συνήθως βενθικά είδη εμφανίζουν μεγάλη χωρική αλλά μικρή χρονική διασπορά, σε αντίθεση με τα πελαγικά είδη.

Η ποιότητα των στοιχείων που συλλέγονται σπάνια είναι ικανοποιητική, γεγονός που δυσχεραίνει την εκτίμηση της κατάστασης του αποθέματος και την ανάπτυξη διαχειριστικής στρατηγικής. Η σχέση κόστους - επιθυμητής ακρίβειας στην εκτίμηση των στοιχείων που απαιτούνται, καθορίζει και το μέγεθος της δειγματοληψίας (αριθμός παραμέτρων, αριθμός μετρήσεων ανά δείγμα, συχνότητα δειγματοληψίας κλπ).

Τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων είναι επόμενο να εμφανίζουν και τα δυο είδη σφαλμάτων: τυχαία και συστηματικά. Αν η διασπορά της αφθονίας μεταξύ των σταθμών είναι μεγάλη, τότε η εκτίμηση της μέσης αφθονίας της περιοχής θα έχει μεγάλο τυπικό σφάλμα, δηλαδή χαμηλή ποιότητα (low precision).

Η πιστότητα μπορεί να αυξηθεί, αν αυξηθεί ο αριθμός των σταθμών ή αν γίνονται συγκριτικά περισσότεροι σταθμοί σε περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση βιομάζας, δηλαδή εφαρμόζοντας στρωματοποιημένη δειγματοληψία (stratified sampling).

Όμως, όσο και να αυξηθεί ο αριθμός των σταθμών και να αυξηθεί η πιστότητα, αν υπάρχει συστηματικό σφάλμα η εκτίμησή μας θα διαφέρει από την πραγματική τιμή της αφθονίας.

Αυτό συμβαίνει επειδή συστηματικά σφάλματα που υπεισέρχονται στις μετρήσεις μας, επηρεάζουν μεροληπτικά την ακρίβεια (accuracy) της εκτίμησής μας.

Παράγοντες που μπορούν να μειώνουν την ακρίβεια της μέτρησης είναι: λάθος λειτουργία εργαλείου, ημερήσια μεταβολή της συμπεριφοράς των οργανισμών, συμπεριφορά αποφυγής, η συμπεριφορά του πλοιάρχου στην αναζήτηση και την αλίευση των οργανισμών, η χρήση ηλεκτρονικών και υδροακουστικών εργαλείων κλπ.

Όπως προαναφέρθηκε, η ποιότητα της μέτρησης μπορεί και να βελτιωθεί και να εκτιμηθεί από τη διασπορά ανάμεσα στους σταθμούς.

Αντίθετα, η ακρίβεια μπορεί να βελτιωθεί, μόνο αν μπορέσουμε να εξαλείψουμε τους λόγους που δημιουργούν τα συστηματικά σφάλματα. Η ακρίβεια της μέτρησης της αφθονίας είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, εκτός αν υπάρχει άλλος τρόπος μέτρησης της ανεξάρτητος από τη μέθοδο δειγματοληψίας που επιχειρούμε (πχ. εκτίμηση αφθονίας βασισμένη στην αλιεία και σε υδροακουστική μεθοδολογία).

Η εκτίμηση της αφθονίας προϋποθέτει και την εκτίμηση της ποιότητάς της. Αν σε ένα πλέγμα δειγματοληψιών που περιλαμβάνει  $n = 30$  σταθμούς, εκτιμώ το μέσο αλίευμα στην περιοχή έρευνας ίσο με 300 ψάρια ανά ώρα, πόσο απέχει αυτό το μέσο του δείγματος από το πραγματικό μέσο του πληθυσμού;

Παράδειγμα: Η πραγματική τιμή βρίσκεται στις 95% των περιπτώσεων μεταξύ

- 280 και 320 ψάρια ανά ώρα ή
- 100 και 700 ψάρια ανά ώρα;

(όρια εμπιστοσύνης 95%, confidence limits 95%)

Συχνά μας ενδιαφέρει και η αντίστροφη ερώτηση: πόσους σταθμούς πρέπει να πραγματοποιήσουμε αν θέλουμε να πετύχουμε ένα ορισμένο επίπεδο ποιότητας.

### 3.6.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΧΘΥΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Κατά τη διάρκεια του 2002 συνεχίστηκε η έρευνα για τη διακρίβωση της κατάστασης των ιχθυοπληθυσμών των κυριοτέρων εμπορικών ψαριών στη Ελληνική επικράτεια. Οι μελέτες αυτές γίνονται με τακτικές δειγματοληψίες του αλιεύματος των τράτων, των βαρκών και του συστήματος αλιείας γρι-γρι και έχουν σκοπό τον υπολογισμό των αποθεμάτων των ιχθυοπληθυσμών, την ανάλυση των ηλικιών των αλιευομένων ειδών, τη φυσική και αλιευτική θνησιμότητα, τον συντελεστή εκμετάλλευσης των αποθεμάτων και γενικά τις επιπτώσεις της αλιείας πάνω στα αλιεύματα. Στα συμπεράσματα των μελετών αυτών στηρίζονται τα μέτρα διαχείρισης της αλιείας.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών δείχνουν ότι τα αλιευτικά αποθέματα των κυριοτέρων εμπορικών ειδών ψαριών που μελετούνται, μπαρμπούνη, σπρίλια, μαρίδα, γόπα και λυθρίνη είναι όλα υπεραλιευμένα με δείκτες εκμετάλλευσης 70%, 75%, 56%, 66% και 61% αντίστοιχα. Την κατάσταση των αποθεμάτων επιδεινώνει ακόμα πιο πολύ το γεγονός ότι ο αριθμός των νέων ψαριών που εισήλθαν στο αλιεύμα το 2001 ήταν σε όλα τα είδη που μελετούνται μικρότερος από εκείνο του 2000. Μείωση παρουσιάζεται σε όλα τα είδη και στο βάρος του αποθέματος.

Κατά την διάρκεια του έτους συνεχίστηκε η συλλογή και ανάλυση στατιστικών στοιχείων από όλα τα συστήματα αλιείας (τράτες, βάρκες, γρι-γρι). Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι οι ολικές ποσότητες των ψαριών που αλιεύθηκαν από τις βάρκες, τις τράτες και το γρι-γρι το 2001 είναι πολύ μειωμένες σε σχέση με προηγούμενες χρονιές. Το ολικό αυτό αλιεύμα των τριών κατηγοριών αλιευτικών εργαλείων, 1585 τόνοι, είναι μικρότερο από εκείνο του 2000 κατά 70 τόνους. Σημειώνεται ότι η ποσότητα των ψαριών που αλιεύθηκαν το 2001 ήταν πιο μικρή από εκείνη του 1983 που ήταν 1704 τόνοι, όταν απέδωσαν τα τότε διαχειριστικά μέτρα, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα τη σχεδόν κατακόρυφη



αύξηση του ολικού αλιεύματος της Κύπρου. Η αλιευτική προσπάθεια (σε εργάσιμες ημέρες αλιείας) είναι μικρότερη από εκείνη του 2000 αλλά διατηρείται σε πολύ ψηλό επίπεδο.

Στην παράκτια αλιεία, στην οποία περιλαμβάνεται και η αλιεία με τη μέθοδο γρι-γρι, το αλιεύμα του 2001 ήταν το μικρότερο που παρατηρήθηκε από το 1983. Η ποσότητα του αλιεύματος ανά μονάδα χρόνου παρουσίασε μείωση από τους 19.7 t/1000 μέρες το 1983 σε 11.56 t/1000 ημέρες το 2001. Η τιμή αυτή το έτος 2000 ήταν 11.47 t/1000 ημέρες.

Αντίθετα με την παράκτια αλιεία, η αλιεία των τρατών έδειξε κάποια βελτίωση. Το αλιεύμα του 2001 παρουσίασε αύξηση κατά 102 τόνους συγκριτικά με το αλιεύμα του 2000. Παραμένει όμως μικρότερο και από εκείνο του 1983 (451 τόνοι σε σχέση με 416 τόνους). Η αύξηση του αλιεύματος είναι επακόλουθο της αύξησης της αλιευτικής προσπάθειας των τρατών, η οποία από 1000 ημέρες το 2000, ανήλθε στις 1305 του 2001. Η ποσότητα αλιεύματος ανά ημέρα βελτιώθηκε ελαφρά και από 0,314 t/ημέρα το 2000 έγινε 0,319 t/ημέρα. Αναφέρεται ότι η ποσότητα αυτή είχε σημειώσει τη μέγιστη της τιμή που ήταν 0,41 t/ημέρα το 1990.

Από ότι δείχνουν οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, τα αποθέματα των ειδών που μελετήθηκαν επηρεάζονται αρνητικά από όλα τα αλιευτικά εργαλεία. Σε μερικά είδη συγκεκριμένα εργαλεία έχουν ιδιαίτερα αρνητική επίδραση. Έτσι, η αλιεία των τρατών επηρεάζει ιδιαίτερα αρνητικά τα αποθέματα της στρίλιας, επειδή αλιεύει ψάρια ηλικίας 0+. Η αλιεία με τη μέθοδο γρι-γρι είναι υπεύθυνη για την υπερεκμετάλλευση των αποθεμάτων της μαρίδας, λόγω των συγκριτικά μεγάλων ποσοτήτων που αλιεύει. Δεύτερος υπεύθυνος για την κατάσταση του αποθέματος μαρίδας είναι οι τράτες. Οι βάρκες συμβάλλουν βασικά στην υπερεκμετάλλευση της γόπας.

### 3.7. ΥΠΕΡΑΛΙΕΥΣΗ

Οι επιπτώσεις που προκαλεί η υπεραλίευση με τη χρήση κυρίως ανορθόδοξων μεθόδων αλιείας, καθώς επίσης στις ιχθυοκαλλιέργειες και στην εισαγωγή ξενικών ειδών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι επιπτώσεις της αλιείας στην βιοποικιλότητα είναι θέμα που έχει απασχολήσει έντονα την επιστημονική κοινότητα τα τελευταία 15 χρόνια και επικεντρώνεται κυρίως στην υπεραλίευση. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε τη δυνατότητα υπερεκμετάλλευσης των θαλασσών με ρυθμούς πολύ μεγαλύτερους της αναπαραγωγής και αποκατάστασής της. Μόνο στη Μεσόγειο, η αλιεία έχει αυξηθεί κατά 50% από το 1970. Υπολογίζεται ότι η παγκόσμια αλιευτική παραγωγή έχει τετραπλασιαστεί τα τελευταία 40 χρόνια. Όλοι γνωρίζουμε ότι πολλά αποθέματα κινδυνεύουν να καταρρεύσουν. Η υπεραλίευση δυστυχώς δεν επηρεάζει μόνο τα αποθέματα ψαριών, αλλά ολόκληρο το θαλάσσιο οικοσύστημα. Το ζητούμενο συνεπώς δεν είναι να προστατέψουμε μόνο τα ιχθυοαποθέματα, αλλά και το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν. Συμπέρασμα: ακόμα και αν σταματούσαμε την αλίευση, τα αποθέματα δεν θα μπορούσαν να αναπαραχθούν σε περιβάλλον που έχει υποστεί ανεπανόρθωτες βλάβες.

Τέτοιου είδους βλάβες μπορούν να προκληθούν από τη χρήση ανορθόδοξων αλιευτικών μεθόδων. Πρόκειται για την κύρια ίσως αιτία που οδηγεί στη μείωση της βιοποικιλότητας των θαλασσών. Για παράδειγμα όταν χρησιμοποιούνται δίχτυα με μέγεθος ματιού μικρότερο από το επιτρεπόμενο το αποτέλεσμα είναι να αλιεύονται νεαρά ψάρια που λόγω μεγέθους δεν έχουν εμπορική αξία και απορρίπτονται νεκρά πίσω στη θάλασσα. Η μέθοδος αυτή έχει αντίκτυπο τόσο στην ανάπτυξη των ειδών όσο και στην αποκατάσταση των αποθεμάτων. Ακόμα καταστρεπτικότερες συνέπειες έχουν τα δυναμικά - συρόμενα εργαλεία. Σε έρευνα που έγινε στην ανατολική Μεσόγειο κατά την αλιεία με μηχανότρατα, από τα 162 είδη που αλιεύτηκαν, μόλις 2 ήταν τα στοχευόμενα είδη, 34 ήταν παρεπιπτοντες οργανισμοί ποικίλης εμπορικής

αξίας και 126 ήταν ανεπιθύμητα είδη. Είναι χαρακτηριστικό ότι μεταξύ των ανεπιθύμητων αλιευμάτων ήταν κοράλλια και άλλοι οργανισμοί που υπάρχουν στο βυθό και που αποτελούν φυσικό καταφύγιο πολλών άλλων ειδών που ζουν στη θάλασσα.

Ένας άλλος ταχύτατα αναπτυσσόμενος κλάδος της αλιείας με αμφιλεγόμενες επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι οι υδατοκαλλιέργειες. Οι υδατοκαλλιέργειες αναπτύσσονται σε παράκτιες ζώνες και σε γλυκά νερά διότι εκεί υπάρχει πλούσια βιοποικιλότητα (ποταμόκολποι, παράκτια έλη). Οι παράκτιες όμως περιοχές είναι ήδη υποβαθμισμένες λόγω των αγροτικών, αστικών, τουριστικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Οι υδατοκαλλιέργειες φαίνονται λοιπόν σαν ένας επιπλέον επιβαρυντικός παράγοντας.

Η αλήθεια είναι ότι η υδατοκαλλιέργεια τα τελευταία 15 χρόνια είναι ένας ταχύτατα αναπτυσσόμενος πρωτογενής κλάδος. Στη Μεσόγειο μόνο, η παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας αυξήθηκε από 20.000 τόνους το 1970 σε 350.000 τόνους το 2003. Στη χώρα μου η παραγωγή προϊόντων ιχθυοκαλλιέργειας πλησιάζει τους 100.000 τόνους ετησίως και αποτελούν το δεύτερο μεγαλύτερο εξαγωγικό κλάδο. Από κοινωνικής και οικονομικής πλευράς, σε ολόκληρη την Ε.Ε. είναι ο μοναδικός κλάδος της αλιείας ο οποίος δημιουργεί συνεχώς νέες θέσεις εργασίας. Αντιλαμβάνεστε λοιπόν την σημασία που έχει αυτός ο κλάδος για την οικονομική και κοινωνική συνοχή των παράκτιων περιοχών.

Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που ενδέχεται να έχει η υδατοκαλλιέργεια είναι οι εξής:

- μόλυνση των νερών λόγω χρήσης φαρμακευτικών και αντιρρυπαντικών προϊόντων.
- ανάπτυξη και μετάδοση ιών, βακτηρίων, μυκήτων και παρασίτων
- επιπτώσεις λόγω καλλιέργειας εξωτικών ή ίσως γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών

Οι μελέτες που έχουν γίνει ως τώρα δείχνουν ότι οι επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι ήπιες και περιορίζονται μόνο γύρο από τα ιχθυοτροφεία. Δεν γνωρίζουμε το μέγεθος των επιπτώσεων συνολικά γιατί αυτό εξαρτάται από τον αριθμό των ιχθυοτροφείων, την έκταση που καλύπτουν, τις τοποθεσίες στις οποίες βρίσκονται, τα είδη που καλλιεργούνται, την μέθοδο και τις ιχθυοτροφές που χρησιμοποιούνται. Προσωπικά πιστεύω ότι το θέμα των επιπτώσεων της υδατοκαλλιέργειας στο περιβάλλον χρειάζεται περισσότερη έρευνα.

Στο σημείο όμως αυτό θα πρέπει να δούμε και την άλλη πλευρά του ίδιου νομίσματος. Πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι η υδατοκαλλιέργεια έχει αποδειχθεί εξίσου σωτήρια για τη βιοποικιλότητα με την έννοια ότι η εκτροφή ψαριών και θαλασσινών συμβάλλει αποτελεσματικά στην μείωση της υπεραλίευσης και των συνεπακόλουθων επιπτώσεων της.

Ένα άλλο σημείο που έχει ενδιαφέρον είναι η εκτροφή εξωτικών ειδών. Έχει γίνει πολύς λόγος τόσο για τις ασθένειες που μπορεί να μεταδοθούν από τα νέα είδη όσο και η δυνατότητα συμβίωσης τους με τους τοπικούς οργανισμούς. Σίγουρα η εκτροφή ψαριών και θαλασσινών σε ανοιχτά συστήματα (θάλασσες, λίμνες, ποτάμια) συντελεί στη διάδοση νόσων και επιβλαβών οργανισμών. Υπάρχουν όμως και αντίθετες απόψεις που υποστηρίζουν ότι το αντίστροφο συμβαίνει συχνότερα. Δηλαδή τα άγρια ψάρια είναι φορείς νόσων τις οποίες μεταδίδουν στα εκτρεφόμενα ψάρια όταν πλησιάζουν τα δίχτυα για να αναζητήσουν τροφή.

Γενικά, η εισαγωγή εξωτικών ειδών στο θαλάσσιο περιβάλλον αποτελεί σημαντική αιτία μείωσης ή μεταβολής της βιοποικιλότητας των θαλασσών. Μόνο στην Μεσόγειο θάλασσα έχουν καταγραφεί περίπου 600 νέα είδη. Το φαινόμενο κορυφώθηκε την δεκαετία 1970 - 80 με 105 νέα είδη. Είναι χαρακτηριστικό ότι τον 21 αιώνα, 64 νέα είδη καταγράφηκαν στην Μεσόγειο, εκ των οποίων τα 24 μέσα στο 2004! Στην Ανατολική Μεσόγειο η κύρια είσοδος εξωτικών ειδών είναι η διώρυγα του Σουέζ ενώ στην Δυτική Μεσόγειο η κύρια αιτία είναι η

ναυσιπλοΐα και η υδατοκαλλιέργεια. Η Αδριατική και η Νότια Γαλλία είναι χαρακτηριστικές περιοχές όπου έχουν εμφανιστεί νέα είδη λόγω εισαγωγής τους σε ιχθυοκαλλιέργειες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει κάνει αρκετά βήματα όσον αφορά την διατήρηση της βιοποικιλότητας. Βασικό στοιχείο της αναθεωρημένης Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής είναι η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό έχει επιβάλλει πολλά περιοριστικά μέτρα, όπως συγκεκριμένα αλιευτικά εργαλεία, ανώτατες ποσοστώσεις αλιευμάτων, ζώνες απαγόρευσης κλπ. Ομοίως η Ε.Ε. έχει κάνει βήματα και για την αειφόρο ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας. Συγκεκριμένα, πριν ένα μήνα εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο η έκθεση Morillon για τη χρήση εξωτικών ειδών στην υδατοκαλλιέργεια. Η Πράσινη Βίβλος για τη ναυτιλιακή πολιτική στην Ε.Ε. επίσης αναμένεται να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο προστασίας των θαλασσών μας. Τέλος, η πρόθεση της Κομισιόν να ενσωματώσει στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000 κάποιες θαλάσσιες περιοχές θα ενισχύσει τον αγώνα για την διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Υπάρχει ένα σημείο στο οποίο η Ε.Ε. πρέπει να δώσει περισσότερη έμφαση. Χρειάζεται περισσότερη έρευνα για το θαλάσσιο περιβάλλον. Οι περιορισμένες επιστημονικές γνώσεις που έχουμε για τις επιπτώσεις της αλιείας στη βιοποικιλότητα επιδρούν αρνητικά όταν πάμε να επιβάλλουμε μέτρα. Στην Επιτροπή Αλιείας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου ετέθη πολλές φορές το επιχείρημα ότι "δεν επιβάλλεται ένας περιορισμός εάν δεν έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά η αναγκαιότητά και κυρίως η αποτελεσματικότητά του". Γι' αυτό τον λόγο θεωρώ βασική προϋπόθεση για την διατήρηση της βιοποικιλότητας να αυξηθεί η θαλάσσια έρευνα.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις συσχετίσεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων με τους αλιευτικούς παράγοντες στην υπό μελέτη περιοχή κωδικοποιούνται παρακάτω:

i. Η επίδραση της έντασης των ανέμων στην αλιευτική προσπάθεια αυξάνεται από βόρεια προς νότια.

ii. Η CPUE είναι μεγαλύτερη στο Β. Αιγαίο συγκριτικά με τις άλλες περιοχές, γεγονός που οφείλεται στην παραγωγικότητα της περιοχής, όπως δείχνουν τα δεδομένα της χλωροφύλλης-α.

iii. Η επίδραση του ανέμου στα παράκτια αλιευτικά εργαλεία επηρεάζει τόσο την παραγωγή ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE), όσο και την αλιευτική προσπάθεια. Η συγκεκριμένη επίδραση είναι πιο έντονη στα μικρά παράκτια εργαλεία.

iv. Κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο ευνοείται η δραστηριότητα των παράκτιων αλιευτικών εργαλείων.

v. Στα παράκτια αλιευτικά εργαλεία (<12 m και 12-24 m) στις περιοχές του Αιγαίου, υπάρχει μια τάση αύξησης της CPUE σε περιόδους, όπου μειώνεται η αλιευτική προσπάθεια.

vi. Στα γρι-γρι οι συσχετίσεις περιβαλλοντικών και αλιευτικών παραμέτρων αναδεικνύουν την ιδιαιτερότητα του τρόπου αλιείας, όπου άνεμοι και ρεύματα εμποδίζουν τη χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου. Το γεγονός αυτό επηρεάζει τόσο την αλιευτική προσπάθεια όσο και την CPUE και παρατηρείται και στις δύο τάξεις μεγέθους των σκαφών (12-24 και 24-40 m).

vii. Οι μηχανότρατες επηρεάζονται ελάχιστα από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες κυρίως όσον αφορά την αλιευτική προσπάθεια.

viii. Τόσο στα γρι-γρι όσο και στις μηχανότρατες οι κλειστές περίοδοι αλιείας μπορούν να φανούν στις συσχετίσεις αλιευτικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Η εξέταση των περιβαλλοντικών παραμέτρων έδειξε, ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις Ελληνικές θάλασσες, γεγονός που επιβεβαιώνει την ετερογένεια των ελληνικών νερών (Stergiou *et al.* 1997b).

- Άνεμος: Το πρότυπο που ακολουθεί η ένταση των ανέμων στο Αιγαίο είναι ότι αυξάνονται από βόρεια προς νότια. Στο Ιόνιο γενικά οι εντάσεις των

ανέμων είναι σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Ειδικότερα, η περιοχή του κεντρικού Β. Αιγαίου (περιοχή 2) φαίνεται να δέχεται χαμηλότερες επιδράσεις από τον άνεμο από όλες τις άλλες, ενώ οι περιοχές των Κυκλάδων και νοτιότερα δέχονται υψηλής έντασης ανέμους. Οι μεγαλύτερες σε ένταση τιμές ανέμου παρατηρούνται τους χειμερινούς μήνες σε όλη την περιοχή μελέτης. Ένα άλλο πρότυπο που υπάρχει είναι η επίδραση των Μετεμιών (Metaxas 1973) κατά τους θερινούς μήνες. Τα Μετέμια είναι ιδιαίτερα έντονα στο Ν. Αιγαίο, όπου ορισμένες φορές φτάνουν και ξεπερνούν τους χειμερινούς μήνες. Όλες οι περιοχές παρουσιάζουν κάποια εποχικότητα, που διαφέρει ανάλογα με την επίδραση των Μετεμιών.

Η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας εμφανίζει σε όλες τις περιοχές χαρακτηριστική εποχικότητα με μέγιστες τιμές το καλοκαίρι και ελάχιστες το χειμώνα. Γενικά, δεν υφίστανται μεγάλες διαφορές μεταξύ των περιοχών, ωστόσο αντανακλώνται τουλάχιστον δύο γεγονότα από την εικόνα των χρονοσειρών: α) Η επίδραση της ψυχρής μάζας υδάτων που προέρχεται από τη Μαύρη Θάλασσα (Unluata *et al.* 1990) και δημιουργεί μια διαβάθμιση της θερμοκρασίας στο Β. Αιγαίο με χαμηλότερες τιμές ανατολικά και υψηλότερες δυτικά και β) Οι εκβολές των μεγάλων ποταμών σε όλο το Β. Αιγαίο προκαλούν χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το Ν. Αιγαίο και το Ιόνιο, που εμφανίζουν αναλογία στις τιμές των χρονοσειρών.

Η Επιφανειακή Συγκέντρωση Χλωροφύλλης-α: Στα ολιγότροφα νερά της Ανατολικής Μεσογείου, το Β. Αιγαίο εμφανίζει υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α σε σύγκριση με τις υπόλοιπες περιοχές. Στις υψηλές τιμές του Β. Αιγαίου συνεισφέρουν τα νερά των ποταμών, που εκβάλλουν στην ευρύτερη περιοχή, καθώς και τα πλούσια σε θρεπτικά νερά, που προέρχονται από τη Μαύρη Θάλασσα (Unluata *et al.* 1990). Στις υψηλές συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης-α σημαντική είναι η επίδραση της εκτεταμένης ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας. Το Ν. Αιγαίο είναι η φτωχότερη υδάτινη μάζα. Υπάρχει κάποια περιοδικότητα στις χρονοσειρές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α, στην οποία εμφανίζονται



μέγιστα κατά το τέλος των χειμερινών και αρχές των ανοιξιάτικων μηνών και ελάχιστα κατά τους θερινούς μήνες. Η περιοδικότητα είναι πιο έντονη στο Ν. Αιγαίο παρά στο Βόρειο, επειδή επηρεάζεται από τις εισροές που δέχεται το δεύτερο καθόλη τη διάρκεια του έτους.

Από τις συσχετίσεις των αλιευτικών παραμέτρων με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες προκύπτουν ποικίλα πρότυπα ανά περιοχή και αλιευτικό εργαλείο. Γενικά, διαφαίνεται η επίδραση του ανέμου στα παράκτια αλιευτικά εργαλεία, που επηρεάζει τόσο την παραγωγή ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE), όσο και την αλιευτική προσπάθεια. Φαίνεται ότι η άνοιξη και το φθινόπωρο ευνοούν τη δραστηριότητα των παράκτιων αλιευτικών εργαλείων.

Στα γρι-γρι οι συσχετίσεις περιβαλλοντικών και αλιευτικών παραμέτρων αναδεικνύουν την ιδιαιτερότητα του τρόπου αλιείας, όπου άνεμοι και ρεύματα εμποδίζουν τη χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου. Για τις μηχανότρατες προκύπτει ότι γενικά επηρεάζονται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες λιγότερο σε σχέση με τα άλλα εργαλεία, τουλάχιστον όσον αφορά την αλιευτική προσπάθεια. Όσον αφορά τις επιμέρους περιοχές είναι χαρακτηριστική η επίδραση της έντασης των ανέμων στην αλιευτική προσπάθεια η οποία μειώνεται από βόρεια προς νότια. Η CPUE είναι μεγαλύτερη στο Β. Αιγαίο συγκριτικά με τις άλλες περιοχές, γεγονός που μπορεί να συσχετιστεί με τα πιο εύτροφα νερά της περιοχής. Το Ιόνιο εμφανίζει πιο σταθερή εικόνα της αλιείας από τις άλλες περιοχές, όπου σταθερή αλιευτική προσπάθεια αποδίδει σταθερή παραγωγή ανά σκάφος ανά ημέρα.

#### 4. 1 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΑΝΑ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

- Παράκτια Αλιευτικά Σκάφη <12m: Σε όλες τις περιοχές η ένταση του ανέμου συσχετίζεται αρνητικά με την αλιευτική προσπάθεια. Όταν επικρατούν σχετικά υψηλοί άνεμοι, αυτό λειτουργεί ως περιοριστικός παράγοντας στη δραστηριοποίηση των μικρών παράκτιων αλιευτικών εργαλείων. Επομένως το χειμώνα, και επιπλέον το καλοκαίρι στο Ν. Αιγαίο δεν ευνοείται η δραστηριοποίηση του στόλου για τα μικρά παράκτια. Οι επιδράσεις των ανέμων στις αλιευτικές παραμέτρους είναι τόσο έντονες που προκαλούν ανάλογες συσχετίσεις και στους άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Έτσι στο Β. και Ν. Αιγαίο υπάρχουν αρνητικές συσχετίσεις της αλιευτικής προσπάθειας με την επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας.

Αυτό δείχνει ότι τους πιο θερμούς μήνες δεν ευνοείται η δραστηριοποίηση των μικρών παράκτιων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία των Μελεμιών. Επίσης, οι αρνητικές συσχετίσεις της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α με την αλιευτική προσπάθεια στο Ν. Αιγαίο και το Ιόνιο, ενισχύουν τη θεώρηση ότι η αλιευτική προσπάθεια αυξάνεται περισσότερο την άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ δεν ευνοείται η δραστηριοποίηση των μικρών παράκτιων από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες το καλοκαίρι και το χειμώνα. Η εξέταση των συσχετίσεων της αλιευτικής προσπάθειας με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες στα επτά αλιευτικά πεδία είναι ανάλογη με όσα ήδη έχουν αναφερθεί.

- Παράκτια Αλιευτικά Σκάφη 12-24m: Σε αντίθεση με τα μικρά παράκτια, στα μεγάλα η επίδραση του ανέμου δεν είναι τόσο έντονος περιοριστικός παράγοντας, λόγω του μεγέθους και της πλευστότητας αυτών των σκαφών. Η αλιευτική προσπάθεια συσχετίζεται με τον άνεμο μόνο στο Ν. Αιγαίο, όπου και η ένταση του ανέμου είναι πιο ψηλά από τις υπόλοιπες περιοχές. Στο Ιόνιο ωστόσο εμφανίζεται θετική συσχέτιση της αλιευτικής προσπάθειας με τη χρονοσειρά της μέσης τιμής του ανέμου και αρνητική με την τυπική απόκλιση. Πιθανόν αυτό αποτυπώνει το γεγονός ότι όταν δεν βγαίνουν τα μικρά παράκτια,

λόγω καιρικών συνθηκών, ευνοούνται τα μεγάλα παράκτια για να καταλάβουν τα διαθέσιμα αλιευτικά πεδία της περιοχής. Από την εικόνα, που παρουσιάζουν οι συσχετίσεις, στα επτά αλιευτικά πεδία προκύπτει ότι γενικά άνοιξη και φθινόπωρο ευνοείται η δραστηριοποίηση του αλιευτικού στόλου, με βάση και τις χρονοσειρές των περιβαλλοντικών παραγόντων.

Στο Ν. Αιγαίο υπάρχει θετική συσχέτιση της παραγωγής ανά ημέρα ανά σκάφος με τη χρονοσειρά της μέσης τιμής του ανέμου. Ο άνεμος εμφανίζει υψηλές τιμές στη περιοχή αυτή κυρίως το χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι οπότε και η αλιευτική προσπάθεια μειώνεται, ωστόσο η CPUE αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στους λόγους που αναφέρθηκαν και προηγουμένως για τα μικρά παράκτια αλιευτικά σκάφη.

**- Γρι-γρι 12-24m:** Η ένταση του ανέμου συσχετίζεται σε όλες τις περιοχές αρνητικά με την αλιευτική προσπάθεια στο συγκεκριμένο αλιευτικό εργαλείο. Η αρνητική επίδραση του ανέμου στην αλιευτική προσπάθεια οφείλεται στο γεγονός ότι οι υψηλοί άνεμοι εμποδίζουν τη χρήση του εργαλείου και επιπλέον προκαλούν έντονα ρεύματα, τα οποία εμποδίζουν την αλιευτική δραστηριότητα του. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να εξηγηθούν οι αρνητικές συσχετίσεις με τις χρονοσειρές της τυπικής απόκλισης, οπότε οι μεγάλες διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου εμποδίζουν την κανονική δραστηριότητα του στόλου.

Οι αρνητικές συσχετίσεις της αλιευτικής προσπάθειας με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης-α, οφείλεται κυρίως στην απαγόρευση, που ισχύει για το γρι-γρι τις περιόδους που η χλωροφύλλη-α παρουσιάζει μέγιστες τιμές, δηλαδή κατά το χειμώνα. Συνδυάζοντας τις συσχετίσεις για τα μικρά γρι-γρι εξάγεται ότι δραστηριοποιούνται κυρίως άνοιξη και αρχές καλοκαιριού καθώς και φθινόπωρο. Ομοίως και στα επιμέρους αλιευτικά πεδία οι συσχετίσεις δείχνουν την αδυναμία λειτουργίας του εργαλείου όταν υπάρχουν έντονοι άνεμοι ή έντονες διακυμάνσεις του ανέμου μέσα σε ένα μήνα.

**- Γρι-γρι 24-40m:** Μεγάλα γρι-γρι υπάρχουν μόνο στο Β. Αιγαίο. Η αλιευτική προσπάθεια εμφανίζει, ομοίως με τα μικρά γρι-γρι, αρνητικές

συσχετίσεις με τις χρονοσειρές του μεγίστου του αέρα και της τυπικής απόκλισης, όπως επίσης και όλες τις χρονοσειρές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης. Οι αιτίες των παραπάνω συσχετίσεων είναι ανάλογες με αυτές, που αναφέρθηκαν και στα μικρά γρι-γρι. Αν και γενικά τα μεγαλύτερου μήκους σκάφη επηρεάζονται λιγότερο από τον άνεμο, τα μεγάλα γρι-γρι δέχονται έντονες επιδράσεις λόγω του τρόπου αλιείας του συγκεκριμένου εργαλείου. Οι συσχετίσεις σε συνδυασμό με τις χρονοσειρές των περιβαλλοντικών παραμέτρων δείχνουν ότι άνοιξη και φθινόπωρο είναι οι περίοδοι αύξησης της αλιευτικής προσπάθειας. Η αρνητική συσχέτιση της παραγωγής ανά ημέρα ανά σκάφος με τον άνεμο στο Β. Αιγαίο σχετίζεται αφενός με τις ιδιαιτερότητες του τρόπου αλιείας του εργαλείου και αφετέρου με την απαγόρευση του συγκεκριμένου εργαλείου τους χειμερινούς μήνες, όπου υπάρχουν υψηλές εντάσεις ανέμου. Οι αρνητικές συσχετίσεις της CPUE με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης-α, ενισχύουν τα παραπάνω.

- **Μηχανότρατα 12-24m:** Δεν εμφανίζονται συσχετίσεις με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και την αλιευτική προσπάθεια για το συγκεκριμένο εργαλείο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το συγκεκριμένο εργαλείο δεν αναστέλλει την δραστηριότητα του στις σχετικά υψηλές τιμές ανέμου, συγκριτικά με τα υπόλοιπα υπό μελέτη εργαλεία. Η εντατική αυτή δραστηριότητα ενισχύεται και από το γεγονός της μεγάλης περιόδου απαγόρευσης της αλιείας με τράτα που ισχύει στην Ελλάδα. Και η ανάλυση των συσχετίσεων στα εφτά αλιευτικά πεδία συνηγορεί ότι κατά τους χειμερινούς μήνες η αλιευτική προσπάθεια αυξάνεται.

- **Μηχανότρατα 24-40m:** Για την αλιευτική προσπάθεια της μεγάλης μηχανότρατας παρατηρείται αρνητική συσχέτιση με τη χρονοσειρά της μέσης τιμής του ανέμου, γεγονός που οφείλεται στο ότι ο στόλος δραστηριοποιείται περισσότερο τους ψυχρούς μήνες του έτους και ενδεχομένως να αντικατοπτρίζει την περίοδο απαγόρευσης του εργαλείου. Επίσης, παρατηρείται θετική συσχέτιση με όλες τις παραμέτρους της SST για την περιοχή του Ιονίου. Οι παραπάνω συσχετίσεις δείχνουν ότι η αλιευτική προσπάθεια αυξάνεται περισσότερο κατά

τους μήνες γύρω από την περίοδο απαγόρευσης, που είναι οι πιο θερμοί, συγκριτικά με την υπόλοιπη περίοδο δραστηριότητας του στόλου. Και στις επιμέρους περιοχές των μεγάλων αλιευτικών πεδίων, οι συσχετίσεις δείχνουν ότι γύρω από τις περιόδους της απαγόρευσης του εργαλείου επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη αλιευτική προσπάθεια.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Agenbag J.J., A. J. Richardson, H. Demarcq, P. Freon, S. Weeks, F.A. Shillington, 2003. "Estimating environmental preferences of South African pelagic fish species using catch size- and remote sensing data." *Progress in Oceanography* 59: 275-300.

Agostini V. N. and A. Bakun, 2002. "Ocean triads" in the Mediterranean Sea: physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*). *Fish. Oceanogr.* 11(3): 129-142.

Anonymus, 2001. Patterns and properties in Greek Fishing effort and catches. Report. D6 XIV, 00/018, 160 pp.

Brander K.M., 1995. The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES J. Mar. Sci.* 52, 1-10.

Bull B., Livingston M. E., Hurst R., and Bagley N., 2001. Upperslope fish communities on the Chatham Rise, New Zealand, 1992-99. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 795-815.

Carr M. E., 2002. Estimation of potential productivity in Eastern Boundary Currents using remote sensing. *Deep-Sea Research* 49: 59-80.

Chavez F. P., J. Ryan, S. E. Lluda-Cota and M. C. Niquen, 2003 "From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299: 217-221.

Chen Y., 1996. A Monte Carlo study on impacts of the size of subsample catch on estimation of fish stock parameters. *Fish. Res.* 26, 207-225.

Daskalov G.M., Boyer D. C., Roux J.P., 2003. Relating sardine *Sardinops sagax* abundance to environmental indices in northern Benguela. *Progress in Oceanography* 59: 257-274.

Halieutiques, Essai Sur l' Usage d' une Resource Renouvelable. IFREMER, Brest, pp. 587-614.

Erzini K., C. A. O. Inejih and Stobberup K. A., 2005. An application of two techniques for the analysis of short, multivariate non-stationary time-series of Mauritanian trawl survey data. *ICES Journal of Marine Science* 62: 353-359.

ESRI, 1992. Arcview, User's guide, Environmental Systems Research Institute, Inc. pp. 11-14.

ESRI, 1994. ARC Macro Language. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands CA, USA, pp. 1/3-5/37.

Gomes L.C., L. E. Miranda, A.A. Agostinho, 2002. Fishery yield relative to chlorophyll a in reservoirs of the Upper Parana´ River, Brazil. *Fisheries Research* 55: 335 - 340.

Hernandez A., J. C. Seijo, 2003. Spatial distribution analysis of red grouper (*Epinephelus morio*) fishery in Yucatan, Mexico. *Fisheries Research* 63: 135-141.

Kallianiotis A., Sophronidis K., Vidoris P., Tselepides A., 2000. Density, biomass and assemblages of demersal macrofauna off Iraklion Gulf, Cretan Sea. *Prog. Oceanogr.* 46, 429-455.

Kallianiotis A, P. Vidoris, G. Sylaios, 2004. Fish species assemblages and geographical sub-areas in the North Aegean Sea, Greece. *Fisheries Research* 68: 171-187.

Κίτσιου Δ., 2001. Σημειώσεις μαθήματος: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Τμήμα Επιστήμης της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Machias A., Giannoulaki M., Somarakis S., Maravelias C.D., Neofitou C., Koutsoubas D., Papadopoulou K.N., Karakassis I.. 2005. Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. In press.

McGoodwin JR., 1990. Crisis in the world's fisheries. California: Stanford University Press.

Metaxas D.A., 1973. Air-sea interaction in the Greek Seas and resulted Etesian Characteristics. University of Ioannina, Techn. Report No. 5, pp. 1-23.

Pagou K., Assimakopoulou G., Krasakopoulou E., Pavlidou A., Giannakourou A., 2000. Biological production variability in relation to nutrients input and dispersion in a Mediterranean marine coastal environment (Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea). METRO-MED Project, Final Scientific Report, Part B: Specific Topics, pp. 127–131.

Pauly D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39, 175–192.

Poulos S.E., 1997. The sediment yield of Greek rivers. In: Proceedings of the Fifth Panhellenic Conference on Oceanography and Fisheries, Kavala, vol. I, pp. 481–482.

Rice J. C., 2000. Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 682-688.

Rossiter T., S. Stead, 2003. "Days at sea: from the fishers' mouths." *Marine Policy* 27: 281-288.

Silva, C., Yáñez, E., Barbieri, M.A., Nieto, K., M'ímica, V., Espindola, F., Acevedo, J., 2000. Exploring the association between small pelagic fisheries and SeaWiFS chlorophyll and AVHRR sea surface temperature in the north of Chile. In:

Solow A. R., 1994. Detecting changes in the composition of a multispecies community. *Biometrics*, 50: 556-565.

Souvermezoglou, E., 1989. Distribution of nutrients and oxygen in the Eastern Mediterranean Sea. In: Proceedings of the UNESCO/IOC 2d POEM Scientific Workshop. POEM Science Reports 3, Cambridge, MA, USA, pp. 85–102.

Stergiou K. I., 1991. Short-term fisheries forecasting: comparison of smoothing, ARIMA and regression techniques. *Journal of Applied Ichthyology*, 7: 193-204.

Tzanatos E, E. Dimitriou, G. Katselis, M. Georgiadis, Constantin K., 2005. Composition, temporal dynamics and regional characteristics of small-scale fisheries in Greece. *Fisheries Research* 73: 147-158.



Valavanis V. D., **2002**. Geographic Information Systems in Oceanography and Fisheries. Taylor & Francis, London, p240 (published May 23, 2002).

Valavanis V. D., S. Georgakarakos, D. Koutsoubas, C. Arvanitidis and J. Haralabus, **2002**. Development of a Marine Information System for Cephalopod Fisheries in the Greek Seas (Eastern Mediterranean). Bull. Mar. Sci. 71(2): 867-882.

Valavanis V. D., A. Kapantagakis, I. Katara and A. Palialexis, **2004b**. Critical regions: A GIS-based model of marine productivity hotspots. Aquatic Sciences 66: 139-148.

Wang J., Pierce G. J., Boyle P. R., Denis V., Robin J., and Bellido J. M., **2003**. Spatial and temporal patterns of cuttlefish (*Sepia officinalis*) abundance and environmental influences – a case study using trawl fishery data in French Atlantic coastal, English Channel, and adjacent waters. ICES Journal of Marine Science 60: 1149–1158.

Yuce H., **1995**. Northern Aegean water masses. Estuar, Coast Shelf Sci. 41, 325–343.

