

Πρόγραμμα Κοινοτικής Πρωτοβουλίας INTERREG ΙΙΙΑ ΕΛΛΑΔΑ – ΙΤΑΛΙΑ 2000-2006

Τίτλος: **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΩΝ NATURA**
ΚΩΔΙΚΟΣ: I3101012

INTERREG III



ΤΕΙ Μεσολογγίου

Εταίρος 3: ΤΕΙ Μεσολογγίου
Τίτλος: **Επιπτώσεις Ιχθυοκαλλιεργειών**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2008

Ομάδα έργου:

- Βορεινάκης Φάνης, Καθηγητής Εφαρμογών ΤΕΙ/Μ, επιστημονικός υπεύθυνος,
- Δρ. Χώτος Γ., καθηγητής ΤΕΙ/Μ
- Δρ. Κατσέλης Γ., επικ. Καθηγητής ΤΕΙ/Μ
- Δρ. Ράμφος Α., Επιστ. Συνεργάτης ΤΕΙ/Μ
- Msc. Βλάχος Ν., Επιστ. Συνεργάτης ΤΕΙ/Μ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	3
Περιοχή μελέτης	4
Περιγραφή δειγματοληψιών	7
Αποτελέσματα	8
Υδρογραφικά χαρακτηριστικά.....	8
Βένθος	13
Θρεπτικά.....	17
Βιβλιογραφία	22

Εισαγωγή

Οι ιχθυοκαλλιέργειες στην Ελλάδα είναι αναπτυσσόμενος κλάδος με μεγάλα οφέλη στην εθνική οικονομία αλλά και στο τοπικό επίπεδο (εξαγωγές, απασχόληση, κτλ.). Αυτή η αναπτυξιακή τάση αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον με την προσθήκη και νέων ειδών εκτροφής. Η εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας, ειδικά όταν πρόκειται για περιοχή NATURA, πρέπει να γίνεται μετά από προσεκτική μελέτη, ενώ οι επιπτώσεις από τη λειτουργία μιας τέτοιας μονάδας στο θαλάσσιο οικοσύστημα πρέπει να είναι γνωστές και προεκτιμημένες. Η ανάγκη εκτίμησης των επιπτώσεων ιχθυοκαλλιέργειας καθίσταται πιο επιτακτική όσο εκκρεμεί το σχέδιο χωροθέτησης των ιχθυοκαλλιεργειών σε εθνικό επίπεδο.

Η περιοχή NATURA GR2220003 καθώς και οι άμεσα γειτονικές περιοχές φιλοξενούν πολυάριθμες μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας. Στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης της περιοχής GR2220003, είναι αναγκαία η διερεύνηση των επιπτώσεων των υπάρχοντων ιχθυοκαλλιεργειών στο θαλάσσιο περιβάλλον αλλά και για την εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων από μελλοντικές νέες μονάδες.

Το τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας του ΤΕΙ Μεσολογγίου ανέλαβε στο πλαίσιο του έργου ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ NATURA ενταγμένο στο Πρόγραμμα Κοινοτικής Πρωτοβουλίας INTERREG IIIA ΕΛΛΑΔΑ – ΙΤΑΛΙΑ 2000-2006 την παρακολούθηση της επίδρασης των ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων στις περιοχές NATURA GR2220003 που αφορά στην καταγραφή βασικών φυσικοχημικών, στον εμπλουτισμό της περιοχής με θρεπτικά στοιχεία ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας της ιχθυοκαλλιέργειας και η εκτίμηση της επίδρασης της δραστηριότητας στις βενθικές βιοκοινωνίες.

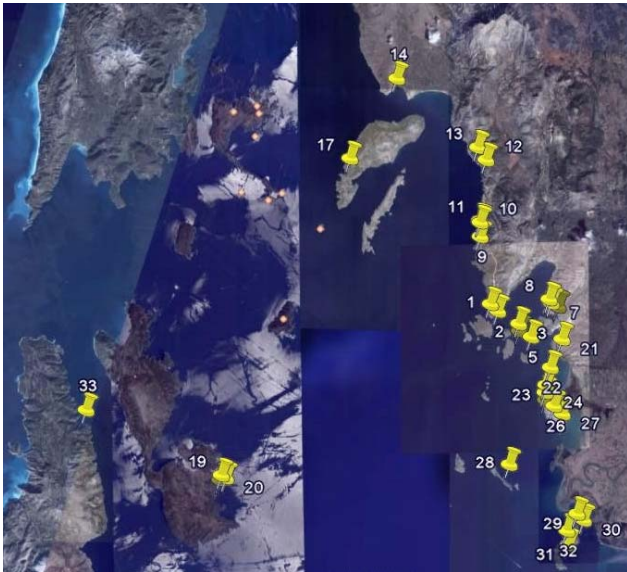
Πιο συγκεκριμένα η στρατηγική της χωροχρονικής παρακολούθησης της επίδρασης των ιχθυομονάδων αφορά στην καταγραφή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε τακτικά χρονικά διαστήματα, αραιότερα τον χειμώνα όταν υπάρχει ανάμιξη της στήλης του νερού και συχνότερα το καλοκαίρι με την ραγδαία άνοδο της θερμοκρασίας και τις ήπιες καιρικές συνθήκες που ευνοούν τον ευτροφισμό.

Οι δείκτες επίδρασης αφορούν στην ποσοτική εκτίμηση των προϊόντων του μεταβολισμού των ψαριών και των υπολειμμάτων τροφής τους στην στήλη του νερού (νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνία, υδρόθειο, φωσφορικά) και άλλων σημαντικών παραμέτρων ευζωίας των ψαριών (διαφάνεια νερού, περιεκτικότητα σε οξυγόνο, βαρέα μέταλλα), αλλά και η ποιοτική υφή και οξυδοαναγωγικές ιδιότητες του υποστρώματος και το επίπεδο ανάπτυξης βενθικών βιοκοινωνιών κάτω από την ιχθυοκαλλιέργειες. Με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αλλά και με εκτενή συγκριτική μελέτη της βιβλιογραφίας

γίνεται μια συνολική εκτίμηση των επιπτώσεων των ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων στο άμεσο θαλάσσιο περιβάλλον.

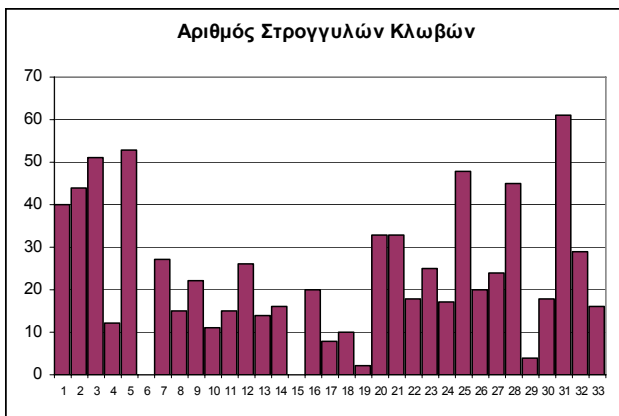
Περιοχή μελέτης

Στη θαλάσσια περιοχή NATURA GR2220003 παρατηρείται ιδιαίτερα έντονη δραστηριότητα ιχθυοπαραγωγικών μονάδων, η οποία αντιπροσωπεύει περίπου το 30% του αριθμού των μονάδων στην επικράτεια (Εικόνα 1).

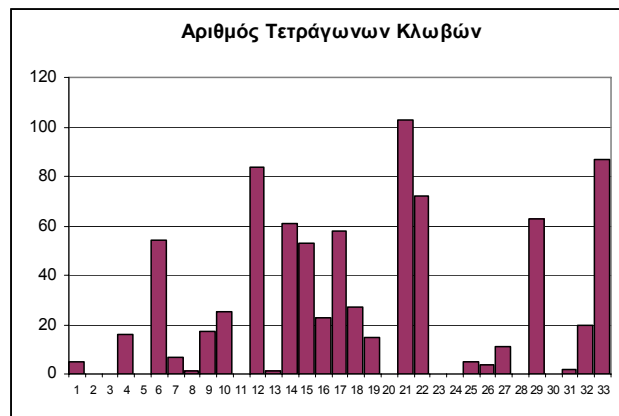


Εικόνα 1: Οι θέσεις των ιχθυοπαραγωγικών μονάδων στη θαλάσσια περιοχή NATURA GR2220003

Οι μονάδες της περιοχής παράγουν κατά κύριο λόγο τσιπούρα και λαβράκι και η μέση ετήσια παραγωγή τους ανά μονάδα είναι περίπου 250tn. Η παραγωγή αυτή πραγματοποιείται κυρίως σε στρογγυλούς κλωβούς με μέση διάμετρο, στην περιοχή, 14m ενώ ο αριθμός τους ποικίλει μεταξύ των μονάδων όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Ο μέσος αριθμός των στρογγυλών κλωβών ανά μονάδα είναι 25, ενώ στις περισσότερες μονάδες χρησιμοποιούνται και τετράγωνοι κλωβοί οι οποίοι είναι κυρίως βοηθητικοί της παραγωγής (Εικόνα 3).



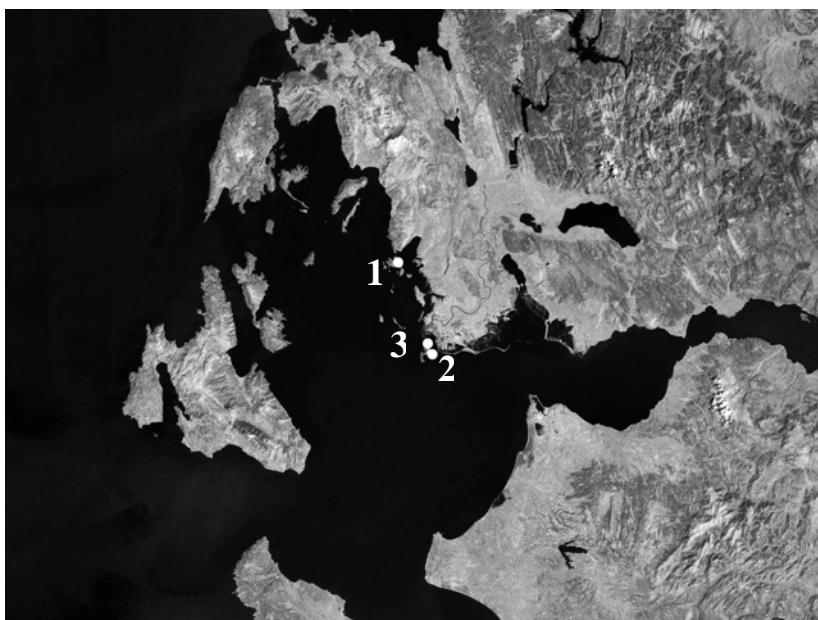
Εικόνα 2: Ο αριθμός των στρογγυλών κλωβών ανά ιχθυοπαραγωγική μονάδα στη θαλάσσια περιοχή NATURA GR2220003.



Εικόνα 3: Ο αριθμός των τετράγωνων κλωβών ανά ιχθυοπαραγωγική μονάδα στη θαλάσσια περιοχή NATURA GR2220003.

Από το σύνολο των μονάδων της περιοχής επιλέχθηκαν τρεις μονάδες μέσης παραγωγικότητας οι οποίες θεωρήθηκαν ως αντιπροσωπευτικές του συνόλου και στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες της παρούσας μελέτης. Δευτερεύοντα

κριτήρια επιλογής αποτέλεσαν η προσβασιμότητα των μονάδων, το βάθος της περιοχής στο οποίο είναι τοποθετημένες οι μονάδες καθώς και η πρόθεση συνεργασίας από τους ιχθυοπαραγωγούς. Η τοποθεσία των μονάδων που επιλέχθηκαν παρουσιάζεται στην Εικόνα 4. Η μονάδα 1 (Εικόνα 5) βρίσκεται στην περιοχή της πόλης του Αστακού σε βάθος που κυμαίνεται μεταξύ 30 και 50m, και χρησιμοποιεί για την παραγωγή της 12 στρογγυλούς κλωβούς διαμέτρου 13m και 16 τετράγωνους κλωβούς με μήκος πλευράς 7m. Οι μονάδες 2 & 3 (Εικόνα 6) βρίσκονται στην ακτογραμμή της νήσου Οξιάς στο ΝΑ άκρο της περιοχής. Η μονάδα 2 βρίσκεται σε βάθος που κυμαίνεται από 30 έως 45m και χρησιμοποιεί 18 στρογγυλούς κλωβούς διαμέτρου 13m. Η μονάδα 3 βρίσκεται σε έναν ημίκλειστο κόλπο στη Ν.Οξιά, απέναντι από τις εκβολές του ποταμού Αχελώου σε βάθος που κυμαίνεται από 20 έως 30m. Χρησιμοποιεί κυρίως τετράγωνους κλωβούς για την παραγωγή (64 τετράγωνοι κλωβοί διαστάσεων 7.5m x 7.5m) καθώς και 4 στρογγυλούς διαστάσεων 13m. Οι ακριβείς θέσεις των μονάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.



Εικόνα 4: Τοποθεσία μονάδων στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες. 1: Αστακός, 2,3: Οξιά



Εικόνα 5: Η μονάδα 1 στην περιοχή του Αστακού



Εικόνα 6: Η μονάδες 2 και 3 στην περιοχή της Οξιάς πλησίον της εκβολής του ποταμού Αχελώου.

Περιγραφή δειγματοληψιών

Κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης (Φεβρουάριος 2007 – Ιούνιος 2008) πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή NATURA GR2220003 συνολικά 27 επισκέψεις στις τρεις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας που περιγράφηκαν προηγουμένως. Στους Πίνακες 1 και 2 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν.

Πίνακας 1: Στοιχεία δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα Ιουνίου – Δεκεμβρίου 2007

Ημερομηνία	Περιοχή	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Ωρα
22/6/07	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'23'' A	11:00
18/7/07	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	10:30
19/10/07	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	11:30
19/01/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	11:00
12/02/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	11:30
18/03/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	11:30
18/04/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'23'' A	11:00
21/05/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	10:00
12/06/08	Μονάδα 1	38°27'98'' B	21°03'22'' A	11:30
28/6/07	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	12:00
21/9/07	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	11:00
7/12/07	Μονάδα 2	38°18'615'' B	21°07'173'' A	10:00
17/01/08	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	10:00
21/02/08	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	10:30
15/03/08	Μονάδα 2	38°18'615'' B	21°07'173'' A	10:00
24/04/08	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	10:00
23/05/08	Μονάδα 2	38°18'638'' B	21°07'196'' A	10:00
08/06/08	Μονάδα 2	38°18'615'' B	21°07'173'' A	10:00
7/12/07	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:00
21/9/07	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	13:00
17/01/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30
21/02/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30
15/03/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30
24/04/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30
23/05/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30
08/06/08	Μονάδα 3	38°18'979'' B	21°06'759'' A	12:30

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μόνο από τις πλατφόρμες εργασίας των μονάδων. Η χρήση των πλωτών μέσων των μονάδων για τις ανάγκες των δειγματοληψιών δεν στάθηκε δυνατή λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου του προσωπικού των μονάδων ή/και λόγω ακαταλληλότητας των σκαφών.

Σε κάθε επίσκεψη/δειγματοληψία μετρήθηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά σε όλη την υδάτινη στήλη, από την επιφάνεια μέχρι ένα μέτρο επάνω από τον πυθμένα. Η θερμοκρασία, η αλατότητα και το διαλυμένο οξυγόνο μετρήθηκαν με τη χρήση του αυτόματου καταγραφικού HORIBA 2002XD® και η διαφάνεια του νερού μετρήθηκε με τη χρήση δίσκου τύπου Secchi. Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών αλάτων στην υδάτινη στήλη, συλλέχθηκαν σε κάθε δειγματοληψία δείγματα νερού με τη χρήση κλειόμενης φιάλης τύπου Niskin, από την επιφάνεια και κάθε 10 μέτρα βάθους. Η δειγματοληψία του ιζήματος στην περιοχή των μονάδων πραγματοποιήθηκε με

δειγματοληπτή ιζήματος τύπου Van-Veen επιφάνειας 0.04m². Σε κάθε σημείο συλλέχθηκαν 1-3 δείγματα ιζήματος. Σε μερικές περιπτώσεις δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ιζήματος λόγω της παρουσίας σκληρού υποστρώματος κάτω από τη θέση της πλατφόρμας από την οποία πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν σε κάθε δειγματοληψία παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Παράμετροι που μετρήθηκαν και δείγματα που συλλέχθηκαν ανά επίσκεψη στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας.

<i>Ημερομηνία</i>	<i>Περιοχή</i>	<i>Θερμοκρασία Αλατότητα Οξύγνο</i>	<i>Διαφάνεια νερού</i>	<i>Θρεπτικά άλατα</i>	<i>Δείγμα Ιζήματος</i>
22/6/07	Μονάδα 1	√ (0-42m)	√	√ (0, 10, 25, 40m)	–
18/7/07	Μονάδα 1	√ (0-39m)	–	√ (5, 15, 25, 35m)	√
19/10/07	Μονάδα 1	√ (0-37m)	√	√ (0, 10, 25, 35m)	√
19/01/08	Μονάδα 1	√ (0-40m)	√		
12/02/08	Μονάδα 1	√ (0-34m)	√		
18/03/08	Μονάδα 1	√ (0-37m)	√		
18/04/08	Μονάδα 1	√ (0-31m)	√		
21/05/08	Μονάδα 1	√ (0-29m)	√		
12/06/08	Μονάδα 1	√ (0-40m)	√		
28/6/07	Μονάδα 2	√ (0-29m)	√	√ (0, 10, 20, 30m)	–
21/9/07	Μονάδα 2	√ (0-32m)	√	√ (0, 10, 20, 30m)	√
7/12/07	Μονάδα 2	√ (0-20m)	√	√ (0, 10, 18m)	√
17/01/08	Μονάδα 2	√ (0-24m)	√		
21/02/08	Μονάδα 2	√ (0-27m)	√	√ (0, 10, 20, 29m)	√
15/03/08	Μονάδα 2	√ (0-32m)	√		
24/04/08	Μονάδα 2	√ (0-22m)	√	√ (0, 10, 20, 29m)	√
23/05/08	Μονάδα 2	√ (0-29m)	√	√ (0, 10, 20, 29m)	
08/06/08	Μονάδα 2	√ (0-32m)	√		
21/9/07	Μονάδα 3	√ (0-20m)	√	√ (0, 5, 10, 20m)	√
7/12/07	Μονάδα 3	√ (0-20m)	√	√ (0, 10, 18m)	√
17/01/08	Μονάδα 3	√ (0-21m)	√		
21/02/08	Μονάδα 3	√ (0-22m)	√	√ (0, 5, 10, 20m)	√
15/03/08	Μονάδα 3	√ (0-19m)	√		
24/04/08	Μονάδα 3	√ (0-10m)	√	√ (0, 5, 10, 20m)	√
23/05/08	Μονάδα 3	√ (0-23m)	√	√ (0, 5, 10, 20m)	
08/06/08	Μονάδα 3	√ (0-23m)	√		

Αποτελέσματα

Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Η θερμοκρασία και η αλατότητα στην περιοχή μελέτης κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά για την περιοχή επίπεδα (Εικόνες 7 & 8) (Stergiou et al., 1996; Ramfos et al., 2005). Οι υψηλότερες τιμές της θερμοκρασίας ($\approx 24^{\circ}\text{C}$) παρατηρήθηκαν τους θερινούς μήνες (Ιούνιο & Ιούλιο) στην επιφάνεια της υδάτινης. Μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας δεν παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές στις μέγιστες τιμές θερμοκρασίας. Οι ελάχιστες τιμές ($\approx 15^{\circ}\text{C}$) παρατηρήθηκαν τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες (Φεβρουάριο, Μάρτιο) σε όλη την περιοχή μελέτης.

Η κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας εμφάνισε την αναμενόμενη χρονική εξέλιξη. Τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο, Ιούλιο) η υδάτινη στήλη εμφανίστηκε στρωματοποιημένη λόγω της ύπαρξης θερμοκλινοῦς. Το θερμοκλινές παρουσίασε πλάτος περίπου 7°C και καταλάμβανε το τμήμα της υδάτινης στήλης από τα πέντε έως τα 30 μέτρα βάθος. Κατά τους φθινοπωρινούς μήνες (Σεπτέμβριο, Οκτώβριο), ήταν εμφανής η σταδιακή αποδόμηση του θερμοκλινοῦς, ενώ από το μήνα Δεκέμβριο έως και τον Μάρτιο, η κατανομή της θερμοκρασίας στην υδάτινη στήλη εμφανίστηκε ομοιόμορφη.

Οι τιμές της αλατότητας εμφάνισαν φυσιολογικές για την περιοχή τιμές και παρουσίασαν μικρή χωρική και χρονική διακύμανση (Εικόνα 8). Οι χαμηλότερες τιμές (37-38 psu) παρατηρήθηκαν στα πρώτα επιφανειακά μέτρα της υδάτινης στήλης, κυρίως

Πίνακας 3: Διαφάνεια νερού στην υδάτινη στήλη ανά τοποθεσία κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου.

Ημερομηνία	Περιοχή	Διαφάνεια νερού (m)
22/6/07	Αστακός	7
18/7/07	Αστακός	–
19/10/07	Αστακός	10
19/01/08	Αστακός	9
12/02/08	Αστακός	9.5
18/03/08	Αστακός	9
18/04/08	Αστακός	8
21/05/08	Αστακός	7.5
12/06/08	Αστακός	8
28/6/07	Οξιά	8.5
21/9/07	Οξιά	9
7/12/07	Οξιά	6
17/01/08	Ν.Οξιά	9
21/02/08	Ν.Οξιά	9.5
15/03/08	Ν.Οξιά	10
24/04/08	Ν.Οξιά	12
23/05/08	Ν.Οξιά	9
08/06/08	Ν.Οξιά	9
21/9/07	Οξιά	5
7/12/07	Οξιά	6
17/01/08	Ν.Οξιά	6.5
21/02/08	Ν.Οξιά	7
15/03/08	Ν.Οξιά	7
24/04/08	Ν.Οξιά	7
23/05/08	Ν.Οξιά	6
08/06/08	Ν.Οξιά	6.5

αύξηση του φυτοπλαγκτού κοντά

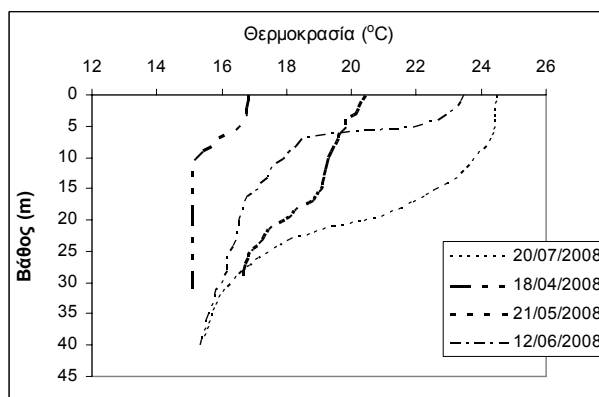
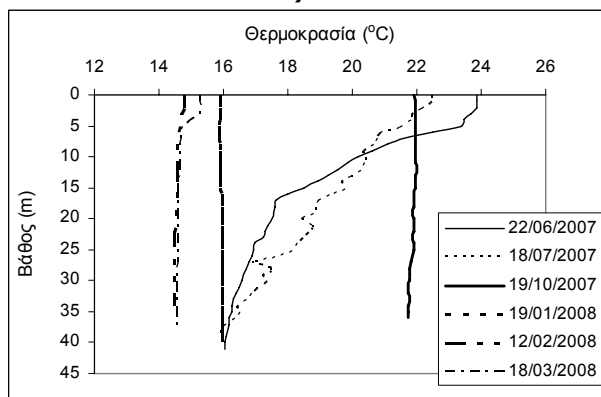
την καλοκαιρινή αλλά και την φθινοπωρινή περίοδο. Η παρουσία χαμηλών τιμών αλατότητας στην επιφάνεια της υδάτινης στήλης ήταν συχνότερη και εντονότερη στην περιοχή της Ν.Οξιάς γεγονός που οφείλεται στην εγγύτητα της περιοχής με τις εκβολές του ποταμού Αχελώου. Βαθύτερα των 5 μέτρων, η αλατότητα εμφανίστηκε ελαφρώς υψηλότερη (38.5-39 psu) και χωρίς ιδιαίτερα έντονες διακυμάνσεις.

Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στην υδάτινη στήλη κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα ακόμη και πολύ κοντά στον πυθμένα όπου υπήρχε συγκεντρωμένο το οργανικό υλικό από τη λειτουργία των μονάδων (Εικόνα 9).

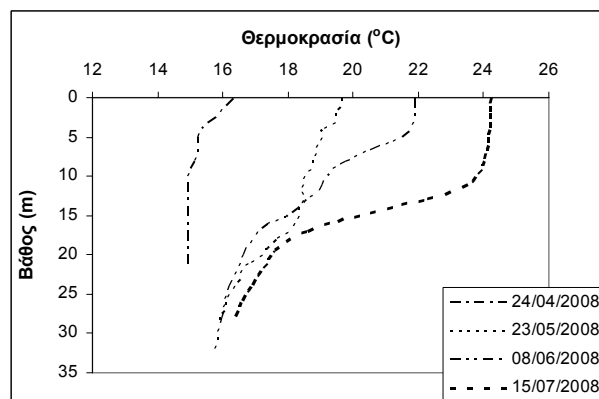
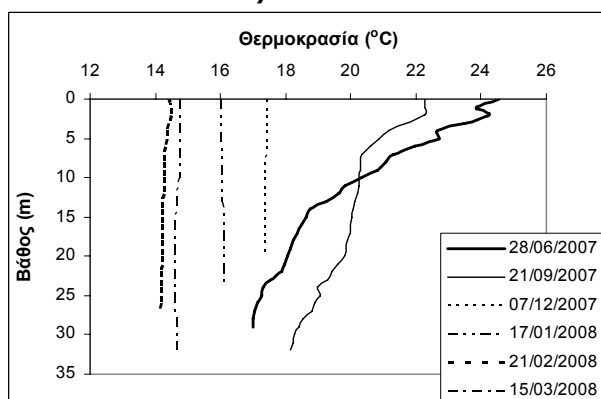
Η διαφάνεια του νερού όπως εκτιμήθηκε με το δίσκο του Secchi κυμάνθηκε μεταξύ 5 και 12 μέτρα χωρίς να εμφανίζεται κάποιο ξεκάθαρο εποχικό πρότυπο στις διάφορες περιοχές (Πίνακας 3). Οι τιμές αυτές είναι αναμενόμενες για τα ολιγότροφα παράκτια οικοσυστήματα της ανατολικής Μεσογείου και αντιστοιχούν σε τιμές συγκέντρωσης Chl-a στην υδάτινη στήλη στο εύρος των 0.3–1.5 mg/m³ (Megard & Berman, 1989). Αν και η επίδραση της παραγωγικής δραστηριότητας των μονάδων έχει συχνά ως αποτέλεσμα την αύξηση των θρεπτικών στοιχείων στην υδάτινη στήλη κοντά στους κλωβούς, δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στην

στις μονάδες σε σχέση με τους σταθμούς μάρτυρες

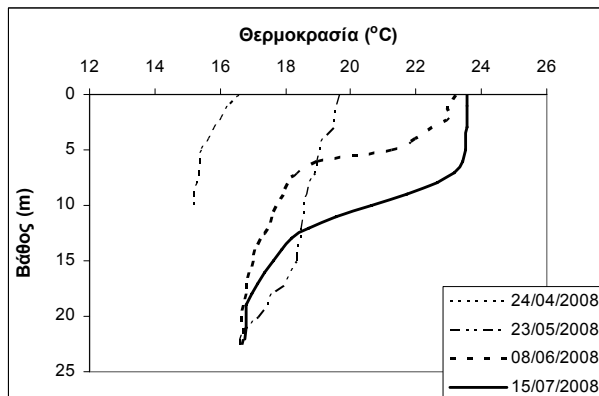
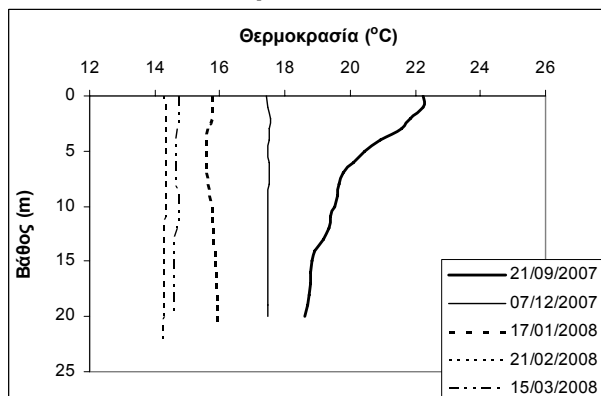
Μονάδα 1 - Αστακός



Μονάδα 2 - Ν. Οξιιά

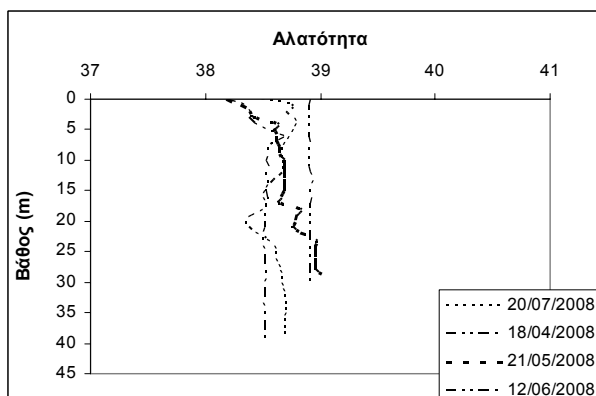
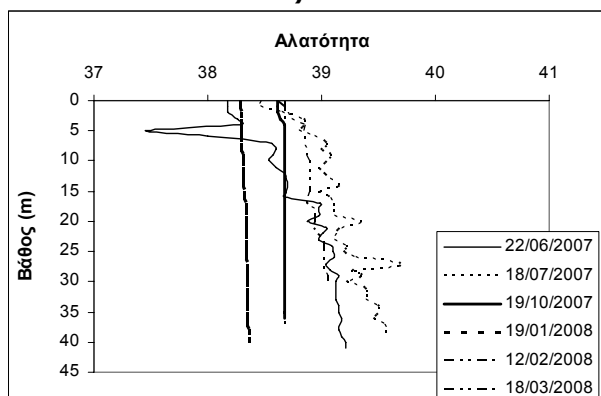


Μονάδα 3 - Ν. Οξιιά

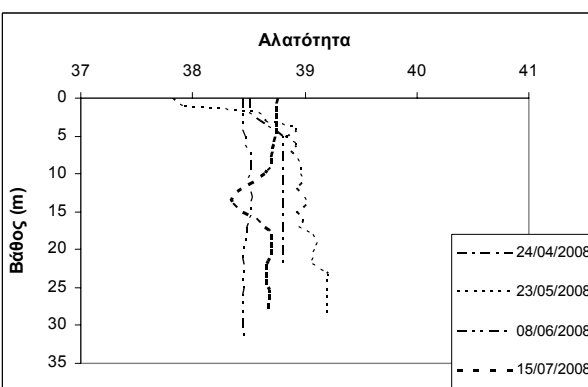
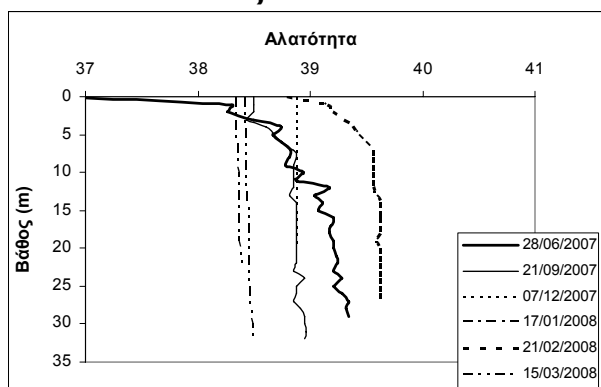


Εικόνα 7: Κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου

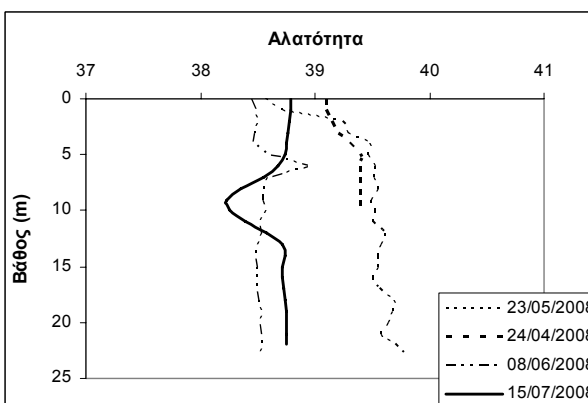
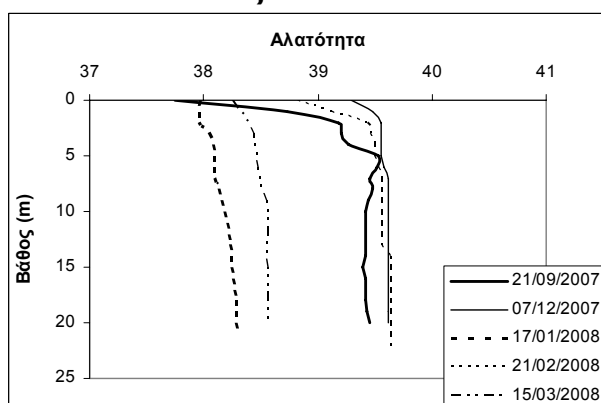
Μονάδα 1 - Αστακός



Μονάδα 2 - Ν. Οξιιά

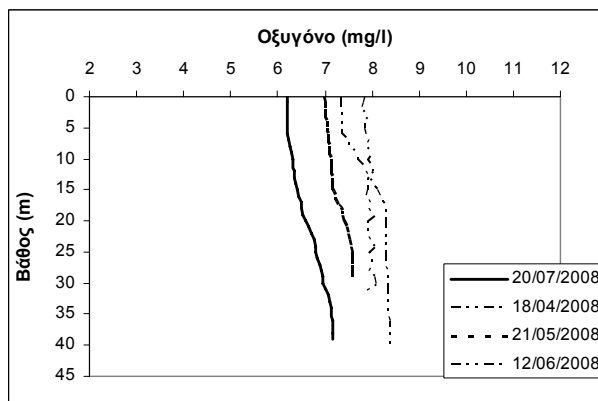
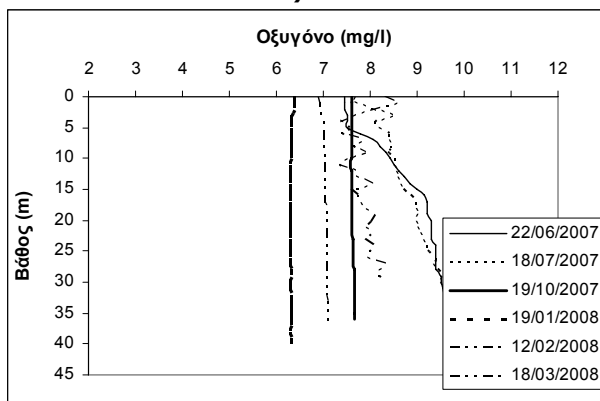


Μονάδα 3 - Ν. Οξιιά

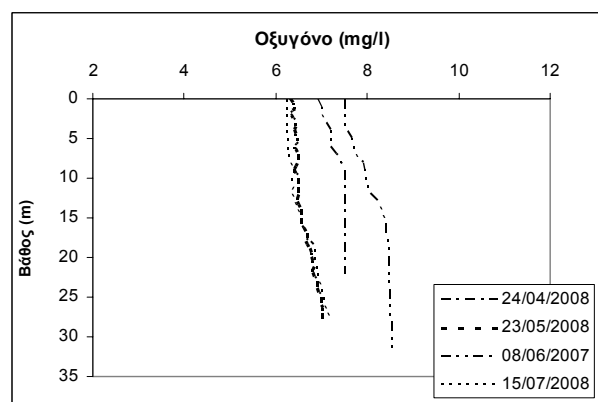
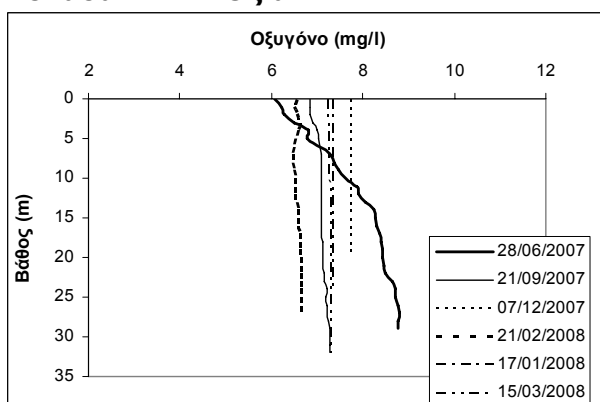


Εικόνα 8: Κατακόρυφη κατανομή της αλατότητας στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου

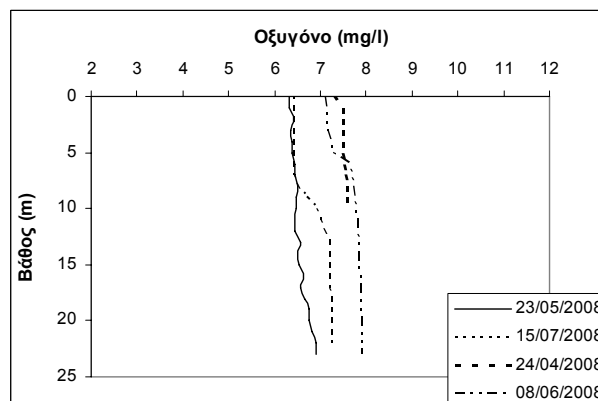
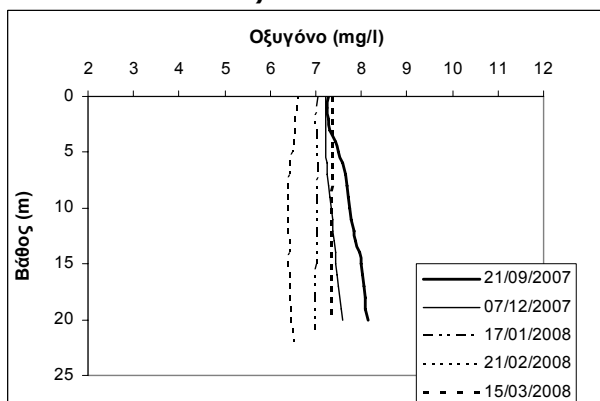
Μονάδα 1 - Αστακός



Μονάδα 2 - Ν. Οξιά



Μονάδα 3 - Ν. Οξιά



Εικόνα 9: Κατακόρυφη κατανομή του οξυγόνου στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου

Βένθος

Οι δειγματοληψίες βένθους πραγματοποιήθηκαν από τις πλατφόρμες εργασίας των μονάδων. Συλλέχθηκαν δείγματα ιζήματος από σημεία που βρίσκονταν μεταξύ των κλωβών πάχυνσης της κάθε μονάδας και συνεπώς υπό την άμεση επίδραση των δραστηριοτήτων των μονάδων.

Στη μονάδα 1 (περιοχή Αστακού) πραγματοποιήθηκαν με επιτυχία πολύ λίγες δειγματοληψίες ιζήματος λόγω του σκληρού (βραχώδους) υποστρώματος επάνω από το οποίο ήταν τοποθετημένη η μονάδα. Στις περιπτώσεις όπου η δειγματοληψία ήταν επιτυχής, τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν από την χαμηλή παρουσία οργανικού υλικού από τα περιττώματα των ψαριών και τα υπολείμματα τροφής. Αντίθετα, έντονη ήταν η παρουσία από κελύφη διθύρων και γαστεροπόδων καθώς και από πολύχαιτους και νηματώδεις. Η παρουσία των οργανισμών αυτών, η οποία δεν αναμένεται σε σκληρό υπόστρωμα, οφείλεται στο οργανικό υλικό που προέρχεται από τη λειτουργία της μονάδας. Η μικρή ποσότητα συγκεντρωμένου οργανικού υλικού κάτω από τους κλωβούς της μονάδας υποδηλώνει τη θετική επίδραση των τοπογραφικών χαρακτηριστικών (παρουσία σκληρού υποστρώματος, μεγάλο βάθος 40-55m, απότομη κλίση του πυθμένα) στη διασπορά του οργανικού υλικού που οφείλεται στη λειτουργία της μονάδας.

Στην περιοχή της Ν.Οξιάς (μονάδες 2 & 3) οι δειγματοληψίες βένθους πραγματοποιήθηκαν επίσης από τις πλατφόρμες εργασίας που βρίσκονταν ανάμεσα στους κλωβούς εκτροφής των μονάδων. Ο πυθμένας και στις δύο περιοχές είναι αμμώδης-λασπώδης και χαρακτηρίζεται από σχετικά ήπια κλίση. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω παρατηρήθηκε έντονη συσσώρευση οργανικού υλικού κάτωθεν των κλωβών. Τα δείγματα βένθος που συλλέχθηκαν χαρακτηρίστηκαν από την έντονη παρουσία οργανικού υλικού το οποίο είχε σε όλες τις περιπτώσεις χαρακτηριστικά ανοξικών συνθηκών.

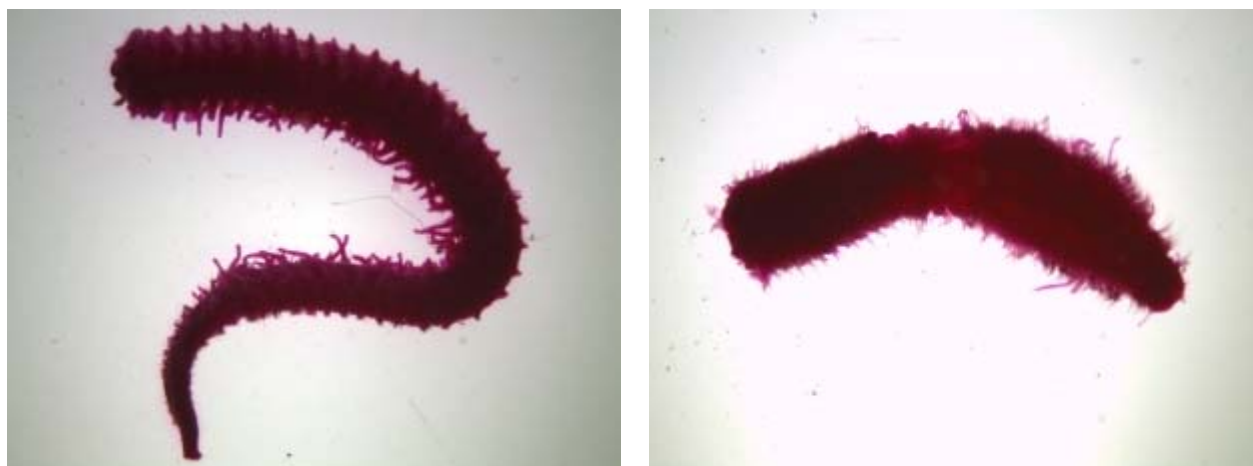
Στην περιοχή της μονάδας 2 η βενθική βιοκοινωνία χαρακτηρίστηκε σχεδόν σε όλες τις δειγματοληψίες από την υψηλή αφθονία των πολυχαιτών. Εξαιρέση αποτέλεσε η δειγματοληψία του Δεκεμβρίου 2007 όπου η ομάδα των πολυχαιτών ήταν η μόνη ομάδα που βρέθηκε στα δείγματα και με πολύ μικρή αφθονία. Εκτός των πολυχαιτών η βενθική βιοκοινωνία στη μονάδα 2 περιελάμβανε νηματώδεις σχεδόν σε όλα τα δείγματα και περιστασιακά αμφίποδα, δίθυρα και αρπακτικοειδή κωπήποδα.

Στην περιοχή της μονάδας 3 σε δύο από τις τέσσερις δειγματοληψίες (Δεκέμβριος 2007 & Απρίλιος 2008) δεν βρέθηκε κανένας ζωντανός οργανισμός στο ίζημα κάτω από τους κλωβούς της μονάδας. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις η βενθική βιοκοινωνία χαρακτηρίστηκε από την υψηλή αφθονία σε νηματώδεις, ενώ δεν εντοπίστηκε καμία άλλη ομάδα βενθικών οργανισμών στα δείγματα.

Αρκετές μελέτες έχουν υποδείξει την άμεση αρνητική επίδραση που έχουν οι μονάδες στον πυθμένα της περιοχής όπου είναι εγκατεστημένες (Kalantzi & Karakassis, 2006). Το μεγαλύτερο μέρος της τροφής με την οποία τροφοδοτούνται τα ψάρια στους κλωβούς καταλήγει, άμεσα ή έμμεσα, στον πυθμένα και μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής είναι τελικά εκμεταλλεύσιμο ως βιομάζα ψαριών (Karakassis et al., 2000). Η συγκεντρωμένη παροχή οργανικού άνθρακα στην περιοχή των μονάδων επηρεάζει άμεσα τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ιζήματος και συνεπώς τη σύνθεση της βενθικής βιοκοινωνίας (Klaoudatos et al., 2006). Η επίδραση αυτή φαίνεται να έχει ιδιαίτερα τοπικό χαρακτήρα

και εκτείνεται σε αποστάσεις περίπου 25m περιμετρικά των κλωβών της μονάδας (Karakassis et al, 2000).

Οι μεταβολές στη βενθική βιοκοινωνία που οφείλονται στη δραστηριότητα των μονάδων αφορούν τόσο στη συνολική αφθονία και βιομάζα των βενθικών οργανισμών όσο και στη σύνθεση των ειδών. Κοντά στους κλωβούς παρατηρείται αύξηση της συνολικής αφθονίας και βιομάζας των βενθικών οργανισμών ενώ παράλληλα, ο αριθμός των ειδών μειώνεται και επικρατούν κάποια ευκαιριακά είδη κυρίως πολυχαίτων αλλά και νηματωδών (Pereira et al., 2004, Kliaoudatos et al., 2006, Lampradariou et al, 2008). Σε ακραίες καταστάσεις ενδέχεται να παρατηρηθούν αζωικές συνθήκες στο ίζημα (Weston, 1990). Η αποκατάσταση του πυθμένα στις αρχικές συνθήκες έπειτα από την παύση της λειτουργίας των μονάδων ή μετακίνηση των κλωβών σε νέα σημεία φαίνεται να είναι μια αργή διαδικασία. Αποτελέσματα από προγράμματα παρακολούθησης με αυτό το σκοπό δείχνουν ότι μετά από χρονικό διάστημα 15 μηνών οι επιβαρυμένες περιοχές χαρακτηρίζονται ακόμη από την παρουσία ευκαιριακών ειδών πολυχαίτων και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως περιοχές με ενδιάμεση διαταραχή (Pereira et al., 2004).



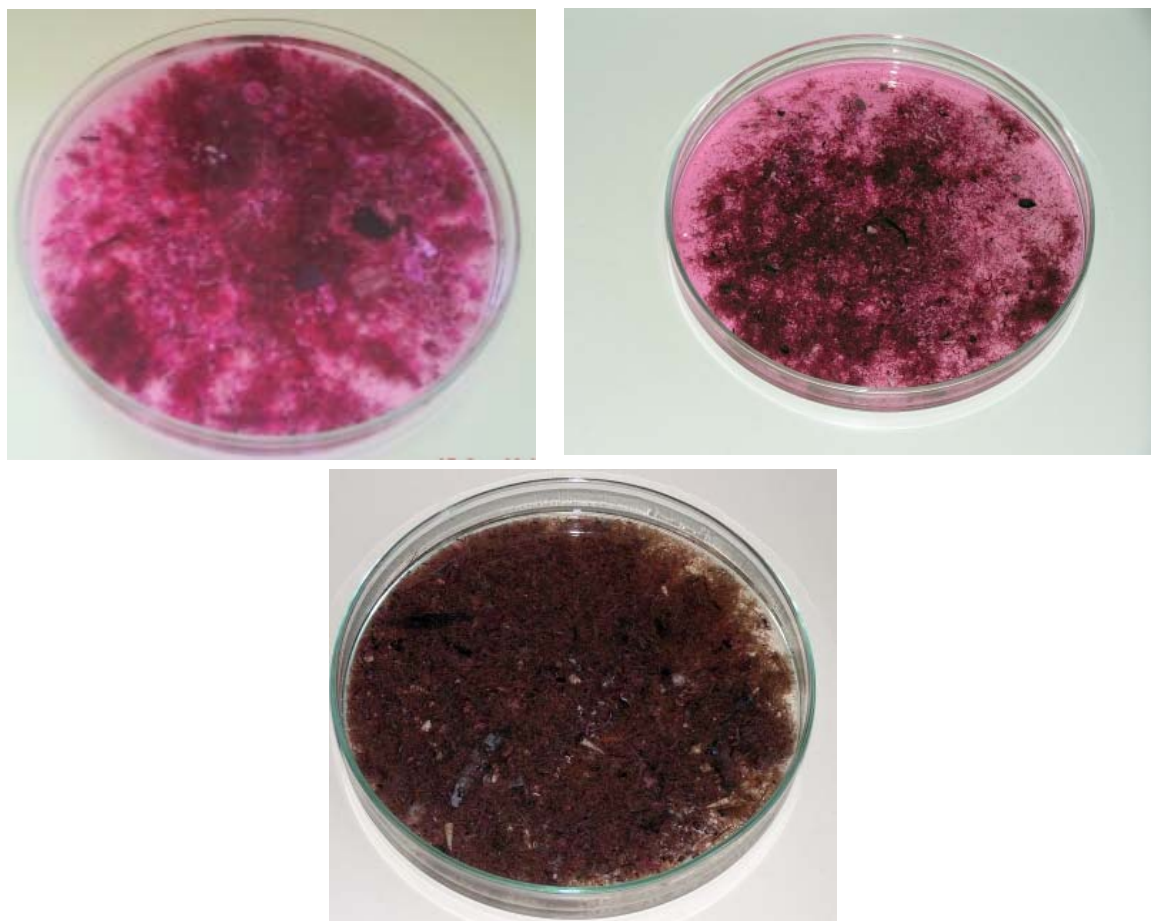
Εικόνα 10: Αντιπροσωπευτικά είδη πολυχαίτων από τα δείγματα βένθους που συλλέχθηκαν στη μονάδα 1 (περιοχή Αστακός)



Εικόνα 11: Αντιπροσωπευτικά είδη πολυχαίτων, νηματώδους, κωπηπόδου και αμφιπόδου από τα δείγματα βένθους που συλλέχθηκαν στη μονάδα 2 (περιοχή Ν.Οξιά)



Εικόνα 12: Αντιπροσωπευτικά είδη νηματωδών από τα δείγματα βένθους που συλλέχθηκαν στη μονάδα 3 (περιοχή Ν.Οξιιά)



Εικόνα 13: Μακροσκοπική εικόνα των δειγμάτων βένθους έπειτα από την αφαίρεση του ιζήματος με κόσκινο 0.5mm στις τρεις μονάδες (Μονάδα 1 - Αστακός, Μονάδες 2 & 3 – Ν.Οξιιά)

Θρεπτικά

Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης των θρεπτικών στοιχείων παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2. Η θερινή περίοδος που διεξήχθη η πρώτη δειγματοληψία, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον καθώς από πολλές απόψεις η ένταση τους αναμένεται να είναι περισσότερο εμφανής:

- η ποσότητα της χορηγούμενης τροφής ανά ημέρα είναι πολλαπλάσια εκείνης του χειμώνα επομένως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ιδιαίτερα στη στήλη του νερού θα πρέπει να παρουσιάζουν την μέγιστη έντασή τους κατά την εποχή αυτή.
- είναι δυνατόν να παρατηρηθούν οι επιπτώσεις σε συνδυασμό με την θερινή στρωμάτωση του νερού όπου υπάρχει αυτή.
- από την άποψη των χρήσεων της παράκτιας ζώνης η κύρια ανταγωνιστική προς τις υδατοκαλλιέργειες δραστηριότητα (τουρισμός) ενδιαφέρεται για την ποιότητα του νερού σε αυτήν ακριβώς την περίοδο
- Κατά μέσον όρο η ένταση των ανέμων και κατά συνέπεια των ανεμογενών ρευμάτων είναι μικρότερη κατά την περίοδο αυτή η οποία ρύπανση είναι ευχερέστερα ανιχνεύσιμη
- ο συνδυασμός υψηλής συγκέντρωσης θρεπτικών και έντονης ηλιοφάνειας θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντική άνθιση του φυτοπλαγκτού.

Πίνακας 1: Μετρήσεις στους σταθμούς δειγματοληψίας

ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΟΞΙΑ Ι								
ΗΜ/ΝΙΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	TAN (mg/l)	NO ⁻ ₂ (mg/l)	NO ⁻ ₃ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (ppm)	PO ⁻ ₄ (mg/l)	Cu (mg/l)	REDOX (mV)
22/6/2007	0	1,08	0,004	1,1	620	1,7	0	243
	10	0,98	0,005	0,8	520	2,65	0	241
	20	0,91	0,002	0,9	600	0,96	0	238
	29	0,5	0,005	1,2	540	1,14	0	235
22/9/2007	0	0,3	0,001	0	380	0	0	248
	10	0,26	0,00005	0	380	0	0	248
	20	0,19	0,0002	0	340	0	0	244
	29	0,22	0,00005	0	420	0	0	239
ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΑΣΤΑΚΟΣ Ι								
22/6/2007	0	1,87	0,008	0,8	380	1,04	0	254
	10	0,8	0,003	0,4	500	0,85	0	251
	25	0,77	0,006	1,1	420	2,38	0	248
	40	0,71	0,004	1,2	420	1,4	0	246
18/7/2007	0	0,85	0,001	0,2	540	0,01	0	322
	5	0,59	0,0005	0,3	360	0,009	0	307
	10	1,6	0,0005	1,1	560	0,012	0	300
	25	0,89	0,0009	1,1	560	0,014	0	298
	34	1,13	0,001	0,9	600	0,013	0	295
19/10/2007	0	0,04	0,002	0	420	0,9	0	190
	10	0,03	0,002	0	380	0,9	0	194
	25	0,04	0,003	0	470	0,9	0	200
	35	0,03	0,004	0	480	0,9	0	205
ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΟΞΙΑΙΙ								
22/9/2007	0	0,39	0	0	460	0,25	0	276

Πίνακας 2: Μετρήσεις στους σταθμούς δειγματοληψίας

ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΟΞΙΑ Ι								
ΗΜ/ΝΙΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	NH₄⁺(μM)	NO₂⁻(μM)	NO₃⁻(μM)	Ca⁺⁺(ppm)	PO₄⁻(μM)	Cu (μM)	REDOX (mV)
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2007	0	0,3	0,05	0	450	0,25	0	276
	5	0,25	0,002	0	480	0,15	0	289
	10	0,31	0,0001	0	435	0,1	0	288
	20	0,2	0	0	420	0	0	230
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008	0	0,3	0,001	0	350	0	0	350
	5	0,27	0,0007	0	295	0,01	0	340
	10	0,14	0,002	0,01	300	0,002	0	300
	20	0,2	0,0001	0,02	350	0	0	298
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008	0	0,12	0,001	0,98	380	0,74	0	248
	5	0,17	0,00005	0,85	380	0,62	0	248
	10	0,14	0,0002	0,56	340	0,32	0	240
	20	0,12	0,0005	0,3	420	0,05	0	215
ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΟΞΙΑ ΙΙ								
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2007	0	0,85	0,007	1	600	1,1	0	250
	10	0,52	0,004	0,75	520	0,94	0	245
	20	0,3	0,003	0,62	540	0,63	0	240
	29	0,17	0,004	0,31	570	0,12	0	235
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008	0	0,23	0,001	0	280	0	0	350
	10	0,19	0,00007	0	295	0,01	0	340
	20	0,1	0,0002	0,01	300	0,002	0	244
	29	0,08	0,00001	0,02	305	0	0	239
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008	0	0,3	0,001	0	380	0,002	0	248
	10	0,26	0,0005	0	346	0,1	0	243
	20	0,17	0,0002	0	239	0,15	0	293

	29	0,1	0,0005	0	310	0,08	0	239
ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: ΑΣΤΑΚΟΣ Ι								
ΙΟΥΝΙΟΣ 2007	0	1,87	0,008	0,8	380	1,04	0	254
	10	0,8	0,003	0,4	500	0,85	0	251
	25	0,77	0,006	1,1	420	2,38	0	248
	40	0,71	0,004	1,2	420	1,4	0	246
ΙΟΥΛΙΟΣ 2007	0	0,85	0,001	0,2	540	0,01	0	322
	5	0,59	0,0005	0,3	360	0,009	0	307
	10	1,6	0,0005	1,1	560	0,012	0	300
	25	0,89	0,0009	1,1	560	0,014	0	298
	34	1,13	0,001	0,9	600	0,013	0	295
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008	0	0,04	0,002	0	420	0,9	0	190
	10	0,03	0,002	0	380	0,9	0	194
	25	0,04	0,003	0	470	0,9	0	200
	35	0,03	0,004	0	480	0,9	0	205
ΜΑΙΟΣ 2008	0	1,01	0,004	0,23	540	1,01	0	356
	10	0,85	0,005	0,1	450	0,5	0	354
	25	0,31	0,016	0,012	356	0,12	0	256
	35	0,26	0,0012	0,0027	299	0,1	0	200

Η περίοδος του Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου κατά την οποία διεξήχθη η δεύτερη δειγματοληψία, ήταν επίσης σημαντική καθώς συνέπεσε με το τέλος της θερμής περιόδου. Κατά την περίοδο αυτή έχει ολοκληρωθεί η περίοδος έντονης παροχής τροφής και επομένως η συσσώρευση της οργανικής ύλης στο ίζημα θα πρέπει να θεωρείται μέγιστη.

Οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά τις αρχές τις άνοιξης η όλη δραστηριότητα, από την άποψη της ροής της ύλης στο σύστημα, ελαχιστοποιείται και επομένως το σύστημα εισέρχεται σε περίοδο «ανάκαμψης»

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει συγκεντρωτικά και συγκρίνει τα αποτελέσματα των περιοχών δειγματοληψίας (ΟΞΙΑ I, ΟΞΙΑ II και ΑΣΤΑΚΟΣ I) με άλλες περιοχές στον Ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 2: Σύγκριση των θρεπτικών στα επιφανειακά στρώματα των περιοχών δειγματοληψίας με άλλες περιοχές. (σημειώνονται από τους .Neofitou & Kladatos 2008)

	NH₄⁺ (μM)	NO₂⁻ (μM)	NO₃⁻ (μM)	PO₄⁻ (μM)
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ	0,03-1,80	0,09-0,21	0,30-1,00	0,05-0,06
ΙΘΑΚΗ	0,80-3,60	0,04-0,22	0,20-1,00	0,06-0,23
ΣΟΥΝΙΟ	0,10-0,30	0,02-0,80	0,30-0,60	0,05-0,06
ΧΙΟΣ		0,01-0,06	1,40-3,50	0,44-1,08
ΕΓΚΕΛΙ	0,11-3,90	0,01-0,20	0,10-2,20	0,02-0,73
ΠΑΓΑΣΙΤΙΚΟΣ	0,05-3,20	0,01-0,32	0,07-2,21	0,03-0,31
ΟΞΙΑ I	0,12-0,41	0,0-0,05	0,0-0,98	0,0-1,5
ΟΞΙΑ II	0,08-1,08	0,00001-0,007	0,0-1,2	0,0-1,98
ΑΣΤΑΚΟΣ I	0,03-1,87	0,0005-0,016	0,0-1,2	0,0-1,01

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι:

Οι επιπτώσεις στη στήλη του νερού δεν ήταν σημαντικές ως προς τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων, διότι κυμαίνονταν σε φυσιολογικά επίπεδα, με εξαίρεση κάποια δείγματα, τα οποία παρουσίασαν τιμές ελάχιστα μεγαλύτερες από τις υπόλοιπες περιοχές.

Η ταχύτητα των ρευμάτων έχει βρεθεί ότι μπορεί να μειώνεται μέχρι και 65% εντός των κλωβών (Inoue 1972). Αυτή η μείωση εξηγεί τις σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις NH₄ και PO₄ που ανιχνεύθηκαν στους κλωβούς δειγματοληψίας, ενώ σε μικρή απόσταση από την μονάδα αυτή μειώνεται δραματικά (Neofitou & Kladatos, 2008)

Βιβλιογραφία

Kalantzi I. & Karakassis I. (2006). Benthic impacts of fish farming: Meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin* 52: 484–493

Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.-N., Plaiti, W. (2000). Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science* 57 (5): 1462-1471

Klaoudatos S.D., Klaoudatos D.S., Smith J., Bogdanos K. & Papageorgiou E. (2006). Assessment of site specific benthic impact of floating cage farming in the eastern Hios island, Eastern Aegean Sea, Greece. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 338: 96–111

Megard R.O. & Berman T. (1989). Effects of algae on the Secchi transparency of the southeastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 34(8), 1640-1655

Neofitou N & Klaoudatos S .(2008). Effect of fish farming on the water column nutrient concentration in a semi – enclosed gulf of the Eastern Mediterranean.

Pearson T.H. & Rosenberg (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar.Biol. Ann.Rev.*,16,229-311.

Pereira P.M.F., Black K.D, McLusky D.S. & Nickell T.D. (2004). Recovery of sediments after cessation of marine fish farm production. *Aquaculture* 235: 315–330

Pitta P., Karakassis I., Tsapakis M. & Zivanovic S. (1999). Natural vs. mariculture induced variability in nutrients and plankton in the eastern Mediterranean. *Hydrobiologia* 391: 181–194

Ramfos A., Somarakis S., Koutsikopoulos C. & Fragopoulou N. (2005). Summer mesozooplankton distribution in coastal waters of central Greece (eastern Mediterranean). I. Hydrology and group composition. *J Mar Biol Ass UK* 85: 755–764

Stergiou KI, Christou ED, Georgopoulos D, Zenetos A, Souvermezoglou E (1997) The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 35:415–538

Weston D.P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar.Ecol. Prog. Ser.* 61: 233-244