

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ
ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ (ΒΔ ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ)**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΑΒΒΙΔΗΣ

ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (ΑΠΡΙΛΙΟΣ, 2007)

Η εργασία αφιερώνεται σε όλους τους
δικούς μου ανθρώπους και σε μία από τις
καλύτερες μη κυβερνητικές οργανώσεις,
τη «[Greenpeace](#)».

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.1
1.1. ΓΕΝΙΚΑ – ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ.1
1.2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	σελ.2
1.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	σελ.3
1.3.1. Γεωγραφία-τοπογραφία.....	σελ.3
1.3.2. Κλίμα –Μετεωρολογικά στοιχεία	σελ.5
1.3.3. Υδρογραφία.....	σελ.6
1.3.4. Θερμοαλατικά χαρακτηριστικά του νερού	σελ.7
1.3.5. Υδροδυναμική Κυκλοφορία	σελ.7
1.4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	σελ.10
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	σελ.12
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	σελ.12
2.1.1. Εισαγωγικά	σελ.12
2.1.2. Μέθοδοι άμεσης μέτρησης της ροής	σελ.12
2.1.3. Δορυφορικά συστήματα.....	σελ.16
2.2. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΟ ΠΕΛΙΟ	σελ.16
2.2.1. Υλικά και μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία	σελ.16
2.2.2. Μεθοδολογία ανάλυσης και επεξεργασίας των μετρήσεων.....	σελ.20
2.2.3. Δειγματοληψίες-Μετρήσεις στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσης εργασίας	σελ.22

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.22
3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΩΤΗΣ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	σελ.22
3.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	σελ.22
3.2.1. Σταθμός M1	σελ.23
3.2.2. Σταθμός M2	σελ.47
3.2.3. Σταθμός M1 και M2.....	σελ.69
3.2.4. Σταθμός M3	σελ.73
3.2.5. Σταθμός M4	σελ.92
3.2.6. Σύνοψη αποτελεσμάτων	σελ.103
3.2.7. Συνολικά αποτελέσματα για τους σταθμούς M1, M2 και M3 σε βάθος 3-4 μέτρων και για το σταθμό M4 σε βάθος 5-6 μέτρων.....	σελ.108
3.2.8. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων ανέμων και θαλάσσιων ρευμάτων	σελ.112
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	σελ.118
5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ.125
6. SUMMARY	σελ.126
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.127

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί το επιστέγασμα των σπουδών μου στο τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιέργειας του ΑΤΕΙ Θεσ/νίκης (Παράρτημα Ν. Μουδανιών).

Η όλη εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος με το όνομα «Αρχιμήδης ΙΙ». Το συγκεκριμένο κομμάτι εντάσσεται στο υποέργο με τίτλο: «Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης». Στόχος της είναι να φωτίσει, όσο είναι δυνατόν, το θέμα της υδροδυναμικής κυκλοφορίας στην παράκτια λεκάνη της Χαλάστρας, περιοχή όπου αναπτύσσονται μονάδες μυδοκαλλιέργειας. Ενώ υπάρχουν αρκετές εργασίες για τη γενικότερη κυκλοφορία του Θερμαϊκού κόλπου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης, δεν υπάρχουν αντίστοιχες που να επικεντρώνονται ειδικά στην περιοχή της Χαλάστρας. Αυτό που θα επιχειρηθεί λοιπόν στην παρούσα φάση, είναι η διερεύνηση της «τοπικής κλίμακας» κυκλοφορίας, αλλά και η παράλληλη σύνδεση της με το ευρύτερο υδροδυναμικό μοντέλο και το βασικό παράγοντα μυδοκαλλιέργεια.

Οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν, είναι άλλες σε έντυπη και άλλες σε ηλεκτρονική μορφή, ενώ το πρότυπο που επιλέχτηκε για τη βιβλιογραφική περιγραφή είναι το πρότυπο APA.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, κ. Σαββίδη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή ΑΤΕΙ-Θ καθώς επίσης και τον κ. Δημητριάδη Ξενοφώντα, Εργαστηριακό Συνεργάτη ΑΤΕΙ-Θ για την άριστη συνεργασία και συνεισφορά τους. Ευχαριστίες οφείλω επίσης στους κ. Τσιάρα Σπύρο, επαγγελματία μυδοκαλλιεργητή, κ. Πετρίδη Δημήτριο, καθηγητή ΑΤΕΙ-Θ, κα. Γαληνού-Μητσούδη Σοφία και κα. Αμαλία Μωρίκη, αναπληρώτριες καθηγήτριες ΑΤΕΙ-Θ, κ. Φασούλα Θεόδωρο και κα. Φαντίδου Ειρήνη, τεχνικό προσωπικό του ΑΤΕΙ-Θ, κ. Μητσούδη Γεώργιο, καπετάνιο και ιδιοκτήτη σκάφους, κα. Βαφάκη Εύα υπεύθυνη τμήματος Περιβάλλοντος Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας του Οργανισμού Λιμένος Θεσσαλονίκης καθώς και το υπόλοιπο ερευνητικό προσωπικό και τους συναδέλφους φοιτητές που συνέβαλαν και βοήθησαν στην πραγματοποίηση των μετρήσεων πεδίου και γενικότερα της παρούσας εργασίας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ - ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η Χαλάστρα βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του Θερμαϊκού κόλπου και βόρεια των εκβολών του ποταμού, Αξιού. Ο πληθυσμός της ανέρχεται στις 11000 κατοίκους. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περιοχή απορρέει από το γεγονός ότι μέσω της εκμετάλλευσης του θαλάσσιου υδάτινου δυναμικού της αποτελεί μια από τις περιοχές μεγαλύτερης παραγωγής μυδιών πανελλαδικά (είδος μυδιού : *Mytilus galloprovincialis*). Ο Θερμαϊκός κόλπος παράγει το 80% - 85% της συνολικής (εθνικής) παραγωγής, 27000 τόνοι το 1996, αριθμός που αντιστοιχεί στο 3,5% της ετήσιας παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Poulos et al., 2000). Η Χαλάστρα είναι μία από τις τρεις κύριες οστρακοκαλλιεργητικές ζώνες του Θερμαϊκού έκτασης 7800 στρεμμάτων (ΥΠΓΕ, 2003), με μεγάλη συνεισφορά στην εθνική παραγωγή. Η αυξημένη ανθρώπινη δραστηριότητα στην περιοχή επιδρά σε σημαντικότερο βαθμό στα ιδιαίτερα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος. Σύμφωνα με τους Galinou-Mitsoudi et al., (2006), η παρουσία μιας μυδοκαλλιέργειας μπορεί να επιφέρει μείωση του αρχικού ρεύματος έως και 30% εκατέρωθεν της μονάδας. Το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από μελέτη του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΚΘΕ, 2001), που αφορούσε στη διαχειριστική μελέτη των ζωνών παραγωγής μυδιών στον κόλπο της Θεσσαλονίκης και του Θερμαϊκού. Εξαιτίας και μόνο του γεγονότος αυτού, η παράμετρος της μυδοκαλλιέργειας ως εμπόδιο στην κυκλοφορία των υδάτινων μαζών κρίνεται αναγκαίο να συμπεριληφθεί και να εξεταστεί παράλληλα στη μελέτη της υδροδυναμικής της περιοχής.

Τον τελευταίο καιρό, περιβαλλοντικοί λόγοι έχουν κοστίσει σοβαρές οικονομικές απώλειες στους κατοίκους της περιοχής που απασχολούνται στο συγκεκριμένο τομέα των μυδοκαλλιεργειών (Galinou-Mitsoudi et al., 2006). Η τοξική άνθιση φυτοπλαγκτού εκτιμάται ότι κοστίζει στους παραγωγούς περί τα 3 εκατομμύρια ευρώ κάθε χρόνο (Karageorgis et al., 2005) καθώς η αρμόδια, υγειονομική υπηρεσία της νομαρχίας εξαναγκάζεται συχνά, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, να απαγορεύει την πώληση των εν λόγω οστρακοειδών. Τα προκύπτοντα προβλήματα έχουν ως κύρια αιτία την υπέρβαση ή και μείωση της φέρουσας ικανότητας του οικοσυστήματος. Γενεσιουργά αίτια που οδηγούν στο φαινόμενο αυτό, -ως επί το πλείστον - εμφανίζονται να είναι διαχειριστικής φύσης (Galinou-Mitsoudi et al., 2006). Έτσι, ο υπέρμετρος συνωστισμός μονάδων μυδοκαλλιεργειών σε συγκεκριμένες περιοχές, η

λανθασμένη χωροθέτηση και η έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού υπήρξαν και συνεχίζουν ακόμα να αποτελούν εμπόδιο σε μια εν δυνάμει βιώσιμη δραστηριότητα.

Τα πεδία εκείνα τα οποία θα πραγματευτεί η συγκεκριμένη εργασία, θα επιχειρήσουν να δώσουν απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα :

- Ποια είναι η εικόνα της υδροδυναμικής κυκλοφορίας στην περιοχή, τόσο όσον αφορά τη διεύθυνση κίνησης των υδάτινων μαζών αλλά και την ένταση των ρευμάτων που επικρατούν;
- Τι μεγέθους εμπόδιο αποτελεί μια μυδοκαλλιέργεια απέναντι στα θαλάσσια ρεύματα και πώς επιδρά στο διανυσματικό τους μέγεθος (ένταση και διεύθυνση);

Το ζητούμενο, λοιπόν, είναι να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα σχετικά με την υδροδυναμική της παράκτιας ζώνης της Χαλάστρας τα οποία μπορούν, στη συνέχεια, να συνεισφέρουν σε περαιτέρω διερεύνηση διαχειριστικών μέτρων που να εξυπηρετούν ένα πιο ομαλό και αποδοτικό συνταίριασμα φυσικής και ανθρώπινης δραστηριότητας.

1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

Κρίνεται χρήσιμο να παρατεθούν κάποια στοιχεία που αφορούν την υδροδυναμική και που επικεντρώνονται στην παρούσα μελέτη. Υπάρχουν πολλά συστήματα θαλάσσιας κυκλοφορίας τα οποία συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν, καθιστώντας τις περισσότερες φορές δύσκολη τη διάκρισή τους από το μελετητή.

Τα κύρια γενεσιουργά αίτια στα οποία οφείλεται η δημιουργία των ρευμάτων και, κατά συνέπεια, η θαλάσσια κυκλοφορία, είναι (Κουτίτας, 1994, σελ. 94-100; Λεοντάρη, 1995, σελ. 73-89; Beer T., 1997, σελ. 143-156):

- α) ο άνεμος καθώς και οι ατμοσφαιρικές βαροβαθμίδες στην επιφάνεια της θάλασσας
- β) η παλίρροια, εξαιτίας της επίδρασης του ήλιου και κυρίως της σελήνης, σε συνδυασμό με τη βαρητική έλξη της γης,
- γ) οι χωρικές βαθμίδες της πυκνότητας του θαλασσινού νερού (ρεύματα πυκνότητας),

δ) οι δυνάμεις *Coriolis* λόγω της περιστροφής της γης και

ε) οι κυματισμοί που αναπτύσσονται και διαδίδονται στις παράκτιες λεκάνες

Έτσι λοιπόν ανάλογα με το εξωτερικό αίτιο γένεσης της κυκλοφορίας διακρίνονται τα ανεμογενή ρεύματα, τα παλιρροιακά ρεύματα, τα ρεύματα πυκνότητας, τα ρεύματα λόγω διαφορών πίεσης (εξαιτίας κλίσης της ελεύθερης επιφάνειας), τα κυματογενή ρεύματα καθώς επίσης και κατηγορίες που προκύπτουν από τη συνδυασμένη επίδραση διαφόρων αιτίων όπως τα γεωστροφικά ρεύματα, τα ρεύματα ανάδυσης κ.ά.

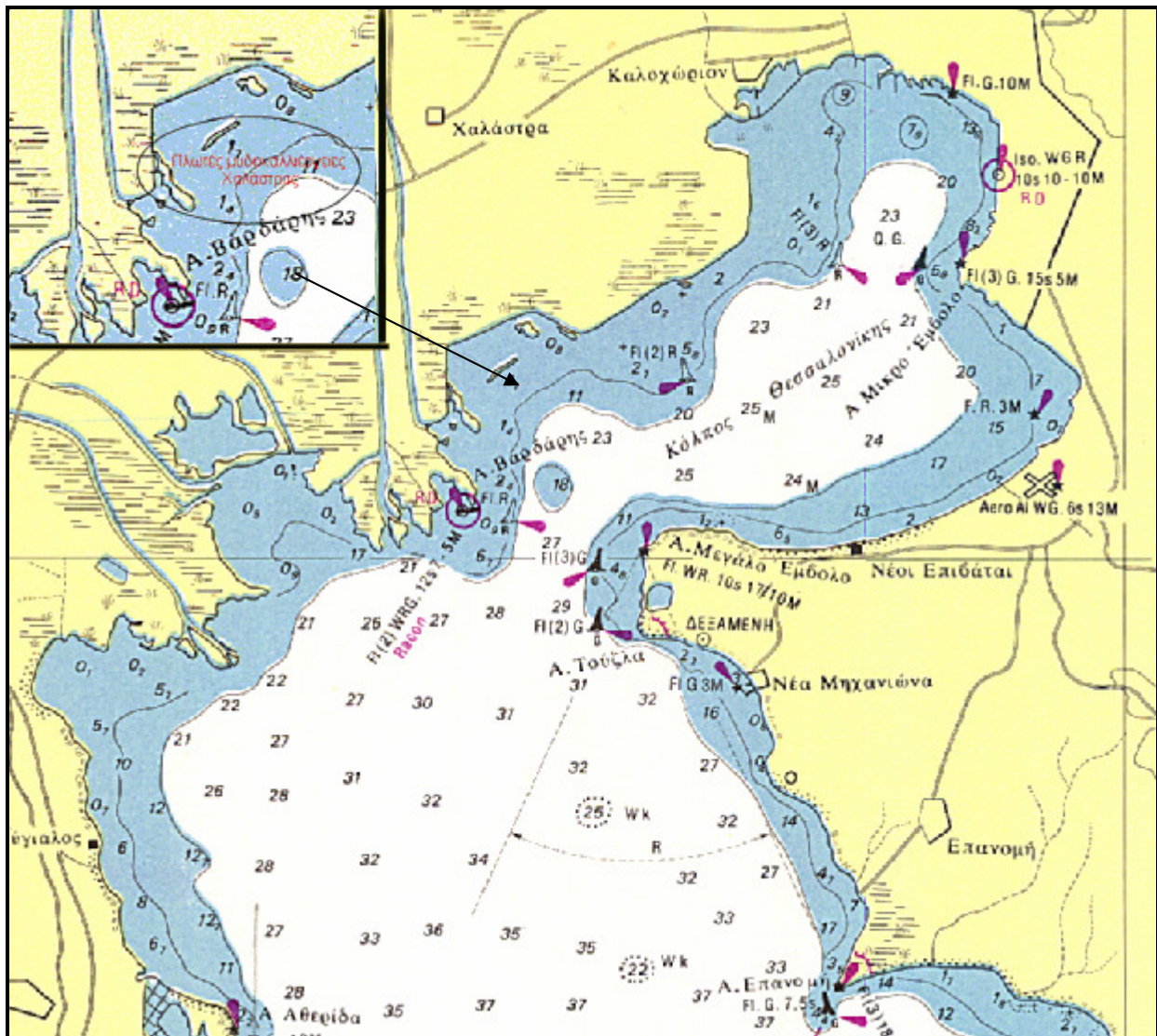
Όσον αφορά στην παράκτια περιοχή της Χαλάστρας, η υδροδυναμική κυκλοφορία φαίνεται ότι είναι κυρίως ανεμογενής. Στα παρακάτω κεφάλαια θα ακολουθήσει σχετική διερεύνηση.

1.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

1.3.1 Γεωγραφία-τοπογραφία

Ο κόλπος της Θεσσαλονίκης, τμήμα του οποίου αποτελεί η θαλάσσια έκταση της Χαλάστρας, εντοπίζεται στο βορειοδυτικό κομμάτι της θάλασσας του Αιγαίου. Περιορίζεται ανατολικά από τη χερσόνησο της Κασσάνδρας, δυτικά από τα παράλια του νομού Πιερίας και βόρεια από την ακτογραμμή της πόλης της Θεσσαλονίκης. Η βαθυμετρία για την περιοχή είναι σχετικά επίπεδη και βαθαίνει σταδιακά από τα 30 μ. και έπειτα. Μορφολογικά ο κόλπος (Εικόνα 1), αποτελεί τμήμα που αντιστοιχεί στην εσωτερική ηπειρωτική κατωφέρεια του ευρύτερου Θερμαϊκού, είναι μία ημίκλειστη λεκάνη και μπορεί να διακριθεί σε τρεις επιμέρους περιοχές (Κρεστενίτης κ.α., 1995; Poulos et al., 2000):

- Όρμος Θεσσαλονίκης - νότια όρια : Μικρό Έμβολο – Παλιομάννα
- Κεντρικός κόλπος - νότια όρια : Μεγάλο Έμβολο - Δέλτα Αξιού (περιλαμβάνει την υδάτινη περιοχή της Χαλάστρας)
- Εξωτερικός κόλπος - νότια όρια : Ακρωτήρια Επανωμής – Αθερίδας.



Εικόνα 1. Απεικόνιση του κόλπου της Θεσσαλονίκης και της περιοχής των μυδοκαλλιιεργειών της Χαλάστρας πάνω αριστερά (απόσπασμα από χάρτη του Β. Ευβοϊκού κόλπου μέχρι κόλπου Καβάλας).

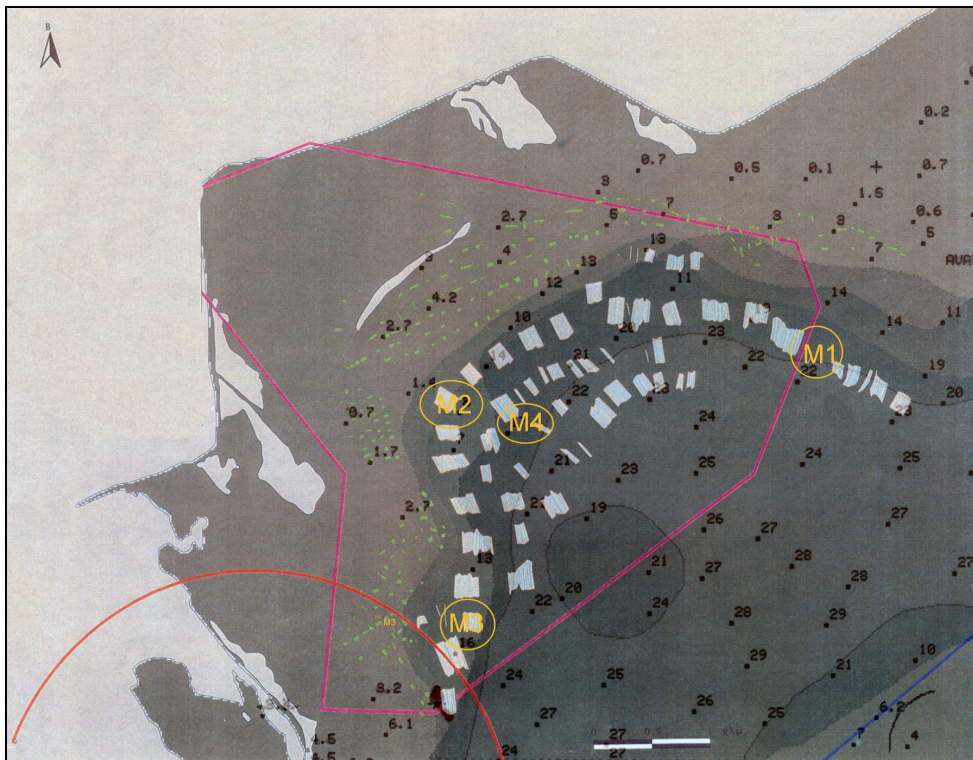
Περιφερειακά φιλοξενούνται σημαντικότερα οικοσυστήματα, τα οποία εντάσσονται σε καθεστώτα προστασίας. Παράλληλα, όμως, ο κόλπος είναι αποδέκτης σημαντικών ρυπαντικών φορτίων από σημειακές και μη πηγές ρύπανσης. Ως τέτοιες μπορούν να αναφερθούν οι εξής :

- Στραγγιστικά νερά καλλιιεργειών
- Απολήξεις αγωγών αποχέτευσης-βιολογικού καθαρισμού
- Βιομηχανικά απόβλητα και ρυπαντικό φορτίο από απορροές ποταμών

Η εισαγωγή οργανικού φορτίου από κατάλοιπα γεωργικών προϊόντων και αποχετεύσεις αποβαίνει συχνά στη δημιουργία τοξικής άνθισης των νερών (Baloropoulos & Friligos, 1993), ενώ τα βιομηχανικά απόβλητα σε χημική ρύπανση και επιβάρυνση με βαριά μέταλλα (Chester & Voutsinou, 1981; Voutsinou-Taliadouri & Satsmajis, 1983). Η γνώση των ρευμάτων σε όλες τις συνθήκες είναι πάντα ένα χρήσιμο διαχειριστικό εργαλείο για τις αρμόδιες κρατικές

υπηρεσίες για τα ύδατα καθώς τα ρεύματα είναι εκείνα που καθορίζουν την εξάπλωση, μεταφορά και αραίωση διαφόρων ουσιών από τις θαλάσσιες μάζες. Για την καλύτερη επιχειρησιακή και διαχειριστική πρακτική όσον αφορά θέματα περιβαλλοντικής συσχέτισης και απόδοσης των μονάδων έχουν αναπτυχθεί αριθμητικά μοντέλα τα οποία μπορούν, μετά από κατάλληλη προσαρμογή, να εκτιμήσουν τη φέρουσα ικανότητα του θαλάσσιου συστήματος (Sara G. & Mazzola, 2004).

Η εικόνα 2, παρακάτω, δίνει τη σχηματική αναπαράσταση των πλωτών μονάδων εκτροφής μυδιών στη Χαλάστρα και τη βαθυμετρία του χώρου. Οι θέσεις M1, M2 M3 και M4 αναφέρονται στις θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας.



Εικόνα 2. Χάρτης με την παράκτια ζώνη της Χαλάστρας (προέκυψε από σύνθεση και επεξεργασία δύο χαρτών - ενός χάρτη που διέθεσε η Διεύθυνση Αλιείας και ενός υδρογραφικού που διέθεσε το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών - σύνθεση & επεξεργασία Ξ.Δημητριάδης-Ι.Σαββίδης-Α.Αντωνίου). Διακρίνονται οι πλωτές μονάδες μυδοκαλλιέργειας και οι σταθμοί μέτρησης.

1.3.2 Κλίμα –Μετεωρολογικά στοιχεία

Το κλίμα στην ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό, αλλά μεταβαίνει σε ημίξηρο, μεσογειακό στα παράκτια, με κρύους χειμώνες. Η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 0 και 38°C, με ημερήσια διακύμανση που φτάνει τους 10°C (Hyder et al., 2002), ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι της τάξης των 45 cm/year, με έντονη μεταβλητότητα. Μεγαλύτερες τιμές

και συχνότητα βροχής παρατηρείται για τους μήνες Δεκέμβριο με Απρίλιο. Παρατηρήσεις ημερήσιας βροχόπτωσης από το Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων στην περιοχή της Σίνδου δείχνουν ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες νερού είναι αποτέλεσμα μεμονωμένων καταιγίδων, διάσπαρτων μέσα στο χρόνο (Hyder et al., 2002).

Οι άνεμοι έχουν σημαντική επίδραση στο κλιματικό καθεστώς (Poulos et al., 2000; Karageorgis et al., 2005). Είναι σχετικά ασθενείς, με εντάσεις μεγαλύτερες των 7 Beaufort για λιγότερο από 1% του χρόνου. Η μέση τιμή έντασης κυμαίνεται μεταξύ 0,8 και 3,1 Beaufort (ΥΠΓΕ, 2003). Το χειμώνα, παρατηρούνται βόρειοι-βορειοδυτικοί άνεμοι (επικρατούντες άνεμοι στη διάρκεια του έτους), ενώ το καλοκαίρι η μεταβλητότητα αυξάνει με επικρατέστερους ανέμους προς βόρεια και ανατολικά (νότιοι και δυτικοί), (Hyder et al., 2002; ΥΠΓΕ, 2003). Χαρακτηριστικοί άνεμοι για την περιοχή είναι ο Βαρδάρης και το μελτέμι (βόρειοι άνεμοι). Ο πρώτος φυσάει ανά διαστήματα κυρίως το χειμώνα με διάρκεια 4-6 ημέρες και με ταχύτητα που μπορεί να φτάνει τα 20 m/sec. Τα διαστήματα αυτά το θερμόμετρο καταγράφει απότομη πτώση θερμοκρασίας (φυσάει από βόρεια και βορειοδυτικά). Το μελτέμι είναι ενεργό από Μάιο έως Σεπτέμβριο νότια του κόλπου. Φυσάει κατά διαστήματα στις αρχές και σταθεροποιείται κατά τα μέσα Ιουλίου με Σεπτέμβριο, αυξάνοντας ταυτόχρονα σε ένταση (φυσάει από βόρεια και βορειοανατολικά). Το καλοκαίρι εμφανίζεται επίσης ημερήσια θαλάσσια αύρα (5-10 m/sec), προερχόμενη από τα νότια και τα νοτιοανατολικά (Hyder et al., 2002). Η επίδρασή της είναι σημαντική, όταν δε φυσούν τα μελτέμια (Poulos et al., 2000). Γενικά πάντως, η βόρεια συνιστώσα του ανέμου έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα (40%), (Karageorgis & Anagnostou, 2001) καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

1.3.3 Υδρογραφία : Ο Θερμαϊκός αποτελεί μια θαλάσσια περιοχή που δέχεται την επίδραση από εισροές γλυκού νερού (Κρεστενίτης κ.ά., 1995). Επιπλέον πηγές μεταβλητότητας του ΣΠΥΝ (σύστημα περιοχής υφάλμυρων νερών) αποτελούν κάποια επεισόδια έντονου ανέμου και κυματισμού σε συνδυασμό με το αβαθές της περιοχής (Κρεστενίτης κ.ά., 1995). Εποχιακές αλλά και μικρότερης χρονικής κλίμακας μεταβολές λαμβάνουν χώρα στη συνολική εισροή γλυκού νερού. Μέγιστες και ελάχιστες μέσες ημερήσιες τιμές προερχόμενες από τους ποταμούς κυμαίνονται στα 350 με 50 m³/sec αντίστοιχα (Hyder et al., 2002). Τρεις είναι οι κύριοι ποταμοί που εκβάλλουν στο χώρο του Θερμαϊκού, με διαφορετική και έντονα μεταβλητή παροχέτευση κατά τη διάρκεια του έτους :

- Αξιός με μέση ετήσια παροχή : 170 m³/sec (Κρεστενίτης κ.ά., 1995) με μέγιστη μηνιαία απορροή 279 m³/sec για το μήνα Απρίλιο (Poulos, et al., 1994).

- Αλιάκμων με μέση ετήσια παροχή : 80-100 m³/sec (Κρεστενίτης κ.ά., 1995) .
- Λουδίας με μέση ετήσια παροχή : 5-10 m³/sec (Κρεστενίτης κ.ά., 1995).

Αν συμπεριληφθεί και η ευρύτερη ζώνη προς την εξωτερική ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα , τότε πρέπει να αναφερθεί και ο Πηνειός με μέση ετήσια παροχή 50 m³/sec (Karageorgis & Anagnostou, 2001).

Τα τελευταία χρόνια, έχει σημειωθεί μείωση της τάξης του 50% στις εισροές στον κόλπο. Ως αιτία αναγνωρίζεται η αυξημένη ζήτηση νερού για άρδευση από τα ποτάμια αλλά και η παράλληλη κατασκευή σειράς υδροηλεκτρικών φραγμάτων στον Αλιάκμονα (Hyder et al., 2002; Krestenitis et al., 2005).

Μια επιπρόσθετη πηγή διάθεσης γλυκού νερού στον εσωτερικό κόλπο της Θεσσαλονίκης είναι ο αποχετευτικός αγωγός της πόλης, με παροχή σχεδόν 2,3 m³/sec (Huthnance, 1996).

1.3.4 Θερμοαλατικά χαρακτηριστικά του νερού

Το θερμοκρασιακό εύρος του νερού είναι από 9 μέχρι 25°C (Poulos et al., 2000). Το εύρος της αλατότητας είναι 31-39 psu. Κοντά στις εκβολές όμως πέφτει σε τιμές μικρότερες των 25 psu (Practical Salinity Units). Το επιφανειακό στρώμα νερού έχει μεγαλύτερο εύρος αλατότητας από το αντίστοιχο βαθύ στρώμα. Το μεγαλύτερο αλοκλινές εμφανίζεται την περίοδο Φεβρουαρίου – Μαρτίου με τις μικρότερες τιμές αλατότητας στην επιφάνεια και τις μεγαλύτερες στον πυθμένα. Το βάθος στο οποίο εντοπίζεται το αλοκλινές μειώνεται κατά τη μετάβαση στους θερμότερους μήνες ενώ ταυτόχρονα η θερμοκρασία γίνεται πιο ομοιογενής στη στήλη του νερού έως ότου αρχίσουν οι εκροές των ποταμών κατά το Νοέμβριο (ΕΚΘΕ, 2001).

1.3.5 Υδροδυναμική Κυκλοφορία

Η κυκλοφορία στο Θερμαϊκό κόλπο είναι ταυτόχρονα πολυπαραγοντική, ενώ υπάρχει και το στοιχείο της αλληλεπίδρασης. Κυριαρχούν οι άνεμοι, η μίξη θαλασσίων μαζών διαφορετικών φυσικών ιδιοτήτων και οι παλίρροιες (Λασκαράτος κ. ά., 1990; Κρεστενίτης & Βαλιούλης, 1993; Poulos et al., 2000; ΥΠΓΕ, 2003; Kourafalou et al., 2004).

Γενικά όμως η υδροδυναμική κυκλοφορία στην ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου είναι κατεξοχήν ανεμογενής (ΥΠΓΕ, 2003). Παράλληλα, στα πλαίσια του προγράμματος METRO-MED (Κοντογιάννης κ.ά., 1998) επισημαίνεται ότι τα ιδιαίτερα γενικά

χαρακτηριστικά του κόλπου της Θεσσαλονίκης (μικρή οριζόντια έκταση, μικρό βάθος 20-25 m, μικρή αλληλεπίδραση με ευρείας κλίμακας κυκλοφορία από την ανοιχτή θάλασσα) βοηθούν στην επικράτηση της επίδρασης των τοπικών ανέμων όσον αφορά στην υδροδυναμική κυκλοφορία.

Η επίδραση της παλίρροιας στην υδροδυναμική κυκλοφορία δεν είναι σημαντική (Ganoulis, 1994; Dodou et al., 2002; Hyder et al., 2002a; ΥΠΓΕ, 2003; Galinou-Mitsoudi et al., 2006) εκτός ίσως από το στενό όριο ανταλλαγής μαζών μεταξύ κεντρικού και εξωτερικού κόλπου Θεσ/νίκης στη θαλάσσια διατομή Μεγ. Έμβολο-εκβολές Αξιού (Λασκαράτος κ.ά., 1990; Κρεστενίτης κ.ά., 1995). Ο Γκανούλης, (1993, σελ.253) σε αντίθεση με τα παραπάνω, αναφέρει δημιουργία θαλασσιών ρευμάτων, λόγω της παλίρροιας, με εντάσεις μικρότερες των 5cm/sec.

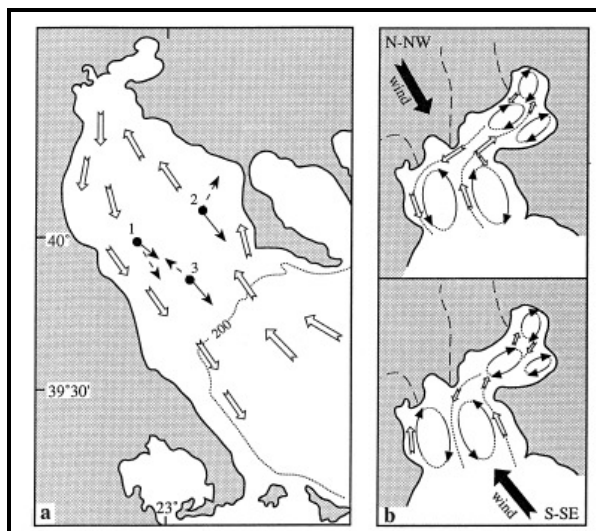
Οι βαθμίδες πυκνότητας ως γνωστόν, συνιστούν σημαντικό παράγοντα δημιουργίας ρευμάτων πυκνότητας στις δυτικές ακτές του Θερμαϊκού κόλπου όπου εκβάλλουν οι ποταμοί. Δε φαίνεται όμως να αποτελούν σημαντικό γενεσιουργό αίτιο κυκλοφορίας στην περιοχή της Χαλάστρας, όπου λόγω της ιδιαίτερης γεωγραφικής της θέσης (σε σχέση με τις εκβολές των ποταμών) αλλά και του συνήθους ανεμολογικού καθεστώτος το πλούμιο των ποταμών δε φτάνει συχνά (ή τουλάχιστον σε σημαντικό βαθμό που να επηρεάζει πραγματικά) στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών.

Δύο διακριτά καθεστώτα κυκλοφορίας παρουσιάζει ο Ganoulis (1994), ένα για το χειμώνα και ένα για το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα, το νερό κινείται στον κόλπο όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 3 (Ganoulis, 1994; Poulos et al., 2000).

Η κυκλοφορία εξαρτάται και από την τοπογραφία. Το επίμηκες σχήμα του Θερμαϊκού κόλπου μειώνει την επίδραση της βαθιάς κυκλοφορίας κυρίως στα βόρεια, όπου εκβάλλουν τα ποτάμια, και σχηματοποιεί ανάλογα με την ακτογραμμή την ανεμογενή και θερμοαλατική κυκλοφορία αντίστοιχα (Kourafalou et al., 2004).

Ο κυματισμός στην περιοχή είναι ασθενής (Tsimplis, 1994 από Hyder, 2002).

Η ανανέωση των νερών του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης απαιτεί 3-4 ημέρες (Γκανούλης, 1993) και 90-160 ημέρες αντίστοιχα (Nikolaidis et al., 2005).



Εικόνα 3. Αριστερά : Γενική κυκλοφορία στο Θερμαϊκό κόλπο. Δεξιά : Καθεστώτα χειμερινής (πάνω) και καλοκαιρινής κυκλοφορίας (κάτω) : Επιφανειακή (ελλειπτικής μορφής διανύσματα) και βαθιά κυκλοφορία (μεμονωμένα διανύσματα). Πηγή : Poulos et al. (2000); Ganoulis, (1994).

Όσον αφορά στη θερμοαλατική κυκλοφορία, αυτή συνίσταται στην εισαγωγή νερών από το βόρειο Αιγαίο, τους ποταμούς που εκβάλλουν στον κόλπο, και στην επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας (Κρεστενίτης & Βαλιούλης, 1993). Εποχιακά η επίδραση των ποταμών (κυρίως του Αξιού και του Αλιάκμονα) είναι σημαντική για τη θαλάσσια κυκλοφορία (ΥΠΓΕ, 2003).

Στο Θερμαϊκό κόλπο έχει παρατηρηθεί ότι νερά μεγαλύτερης πυκνότητας και αλατότητας εισρέουν σε αυτόν (από την επιφάνεια έως και 15-20 m βάθος) από τα ανατολικά, στην περιοχή της ηπειρωτικής κατωφέρειας (ισοβαθής των 200 m). Παράλληλα, πραγματοποιείται έξοδος νερών (σε βάθος μεγαλύτερο των 20m), κυρίως ποτάμιας προέλευσης, από το δυτικό κομμάτι του κόλπου, εδραιώνοντας καθεστώς γενικής κυκλωνικής κίνησης για το Θερμαϊκό κόλπο (Κρεστενίτης & Βαλιούλης, 1993; Huthnance, 1996; Κοντογιάννης κ.ά., 1998; Poulos et al., 2000; Dodou, et al., 2002; Hyder et al., 2002; Kourafalou et al., 2004). Η κίνηση των υδάτινων μαζών διακρίνεται στην εικόνα 3 αριστερά.

Όσον αφορά τη λεκάνη της Χαλάστρας, φαίνεται ότι η δημιουργία ρευμάτων πυκνότητας δεν αποτελεί σύνηθες φαινόμενο για την περιοχή. Από εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου της Kourafalou (2004) για νότιο άνεμο και με απορροή για τον Αξιό ποταμό της τάξης των $200\text{m}^3/\text{sec}$ προκύπτει είσοδος νερών από τους ποταμούς προς τα βόρεια, στο εσωτερικό του κόλπου της Θεσσαλονίκης. Τέτοιου μεγέθους απορροή παρουσιάζεται σπάνια κατά τους χειμερινούς, κυρίως, μήνες. Γενικότερα, οι επικρατούντες άνεμοι κατά τη διάρκεια του έτους

είναι οι βορειοδυτικοί και έτσι, σημαντική κίνηση υδάτινων μαζών, ποτάμιας προέλευσης προς τα βόρεια, στην περιοχή της Χαλάστρας, δε λαμβάνει χώρα εύκολα. Συνεπώς, ρεύματα πυκνότητας τα οποία οφείλονται σε δημιουργία βαθμίδων θερμοαλατικής φύσης δε δημιουργούνται συχνά.

Σχετικά με τα θαλάσσια ρεύματα στη λεκάνη της Χαλάστρας συγκεκριμένα, δεν υπάρχουν ιδιαίτερες αναφορές παρά μόνο ότι οι εντάσεις δε ξεπερνούν τα 20cm/sec με τοπική εξαίρεση τα ακρωτήρια Βαρδάρη και Μεγάλο Έμβολο που φθάνουν τα 40cm/sec (ΥΠΓΕ).

1.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΤΗΣ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ

Προβλήματα που αναφέρονται στην περιοχή και σχετίζονται με τη μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα (ΥΠΓΕ, 2003):

- Μεγάλη πυκνότητα εγκαταστάσεων μυτιλοτροφείων σε μικρή απόσταση από την ακτή της οποίας η έκταση συνεχώς επιχώνεται, με επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα της τροφής.
- Ο χαρακτηρισμός της περιοχής του Αξιού ως **υγροβιότοπος**, κατά τη σύμβαση Ramsar και η υπαγωγή τμήματος της χέρσου και της θάλασσας μέχρι την ισοβαθή των 6 μέτρων στο ευρωπαϊκό δίκτυο, Natura 2000. Η υπαγωγή αυτή καθιστά την Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης ρυθμιστικό παράγοντα για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων. Κατά τον τρόπο αυτόν ισχύει απαγόρευση δημιουργίας υποδομών, ιδίως στην ξηρά, στις προστατευόμενες ζώνες. Παράλληλα δεν υπάρχει πρόβλεψη για διαχείριση στερεών και υγρών αποβλήτων που αποτελούν απόρροια της εκτροφής των μυδιών.
- Ο εκσυγχρονισμός των μυδοκαλλιεργειών απαιτεί επεμβάσεις στη δομή και στο μέγεθός τους. Η πιστοποίηση και η διατήρηση συστημάτων ελέγχου ποιότητας και περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι ουσιαστικής σημασίας απαιτήσεις, των μεγάλων σημείων πώλησης και των εξαγωγέων. Η κατασκευή και λειτουργία υποδομής-εγκαταστάσεων για προστασία του περιβάλλοντος κρίνεται επιτακτική για τη βιωσιμότητα της καλλιεργητικής δραστηριότητας.

- Υπάρχει έλλειψη χωροθέτησης των κατάλληλων θαλάσσιων χώρων για εγκατάσταση μυτιλοτροφείων, γεγονός που αντιμετωπίστηκε στο παρελθόν με επιλογή των χώρων εκτροφής από τους ενδιαφερόμενους. Συνέπεια αυτού ήταν οι μισθώσεις χώρων να μην έχουν τις απαραίτητες εγγυήσεις της νομοθεσίας όσον αφορά τις εμπορικές μισθώσεις και ως εκ τούτου περιορίζεται η δυνατότητα κατασκευής μόνιμων εγκαταστάσεων.
- Οι τεχνικές προδιαγραφές μυτιλοτροφείων προέκυψαν από ανάλογους ισχύοντες κανονισμούς της Ιταλίας και άλλων ευρωπαϊκών χωρών **στις οποίες όμως υπήρχαν στοιχεία φυσικής και βιολογικής ωκεανογραφίας**. Στο σημείο αυτό υπεισέρχεται η ανάγκη κάλυψης της υδροδυναμικής κυκλοφορίας στην περιοχή η οποία ενδέχεται να τροποποιήσει, να προσθέσει ή και να αφαιρέσει στοιχεία που αφορούν σε τεχνικές προδιαγραφές για τα μυδοτροφεία, στην εν λόγω περιοχή.

Σε επίπεδο επιχειρησιακής έρευνας έχουν γίνει πολλές εργασίες για την υδροδυναμική στον Θερμαϊκό κόλπο. Οι Poulos et al. (1997, 2000) και οι Hyder et al. (2002), παρουσίασαν ανακεφαλαιωτικές εργασίες όλων των προηγούμενων ετών, που αφορούσαν στην εποχιακή κυκλοφορία και τη στρωμάτωση στο Αιγαίο και το Θερμαϊκό κόλπο, αντίστοιχα, ενώ οι Savvidis et al. (2001), Kourafalou (2001), M.G Dodou et al. (2002) και Kourafalou et al. (2004) μελέτησαν την υδροδυναμική στο Θερμαϊκό και τη μεταφορά και διασπορά ύλης με μαθηματική προσομοίωση. Αντίστοιχες εργασίες που αναφέρονται στην περιοχή των μυδοκαλλιιεργειών στη Χαλάστρα έγιναν από το Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (2001) και από τους Galinou-Mitsoudi et al., (2006). Στην πρώτη, μελετήθηκε η παρεμπόδιση της υδροδυναμικής κυκλοφορίας αναφορικά με τον παράγοντα μυδοκαλλιέργεια και βρέθηκε ότι η πλωτή διάταξη εμποδίζει τη μεταφορά των ρευμάτων που είναι κάθετα στην κατασκευή. Η δεύτερη μελέτη αποτελεί υδροδυναμικό μαθηματικό μοντέλο και αξιολογεί την παρεμπόδιση μιας μονάδας μυδοκαλλιέργειας μέσω της αύξησης στον συντελεστή διασποράς v_h (αύξηση του οποίου έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής τριβής του υδάτινου μέσου και εξασθένιση της έντασης του ρεύματος). Η προσέγγιση αποδίδει τελική μείωση του διερχόμενου ρεύματος μέσα από τη μονάδα κατά 30% και βρίσκεται σε συμφωνία με αντίστοιχα αποτελέσματα του ΕΚΘΕ (2001).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

2.1.1 Εισαγωγικά

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι μέτρησης όσον αφορά στην ωκεανογραφική έρευνα. Αυτές εξαρτώνται από το ίδιο το αντικείμενο ή μέγεθος της μέτρησης και από την εξέλιξη της τεχνολογίας στην πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, η μέτρηση διαφοροποιείται όταν αναφερόμαστε σε παλίρροια σε σχέση με κυματισμό, γιατί είναι δύο διαφορετικής αιτίας και προέλευσης φαινόμενα. Ακόμα και αν το αντικείμενο μέτρησης είναι το ίδιο, η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί, δύναται να διαφέρει όταν η χωρική κλίμακα είναι διαφορετική, όπως ισχύει με έναν μικρό κόλπο σε αντιδιαστολή προς μια μεγάλη ωκεάνια λεκάνη. Επίσης, με το χρόνο, ολοένα περισσότερα μέσα και επιτεύγματα της τεχνολογίας έρχονται να συμπληρώσουν ή να αντικαταστήσουν και παράλληλα να βελτιώσουν την ανάλυση και την ακρίβεια της επιστημονικής μέτρησης. Έτσι, τα λεγόμενα «drifters» (παρασυρόμενοι πλωτήρες) μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να αντικατασταθούν από μια δορυφορική πλέον, ανάλυση. Η μέθοδος της μέτρησης που θα εφαρμοστεί, πρέπει παράλληλα να μπορεί να είναι όσο γίνεται πιο επιλεκτική για το ίδιο το αντικείμενο της μέτρησης. Έτσι, για παράδειγμα η έρευνα για παλίρροια δε θα πρέπει να συγχέεται με κυματισμό, ανάδυση νερών ή άλλα σχετικά φαινόμενα. Με άλλα λόγια, το αντικείμενο μέτρησης πρέπει να απομονώνεται και να ορίζεται επαρκώς, για να μην υπεισέρχονται λάθος παράγοντες, οι οποίοι αποτελούν στην επιστημονική ορολογία «θόρυβο» στη μέτρηση. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, χρειάζεται προσοχή στη χωρική και χρονική κλίμακα δειγματοληψίας, οι οποίες θα είναι ειδικά σχεδιασμένες και προσαρμοσμένες για το σκοπό αυτό, καθώς και στο φιλτράρισμα των δεδομένων κατά την επεξεργασία (www-pord.ucsd.edu/~Italley/sio210/pickard_emery/chapter_6.pdf).

2.1.2 Μέθοδοι άμεσης μέτρησης της ροής

Παλαιότερα, μια πολύ διαδεδομένη, έμμεση όμως, μέθοδος για την εκτίμηση και μέτρηση ρευμάτων, ήταν η απόκλιση της τροχιάς του πλοίου από την επιθυμητή. Κατ' αυτό τον τρόπο το παραπροϊόν των οργάνων ναυσιπλοΐας έδινε χρήσιμα στοιχεία, κάθε φορά που γινόταν η σύγκριση και η διόρθωση παράλληλα της επιθυμητής πορείας με την αντίστοιχη πραγματική.

Υπάρχουν δύο άμεσοι τρόποι για την περιγραφή της ροής ενός υγρού.

- η μέθοδος του Euler
- η μέθοδος του Langrange

Στη μέθοδο Euler, το διανυσματικό μέγεθος της ταχύτητας δίνεται για κάθε σημείο της ροής του υγρού, καθώς αυτό διαγράφει κάποια τροχιά.

Χρήση ρευματογράφων: Συγκεκριμένου είδους όργανα ρίχνονται στη θάλασσα ή στο εκάστοτε προς εξέταση υδάτινο περιβάλλον. Διατηρούνται στερεωμένα στη θέση τους και μετρούν ένταση και διεύθυνση των ρευμάτων. Όλα τα όργανα (ρευματογράφοι) ανεξαρτήτως κατασκευαστή, φέρουν μηχανισμό για μέτρηση ταχύτητας και αισθητήρα διεύθυνσης και σε ιδανικές περιπτώσεις και πίεσης, για να καταγράφεται η απόκλιση από το επιθυμητό βάθος πόντισης του οργάνου. Ο μηχανισμός για την ταχύτητα είναι κατά τέτοιο τρόπο κατασκευασμένος, ώστε να έχει ελάχιστη αδράνεια. Στην πυξίδα τους που δείχνει τη διεύθυνση, πρέπει να έχει γίνει πολύ καλή ρύθμιση για την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής ακρίβειας (calibration). Οι περισσότερες συσκευές σήμερα κάνουν εσωτερική καταγραφή και τα δεδομένα λαμβάνονται κατά την ανάσυρση του οργάνου, συνηθέστερα από κάποιο σκάφος. Εναλλακτικά, μπορεί να παρέχεται σύστημα μετάδοσης των δεδομένων κυρίως δορυφορικά.

Παρακάτω δίνεται μία σειρά από διαφορετικούς τύπους ρευματογράφων:

- Μηχανικοί ρευματογράφοι

Είναι πολύ πρακτικοί στη χρήση τους, όμως ένα μειονέκτημα των ρευματογράφων αυτών που μετρούν την ταχύτητα μέσω προπελοειδούς έλικα - ρότορα είναι η αύξηση της ταχύτητας του ρότορα κατά την κατακόρυφη κίνηση του οργάνου. Κάποιοι κατασκευαστές με ειδικό μηχανισμό καταφέρνουν να εξαλείψουν το φαινόμενο αυτό. Επίσης, τα όργανα αυτής της τεχνολογίας είναι αρκετά επιρρεπή σε φαινόμενα «fouling effect ή fouling» (παρεμπόδιση της σωστής λειτουργίας του οργάνου από ζωντανούς οργανισμούς που εγκαθίστανται και αναπτύσσονται πάνω σε αυτό).

- Ακουστικοί ρευματογράφοι

Ρευματογράφοι διαφορετικής τεχνολογίας ξεπερνούν τα μειονεκτήματα των αντίστοιχων μηχανικών. Από τους πιο διαδεδομένους είναι οι ακουστικοί ρευματογράφοι. Βασίζονται στη μέτρηση του χρόνου ανάκλασης υψηλής συχνότητας ηχητικών παλμών, καθώς αυτά ανακλώνται από σωματίδια του νερού, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν κ.ά. Είναι τα λεγόμενα «*Doppler sonar profilers*», τα οποία είναι παραπλήσια των ηχητικών συσκευών για τη μέτρηση ανέμων. Πιθανό «*fouling effect*» έχει επίδραση μόνο στο εύρος καταγραφής και όχι στην ακρίβεια. Οι πιο γνωστές συσκευές είναι τα ADCPs (acoustic Doppler current profilers)

και τα *ACMs* (acoustic current meters). Τα *ADCPs* μπορούν να καταγράψουν πολλά ρεύματα ταυτόχρονα μέχρι ένα συγκεκριμένο εύρος βάθους.

- Ανεμόμετρα Hotwire

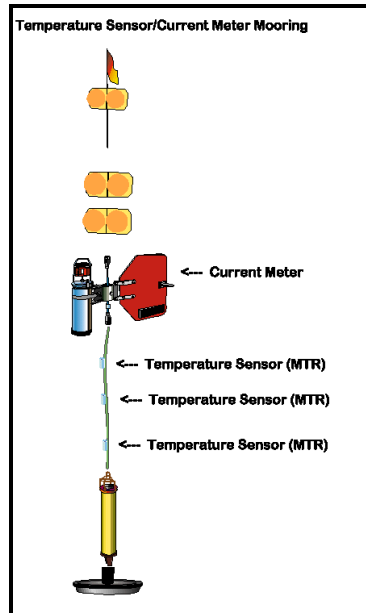
Ένα άλλο όργανο που βασίζεται στην καταγραφή ρευμάτων, είναι το ανεμόμετρο *hotwire*, το οποίο χρησιμοποιείται πρωτίστως για ανεμολογικές καταγραφές. Η λειτουργία του βασίζεται στη μέτρηση της ψύξης ενός ηλεκτρικά θερμαινόμενου σύρματος, του οποίου το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφράζεται στη συνέχεια σε ταχύτητα ροής του υγρού. Παρέχει μεγάλη ευαισθησία στη μέτρηση, αλλά είναι πολύ επιρρεπές σε «*fouling effect*».

- Ηλεκτρομαγνητικοί ρευματογράφοι

Στην ηλεκτρομαγνητική μέθοδο, το θαλασσινό νερό είναι το αγωγίμο μέσο το οποίο προκαλεί μια ηλεκτρομαγνητική δύναμη, καθώς περνά μέσα από τεχνητό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Απαιτεί υψηλή ενίσχυση της τάσης αλλά είναι επίσης επιρρεπές σε προβλήματα σε προβλήματα «*fouling effect*».

Συστήματα ανάρτησης ρευματογράφων (Moorings) : Έχουν αναπτυχθεί αρκετές και διαφορετικές μεταξύ τους τεχνολογίες όσον αφορά την ανάρτηση ρευματογραφικών οργάνων στη στήλη του νερού. Το πιο απλό και διαδεδομένο είναι ένα καλώδιο (αλυσίδα ή σχοινί) συνδεδεμένο με το όργανο στο επιθυμητό βάθος με άγκυρα στο βυθό και πλωτήρες στην επιφάνεια. Η άγκυρα και οι πλωτήρες είναι οι κατάλληλοι για να εξασφαλίζουν την επιθυμητή τάση για την στερέωση του συστήματος όσο γίνεται κατακόρυφα. (Εικόνα. 4)

Πάντα υπάρχουν προβλήματα σχετικά με κίνηση του συστήματος σε δυνατά ρεύματα και έντονο κυματισμό αλλά παραμένει μια από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους για καταγραφές που αφορούν μεγάλα χρονικά διαστήματα. Υπάρχουν αρκετά εξελιγμένα συστήματα, που απελευθερώνουν την άγκυρα με το αντίστοιχο αντίβαρο, όταν το σύστημα βρίσκεται ποντισμένο κάτω από την επιφάνεια για εύκολη συλλογή του καταγραφέα. Αυτό επιτυγχάνεται με χρονομετρητή ή με πομποδέκτη που δίνει εντολή για τη στιγμή της απελευθέρωσης.



Εικόνα 4. Σύστημα ανάρτησης ρευματογράφου με άγκυρα και πλωτήρες
(<http://www.pmel.noaa.gov/vents/PlumeStudies/images/current-meter-mooring.gif>)

Στη μέθοδο Lagrange, η τροχιά που ακολουθεί ένα υγρό σωματίδιο, καταγράφεται και δίνεται συναρτήσει του χρόνου. Και οι δύο μέθοδοι (Euler και Lagrange) χρησιμοποιούνται ευρέως και είναι δυνατό να συνδέσει κανείς τη μία με την άλλη κάνοντας χρήση κάποιων παραδοχών. Η Lagrange πρακτική εφαρμόζεται με διάφορα είδη πλωτήρων, τα οποία παρασύρονται από τα θαλάσσια ρεύματα επιφανειακά ή σε κάποιο επιθυμητό βάθος. Έτσι, η ταχύτητα μετακίνησης της μάζας υπολογίζεται με τη διαίρεση της απόστασης που διανύθηκε μεταξύ δύο σημείων, προς τον αντίστοιχο χρόνο που μεσολάβησε για τη μετατόπιση αυτή. Είναι φανερό ότι η ακρίβεια μέτρησης των ρευμάτων με τη μέθοδο αυτήν εξαρτάται από την ακρίβεια προσδιορισμού του στίγματος του σημαντήρα και από τη συχνότητα των μετρήσεων. Πολλές φορές, οι πλωτήρες εφοδιάζονται με αισθητήρες και μέσα αποθήκευσης, επεξεργασίας και μετάδοσης δεδομένων. Πολλά βέβαια από τα χαρακτηριστικά αυτά δεν ήταν εφικτά στην πρώτη εφαρμογή, αλλά επήλθαν ως προσθήκες μακράς εξέλιξης. Τα τρία κυριότερα πράγματα τα οποία οφείλει να εξετάσει κάποιος υπέρμαχος της μεθόδου, είναι το μέγεθος του αντίβαρου και του πλωτήρα και το σύστημα καταγραφής της πληροφορίας. Σημερινό παράδειγμα σύγχρονης καταγραφής με την προαναφερθείσα μέθοδο είναι το πρόγραμμα Argo, που χρησιμοποιεί συστήματα προηγμένης τεχνολογίας. Ένα άλλο μέσο που χρησιμοποιεί τη Lagrange μέθοδο, χωρίς να αποτελεί βέβαια άμεση μέτρηση, είναι η αναζήτηση δεικτών. Οι δείκτες μπορεί να είναι κάποιος ρυπαντής, κάποια βαφή, ραδιενεργά στοιχεία κ.α. Τα συμπεράσματα για την πορεία τους βγαίνουν μέσα από την κατάλληλη κάθε φορά χημική ανάλυση (www-pord.ucsd.edu/~Italley/sio210/pickard_emery/chapter_6.pdf).

2.1.3 Δορυφορικά συστήματα

Η δορυφορική τεχνολογία είναι σε θέση στις μέρες μας να δώσει ωκεανογραφική κάλυψη για απομακρυσμένες ή πολύ μεγάλης έκτασης περιοχές, που καθιστούν δύσκολη τη μελέτη με άλλα μέσα. Ο μεγαλύτερος περιορισμός της μεθόδου είναι ότι η διαθέσιμη πληροφορία αφορά κυρίως στην επιφάνεια της θάλασσας ή και μέχρι κάποιο περιορισμένο βάθος. Για το λόγο αυτό μπορούμε να μετρήσουμε κυρίως επιφανειακά ρεύματα (<http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/IntroOc/lecture13.html>):

Μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος ωκεανογραφικής παρατήρησης με δορυφορικά μέσα είναι αυτή που χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία. Η απορρόφηση από τα συστατικά της ατμόσφαιρας είναι πολύ μικρή, ενώ ταυτόχρονα η παρεμβολή νεφών είναι ευδιάκριτη και δεν εμποδίζει τους ωκεανογράφους. Χρησιμοποιείται εύκολα για την παρακολούθηση παράκτιων, θαλάσσιων ρευμάτων λόγω της πολύ μεγάλης ικανότητας ανάλυσης στη διαφορά θερμοκρασίας (langrangian πρακτική). Η ακρίβεια της μεθόδου μπορεί να αυξηθεί με επίγειες μετρήσεις και παράλληλες διορθώσεις που θα επιφέρουν αύξηση της ευαισθησίας της. Η βιομηχανία «τάνκερ» πετρελαίου χρησιμοποιεί με επιτυχία τη δορυφορική αυτή ανάλυση, για να μειώσει την κατανάλωση καυσίμων των πλοίων και τα συνεπακόλουθα μεταφορικά έξοδα. Εντοπίζει τα θερμά νερά του ρεύματος του Κόλπου του Μεξικού που πάνε ανατολικά, και διορθώνει παράλληλα τις γραμμές των πλοίων, ώστε να εκμεταλλεύονται το ρεύμα κατά την κίνησή τους (Beer, 1997).

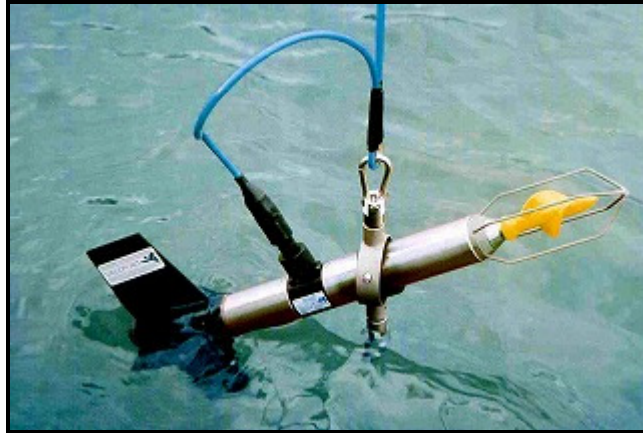
2.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ

2.2.1 Υλικά και μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στις εργασίες πεδίου

Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ήταν ως εξής :

- 3 πλωτήρες επιφανείας, ικανοί να εξασφαλίζουν την επιθυμητή τάση και πλευστότητα, για εύκολη ανάσυρση.
- Αλυσίδα (ορισμένου μήκους, ανάλογου με το επιθυμητό βάθος πόντισης του οργάνου) ενωμένη με τους πλωτήρες και το πάνω μέρος του ρευματογράφου.
- Αλυσίδα ενωμένη με το κάτω μέρος του ρευματογράφου από τη μια και με αντίβαρο και άγκυρα από την άλλη πλευρά.

Τα όργανα μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα ήταν δύο μηχανικοί ρευματογράφοι, της Valerport (Εικόνα 5.), ένας εκ των οποίων χρησιμοποιήθηκε σε εργασίες ρευματομετρήσεων, στο κανάλι της Ποτίδαιας το 2002 από τους Savvidis et al. (2005).



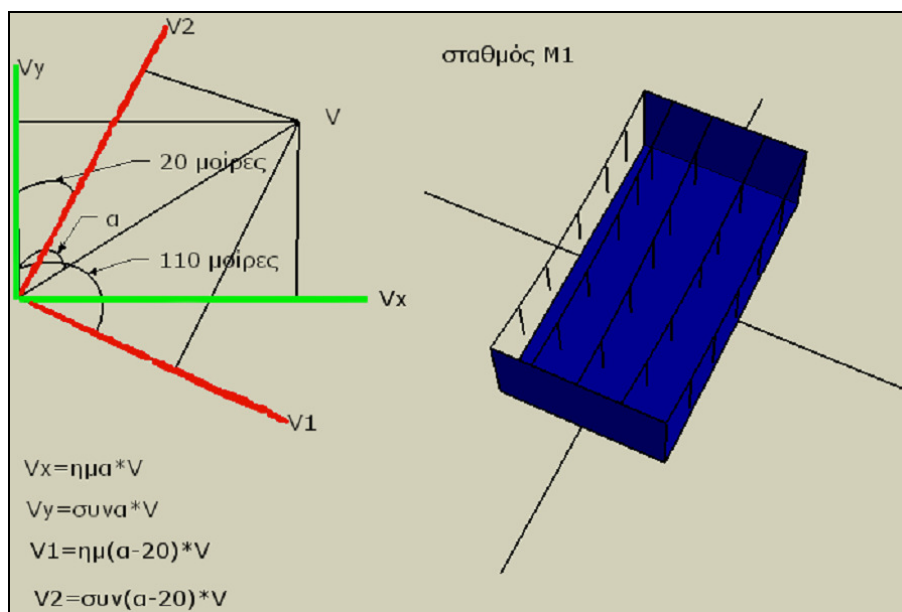
Εικόνα 5. Μηχανικοί ρευματογράφοι (http://www.k-engineering.co.jp/ETC/img/VP_105.jpg)

Το συγκεκριμένο μοντέλο μετράει την ταχύτητα του ρεύματος μέσω περιστρεφόμενου έλικα (ρότορα) και διεύθυνση με τη βοήθεια πτερυγίου. Φέρει ειδικές υποδοχές για ελεύθερη περιστροφή και ανάρτηση στο επιθυμητό βάθος.

Η ενεργοποίησή του γίνεται μόνο μέσα στο νερό μέσω ειδικού αυτόματου διακόπτη, τοποθετημένου στο όργανο. Έξω από το νερό η ενεργοποίησή του γίνεται με τεχνητό τρόπο, κατά τον οποίο χρησιμοποιείται καλώδιο που συνδέεται κατάλληλα, ώστε να παρακάμπτει τον ειδικό διακόπτη. Το ένα από τα δύο όργανα είναι εφοδιασμένο με αισθητήρες μέτρησης συμπληρωματικών παραμέτρων, όπως του βάθους και της θερμοκρασίας. Το μοντέλο καταγράφει αυτόματα και αποθηκεύει σε μνήμη (512kbyte) τις τιμές των παραμέτρων. Διαθέτει δυνατότητα εσωτερικής και εξωτερικής τροφοδοσίας. Η εσωτερική τροφοδοσία μέσω αλκαλικής μπαταρίας διαρκεί περίπου 30 ημέρες για ρυθμό δειγματοληψίας ανά 10 δευτερόλεπτα ή 56 ημέρες με ρυθμό δειγματοληψίας ανά 5 λεπτά. Η μνήμη επαρκεί για συνεχή καταμέτρηση 8000 καταγραφών ταχύτητας και διεύθυνσης. Κάθε δευτερόλεπτο το όργανο μετράει ταχύτητα περιστροφής του ρότορα λόγω του διερχόμενου ρεύματος, αλλά και διεύθυνση μέσω μιας κεφαλής πυξίδας. Κατ' αυτόν τον τρόπο λαμβάνονται διανύσματα της ταχύτητας του ρεύματος, τα οποία εν συνεχεία προστίθενται για κάθε ορισμένη, από το χρήστη, μέση περίοδο. Σε πολύ μικρές ταχύτητες ροής είναι απαραίτητο να καθορίσουμε κάποιο εύλογα μεγάλο χρονικό διάστημα για τη μέση περίοδο (averaging period), για να βελτιώσουμε την ανάλυση και την ακρίβεια των μετρήσεων. Στις μετρήσεις μας, η περίοδος

μέσης καταγραφής που χρησιμοποιήθηκε ήταν 30 λεπτά. Για τα ρεύματα έντασης, μεγαλύτερης των 0,4 m/sec η ακρίβεια της μέτρησης είναι $\pm 2,5\%$ και κάτω από τα 0,4m/sec η ακρίβεια είναι της τάξης των 0,01m/sec. Όσον αφορά την πυξίδα, η ακρίβεια είναι $\pm 2,5^\circ$ και η ανάλυση $0,5^\circ$ (http://www.valeport.co.uk/pdf/Currents%20v1a_A4LR.pdf). Τα δεδομένα μπορούν να ληφθούν μέσω απευθείας σύνδεσης του οργάνου με ηλεκτρονικό υπολογιστή, εφόσον είναι φορτωμένο σε αυτόν το κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε, ήταν το Datalog έκδοσης 2.07. Είναι ένα απλό λογισμικό, γραμμένο σε visual basic, ειδικευμένο στη συλλογή δεδομένων με Valeport όργανα μέσω υπολογιστή. Τα εξωτερικά μέρη του ρευματογράφου είναι από τιτάνιο και πολυμερικό υλικό, για αντοχή στη διάβρωση. (Operation Manual - Valeport - Model 105, 1999)

Τα ρευματογραφικά δεδομένα υπέστησαν κατάλληλη επεξεργασία, ώστε από τη συνισταμένη του διανύσματος έντασης του ρεύματος να προκύψουν οι συνιστώσες του ρεύματος κατά τους άξονες x, και y και κατά τους άξονες 1 και 2 (Εικ.6)



Εικόνα 6. Εικονική παράσταση μυδοκαλλιέργειας και τρόπος υπολογισμού συνιστωσών έντασης ρεύματος για τα δύο συστήματα αξόνων.

Ο άξονας x δίνει τη διεύθυνση Δύση-Ανατολή και ο y τη διεύθυνση Νότος-Βορράς. Ο 1 υποδεικνύει διεύθυνση κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μονάδας και ο 2 παράλληλα σε αυτές.

Οι άξονες x και y ορίζουν τη διεύθυνση του ρεύματος σε σχέση με το βορρά, ενώ ο 1 και ο 2 σε σχέση με τη διάταξη της μυδοκαλλιέργειας. Το παραπάνω σκαρίφημα (Εικ.6) δίνει τον

τρόπο υπολογισμού των συνιστωσών στη μονάδα του σταθμού M1. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν τα αντίστοιχα μεγέθη για τους άλλους σταθμούς. Με α συμβολίζεται η γωνία καταγραφής που δίνει ο ρευματογράφος. Στο σταθμό M3 οι V_1 και V_2 ταυτίζονται με τις συνιστώσες κατά V_x και V_y αντίστοιχα γιατί ο σταθμός έχει τις γραμμές παραγωγής παράλληλες με το βορρά. Ο αριθμός 20 που αφαιρείται στη γωνία καταγραφής, είναι η πλησιέστερη απόκλιση σε μοίρες, της κατ' εκτίμηση γωνίας που ορίζεται από την ευθεία της διεύθυνσης των «longlines» της κάθε μονάδας σε σχέση με το Βορρά. Στο σταθμό M2 προστίθεται στη γωνία καταγραφής, το νούμερο 45 που είναι η αντίστοιχη απόκλιση της μονάδας του συγκεκριμένου σταθμού σε μοίρες, από το βορρά. Η απόκλιση του σταθμού M3 είναι μηδενική. Κατ' ανάλογο τρόπο υπολογίστηκαν και οι συνιστώσες W_x και W_y για τον άνεμο, του οποίου τα δεδομένα πάρθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Οργανισμού Λιμένος Θεσσαλονίκης (Ο.Λ.Θ.).

Ο υπολογισμός των συνιστωσών των εντάσεων δίνει επιπλέον πληροφορία σε σχέση με την απλή συνισταμένη της έντασης του ρεύματος ή του ανέμου. Ο μέσος όρος των συνιστωσών των εντάσεων του ρεύματος, για ένα χρονικό διάστημα, μπορεί να δώσει πληροφορία για την πραγματική επικρατούσα κίνηση. Μπορεί δηλαδή να δοθεί η ποσοτική επικράτηση της μετακίνησης της υδάτινης μάζας καθώς μέσα στις συνιστώσες υπεισέρχεται ο παράγοντας της αριθμητικής έντασης αλλά και της φοράς η οποία δηλώνεται με το πρόσημο. Αντίθετα ο μέσος όρος για την συνισταμένη της έντασης εκφράζει το μέγεθος της έντασης και όχι επικρατούσα κίνηση. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται στις περιπτώσεις εκείνες που ενδιαφέρουν κυρίως φαινόμενα ανάμειξης υδάτινων μαζών.

(<http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/IntExerc/advanced3/quest04.html>)

2.2.2 Μεθοδολογία ανάλυσης και επεξεργασίας των μετρήσεων

Η παρουσίαση - απεικόνιση των μετρήσεων των παραμέτρων των ρευμάτων μπορεί να γίνει :

- με τη μορφή ροδογράμματος, όπου αποτυπώνεται η συχνότητα των διαφόρων διευθύνσεων των ρευμάτων σε ένα σημείο, και με τη μορφή ιστογράμματος για την απεικόνιση της συχνότητας των ταχυτήτων του ρεύματος,
- με χρονοσειρές, όπου απεικονίζεται η μεταβολή της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ρεύματος συναρτήσει του χρόνου
- με τη διαδοχική προβολή του διανύσματος της ταχύτητας (μέτρο και διεύθυνση) με το χρόνο (feather plot), (Beer, 1997, p. 289).

Από τα παραπάνω, για τις ανάγκες που αφορούσαν στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα διασποράς (απεικονίζουν διεύθυνση και

ένταση ταυτόχρονα), ροδογράμματα, χρονοσειρές και πίτες. Επίσης έγινε υπολογισμός των συνιστωσών των εντάσεων του ρεύματος και του ανέμου κατά διαφορετικούς άξονες και αποτυπώθηκαν τα αποτελέσματα σε πίνακες.

Τα λογισμικά προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή και παρουσίαση ολόκληρου του υλικού, ήταν το MS Word, MS Excel, MS powerpoint, το Minitab 15, το Golden software Grapher 3, το MWSnap 3, το Paintshop Pro 7 το Google SketchUp και Google Earth.

2.2.3 Δειγματοληψίες-Μετρήσεις στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσης εργασίας

Για την πραγματοποίηση των πλόνων χρησιμοποιήθηκαν το σκάφος «Ποσειδωνία» και μια λέμβος αλιευτικών εργασιών και αξιοποιήθηκαν η πολύτιμη γνώση και η πείρα των χειριστών τους. Επιλέχθηκαν τέσσερις θέσεις δειγματοληψιών, οι σταθμοί M1, M2, και M3 που αντιστοιχούν στις μονάδες 20, 9 και 3 αντίστοιχα και ο τέταρτος σταθμός, M4 που βρίσκεται στο κέντρο περίπου της περιοχής των μυδοκαλλιεργειών και δεν αντιστοιχεί στη θέση κάποιας μονάδας. Πραγματοποιήθηκαν 29 μετρήσεις πεδίου. Από το σύνολο αυτών, έγινε διαχωρισμός σε χρονικά διαστήματα τετραήμερων τα οποία θεωρούνται αντιπροσωπευτικά για την εκδήλωση και ανάπτυξη των ανεμολογικών επεισοδίων. Εν συνεχεία οι μετρήσεις συσχετίστηκαν με αντίστοιχες ανεμολογικές. Παράλληλα, σχεδιάστηκαν διαφορετικές διατάξεις στο στήσιμο των ρευματογράφων για τη διερεύνηση των εξής :

- Κυκλοφορία και παρεμπόδιση

Η συνήθης τακτική των μετρήσεων για τους τρεις πρώτους σταθμούς περιλάμβανε 2 ρευματογραφικά όργανα εκατέρωθεν της μονάδας, με σκοπό την εκτίμηση της κυκλοφορίας στο συγκεκριμένο κάθε φορά σταθμό και την παρεμπόδιση της μονάδας στο διερχόμενο ρεύμα. Στον τέταρτο σταθμό, εφόσον δεν υπάρχει μονάδα, δε τίθεται θέμα παρεμπόδισης.

- Ανάκτηση

Και οι δύο ρευματογράφοι βρίσκονται στην ίδια πλευρά της μονάδας. Ο ένας είναι σε απόσταση 20-30 μέτρα από τη μονάδα ενώ ο άλλος σε απόσταση 70-100 μέτρα. Με τον τρόπο αυτόν επιχειρείται να εκτιμηθεί πόσο ανακτάται το ρεύμα, όταν δεν παρεμβάλλεται κάποιο εμπόδιο στην πορεία του.

- Επιφανειακή και βαθύτερη κυκλοφορία

Ο ένας ρευματογράφος στήθηκε σε βάθος κοντά στην επιφάνεια και οι άλλοι σε βάθη κατάλληλα ανάλογα με την βαθυμετρία του σταθμού ώστε να καλυφθεί κατά το δυνατόν το σύνολο της θαλάσσιας στήλης.

- Ροή εντός και εκτός της μονάδας

Στήθηκε ένα όργανο μέσα στη μονάδα ανάμεσα στις γραμμές παραγωγής και ένα ακόμα εκτός, για να εκτιμηθεί η επιβράδυνση των ρευμάτων κατά τη διέλευση μέσα από τη μονάδα.

Κατά τη μελέτη της υδροδυναμικής κυκλοφορίας, μας ενδιαφέρει περισσότερο η εξέταση της επικράτησης συγκεκριμένων συνθηκών για μεγάλα χρονικά διαστήματα στην περιοχή και όχι τα αποσπασματικά έντονα επεισόδια που μπορούν να λαμβάνουν χώρα και τα οποία δύναται να διαφοροποιούν το προϋπάρχον καθεστώς. Έτσι λοιπόν για τη διερεύνηση της γενικής υδροδυναμικής κυκλοφορίας όσον αφορά τη φορά κίνησης των μαζών λαμβάνονται περισσότερο υπόψη οι επικρατούσες συχνότητες διεύθυνσης. Δυστυχώς οι διευθύνσεις δεν μπορούν να υποστούν εύκολα κάποια μαθηματική επεξεργασία όπως είναι ο μέσος όρος και έτσι υιοθετείται ο διαχωρισμός των διευθύνσεων σε κλάσεις μεγέθους. Η ακρίβεια που δίνει αυτή η επεξεργασία περιορίζεται από την επιλογή του μεγέθους των κλάσεων (το μέγεθος κλάσης είναι 45 μοίρες). Αντίθετα, στις περιπτώσεις διερεύνησης της παρεμπόδισης, της ανάκτησης ή της έντασης του ρεύματος σε διαφορετικό βάθος, εκτιμώνται περισσότερο οι μέσοι όροι των συνιστωσών της έντασης για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα. Αυτό γίνεται γιατί οι συνιστώσες παρέχουν τιμές έντασης, προσδίδοντας αριθμητική ακρίβεια στην κίνηση των θαλασσιών μαζών και κατ' επέκταση ευκολότερη ποσοτική σύγκριση των αποτελεσμάτων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΩΤΗΣ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ (LONG LINE)

Η στοιχειώδης λειτουργική μονάδα ενός μυτιλοτροφείου είναι ο άξονας ή «μάννα» ο οποίος εκτείνεται γραμμικά (κανονικά κάθετα προς την κυρίαρχη κατεύθυνση των ρευμάτων), επί του οποίου σε ίσες αποστάσεις αναρτώνται σωληνωτά δίχτυα (κάλτσες), στα οποία αναπτύσσονται τα μύδια (αρμαθίες). Το μήκος των αρμαθιών μπορεί να φτάνει τα 2/3 του βάθους στην περιοχή. Ο άξονας δημιουργείται συνήθως από σχοινί πάχους 20 – 25 χιλ. Ένα μυτιλοτροφείο αποτελείται από συστοιχίες αξόνων παράλληλων μεταξύ τους. Οι άξονες στηρίζονται πάνω σε πλωτήρες (μεγάλα, πλαστικά, αεροστεγή βαρέλια). Το μέγιστο μήκος του άξονα καθορίζεται στα 120 μέτρα και η ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους στα 10 μέτρα. Οι αρμαθίες απέχουν 50 εκατοστά το ελάχιστο η μία από την άλλη (ΥΠΓΕ, 2003). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα μύδια πάνω στην αρμαθιά ξεκινούν συνήθως στα δύομισι περίπου μέτρα (ανάλογα με την περίπτωση) κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και ως εκ τούτου η παρεμπόδιση των θαλασσιών ρευμάτων αρχίζει από αυτό το βάθος. Επίσης καθώς τα μύδια αυξάνονται σε μέγεθος αυξάνεται και η διάμετρος της αρμαθιάς. Έτσι μειώνεται το διάκενο μεταξύ των αρμαθιών σε πολύ λιγότερο των 50 εκατοστών. Στην περίπτωση αυτή η παρεμπόδιση στα επικρατούντα ρεύματα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη και είναι αναγκαία η οποιαδήποτε μορφής πρακτική διαχείρισης που θα αποκαθιστά το πρόβλημα. Οι παραγωγοί εφαρμόζουν τουλάχιστον δύο διαλογές των μυδιών μέχρι το διάστημα που αυτά θα φτάσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος κατά τις οποίες και εκτονώνεται το πρόβλημα (ΥΠΓΕ, 2003).

3.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε ισόποσο αριθμό μετρήσεων για τους τρεις πρώτους σταθμούς. Στο σταθμό M4 χρησιμοποιήθηκαν λιγότερες μετρήσεις καθότι κάλυψαν το αντικείμενο της έρευνας για το οποίο επιλέχθηκε. Από τις συνολικές μετρήσεις για όλους τους σταθμούς κάποιες δεν ενσωματώθηκαν μέσα στην εργασία είτε γιατί ήταν ελαττωματικές είτε γιατί δεν συνεισέφεραν κάποια παραπάνω πληροφορία.

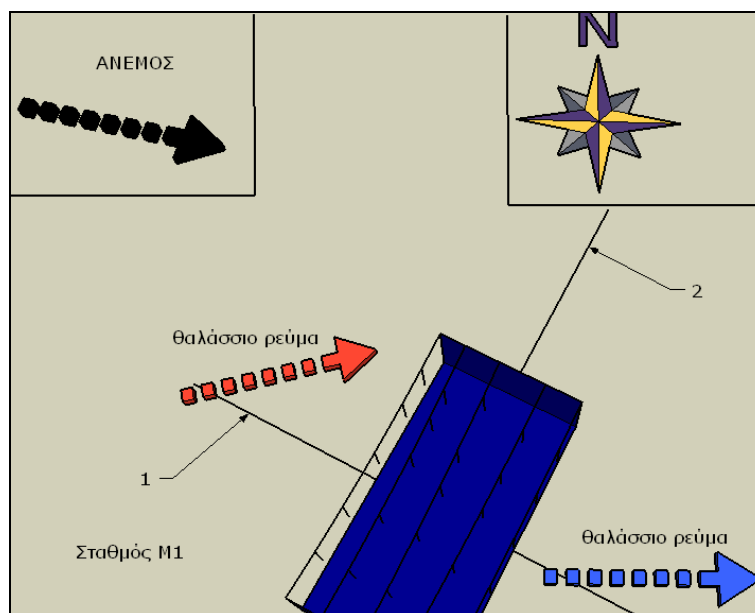
3.2.1 Σταθμός M1

Στο Σχήμα. 2 (σελ.5), ο σταθμός M1 αντιστοιχεί στην 20ή μονάδα μετρώντας από αριστερά προς τα δεξιά στην πλησιέστερη σειρά μονάδων στην ακτή (Γ.Μ. : 22° 48' 185, Γ.Π. : 40° 32' 772). Το βάθος του σταθμού είναι 16 μέτρα.

Δεν κατέστη δυνατόν το βάθος πόντισης των ρευματογράφων να διατηρηθεί σταθερό σε όλες τις δειγματοληψίες και για το λόγο αυτό δίνεται το βάθος για κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Η αδυναμία διατήρησης σταθερού βάθους πόντισης ήταν απόρροια της επίδρασης των κυματισμών και της παλίρροιας αλλά κυριότερα τυχαίων γεγονότων που παρουσιάστηκαν όπως π.χ. απώλεια αέρα στους πλωτήρες, απώλεια άγκυρας, απώλειες πλωτήρων.

Χρονικό διάστημα 16-01-2006 ως 20-01-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.7.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός M1) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο (τα διανύσματα απεικονίζουν την τάση των ρευμάτων και του ανέμου να ακολουθήσουν μια συγκεκριμένη κατεύθυνση στη διάρκεια του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος). Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα σε αυτές. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά (Το N προέρχεται από την αγγλική λέξη North = Βορράς).



Εικόνα 7.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 16-01-06 με 20-01-06 : Για το διάστημα αυτό παρατηρήθηκαν μικρές τιμές έντασης του ρεύματος (10cm/sec μέγιστο Εικ.7.5), γεγονός που οφείλεται στο βάθος πόντισης των ρευματογράφων που στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν περί τα πέντε μέτρα από την επιφάνεια. Ο μέσος όρος των εντάσεων ήταν 0,6 και 0,5cm/sec (Πίνακας 2.) για το βορειοδυτικό και νοτιοανατολικό ρευματογράφο αντίστοιχα. Χαρακτηριστική πληροφορία είναι ότι στις καταγραφές έντασης εμφανίζονται πολλές

μηδενικές τιμές. Το γεγονός αποτελεί ένδειξη πως το ανεμογενές ρεύμα εξασθενεί σημαντικά κάτω από τα πέντε με έξι μέτρα βάθος. Παράλληλα, διακρίνεται από την Εικόνα.7.9 ότι δεν υπάρχει σημαντική δράση παλίρροιας, καθότι εμφανίζονται συνεχόμενες μηδενικές τιμές για διάστημα μεγαλύτερο των 19 ωρών (π.χ. από 85 έως 133 περίπου), ενώ ως γνωστόν η παλίρροια στην περιοχή είναι ημιημερήσια (περίοδος $T=12$ ώρες).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοδυτικά της μονάδας 20* (σταθμός M1), οι διευθύνσεις είναι διατεταγμένες στον άξονα Δ-Α (δύση-ανατολή), όπως φαίνεται από το (Εικ.7.2). Οι συνιστώσες των ταχυτήτων κατά τον x (Α-Δ) και κατά τον y (Ν-Β) άξονα δίνουν 0,005m/sec, και 0,002m/sec αντίστοιχα, δηλαδή επικρατούν ανατολικά – βορειοανατολικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 23,8% επί του συνόλου (Εικ.7.7). Το 95,9% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.7.8).

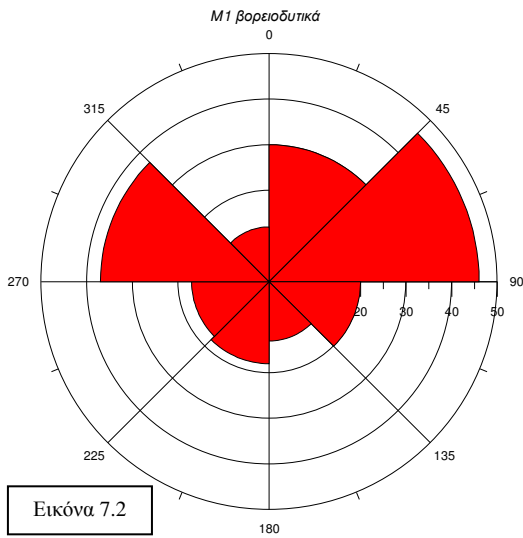
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νοτιοανατολικά της μονάδας 20* (σταθμός M1), οι διευθύνσεις είναι κυρίως πάνω στον άξονα Δ-Α (δύση-ανατολή), όπως φαίνεται στο (Εικ.7.3). Οι συνιστώσες των ταχυτήτων κατά τον άξονα x (Α-Δ) και τον άξονα y (Ν-Β) δίνουν 0,003m/sec και 0 αντίστοιχα. Άρα, είναι σαφής η επικράτηση ανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 26,9% επί του συνόλου (Εικ.7.7). Το 97,9% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.7.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση ανατολικά προς δυτικά. Παράλληλα, υπάρχει μείωση της έντασης κατά 40% για τη συνιστώσα κατά τον x άξονα, που είναι και ο κύριος άξονας κίνησης του ρεύματος (από 0,005 σε 0,003m/sec), και αυτό αποτελεί την παρεμπόδιση της μονάδας της μυδοκαλλιέργειας στην κίνηση των υδάτινων μαζών κατά τη συγκεκριμένη φορά. Αν πάρουμε απλά και μόνον τους μέσους όρους έντασης της καταγραφείσας τιμής του ρεύματος (συνισταμένη V), τότε προκύπτει μία μείωση από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά της μονάδας 20 από 0,006m/sec σε 0,005m/sec, δηλ. κατά 16,67%. Η επίδραση της μονάδας, λοιπόν, είναι ικανή να επιφέρει μείωση στο αρχικό ρεύμα μέχρι και 16,67%, στη δεδομένη περίπτωση.

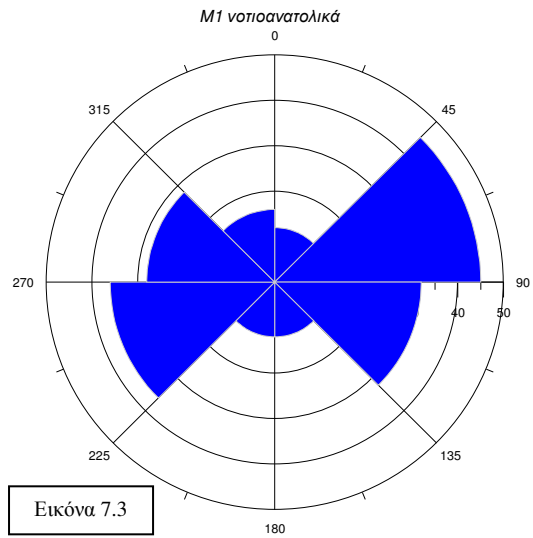
Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετο και παράλληλο στα longlines αντίστοιχα) και τους μέσους όρους των συνιστωσών ταχυτήτων, προκύπτει μείωση της έντασης του ρεύματος από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά της μονάδας 20 και κίνηση με είσοδο νερών από τα δυτικά-νοτιοδυτικά και έξοδο από τα ανατολικά-βορειοανατολικά. Ειδικότερα, κατά τον άξονα 1 έχουμε μείωση από 0,004m/sec σε 0,003m/sec, δηλ. μείωση κατά 25%, ενώ κατά τον άξονα 2 έχουμε μείωση από 0,003m/sec σε 0,001m/sec, δηλ. μείωση κατά 66,6%. Η μεγάλη μείωση που παρατηρείται για τον άξονα 2, οφείλεται στην αλλαγή διεύθυνσης του ρεύματος από βορειοανατολική (στα βορειοδυτικά της μονάδας) σε ανατολική (στα νοτιοδυτικά της μονάδας). Υπάρχει δηλαδή μία αυξομείωση στις επιμέρους συνιστώσες, που οφείλεται στην αλλαγή διεύθυνσης του ρεύματος.

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, είναι φανερό ότι επικρατεί ο βορειοδυτικός (Εικ.7.5), με μέγιστες τιμές έντασης που φτάνουν μέχρι και 8m/sec (Εικ.7.6), ενώ ο μέσος όρος είναι 1,73 m/sec (με τις περισσότερες όμως καταγραφές να έχουν μικρές τιμές έντασης). Κατά τις συνιστώσες της έντασης του ανέμου κατά τον x και y άξονα ($W_x = -0,78$ και $W_y = 0,62$ m/sec), προκύπτει άνεμος βορειοδυτικός. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 42% επί του συνόλου (Εικ.7.7). Η ένταση του ανέμου για το 56,6% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec (Εικ.7.8).

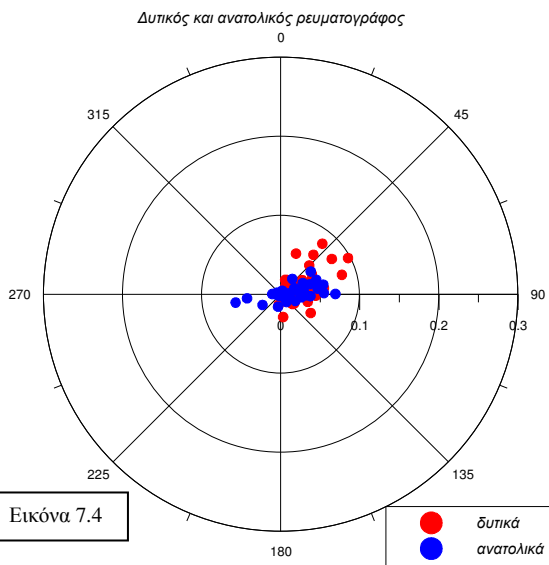
Τα παρακάτω διαγράμματα των διευθύνσεων (σχ.7.2, σχ.7.3, και σχ.7.6) απεικονίζουν συχνότητα διεύθυνσης ρευμάτων ή ανέμου κατά τον εξής τρόπο: Το διάστημα των 4 ημερών χωρίζεται σε N=193 παρατηρήσεις της μισής ώρας η κάθε μία. Για παράδειγμα στο σχήμα 3 το ανατολικό-βορειοανατολικό ρεύμα (επικρατέστερο) εμφανίζεται με συχνότητα 46 σε σύνολο 193 παρατηρήσεων (δηλ ποσοστό $46/193 = 23,83$ %). Συμπερασματικά, για 23 ώρες (σχεδόν μία ημέρα) συνολικού και όχι συνεχόμενου χρόνου, το ρεύμα έχει αυτή τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.



Εικόνα 7.2



Εικόνα 7.3



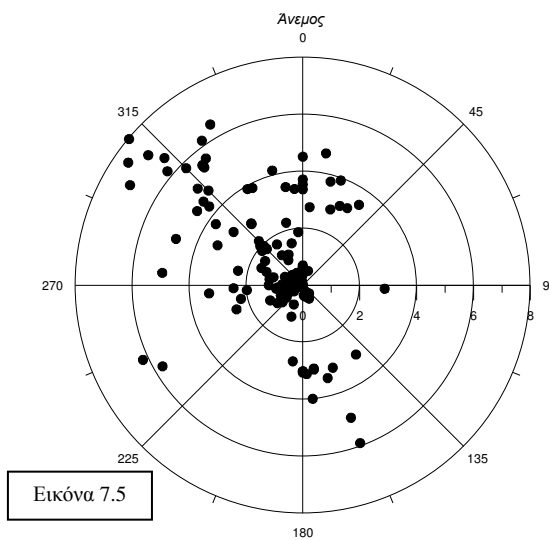
Εικόνα 7.4

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.7.2 και 7.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας, δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

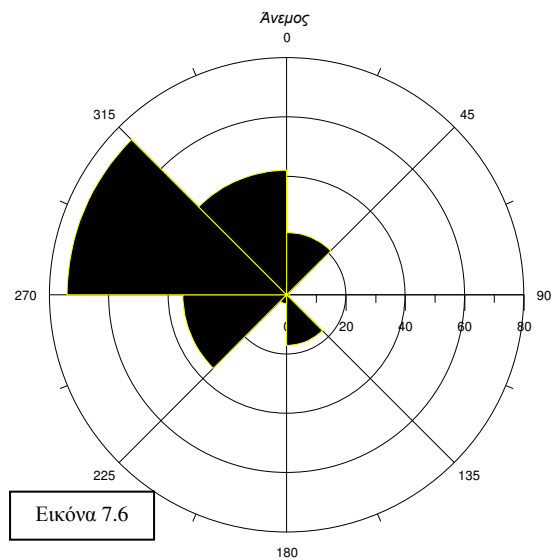
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.7.4 και σχ.7.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.7.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



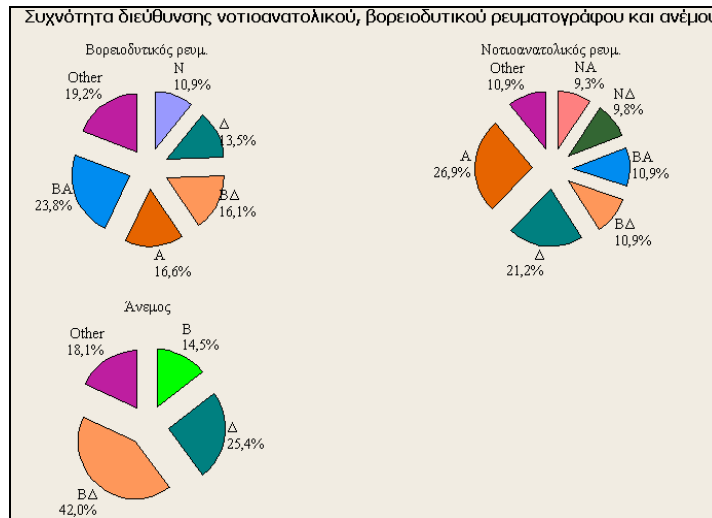
Εικόνα 7.5



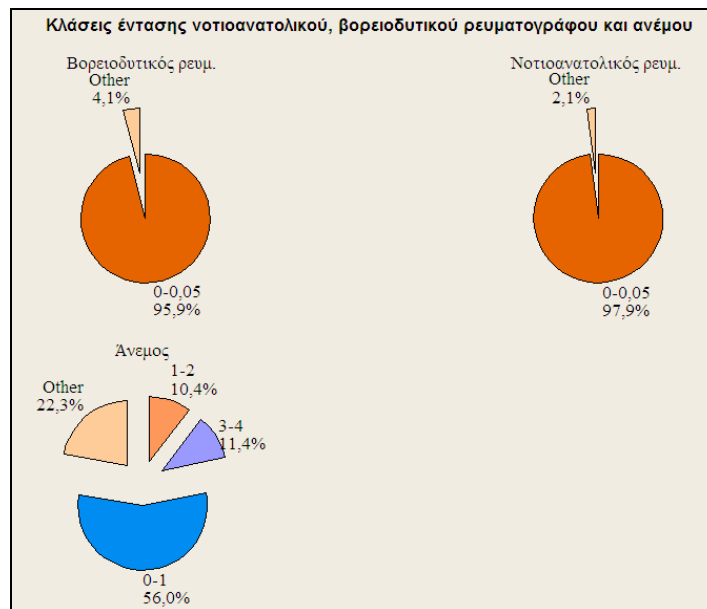
Εικόνα 7.6

Τα παρακάτω σχήματα (Εικ.7.7 και Εικ.7.8) αναφέρονται στην στατιστική κάλυψη των διευθύνσεων και των εντάσεων των θαλασσιών ρευμάτων και του ανέμου, καταδεικνύοντας τις

επικρατούσες κλάσεις. Στην κατηγορία «other» εμπίπτουν όλες οι κλάσεις που το ποσοστό τους είναι μικρότερο του 8%. Το μέγεθος του ποσοστού των κλάσεων αυξάνεται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Οι πίτες των διευθύνσεων υποδεικνύουν φορά για τα θαλάσσια ρεύματα και το είδος του ανέμου για τον άνεμο. Π.χ. στο νότιο άνεμο «N» οι αέριες μάζες κατευθύνονται βόρεια ενώ στα ρεύματα όπου «N» η φορά είναι προς το νότο. Οι κλάσεις έντασης εκφράζονται σε m/sec.

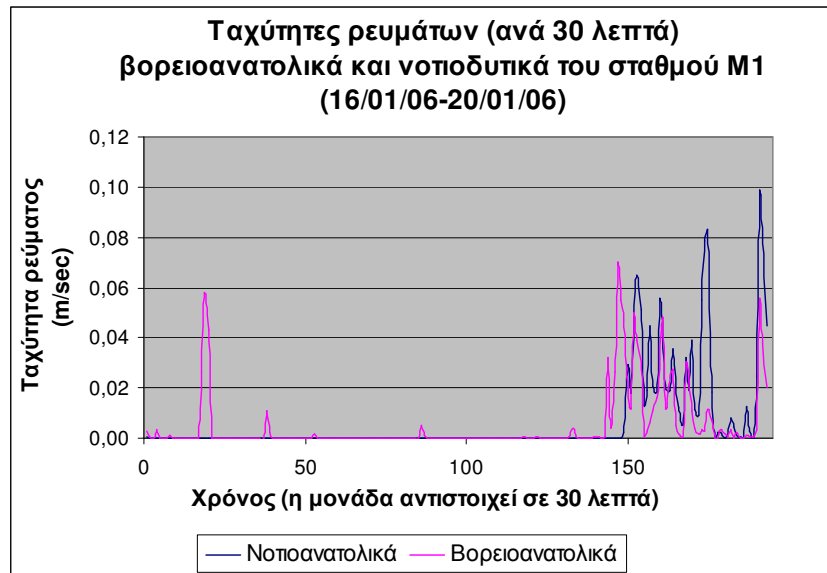


Εικόνα 7.7 Κλάσεις διεύθυνσης νοτιοανατολικού, βορειοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 7.8 Κλάσεις έντασης νοτιοανατολικού, βορειοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου.

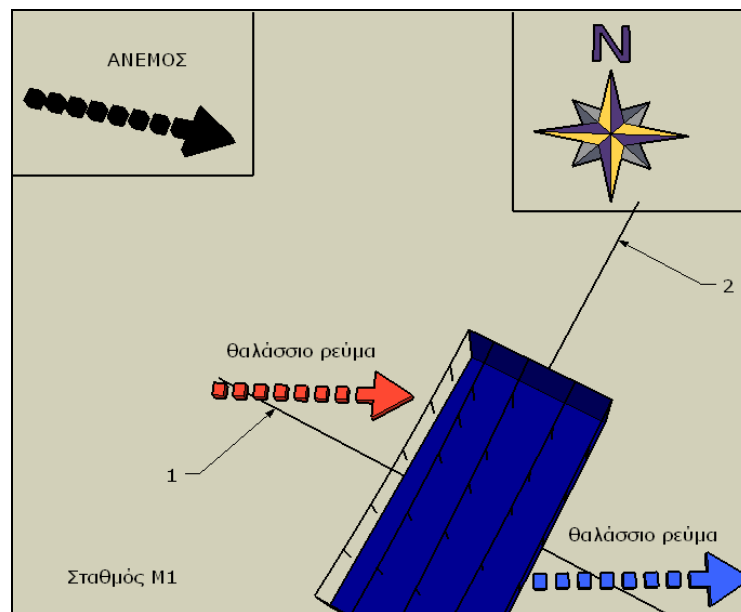
Στο παρακάτω σχήμα (Εικ.7.9) οι συνεχόμενες μηδενικές τιμές έντασης ρεύματος υποδεικνύουν περιοδική μικρή επίδραση της παλίρροιας στη συνολική ένταση του ρεύματος της τάξεως του 1cm/sec.



Εικόνα 7.9 Χρονοσειρά απεικόνισης της ταχύτητας των θαλασσίων ρευμάτων για χρονικό διάστημα τεσσάρων ημερών.

Χρονικό διάστημα 13-04-2006 ως 17-04-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας στο σταθμό M1)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.8.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός M1) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες.



Εικόνα 8.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 13-04-06 με 17-04-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων ήταν περί τα 2 μέτρα από την επιφάνεια, γεγονός στο οποίο αποδίδεται η εμφάνιση μεγαλύτερων τιμών έντασης του ρεύματος, που πλησιάζουν μέχρι και τα 30cm/sec (Εικ.8.4). Οι μέσοι όροι έντασης για το βορειοδυτικό και νοτιοανατολικό ρευματογράφο αντίστοιχα είναι 7,2 και 11cm/sec.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοδυτικά της μονάδας 20* (M1) (Εικ.8.2), η κατεύθυνση του ρεύματος δηλώνει σαφή επικράτηση της κίνησης προς ανατολικά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των εντάσεων των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,037m/sec ενώ κατά y (Ν-Β) -0,002 m/sec, δηλαδή είναι προφανής, όπως και στο διάστημα 16/01/06-20/01/06, η επικράτηση ανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 36,8% επί του συνόλου (Εικ.8.7). Το 46,6% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.8.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νοτιοανατολικά της μονάδας 20* (σταθμός M1) (Εικ.8.3), ισχύει το ίδιο, με ελαφρά μικρότερη διασπορά σε άλλες κατευθύνσεις. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,032m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,004m/sec. Άρα, είναι σαφής η επικράτηση, γι' άλλη μια φορά, ανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 36,8% επί του συνόλου (Εικ.8.7). Το 40,4% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.8.8). Σημείωση : ο ρευματογράφος βρέθηκε στην επιφάνεια λόγω απώλειας της άγκυρας.

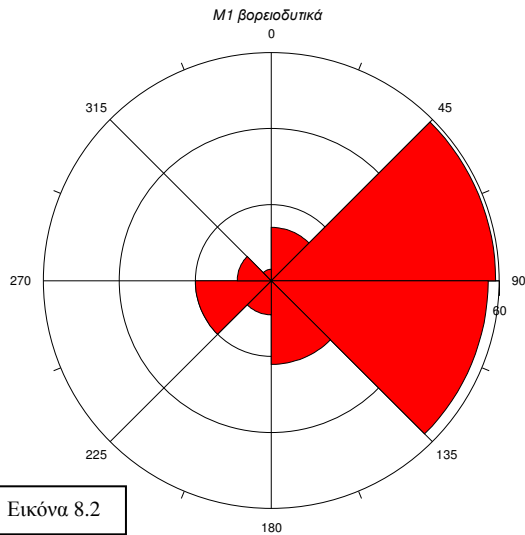
Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση από *δυτικά προς ανατολικά*, με αύξηση της έντασης του ρεύματος σε αυτή τη φορά, παρόλο που παρεμβάλλεται η μονάδα (αύξηση στη συνισταμένη της έντασης του ρεύματος από 0,072 σε 0,110m/sec, 52,77%,. Αυτό οφείλεται, ίσως, σε τυχαία γεγονότα που δεν είχαν προβλεφθεί. Π.χ. αφαίρεση άγκυρας.

Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 έχουμε κατά τον άξονα 1 μείωση από 0,035m/sec σε 0,029m/sec, δηλ. μείωση κατά 17,15%, ενώ κατά τον άξονα 2 αύξηση από 0,011m/sec σε 0,015m/sec, δηλ. κατά 26,67%.

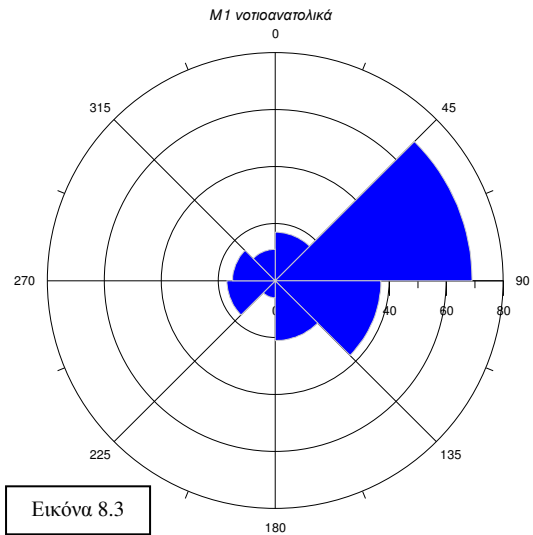
Η παρεμπόδιση της μονάδας στη διέλευση υδάτινων μαζών θα μπορούσε να δοθεί κατά τους άξονες x και 1, καθώς η πορεία του ρεύματος ταυτίζεται περισσότερο με τις διευθύνσεις των αξόνων αυτών.

Κατά τον x άξονα η παρεμπόδιση είναι της τάξης του 13,52% και κατά τον 1 άξονα 17,15%.

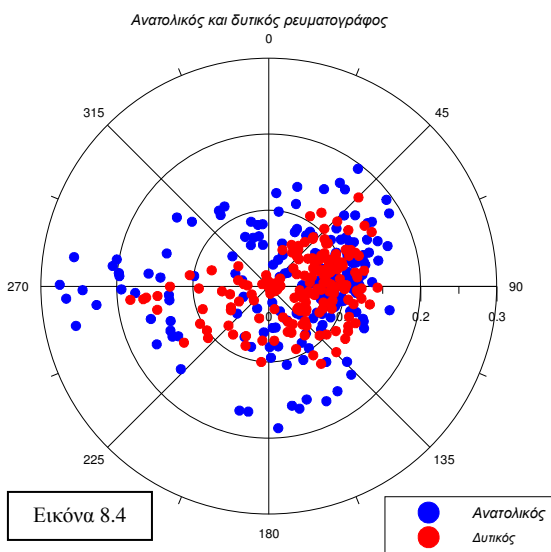
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, είναι φανερό ότι επικρατεί η βόρεια και η βορειοδυτική συνιστώσα (Εικ.8.6), ενώ υπάρχει και σημαντική νότια, χαμηλότερης, όμως, έντασης. Οι μέγιστες τιμές έντασης φτάνουν μέχρι και 4m/sec (Εικ.8.5), ενώ ο μέσος όρος είναι 1,21m/sec (με τις περισσότερες όμως καταγραφές με μικρότερες τιμές έντασης). Κατά τις συνιστώσες της έντασης του ανέμου, κατά τον x και y άξονα ($W_x = -0,37$ και $W_y = 0,15$ m/sec, προκύπτει άνεμος βορειοδυτικός. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 32,6% επί του συνόλου (Εικ.8.8). Η ένταση του ανέμου για το 47,2% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec.



Εικόνα 8.2



Εικόνα 8.3



Εικόνα 8.4

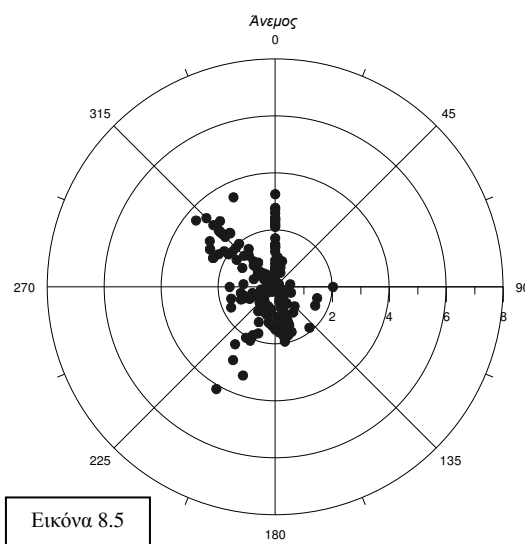
● Ανατολικός
● Δυτικός

♦ Τα γραφήματα – ροδόγραμμα διευθύνσεων (σχ.8.2 και 8.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας, δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

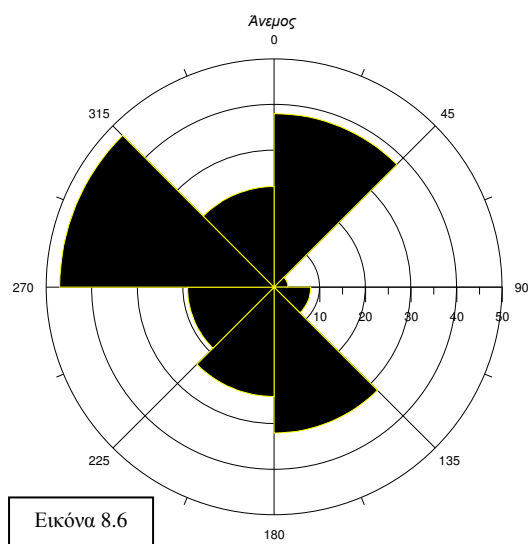
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.8.4 και σχ.8.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.8.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

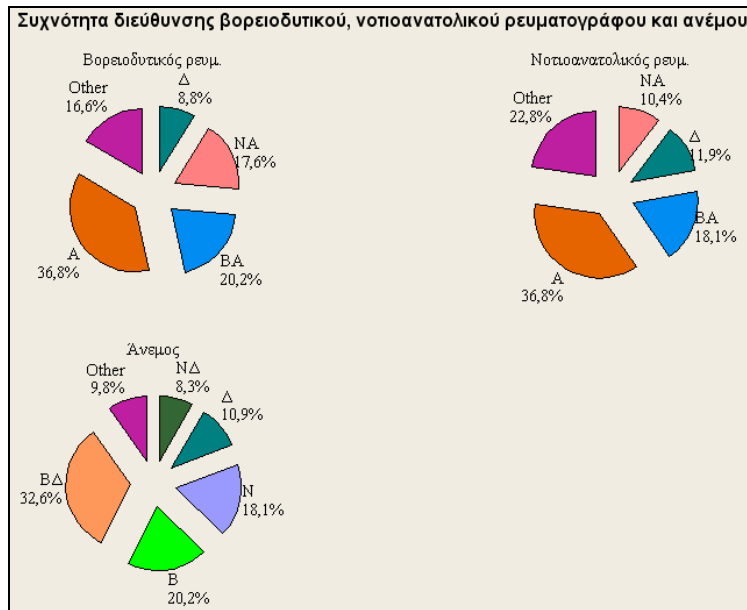
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



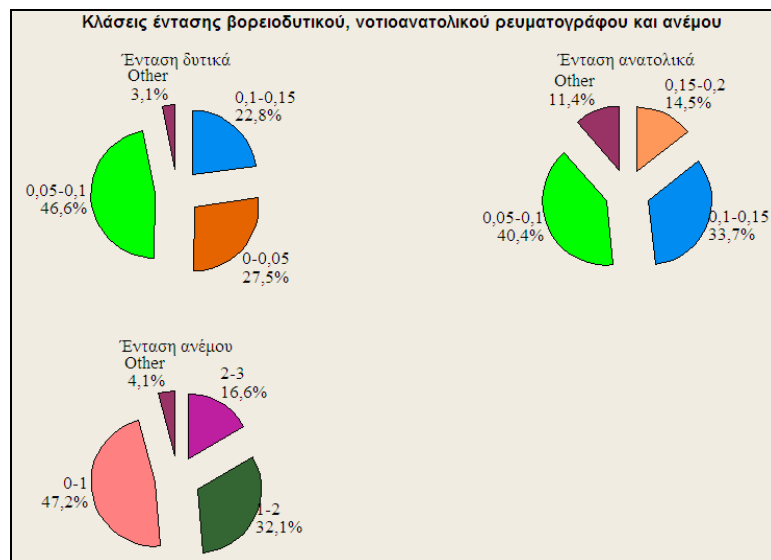
Εικόνα 8.5



Εικόνα 8.6



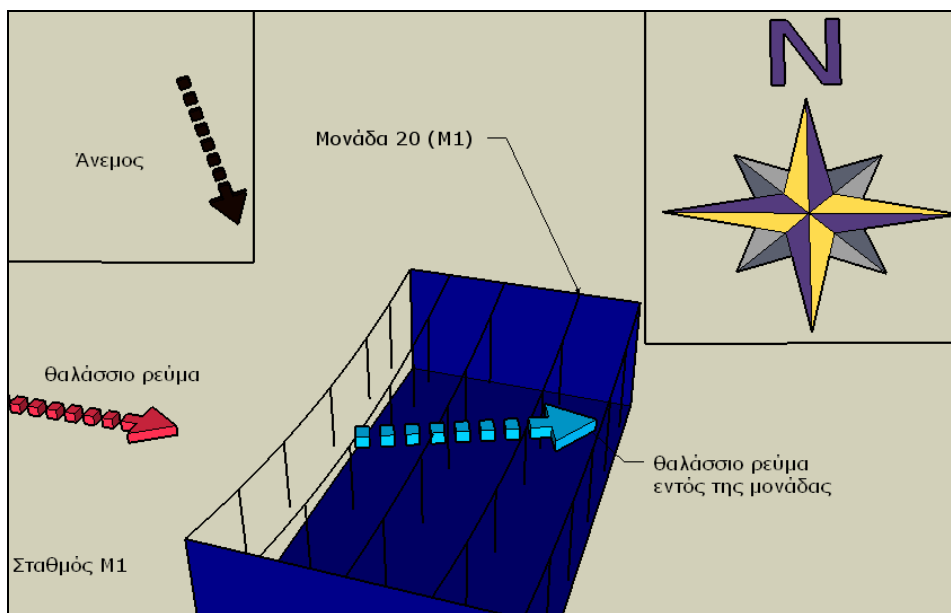
Εικόνα 8.7 Κλάσεις διεύθυνσης βορειοδυτικού, νοτιοανατολικού ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 8.8 Κλάσεις έντασης βορειοδυτικού, νοτιοανατολικού ρευματογράφου και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 11-11-2006 ως 15-11-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εντός και εκτός της μονάδας στο σταθμό Μ1)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.9.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός Μ1) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα (κόκκινο στα δυτικά και γαλάζιο εντός της μονάδας) ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 9.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 11-11-06 με 15-11-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι γύρω από τα 4,3 μέτρα. Εμφανίζονται μέγιστες τιμές έντασης του ρεύματος που ξεπερνούν τα 20 cm/sec (Εικ.9.4), (μέσος όρος : 11,4 και 8 cm/sec δυτικά και εντός της μονάδας αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο δυτικά της μονάδας (σταθμός Μ1) (Εικ.9.2) οι διευθύνσεις είναι διασκορπισμένες προς πάσα κατεύθυνση με επικράτηση στη διεύθυνση δύσης-ανατολής και φορά προς τα ανατολικά (Εικ.9.7). Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και το μέσο όρο των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,014 m/sec και κατά y -0,003 (Ν-Β) m/sec προκύπτουν ρεύματα ανατολικά-νοτιοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 20.6% επί του συνόλου (Εικ.9.7). Το

51% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.9.8).

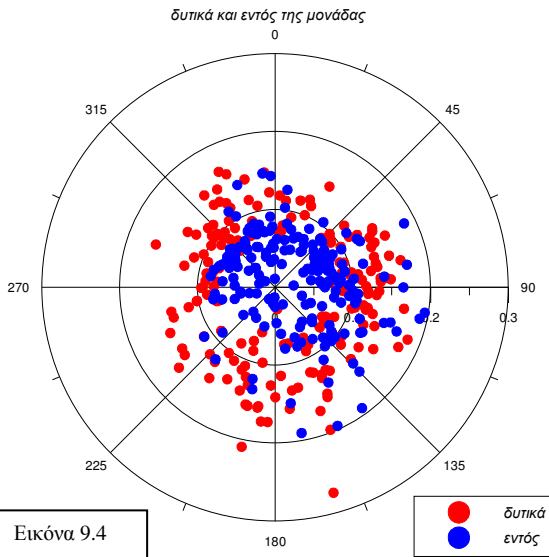
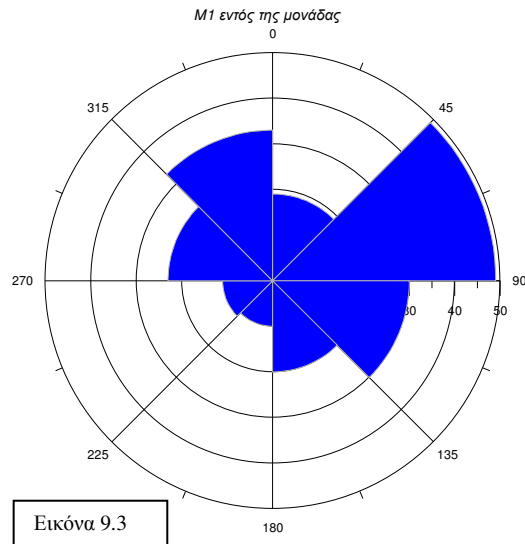
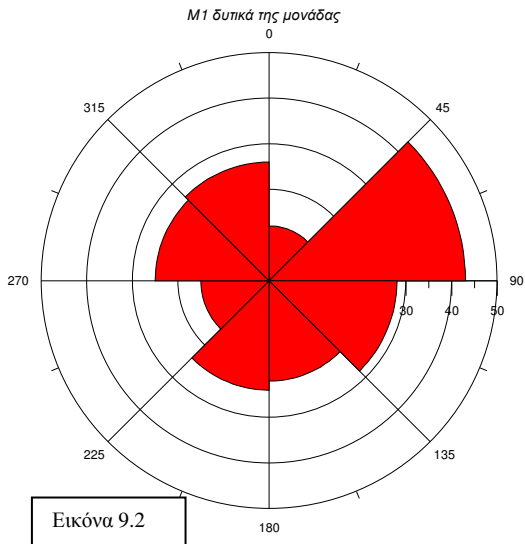
Όσον αφορά στο ρευματογράφο εντός της μονάδας (σταθμός M1) (Εικ.9.3), υπάρχει πανομοιότυπη κατανομή διευθύνσεων (Εικ.9.7). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,027m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,009m/sec, που οδηγούν στο συμπέρασμα για επικράτηση ανατολικών-βορειοανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 21,6% επί του συνόλου (Εικ.9.7). Το 60,3% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.9.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση από δυτικά προς ανατολικά με μείωση της έντασης του ρεύματος από δυτικά προς ανατολικά αντίστοιχα (από τη συνισταμένη προκύπτει μείωση από 0,114 σε 0,080m/sec, ποσοστό 29,83%).

Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετο και παράλληλο στα longlines) σημειώνεται αύξηση. Ειδικότερα, κατά τον άξονα 1 έχουμε αύξηση από 0,015m/sec σε 0,022m/sec, δηλ. αύξηση κατά 46,6% και κατά τον άξονα 2 από 0,002m/sec σε 0,018m/sec.

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι βοριάδες (Εικ.9.5). Οι εντάσεις ξεπερνούν τα 6m/sec (Εικ.9.6), (μέσος όρος 1,15m/sec). Κατά τις συνιστώσες κατά x και y $W_x=-0,09$ και $W_y=0,90$ m/sec προκύπτει βόρειος-βορειοδυτικός άνεμος. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο άνεμο σε ποσοστό 58,8% επί του συνόλου (Εικ.9.8). Η ένταση του ανέμου για το 61,5% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec.

Είναι φανερό, για τη συγκεκριμένη περίοδο, η μεγάλη μείωση της έντασης του διερχόμενου ρεύματος που περνά μέσα από τη μονάδα. Στο εσωτερικό της μονάδας το θαλάσσιο ρεύμα έχει εξασθενήσει σε ένταση κατά 29,83% καθώς περνά κάθετα από τις γραμμές παραγωγής.

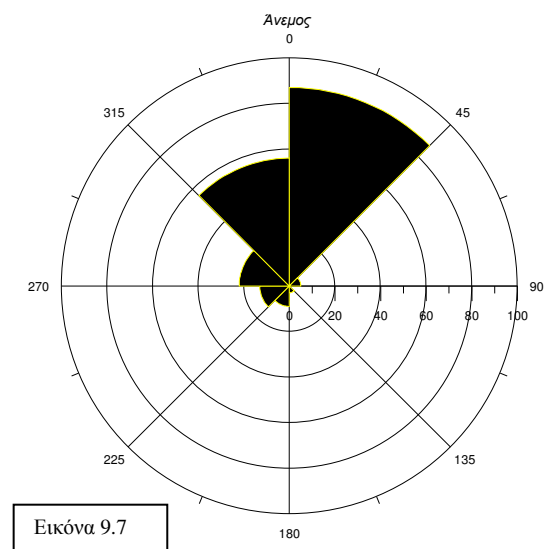
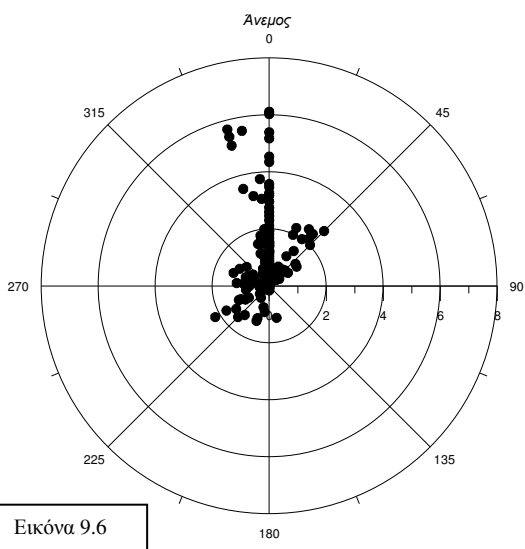


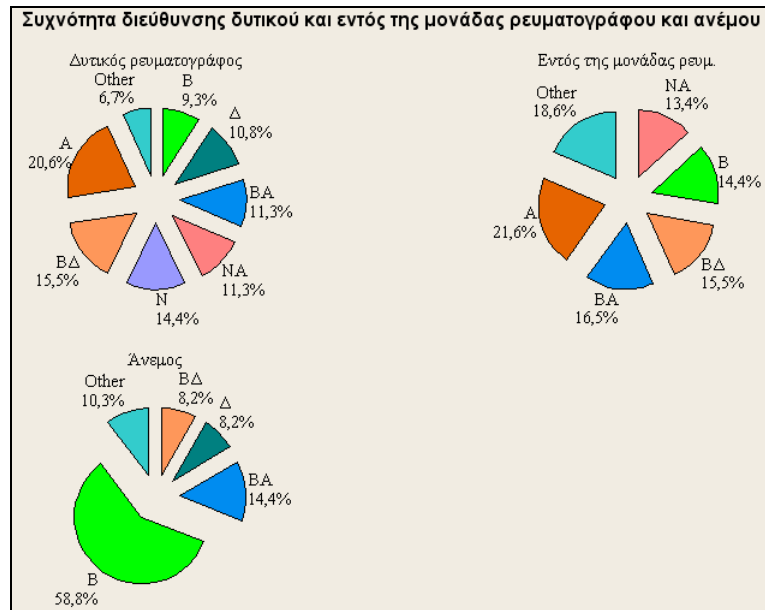
♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.9.2 και 9.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εσωτερικά και εξωτερικά της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.9.4 και σχ.9.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

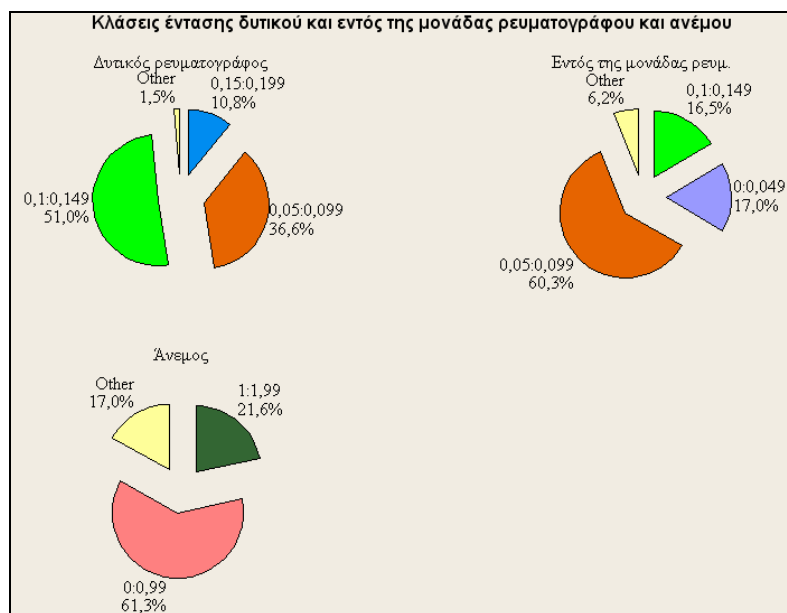
♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.9.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.





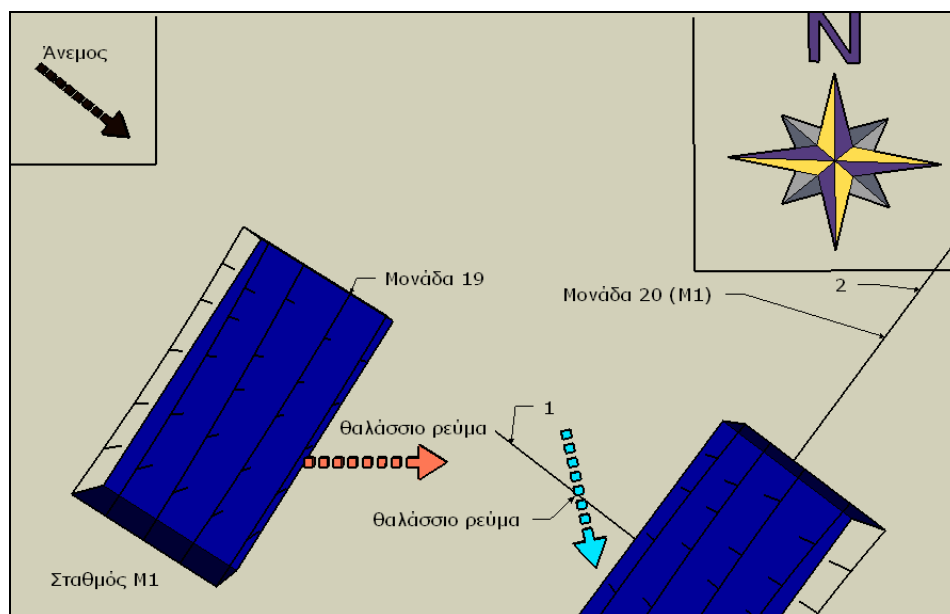
Εικόνα 9.8 Κλάσεις διεύθυνσης δυτικού και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 9.9 Κλάσεις έντασης δυτικού και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 19-09-2006 ως 23-09-2006 : Έρευνα για ανάκτηση

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.10.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός M1) και της μονάδας 19 όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 10.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 19-09-06 με 23-09-06 : Το βάθος πόντισης στους ρευματογράφους είναι περί τα 3 με 3,5 μέτρα. Εμφανίζονται μέγιστες τιμές έντασης του ρεύματος που ξεπερνούν και τα 30cm/sec (Εικ.10.4), (μέσος όρος 14,8 και 12,8cm/sec στη μονάδα 19 και στη μονάδα 20 αντιστοίχως. Σημείωση : ο ρευματογράφος στη μονάδα 20 (M1) βυθίστηκε σε μεγαλύτερο βάθος εξαιτίας προβλήματος σε έναν πλωτήρα επιφανείας.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο νοτιοανατολικά της μονάδας 19 (Εικ.10.2), οι διευθύνσεις είναι κυρίως πάνω στον άξονα ΒΔ-ΝΑ (βορειοδυτικά-νοτιοανατολικά). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος έντασης των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) είναι 0,019m/sec, ενώ κατά y (Ν-Β) -0,008m/sec. Άρα, επικρατούν ανατολικά-νοτιοανατολικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό

20,1% επί του συνόλου (Εικ.10.7). Το 51% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.10.8).

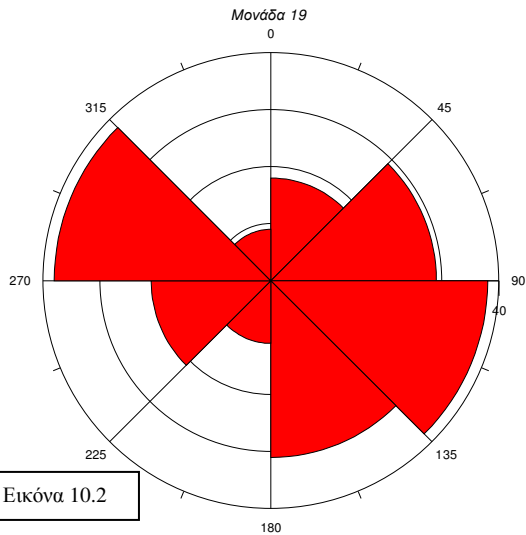
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοδυτικά της μονάδας 20* (σταθμός M1) (Εικ.10.3), διακρίνεται κατεύθυνση κυρίως προς νότο. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος έντασης των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,002m/sec, ενώ κατά y (N-B) - 0,047m/sec, δηλαδή υποδηλώνεται επικράτηση νότιων-νοτιοανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 24,2% επί του συνόλου (Εικ.10.7). Το 35,1% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.10.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και όχι απόλυτα κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y (λόγο επίδρασης της μεγάλης διασποράς στο μέσο όρο των διανυσματικών μεγεθών) προκύπτει κίνηση τα νότια και νοτιοανατολικά (από τη συνισταμένη προκύπτει μείωση από 0,148 σε 0,128 m/sec, ποσοστό 13,52%).

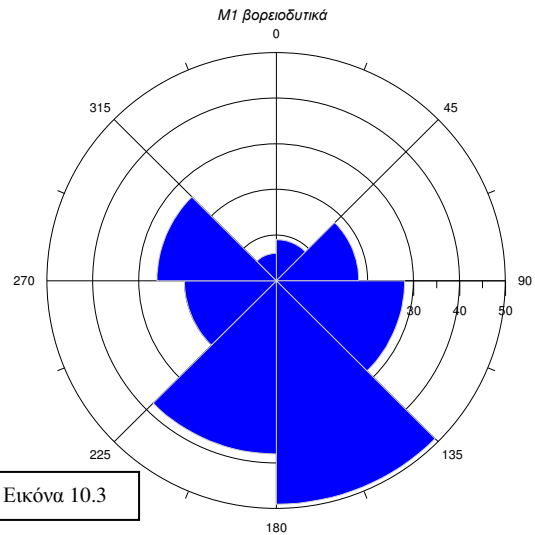
Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετο και παράλληλο στα longlines) υπάρχουν αυξομειώσεις που εξηγούνται από την αλλαγή διεύθυνσης των υδάτινων μαζών. Ειδικότερα, κατά τον άξονα 1 έχουμε μείωση από 0,020m/sec σε 0,018m/sec, δηλ. μείωση κατά 10%, ενώ κατά τον άξονα 2 έχουμε αύξηση από -0,001m/sec σε -0,043m/sec, δηλ. κατά 97,62%.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση μετρήσεων δεν μπορεί να βγει κάποιο χρήσιμο συμπέρασμα για ανάκτηση, καθώς το κύριο ρεύμα στην πορεία του αλλάζει κατεύθυνση (η μεταβολή, των συνιστωσών της ταχύτητας του ρεύματος, υποδηλώνει αλλαγή διεύθυνσης).

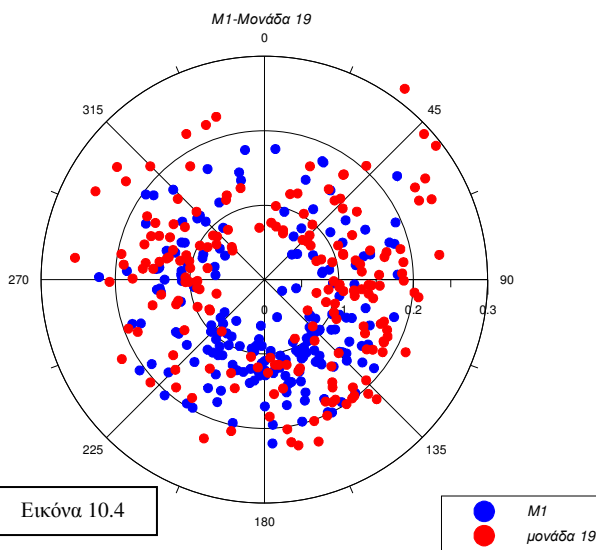
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, υπάρχει διασπορά με σημαντική βορειοανατολική, βορειοδυτική και νότιο-νοτιοδυτική προέλευση (Εικ.10.5). Οι εντάσεις ξεπερνούν τα 5m/sec (Εικ.10.6), (μέσος όρος 1,68m/sec). Οι συνιστώσες κατά x και y δίνουν $W_x=-0,30$ και $W_y=0,26$ m/sec, υποδεικνύοντας βορειοδυτικό άνεμο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο άνεμο σε ποσοστό 29,3% και βορειοδυτικό 25,3% επί του συνόλου (Εικ.8). Η ένταση του ανέμου για το 34% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec.



Εικόνα 10.2



Εικόνα 10.3



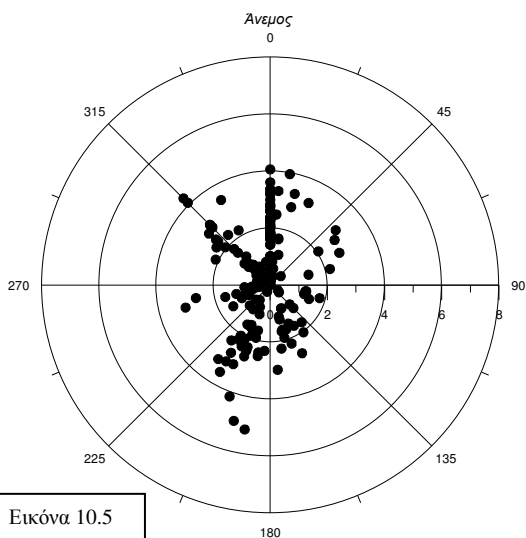
Εικόνα 10.4

♦ Τα γραφήματα – ροδόγραμμα διευθύνσεων (σχ.10.2 και 10.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας, δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

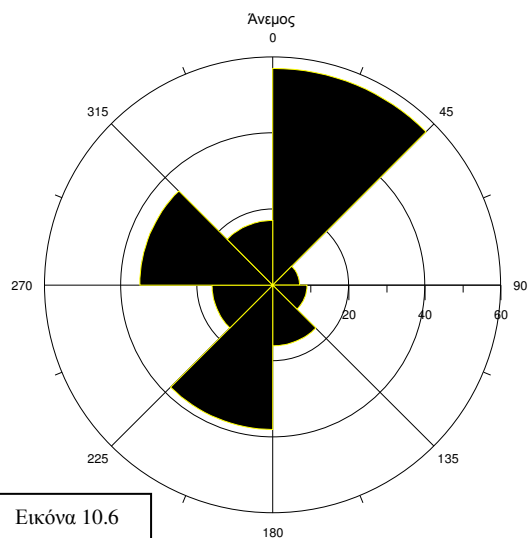
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.10.4 και σχ.10.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.10.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

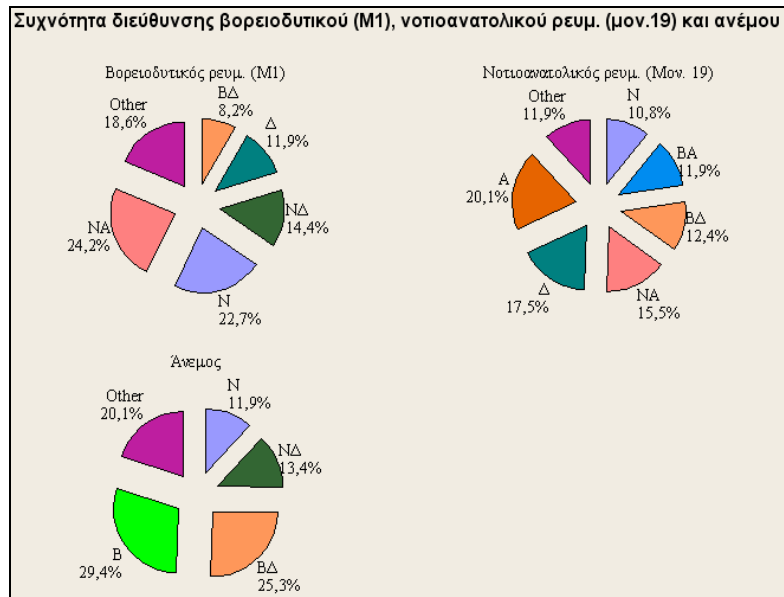
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως, για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



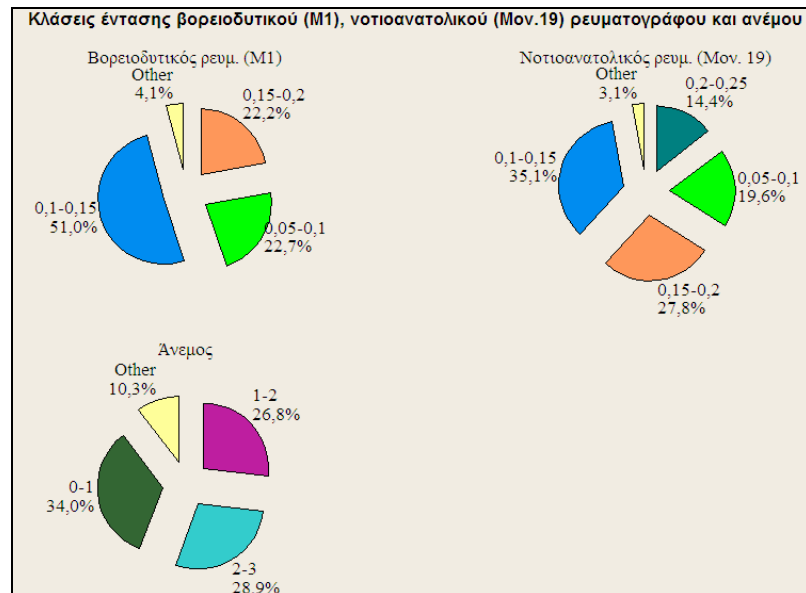
Εικόνα 10.5



Εικόνα 10.6



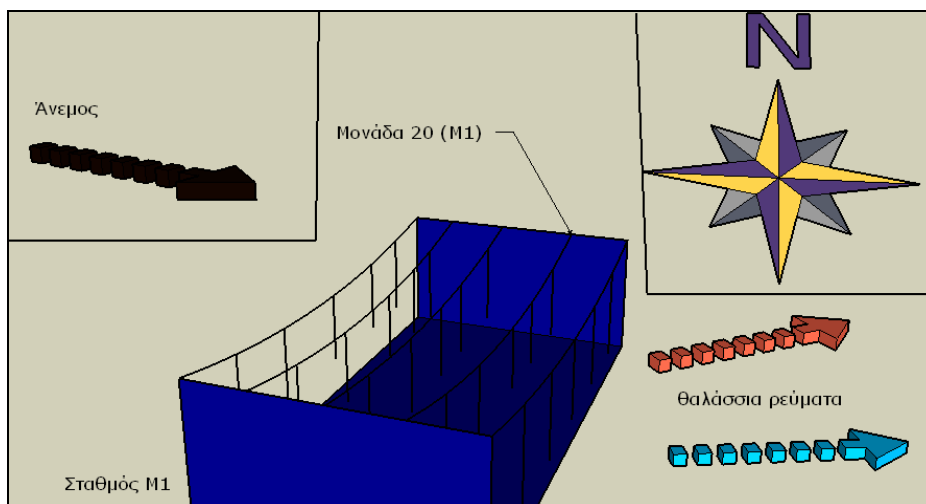
Εικόνα 10.7 Κλάσεις διεύθυνσης βορειοδυτικού (M1), νοτιοανατολικού ρευμ. (μον.19) και ανέμου.



Εικόνα 10.8 Κλάσεις έντασης βορειοδυτικού (M1), νοτιοανατολικού ρευμ. (μον.19) και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 30-08-2006 ως 01-09-2006 : Διερεύνηση κυκλοφορίας στη στήλη του νερού στην περιοχή του σταθμού M1

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.11.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός M1) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα (κόκκινο στα 3,5m και γαλάζιο στα 7m από την επιφάνεια, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 11.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 30-08-06 με 01-09-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι στα 3,5 μέτρα για τον πάνω και κοντά στα 7 μέτρα για τον κάτω. Εμφανίζονται μέγιστες τιμές έντασης του ρεύματος που ξεπερνούν τα 30 cm/sec (Εικ.11.4), (μέσος όρος : 18,8 και 0,8 cm/sec πάνω και κάτω αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο καταγραφής της επιφανειακής κυκλοφορίας (σταθμός M1) (Σχ.11.2) οι διευθύνσεις είναι διασκορπισμένες προς πάσα κατεύθυνση με κάποια επικράτηση στη διεύθυνση δύσης-ανατολής (Εικ.11.7). Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και το μέσο όρο των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,014m/sec και κατά y (N-B) 0,037m/sec προκύπτουν ρεύματα βόρειο-βορειοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 24,2% επί του συνόλου (Εικ.11.7). Το 27,3% των τιμών

έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,2-0,25m/sec ή 20-25cm/sec (Εικ.11.8).

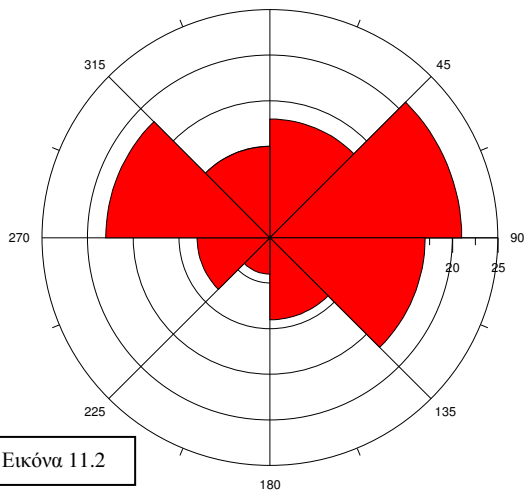
Όσον αφορά στο ρευματογράφο καταγραφής της βαθύτερης κυκλοφορίας (σταθμός M1) (Εικ.11.3), υπάρχει πανομοιότυπη κατανομή διευθύνσεων, με μικρότερη διασπορά προς άλλες διευθύνσεις (Εικ.11.7). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,008m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0m/sec, που οδηγούν στο συμπέρασμα για επικράτηση ανατολικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 31,3% επί του συνόλου (Εικ.11.7). Το 93,9% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.11.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και όχι απόλυτα κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση από δυτικά προς ανατολικά. Από τη συνισταμένη V προκύπτει μείωση της έντασης του επιφανειακού ρεύματος με την αύξηση του βάθους, από τα 4 στα 7 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας έως και 95,74% (0,188 σε 0,008 m/sec).

Επίδραση ανέμου: Ο άνεμος είναι κυρίως βορειοδυτικός (Εικ.11.6). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικό σε ποσοστό 50,5% επί του συνόλου (Εικ.11.8). Η ένδειξη έντασης του ανέμου φαίνεται ότι πιθανώς παρουσίασε κάποιο πρόβλημα.

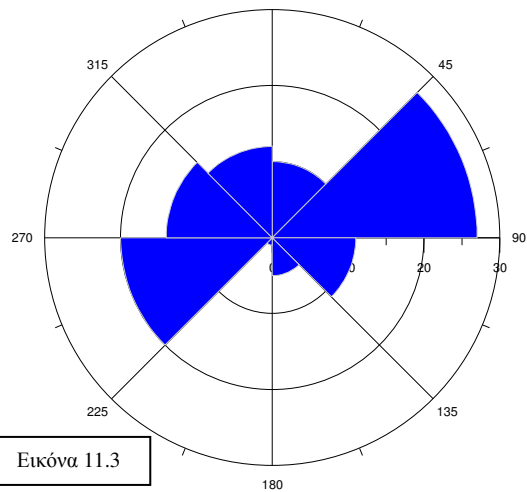
Είναι φανερό ότι τη συγκεκριμένη περίοδο στα τέλη του Αυγούστου υπάρχει ομοιόμορφη κυκλοφορία στο επιφανειακό και στο βαθύ θαλάσσιο στρώμα. Η ένταση του ρεύματος μειώνεται σε μεγάλο ποσοστό με το βάθος πράγμα που πιστοποιεί την ανεμογενή προέλευσή του.

M1 πάνω ρευματογράφος



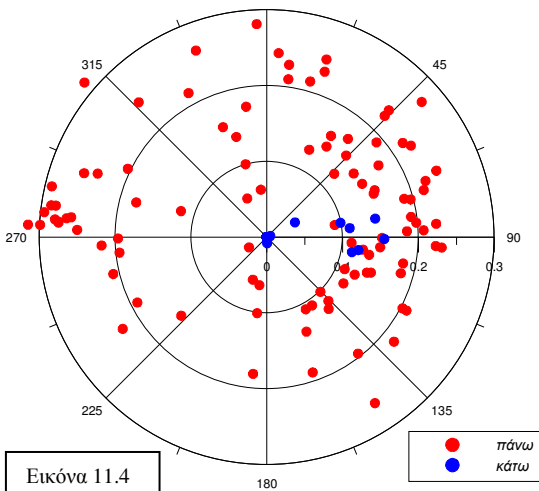
Εικόνα 11.2

M1 κάτω ρευματογράφος



Εικόνα 11.3

M4 πάνω και κάτω



Εικόνα 11.4

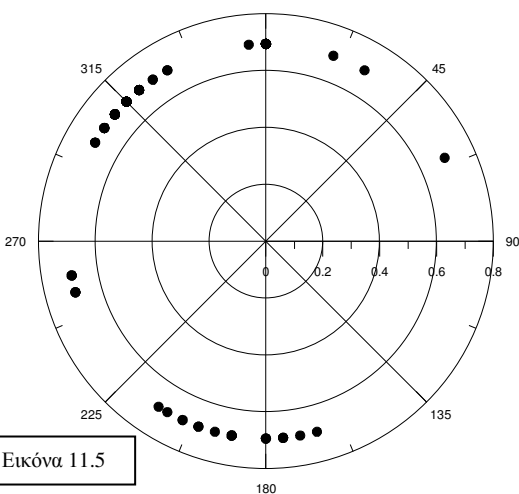
♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.11.2 και 11.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 99 – χρονική περίοδος 2,06 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.11.4 και σχ.11.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.11.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

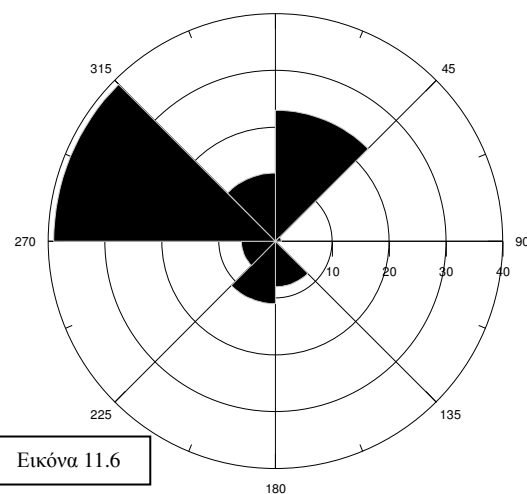
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.

ΑΝΕΜΟΣ

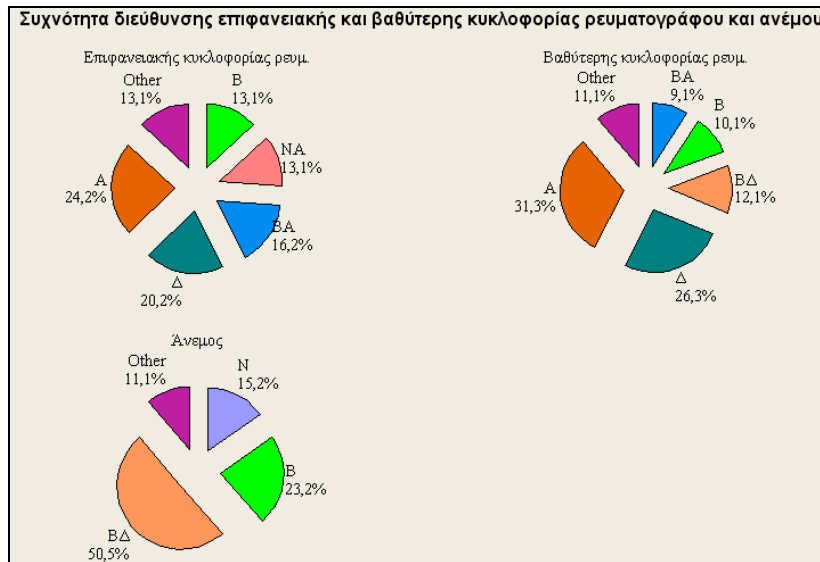


Εικόνα 11.5

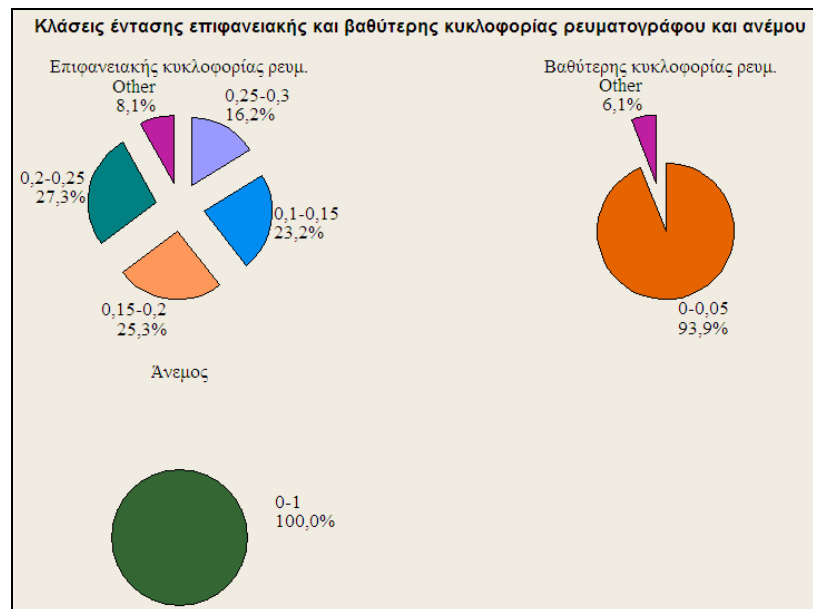
ΑΝΕΜΟΣ



Εικόνα 11.6



Εικόνα 11.7 Κλάσεις διεύθυνσης επιφανειακής και βαθύτερης κυκλοφορίας ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 11.8 Κλάσεις έντασης επιφανειακής και βαθύτερης κυκλοφορίας ρευματογράφου και ανέμου.

Συμπεράσματα που αφορούν στο σύνολο των μετρήσεων στο σταθμό M1 : Η κυκλοφορία στην περιοχή του σταθμού M1 φαίνεται να ακολουθεί συγκεκριμένη κατεύθυνση ανάλογα με το επικρατέστερο ανεμολογικό καθεστώς. Δηλαδή υπάρχει η τάση ο βόρειος και ο βορειοδυτικός άνεμος να συσχετίζονται με ανατολικά και βορειοανατολικά θαλάσσια ρεύματα. Η παρεμπόδιση της μονάδας στη διέλευση του ρεύματος ξεπερνάει το 16%, όταν οι ρευματογράφοι βρίσκονται εκατέρωθεν της μονάδας (ο ένας ρευματογράφος βρίσκεται από τη μια πλευρά και ο άλλος από την άλλη πλευρά της μονάδας). Στην περίπτωση όπου ο ρευματογράφος βρίσκεται στο εσωτερικό της μονάδας, η μείωση της έντασης του ρεύματος

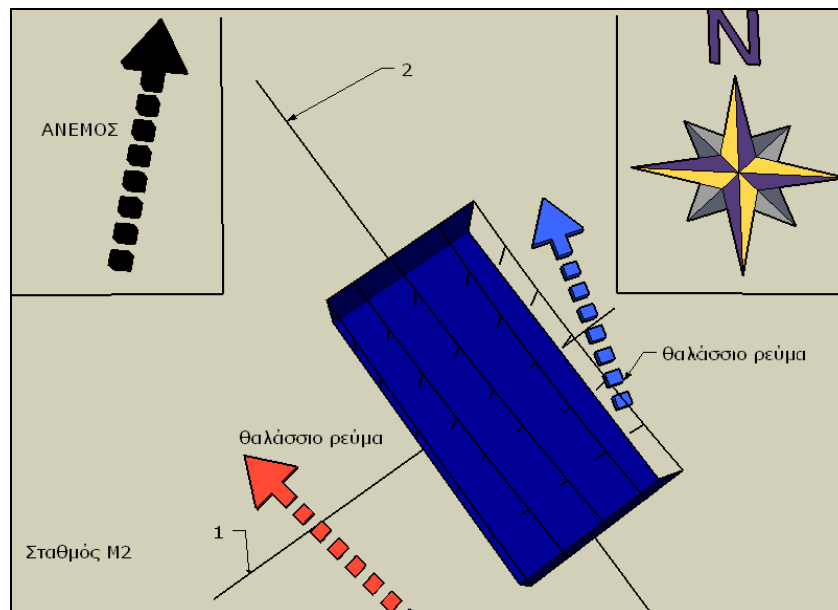
πλησιάζει το 30%. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το ρεύμα εξερχόμενο της μονάδας αρχίζει και ανακτά σε ένταση, καθώς η μονάδα δεν αποτελεί πλέον εμπόδιο στην κίνησή του. Από το μέσο όρο των συνισταμένων των εντάσεων του ρεύματος προκύπτει μέση ένταση ρευμάτων για το σταθμό του M1 13,76cm/sec, με εύρος τιμών από 2,8-23,9cm/sec (σύνολο μετρήσεων από μέσο όρο για τρεις χρονικές περιόδους σε βάθος 3-4 μέτρα). Η αντίστοιχη ένταση στο εσωτερικό της μονάδας είναι 8cm/sec, με εύρος τιμών 1,1-19,5cm/sec.

3.2.2. Σταθμός M2

Στο Σχήμα. 2 (σελ.5), ο σταθμός M2 αντιστοιχεί στην 9^η μονάδα μετρώντας από αριστερά προς τα δεξιά στην πλησιέστερη σειρά μονάδων στην ακτή (Γ.Μ. 22° 46' 129, Γ.Π. 40° 32' 835). Το βάθος του σταθμού είναι 8 μέτρα.

Χρονικό διάστημα 04-05-2006 ως 08-05-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.12.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 9 (σταθμός M2) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 12.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

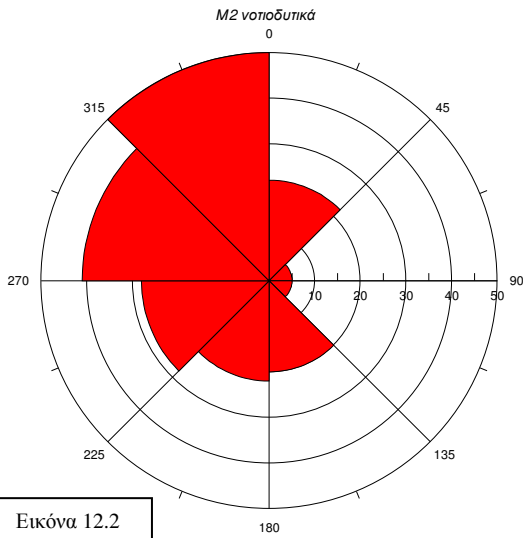
Παρατηρήσεις για το διάστημα 04-05-06 με 08-05-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων πλησιάζει τα τέσσερα μέτρα. Οι μέγιστες τιμές έντασης φτάνουν τα 23cm/sec (Εικ.12.4), (μέσος όρος : 10 και 11,7cm/sec δυτικά και ανατολικά αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νοτιοδυτικά της μονάδας 9* (M2) (Εικ.12.2), οι διευθύνσεις παρουσιάζουν διασπορά με φανερή επικράτηση προς τα βορειοδυτικά. Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και το μέσο όρο των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) $-0,038\text{m/sec}$, ενώ κατά y (Ν-Β) $0,019\text{m/sec}$ προκύπτουν δυτικά-βορειοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 22,3% επί του συνόλου (Εικ.12.7). Το 39,4% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των $0,1-0,15\text{m/sec}$ ή $10-15\text{cm/sec}$ (Εικ.12.8).

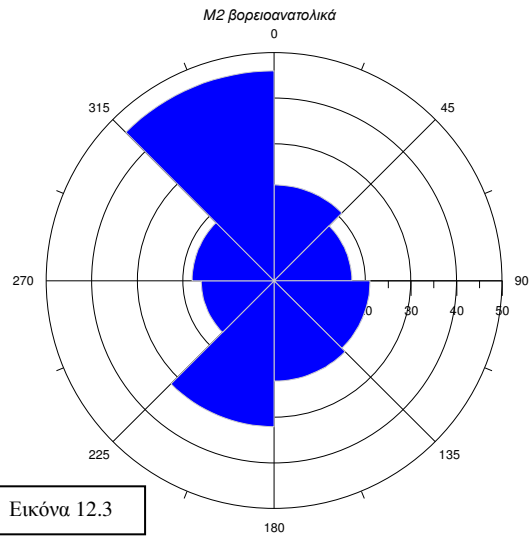
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοανατολικά της μονάδας 9* (σταθμός M2) (Εικ.12.3), οι διευθύνσεις παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά, με περισσότερο ενισχυμένη τη βορειοδυτική κατεύθυνση. Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και το μέσο όρο των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) $0,002\text{m/sec}$, ενώ κατά y (Ν-Β) $0,010\text{m/sec}$, προκύπτουν βόρεια ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 19,2% επί του συνόλου (Εικ.12.7). Το 39,4% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των $0,1-0,15\text{m/sec}$ ή $10-15\text{cm/sec}$ (Εικ.12.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y, προκύπτει κίνηση προς τα βόρεια-βορειοδυτικά. Το ρεύμα εμφανίζεται σαν να χωρίζεται σε δύο κλάδους.

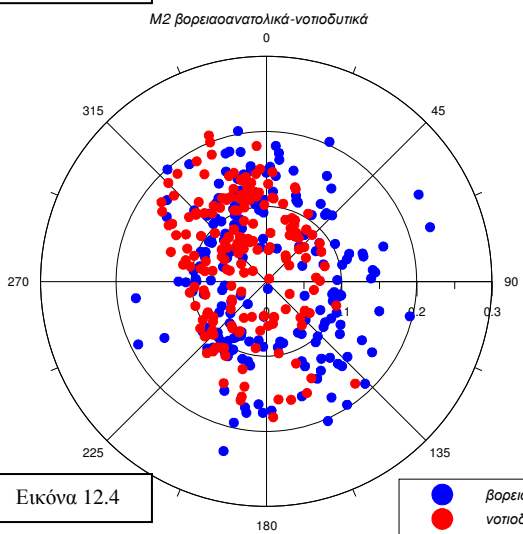
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι νότιοι (Εικ.12.6), με μέγιστες εντάσεις που ξεπερνούν και τα 6m/sec (Εικ.12.5) (μέσος όρος : $1,72\text{m/sec}$). Συνιστώσες του ανέμου κατά x και y είναι $W_x = -0,16$ και $W_y = -0,86\text{m/sec}$, αντίστοιχα, υποδεικνύοντας νότιο άνεμο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νότιο άνεμο σε ποσοστό 25,9% επί του συνόλου (Εικ.12.7). Η ένταση του ανέμου για το 42,5% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του $0-0,1\text{m/sec}$ (Εικ.12.8).



Εικόνα 12.2



Εικόνα 12.3



Εικόνα 12.4

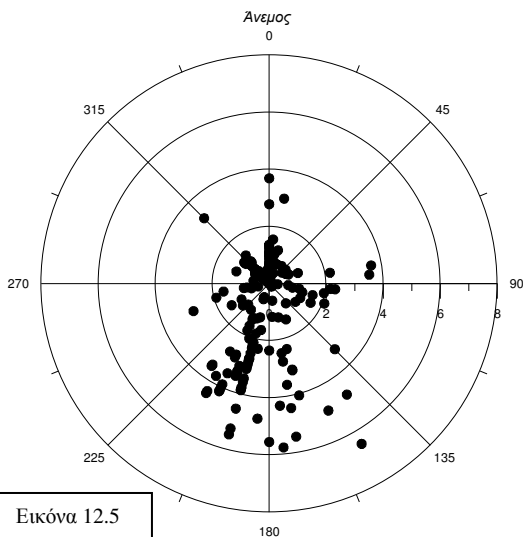
● βορειοανατολικά
● νοτιοδυτικά

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.12.2 και 12.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας, δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

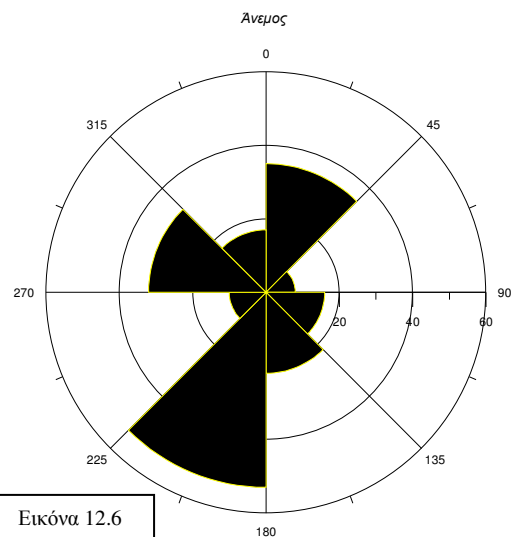
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.12.4 και σχ.12.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδογράμματα, διεύθυνσης σχ.12.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

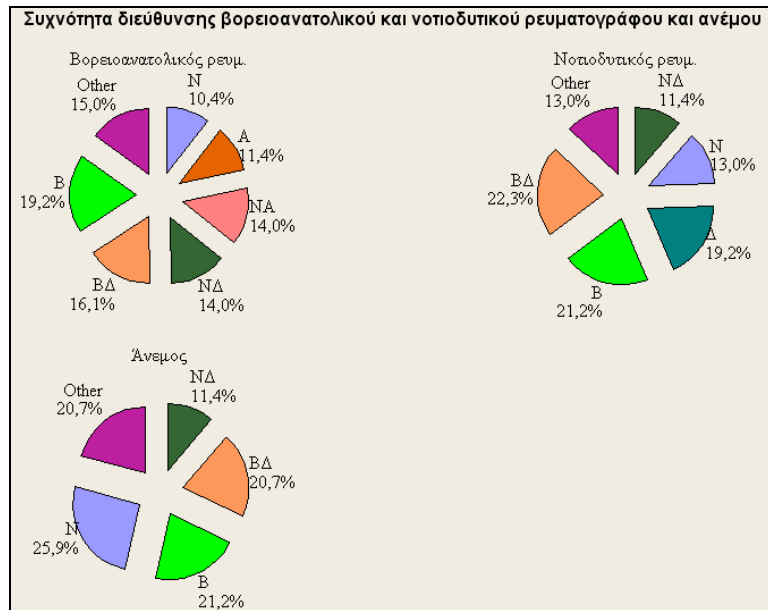
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο, η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



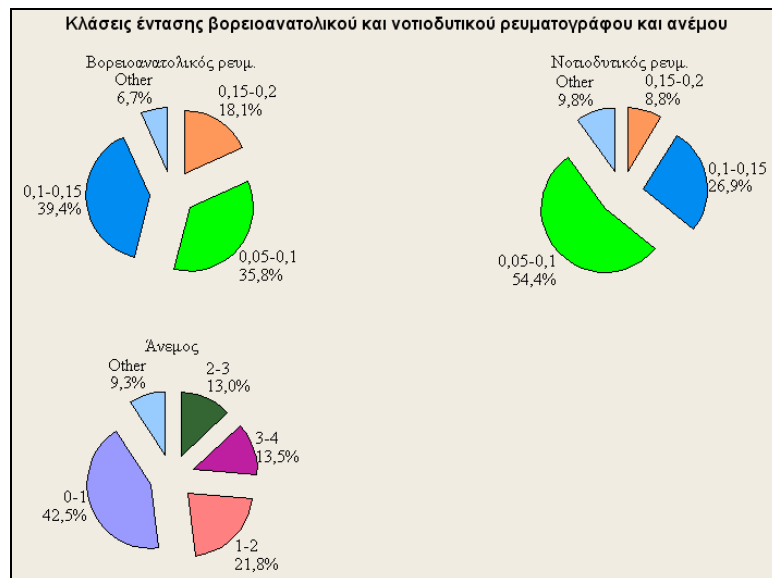
Εικόνα 12.5



Εικόνα 12.6



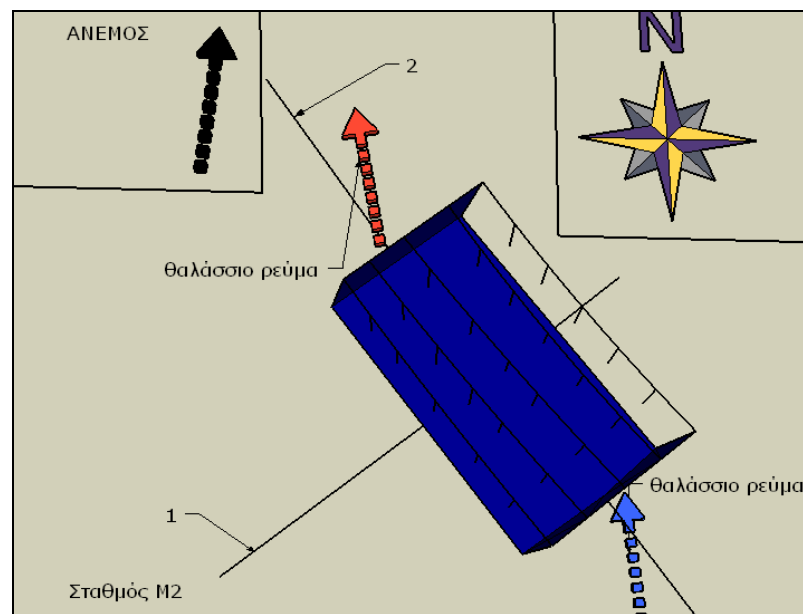
Εικόνα 12.7 Κλάσεις διεύθυνσης βορειοανατολικού και νοτιοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου



Εικόνα 12.8 Κλάσεις έντασης βορειοανατολικού και νοτιοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου

Χρονικό διάστημα 22-10-2006 ως 25-10-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.13.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 9 (σταθμός M2) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 13.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 22-10-06 με 25-10-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων βρίσκεται στα 3,6 με 3,8 μέτρα. Οι μέγιστες τιμές έντασης ξεπερνούν τα 15cm/sec (Εικ.13.4), (μέσος όρος 6,8 και 10,4 cm/sec βορειοδυτικά και νοτιοανατολικά αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο βορειοδυτικά της μονάδας 9 (σταθμός M2) (Εικ.13.2), οι διευθύνσεις είναι κυρίως βόρειες, με πολύ μεγάλη διασπορά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,003m/sec, ενώ κατά y (Ν-Β) 0,018m/sec. Επικρατούν δηλαδή βόρειο-βορειοανατολικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά και βορειοανατολικά ρεύματα σε ίδιο

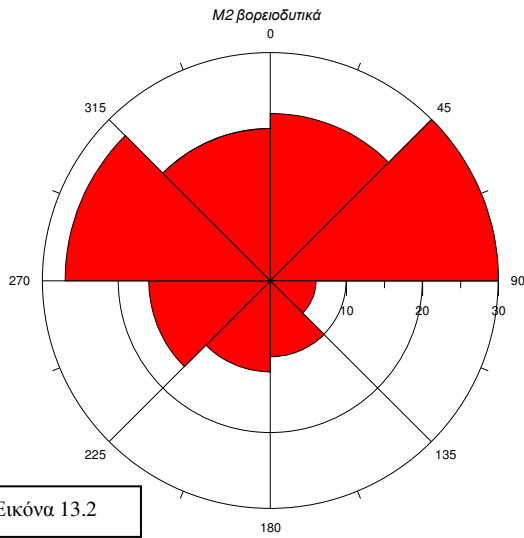
ποσοστό 19,7% (Εικ.13.7). Το 59,2% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.13.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο νοτιοανατολικά της μονάδας 9 (σταθμός M2) (Εικ.13.3), οι διευθύνσεις είναι πάλι προς βορρά, με ελαφρά μικρότερη διασπορά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,004m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,045m/sec. Επικρατούν δηλαδή βόρεια ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά, βόρεια και βορειοανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 24,6%, 20,4 και 19,8, αντίστοιχα (Εικ.13.7). Το 45,8% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.13.8).

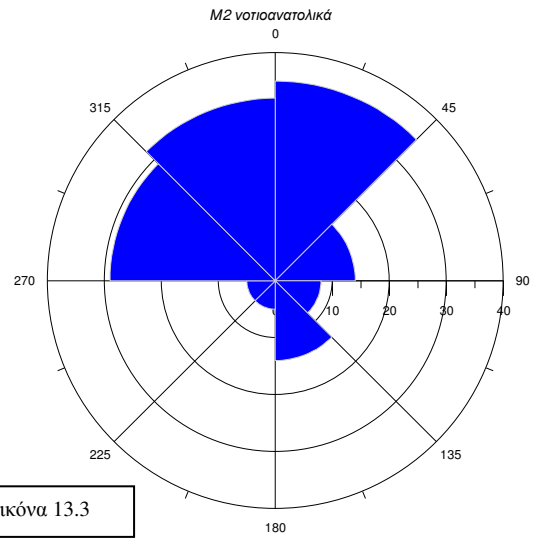
Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση προς τα βόρεια-βορειοδυτικά.

Η παρεμπόδιση της μονάδας στη συγκεκριμένη περίπτωση όσον αφορά την ένταση του ρεύματος, είναι 34,62% (χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι συνιστώσες διεύθυνσης).

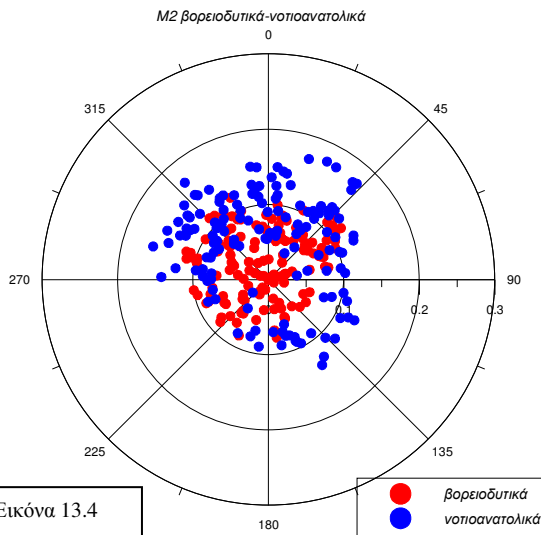
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι νότιο-νοτιοδυτικοί (Εικ.13.6), με μέγιστες εντάσεις που ξεπερνούν τα 2m/sec (Εικ.13.5), (μέσος όρος : 0,79m/sec). Κατά τις συνιστώσες κατά x και y : $W_x = -0,12$ και $W_y = -0,51$ m/sec, οι άνεμοι πνέουν βόρεια-βορειοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νότιο άνεμο σε ποσοστό 28,2% (Εικ.13.7). Η ένταση του ανέμου για το 64,1% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec (Εικ.13.8).



Εικόνα 13.2



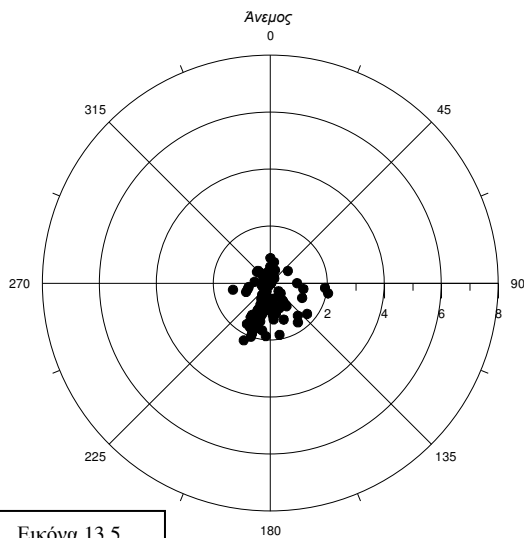
Εικόνα 13.3



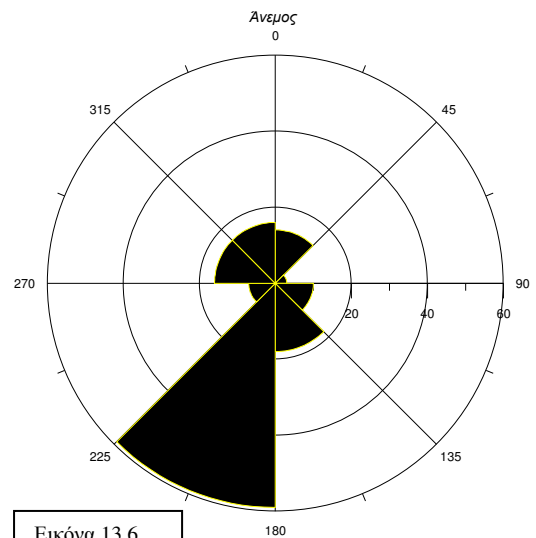
Εικόνα 13.4

- ♦ Τα γραφήματα – ροδόγραμμα διευθύνσεων (σχ.17.2 και 17.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 142 – χρονική περίοδος 2,96 ημέρες).
- ♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.17.4 και σχ. 17.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.
- ♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.17.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

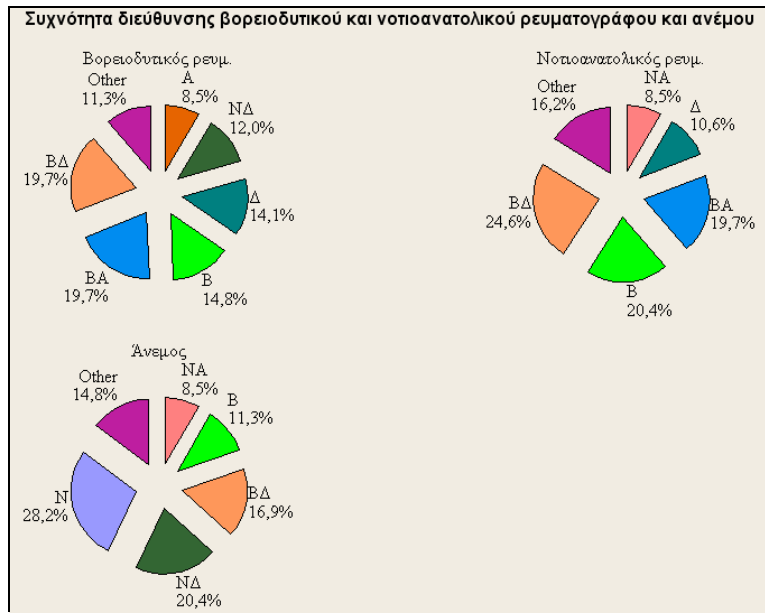
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



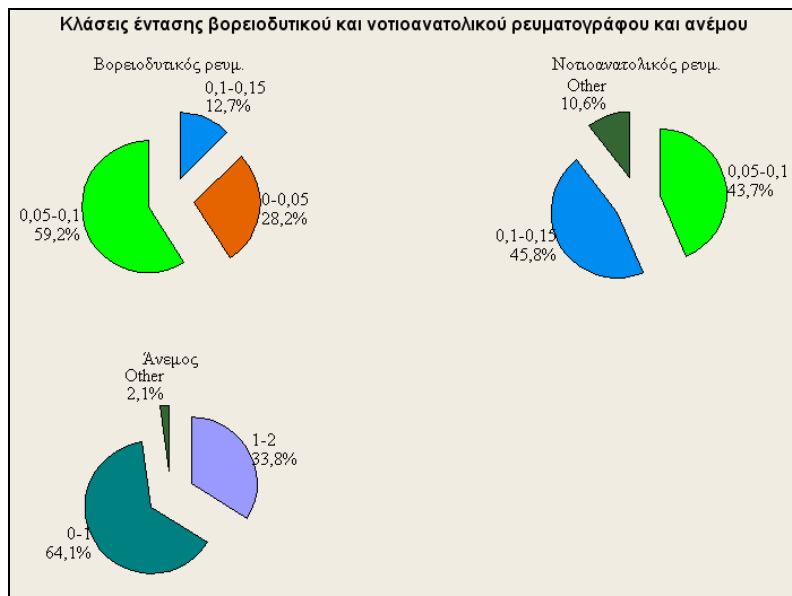
Εικόνα 13.5



Εικόνα 13.6



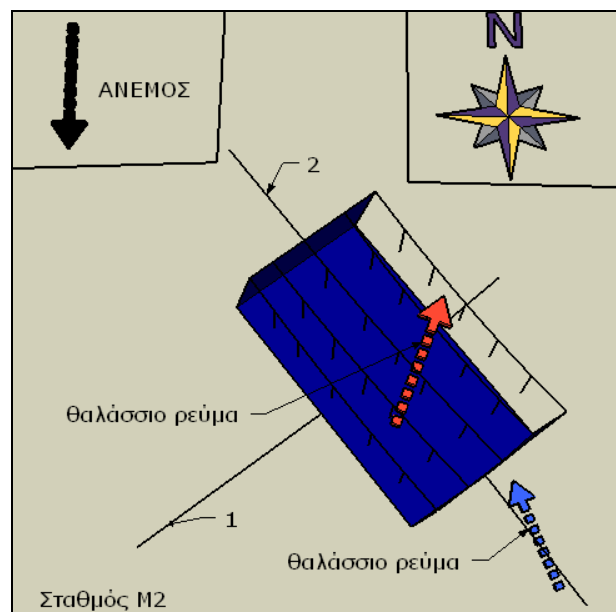
Εικόνα 13.7 Κλάσεις διεύθυνσης βορειοδυτικού και νοτιοανατολικού ρευματογράφου και ανέμου



Εικόνα 13.8 Κλάσεις έντασης βορειοδυτικού και νοτιοανατολικού ρευματογράφου και ανέμου

Χρονικό διάστημα 11-01-2007 ως 15-01-2007 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εντός και εκτός της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.14.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 9 (σταθμός M2) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα (γαλάζιο στα νοτιοανατολικά και κόκκινο εντός της μονάδας) ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 14.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 11-01-07 με 15-01-07 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι γύρω από τα 4,5 μέτρα. Εμφανίζονται μέγιστες τιμές έντασης του ρεύματος που ξεπερνούν τα 15 cm/sec (Εικ.14.4), (μέσος όρος : 7,3 και 3,6 cm/sec νότια και εντός της μονάδας αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο *ρευματογράφο νότια της μονάδας* (σταθμός M2) (Εικ.14.2), οι διευθύνσεις είναι διασκορπισμένες προς πάσα κατεύθυνση με επικράτηση προς τα δυτικά-βορειοδυτικά (Εικ.14.7). Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και το μέσο όρο των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,003m/sec και κατά y (Ν-Β) 0,004m/sec, προκύπτουν ρεύματα βόρειο-βορειοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 22,3% επί του συνόλου (Εικ.14.7). Το 50,8% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec

(Εικ.14.8). Σημείωση : ο ρευματογράφος βρέθηκε ποντισμένος στα 6m βάθος εξαιτίας απώλειας αέρα σε έναν πλωτήρα.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο εντός της μονάδας (σταθμός M2) (Εικ.14.3), υπάρχει μικρότερη διασπορά, με επικράτηση βόρειας κατεύθυνσης του ρεύματος (Εικ.14.7). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) $-0,006\text{m/sec}$, ενώ κατά y (N-B) $0,016\text{m/sec}$, που οδηγούν στο συμπέρασμα για επικράτηση βόρειων-βορειοδυτικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 26,4% επί του συνόλου (Εικ.14.7). Το 69,4% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των $0-0,05\text{m/sec}$ ή $0-5\text{cm/sec}$ (Εικ.14.8).

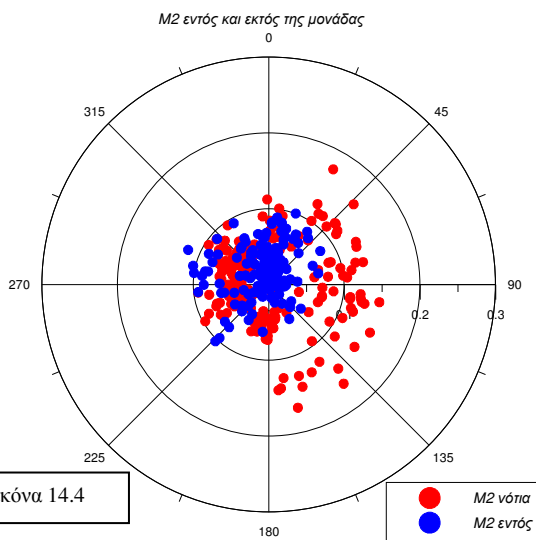
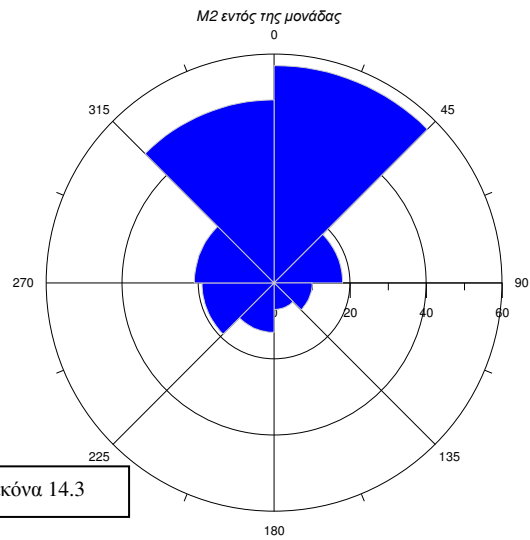
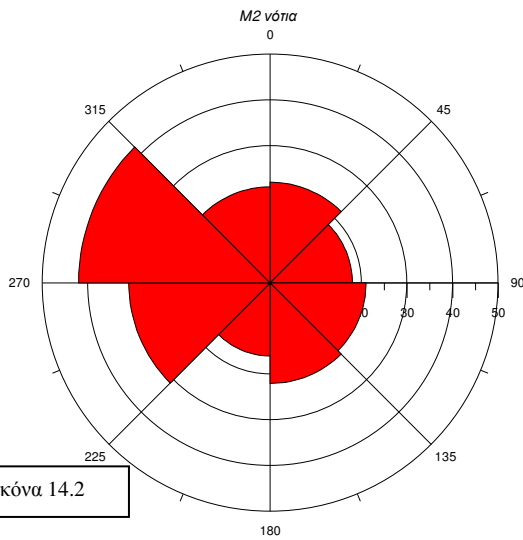
Από την παραπάνω ανάλυση και κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y, προκύπτει κίνηση από νότο προς βορρά, με μείωση της έντασης του ρεύματος από νότο προς βορρά, αντίστοιχα (από τη συνισταμένη προκύπτει μείωση από $0,073$ σε $0,036\text{m/sec}$, ποσοστό 50,69%. Αν χρησιμοποιηθεί η τελική εξίσωση (κατά παραδοχή του γεγονότος ότι το ανεμολογικό καθεστώς για τις δύο περιόδους δεν παρουσιάζει πολύ σημαντικές διαφορές) που περιγράφεται στη σελ.67 σε ανάλυση επόμενης περιόδου, προκύπτει μείωση κατά τη συνισταμένη της έντασης του ρεύματος κατά 73,14% (από $0,095\text{m/sec}$ σε $0,036\text{m/sec}$).

Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετο και παράλληλο στα longlines), σημειώνεται αύξηση. Ειδικότερα, κατά τον άξονα 1 έχουμε αύξηση από $0,005\text{m/sec}$ σε $0,007\text{m/sec}$, δηλ. αύξηση κατά 40% και κατά τον άξονα 2 από $0,001\text{m/sec}$ σε $0,016\text{m/sec}$.

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι βοριάδες (Εικ.14.5). Οι εντάσεις ξεπερνούν τα 7m/sec (Εικ.14.6), (μέσος όρος $1,64\text{m/sec}$). Οι συνιστώσες κατά x και y δίνουν $W_x = 0,24$ και $W_y = 1,37\text{m/sec}$, υποδεικνύοντας βόρειο-βορειοανατολικό άνεμο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο άνεμο σε ποσοστό 58,8% και βορειοανατολικό σε ποσοστό 30,1% (Εικ.14.8). Η ένταση του ανέμου για το 59,6% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του $0-1\text{m/sec}$.

Είναι φανερό, για τη συγκεκριμένη περίοδο, η μεγάλη μείωση της έντασης του διερχόμενου ρεύματος που περνά μέσα από τη μονάδα. Στο εσωτερικό της μονάδας το θαλάσσιο ρεύμα έχει

εξασθενήσει σε ένταση κατά 73,14%. Αξιοσημείωτο είναι πως ο άνεμος είναι βόρειος και τα θαλάσσια ρεύματα κατευθύνονται και αυτά προς βορρά.

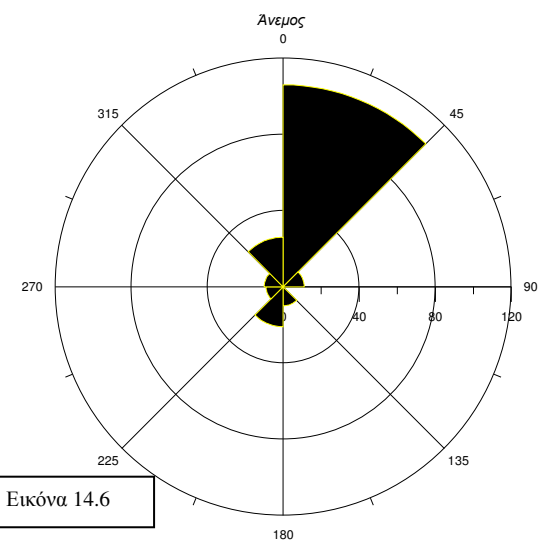
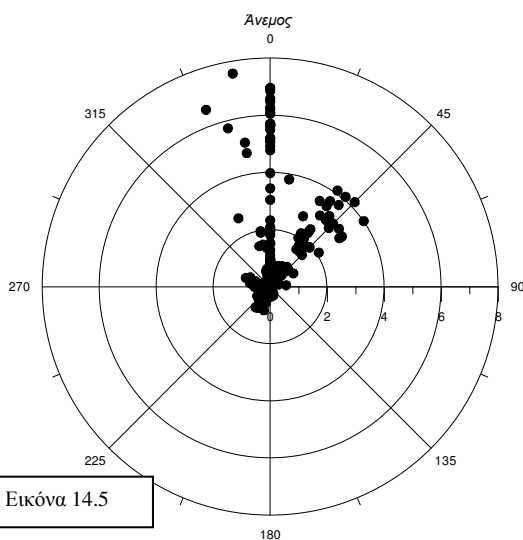


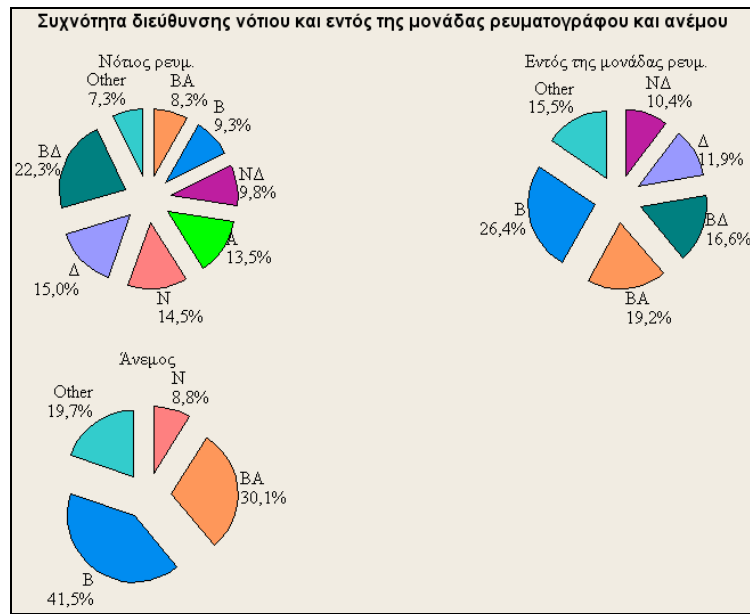
♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.19.2 και 19.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εσωτερικά και εξωτερικά της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.19.4 και σχ.19.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

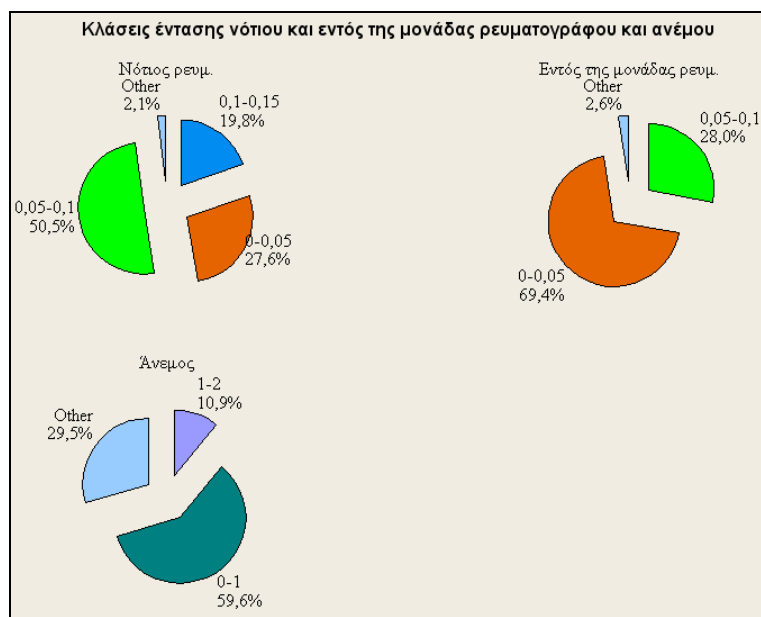
♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.19.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.





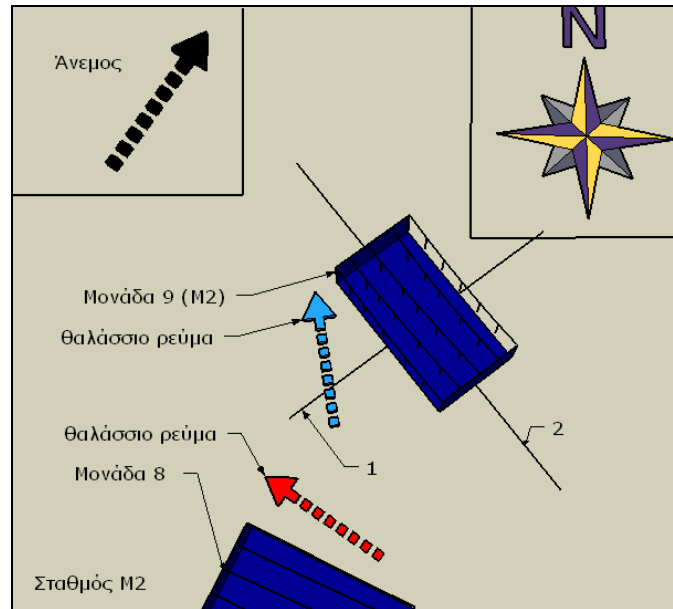
Εικόνα 14.7 Κλάσεις διεύθυνσης νότιου και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου



Εικόνα 14.8 Κλάσεις έντασης νότιου και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου

Χρονικό διάστημα 21-05-2006 ως 25-05-2006 : Έρευνα για ανάκτηση

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.15.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 9 (σταθμός M2) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες.



Εικόνα 15.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 21-05-06 με 25-05-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι 3,5 με 3,8 μέτρα. Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 20cm/sec (Εικ.15.4), (μέσος όρος : 8 και 4,5cm/sec στη μονάδα 8 και στη μονάδα 9, αντίστοιχα).

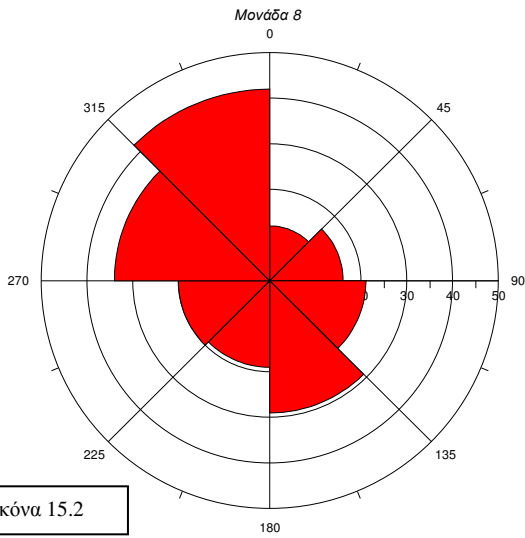
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοανατολικά της μονάδας 8* (Εικ.15.2), οι διευθύνσεις είναι κυρίως βορειοδυτικές, με ευρύτερη διασπορά προς τις υπόλοιπες διευθύνσεις. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) - 0,013m/sec, ενώ κατά y (Ν-Β) 0,018m/sec. Άρα, επικρατούν βορειοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 26,4% επί του συνόλου (Εικ.15.7). Το 45,6% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.15.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νοτιοδυτικά της μονάδας 9* (σταθμός M2) (Εικ.15.3), οι διευθύνσεις παρουσιάζουν μεγάλη βόρεια και δευτερευόντως νοτιοδυτική διασπορά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) -

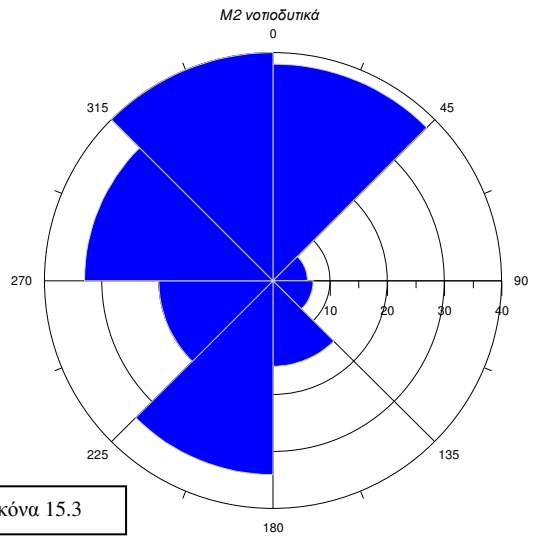
0,004m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,011m/sec (δηλαδή επικρατούν βόρειο-βορειοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 21,2% επί του συνόλου (Εικ.15.7). Το 60,6% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.15.8).

Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y , προκύπτει κίνηση προς τα βορειοδυτικά.

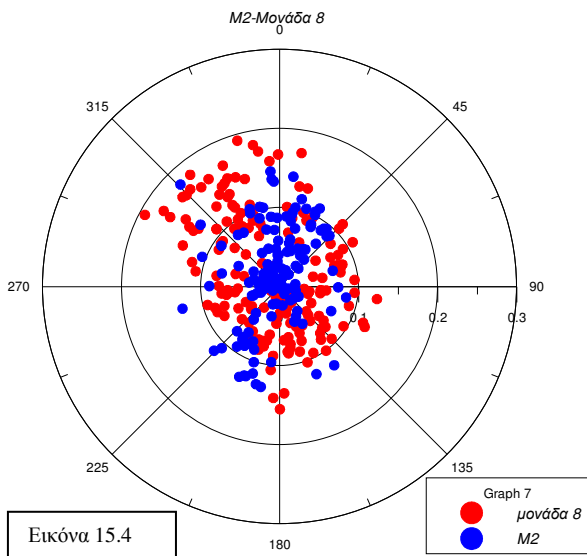
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι νότιοι-νοτιοδυτικοί (Εικ.15.6), με μέγιστες εντάσεις που ξεπερνούν και τα 4m/sec (Εικ.15.5), (μέσος όρος 1,15cm/sec). Κατά τις συνιστώσες κατά x και y : $W_x = -0,39$ και $W_y = -0,58$ m/sec, οι άνεμοι πνέουν προς βόρεια-βορειοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 27,5% (Εικ.15.7). Η ένταση του ανέμου για το 48,5% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec (Εικ.15.8).



Εικόνα 15.2



Εικόνα 15.3



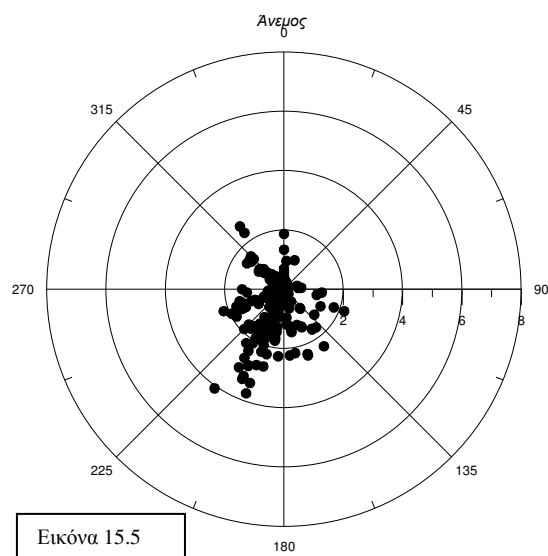
Εικόνα 15.4

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.15.2 και 15.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων στις 2 μονάδες δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

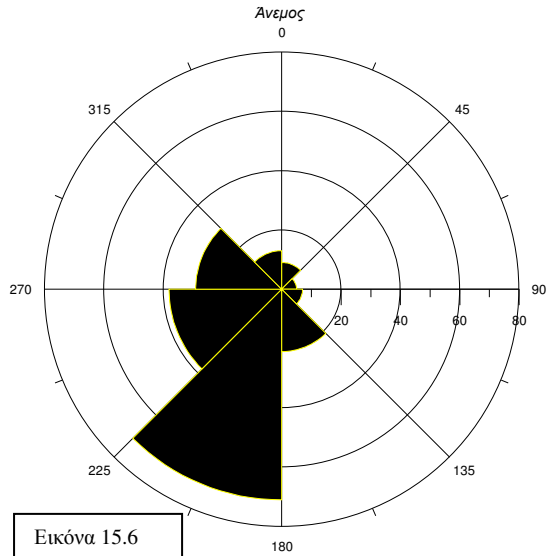
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.15.4 και σχ.15.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδογράμματα, διεύθυνσης σχ.15.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

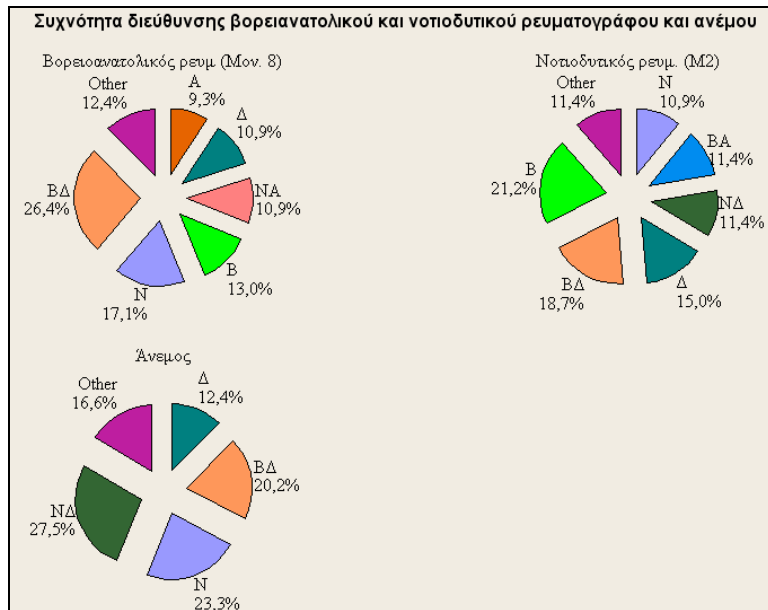
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



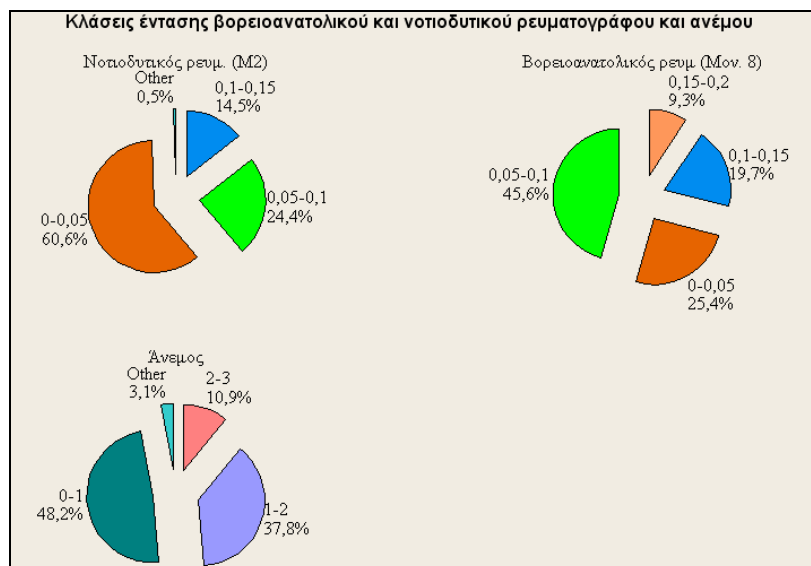
Εικόνα 15.5



Εικόνα 15.6



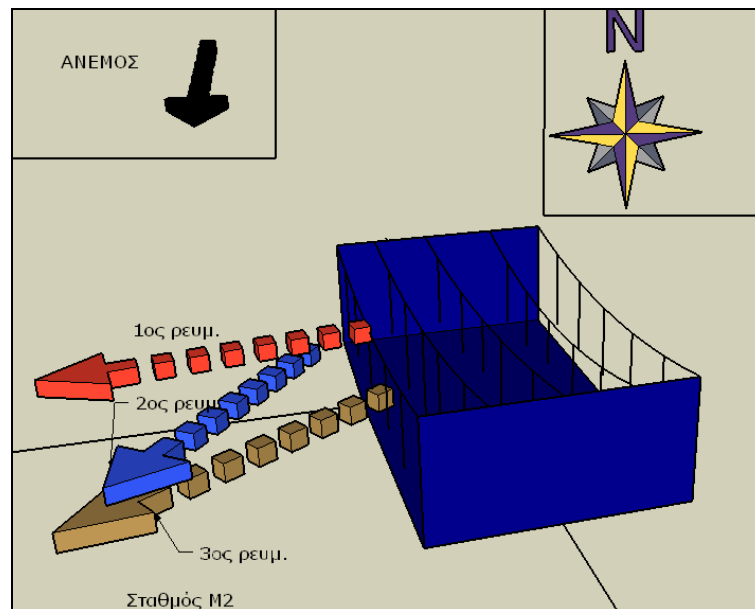
Εικόνα 15.7 Κλάσεις διεύθυνσης και βορειοανατολικού και νοτιοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 15.8 Κλάσεις έντασης και βορειοανατολικού και νοτιοδυτικού ρευματογράφου και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 03-02-2007 ως 06-02-2007 : Διερεύνηση κυκλοφορίας στη στήλη του νερού στο σταθμό M2

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.16.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 9 (σταθμός M2) και της μονάδας 8 όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάλυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 16.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 03-02-07 με 06-02-07 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι στα 1,5, 4 και 8 μέτρα. Οι μέγιστες τιμές έντασης ξεπερνούν τα 20cm/sec (Εικ.16.5), (μέσος όρος : 13,7 και 9,1 και 5,9cm/sec για τον πρώτο το δεύτερο και τον τρίτο ρευματογράφο, αντίστοιχα).

Όσον αφορά στον *πρώτο ρευματογράφο* (σταθμός M2) (Εικ.16.3), οι διευθύνσεις είναι κυρίως δυτικές-βορειοδυτικές. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,114m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,006m/sec, υποδεικνύοντας δυτικά-νοτιοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει δυτικά και βορειοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 55,1% και 21,7%, αντίστοιχα (Εικ.16.8). Το 37,7% και το 37% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα

είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec και 0,15-0,2m/sec ή 15-20cm/sec αντίστοιχα (Εικ.16.9).

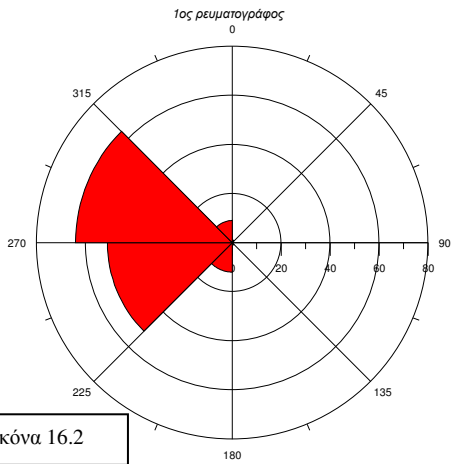
Όσον αφορά στο δεύτερο ρευματογράφο (σταθμός M2) (Εικ.16.4), οι διευθύνσεις είναι νότιο-νοτιοδυτικές. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,032m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,058m/sec, δηλαδή επικρατούν νότιο-νοτιοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά και νότια ρεύματα σε ποσοστό 37,7% και 32,6%, αντίστοιχα (Εικ.16.8). Το 52,9% και το 34,1% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec και 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec, αντίστοιχα (Εικ.16.9).

Όσον αφορά στον τρίτο ρευματογράφο (σταθμός M2) (Εικ.16.5), οι διευθύνσεις έχουν ευρύτερη διασπορά με επικράτηση νότιο-νοτιοδυτικά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,024m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,013m/sec, δηλαδή επικρατούν νοτιοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά και νότια ρεύματα σε ποσοστό 54,3% και 37% αντίστοιχα (Εικ.16.8). Το 54,3% και το 37% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec και 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec αντίστοιχα (Εικ.16.9).

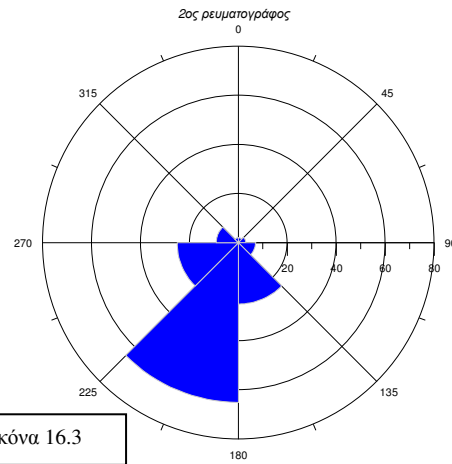
Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y, προκύπτει κίνηση υδάτινων μαζών προς τα δυτικά για τα επιφανειακά στρώματα και κίνηση προς νοτιοδυτικά για τις βαθύτερες θαλάσσιες μάζες.

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι βόρειοι (Εικ.16.7). Οι μέγιστες εντάσεις ξεπερνούν τα 6 m/sec (Εικ.16.6) (μέσος όρος 2,68 m/sec). Κατά $W_x=0,11$ και $W_y=2,58$, οι άνεμοι πνέουν προς το νότο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο και βορειοανατολικό άνεμο σε ποσοστό 75,4% και 18,8%, αντίστοιχα (Εικ.16.9). Η ένταση του ανέμου για το 29,7%, το 20,3% και το 11,6% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 2-3m/sec, 3-4m/sec και 4-5m/sec, αντίστοιχα (Εικ.16.9). Είναι ο πιο δυνατός άνεμος που έχει παρατηρηθεί στο σταθμό αυτό.

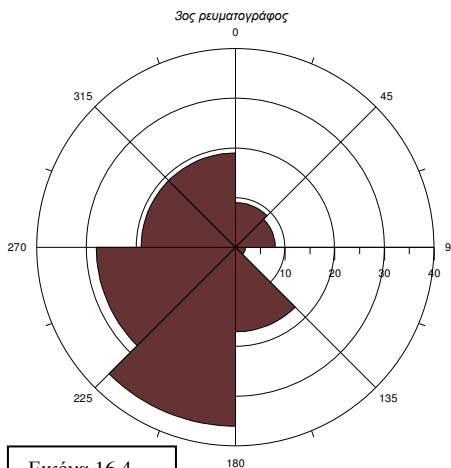
Η κυκλοφορία του νερού στην περιοχή του σταθμού M2 στις αρχές Φεβρουαρίου τείνει προς νότιες κατευθύνσεις με πολύ ισχυρό βόρειο άνεμο. Η χειμερινή περίοδος δείχνει να παρουσιάζει ομοιομορφία στην κίνηση των υδάτινων μαζών σε ολόκληρη τη στήλη καθότι η απόκλιση της διεύθυνσης του ρεύματος στα διάφορα βάθη δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς οι αποκλίσεις των βαθύτερων ρευμάτων από το επιφανειακό είναι κατά μέσο όρο μικρότερες των 70°.



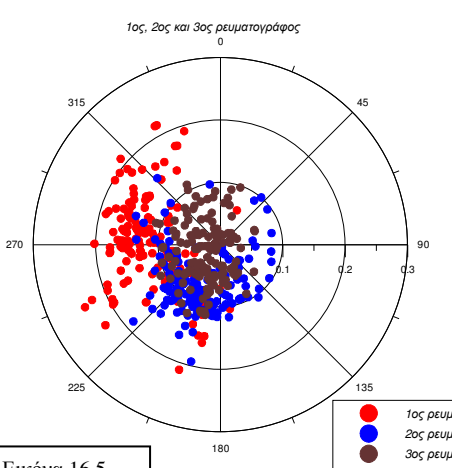
Εικόνα 16.2



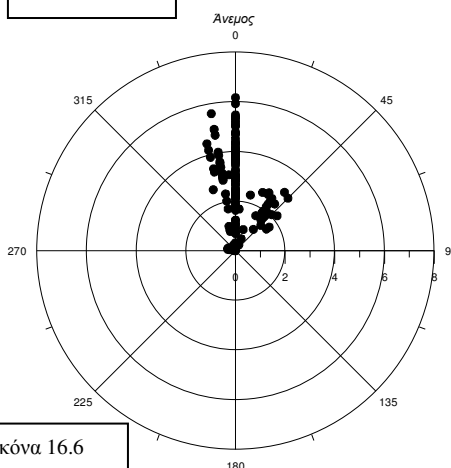
Εικόνα 16.3



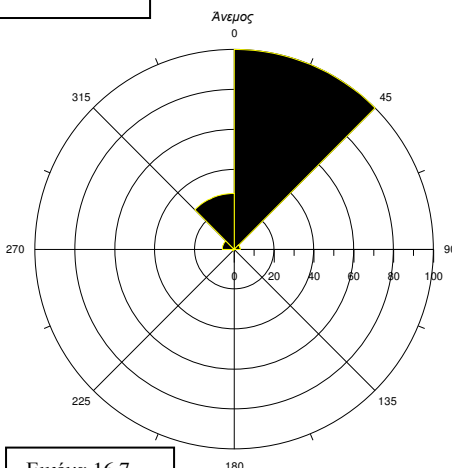
Εικόνα 16.4



Εικόνα 16.5



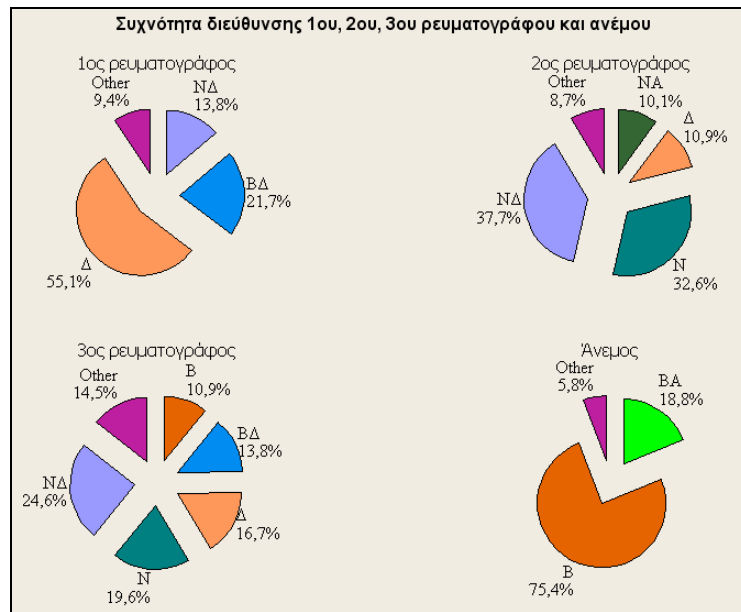
Εικόνα 16.6



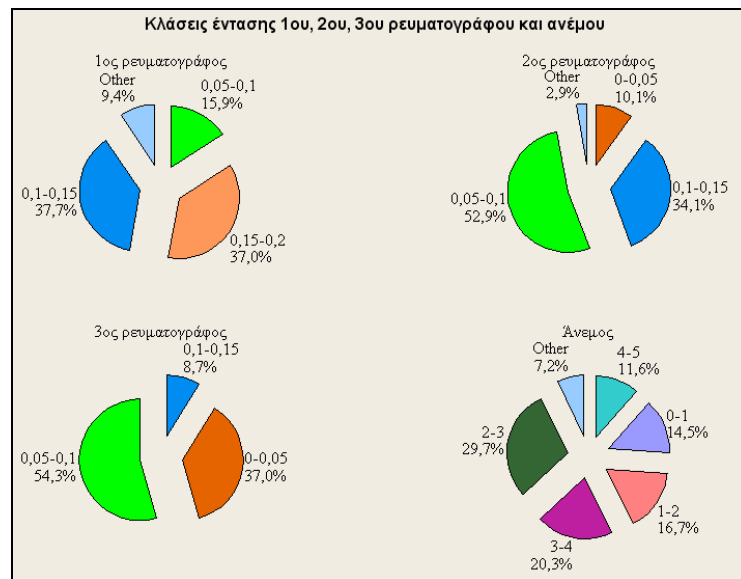
Εικόνα 16.7

- ♦ Τα γραφήματα – ροδόγραμμα διευθύνσεων (σχ.16.2 και 16.3 και 16.4) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων .
- ♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.16.5 και σχ. 16.6 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.
- ♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.16.7 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



Εικόνα 16.8 Κλάσεις διεύθυνσης ρευματογράφων στη στήλη του νερού (1^{ος} επιφανειακός ρευμ., 2^{ος} ενδιάμεσος ρευμ., 3^{ος} ρευματογράφος κοντά στον πυθμένα).



Εικόνα 16.9 Κλάσεις διεύθυνσης ρευματογράφων στη στήλη του νερού (1^{ος} επιφανειακός ρευμ., 2^{ος} ενδιάμεσος ρευμ., 3^{ος} ρευματογράφος κοντά στον πυθμένα).

Από το παραπάνω χρονικό διάστημα, λύνοντας ένα σύστημα τριών εξισώσεων, που ανταποκρίνεται στις διαφορετικές τιμές έντασης, στα τρία διαφορετικά βάθη, μπορεί να εξαχθεί μία πολυωνυμική σχέση που θα αποδίδει για το συγκεκριμένο ανεμολογικό καθεστώς

την ένταση του θαλασσίου ρεύματος σε κάθε ενδιάμεσο βάθος. Το σύστημα των τριών εξισώσεων, καθώς και η τελική εξίσωση, παρουσιάζονται παρακάτω :

$$(1,6)^2\alpha + 1,6\beta + \gamma = 0,137$$

$$(4,1)^2\alpha + 4,1\beta + \gamma = 0,091$$

$$(8)^2\alpha + 8\beta + \gamma = 0$$

Επιλέχθηκε η δευτέρου βαθμού πολωνυμική εξίσωση γιατί θεωρείται ότι περιγράφει ικανοποιητικά την κατανομή των τιμών στο βάθος της στήλης (Κουτίτας, 1985). Η πρώτη εξίσωση του συστήματος δίνει το μέσο όρο της ταχύτητας του ρεύματος σε βάθος 1,6m, ενώ η δεύτερη σε βάθος 4,1m. Η τρίτη εξίσωση αναφέρεται στον πυθμένα, όπου και μηδενίζεται η ένταση του θαλασσίου ρεύματος.

Από την επίλυση του παραπάνω συστήματος υπολογίζονται οι συντελεστές α , β και γ και ακολούθως προκύπτει η εξίσωση :

$$y = -0,00064x^2 - 0,015256x + 0,163008$$

Όπου y είναι η ένταση του θαλασσίου ρεύματος και x το βάθος.

Συμπεράσματα που αφορούν στο σύνολο των μετρήσεων στο σταθμό M2 : Η κυκλοφορία στην περιοχή του σταθμού M2 δείχνει να ακολουθεί βόρεια κατεύθυνση με επικράτηση νότιων και νοτιοδυτικών ανέμων. Οι κατά περιόδους βόρειοι και βορειοδυτικοί άνεμοι δε δείχνουν ικανοί να μεταβάλουν εύκολα την προαναφερθείσα κίνηση των θαλασσιών μαζών, η οποία σε γενικές γραμμές είναι σταθερή στην αλλαγή του ανεμολογικού καθεστώτος. Παρόλα αυτά, οι μεγαλύτερης έντασης βόρειοι άνεμοι που εμφανίστηκαν κατά το χρονικό διάστημα 03/02/07-06/02/07, οδήγησαν στη δημιουργία δυτικών-νοτιοδυτικών θαλάσσιων ρευμάτων.

Η παρεμπόδιση της μονάδας, καθώς το νερό περνάει παράλληλα στα «longlines», φτάνει σε αρκετά μεγαλύτερο ποσοστό (34,62%) συγκριτικά με το σταθμό M1 (16,67%), για την περίπτωση όπου οι ρευματογράφοι βρίσκονται εκατέρωθεν της μονάδας. Στην περίπτωση όπου ο ένας ρευματογράφος παίρνει μετρήσεις στο εσωτερικό της μονάδας, η μείωση της έντασης του ρεύματος φτάνει το 73,14% (με αναγωγή της τιμής έντασης στο αντίστοιχο βάθος με αυτό του ρευματογράφου εκτός της μονάδας). Τα μεγαλύτερα ποσοστά παρεμπόδισης σε σχέση με τα αντίστοιχα για το σταθμό M1 μπορεί να οφείλονται σε μεγαλύτερη μεταβλητότητα στη διεύθυνση του ρεύματος, στην εξαναγκασμένη αλλαγή διεύθυνσης, σε διαφορετικές διαχειριστικές πρακτικές από μέρους των μυδοκαλλιεργητών για τις δύο μονάδες

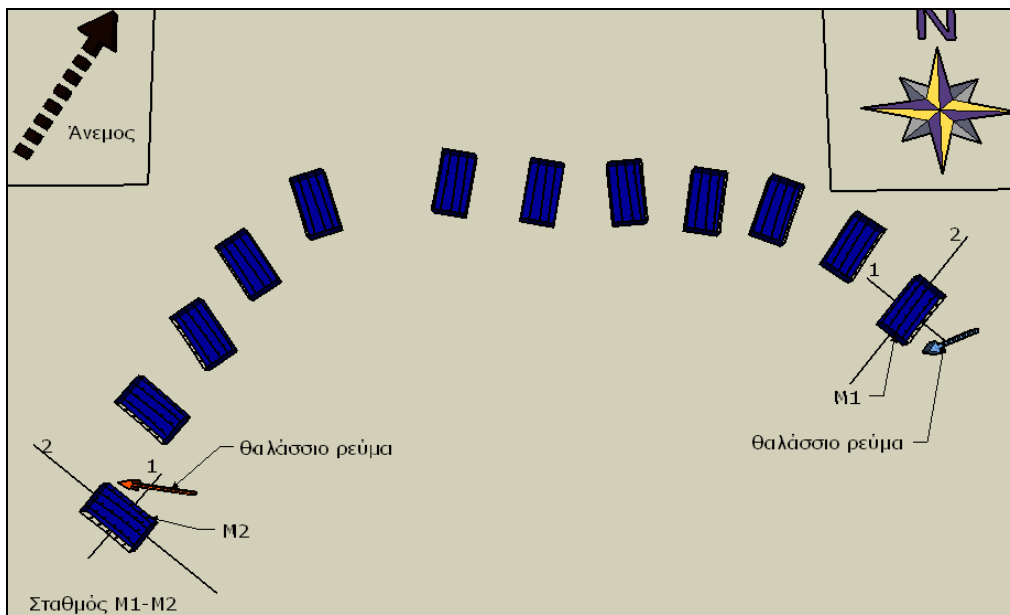
ή στο γεγονός ότι ο άνεμος έχει αντίθετη κατεύθυνση σε σχέση με αυτή των ρευμάτων. Εξάλλου, κατά την περίοδο μετρήσεων εντός και εκτός της μονάδας έχει αναφερθεί ότι ο μυδοκαλλιεργητής είχε προσθέσει αρμαθιές με γόνο ανάμεσα σε άλλες αρμαθιές, πράγμα το οποίο αναμενόταν να αυξήσει αισθητά το ποσοστό παρεμπόδισης, όπως πράγματι συνέβη.

Μια μέση ένταση ρευμάτων για το σταθμό του M2 είναι τα 7,93cm/sec, με εύρος τιμών από 1,1-19,5cm/sec (σύνολο μετρήσεων από μέσο όρο για τρεις χρονικές περιόδους σε βάθος 3-4 μέτρα). Η αντίστοιχη ένταση στο εσωτερικό της μονάδας είναι 3,6cm/sec, με εύρος τιμών 0-11,6cm/sec.

3.4 Σταθμός M1 και M2

Χρονικό διάστημα 28-04-2006 ως 02-05-2006

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.17.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 20 (σταθμός M1) και της μονάδας 9 (σταθμός M2) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 17.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 28-04-06 με 02-05-06 : Εμφανίζονται μεγάλες τιμές έντασης του ρεύματος, με μέγιστες τιμές που ξεπερνούν τα 25cm/sec (Εικ.17.4), (μέσος όρος : 14,8 και 12,4cm/sec για τον ανατολικό και το δυτικό ρευματογράφο αντίστοιχα), αν και το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι 3,5 με 4 μέτρα κάτω από την επιφάνεια.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βορειοανατολικά της μονάδας 9* (σταθμός M2) (Εικ.17.1), εμφανίζεται αρκετή διασπορά, με επικράτηση στο βορειοδυτικό τομέα. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) -0,028m/sec, ενώ

κατά y (N-B) 0,010m/sec, δηλαδή φαίνεται επικράτηση δυτικών-βορειοδυτικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 22,8% επί του συνόλου (Εικ.17.7). Το 32,6% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.17.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο νοτιοανατολικά της μονάδας 20 (M1) (Εικ.17.2), οι διευθύνσεις εμφανίζουν μεγάλη διασπορά στο δυτικό τομέα. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,031m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,009m/sec. Άρα, υποδηλώνεται η επικράτηση δυτικών-νοτιοδυτικών ρευμάτων. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει δυτικά και νοτιοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 19,7% και 16,6%, αντίστοιχα, επί του συνόλου (Εικ.17.7). Το 33,7% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,15-0,2m/sec ή 15-20cm/sec (Εικ.17.8).

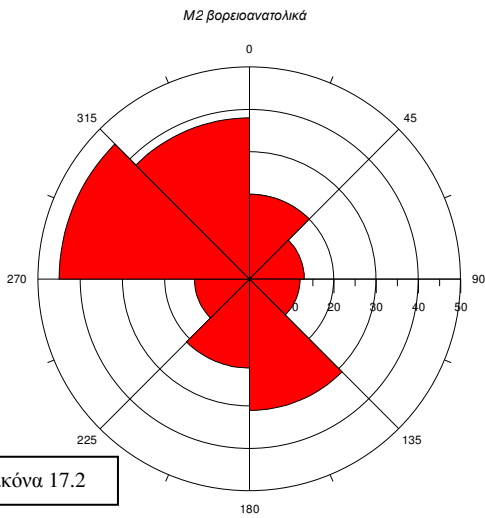
Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y, προκύπτει για την ευρύτερη περιοχή των μονάδων 20 μέχρι 9 κίνηση από ανατολικά προς δυτικά με μείωση της έντασης του ρεύματος (από τη συνισταμένη (V) προκύπτει μείωση από 0,148 σε 0,124m/sec, ποσοστό 16,22%. Γενικώς, αυτή την περίοδο επικρατούν δυνατά ρεύματα, αν και το βάθος πόντισης δεν είναι μικρό, με μεγαλύτερες τιμές ανατολικά του κόλπου, οι οποίες βαίνουν μειούμενες κεντρικότερα (ως συνέπεια και της παρεμβολής πολυάριθμων μονάδων στην πορεία του ρεύματος).

Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετος και παράλληλος στα longlines) και τους μέσους όρους των συνιστωσών ταχυτήτων, δεν είναι εύκολη η σύγκριση, καθώς το ρεύμα αλλάζει πορεία. Επίσης, η τοποθέτηση των δύο μονάδων ως προς το βορρά είναι διαφορετική και η πρόσπτωση του κύριου ρεύματος γίνεται για τη μεν 20^η μονάδα κάθετα στις γραμμές παραγωγής, ενώ για την 9^η μονάδα παράλληλα σε αυτές.

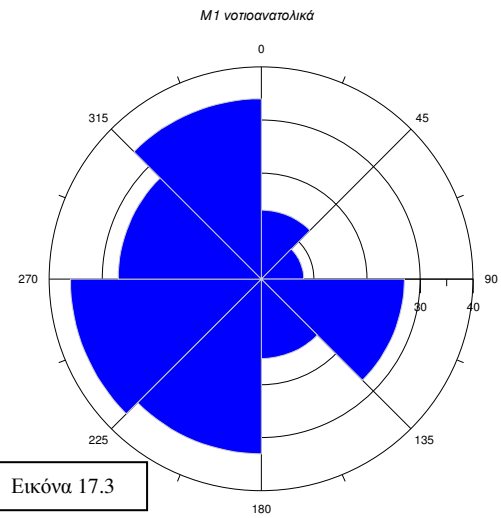
Η παρεμπόδιση των 11 παρεμβαλλόμενων μονάδων μεταξύ των ρευματογράφων θα μπορούσε να δοθεί κατά τον άξονα x, όπου και υπάρχει μείωση κατά 9,68% (-0,031 σε -0,028m/sec), και από τη συνισταμένη (V), που εξασθενεί κατά 16,22%.

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν οι νότιες-νοτιοδυτικές διευθύνσεις (Εικ.17.6), με μέγιστες τιμές εντάσεων που ξεπερνούν τα 5,5 m/sec (μέσος όρος 1,40m/sec), (Εικ.17.5). Οι συνιστώσες εντάσεως του ανέμου κατά x και y είναι $W_x = -0,12$ και $W_y = -0,78$ m/sec, δίνουν επίσης νότιο-νοτιοδυτικό άνεμο. Η στατιστική επεξεργασία των

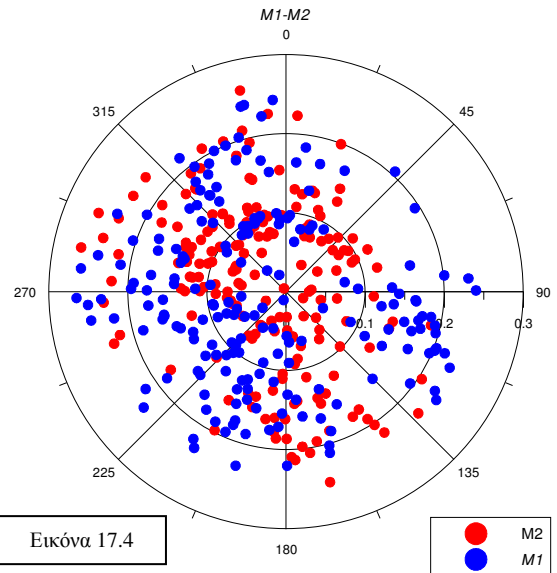
αποτελεσμάτων δίνει νότιο άνεμο σε ποσοστό 32,2% επί του συνόλου (Εικ.17.7). Η ένταση του ανέμου για το 41,5% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec (Εικ.17.8).



Εικόνα 17.2



Εικόνα 17.3



Εικόνα 17.4

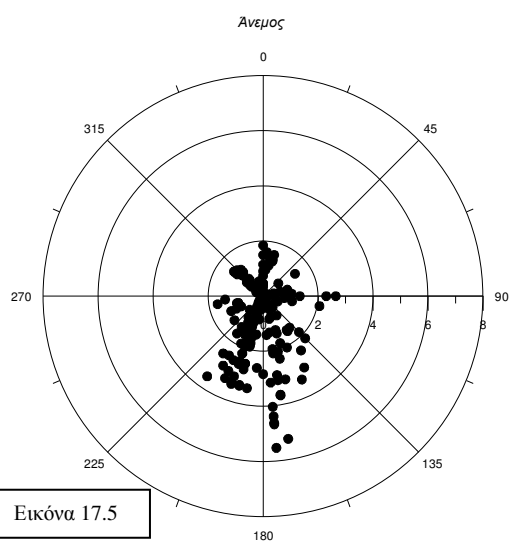
● M2 (red)
● M1 (blue)

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.17.2 και 17.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας, δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

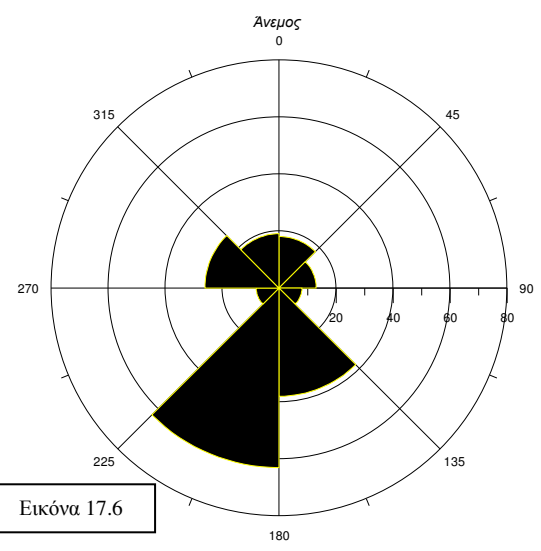
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.17.4 και σχ.17.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδογράμματα, διεύθυνσης σχ.17.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

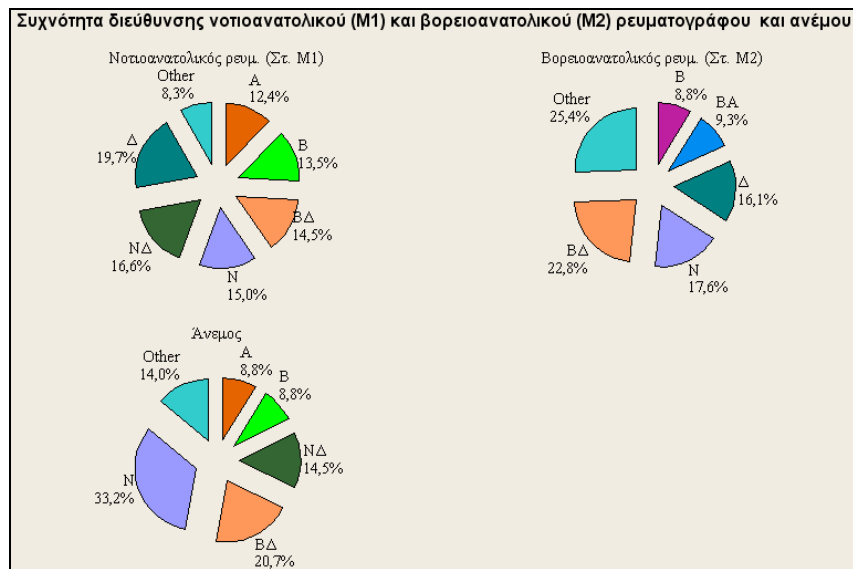
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως, για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



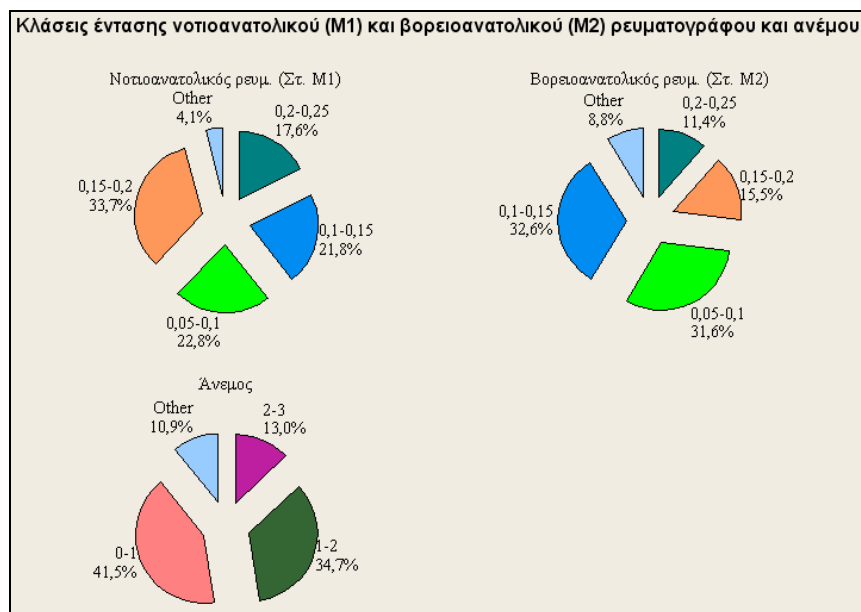
Εικόνα 17.5



Εικόνα 17.6



Εικόνα 17.7 Κλάσεις διεύθυνσης νοτιοανατολικού(M1) και βορειοανατολικού (M2) ρευματογράφου και ανέμου



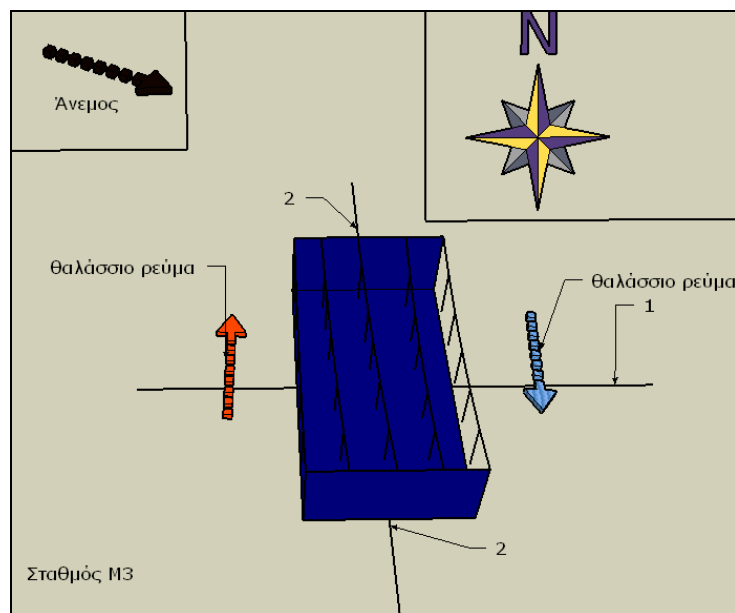
Εικόνα 17.8 Κλάσεις έντασης νοτιοανατολικού(M1) και βορειοανατολικού (M2) ρευματογράφου και ανέμου

3.5 Σταθμός M3

Στο Σχήμα. 2 (σελ.5), ο σταθμός M3 αντιστοιχεί στην 3^η μονάδα μετρώντας από αριστερά προς τα δεξιά στην πλησιέστερη σειρά μονάδων στην ακτή (ανατολικά του δέλτα του ποταμού Αξιού, Γ.Μ. 22° 46' 148, Γ.Π. 40° 31' 758). Το βάθος του σταθμού είναι 15 μέτρα.

Χρονικό διάστημα 14-06-2006 ως 18-06-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.18.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 3 (σταθμός M3) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 18.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

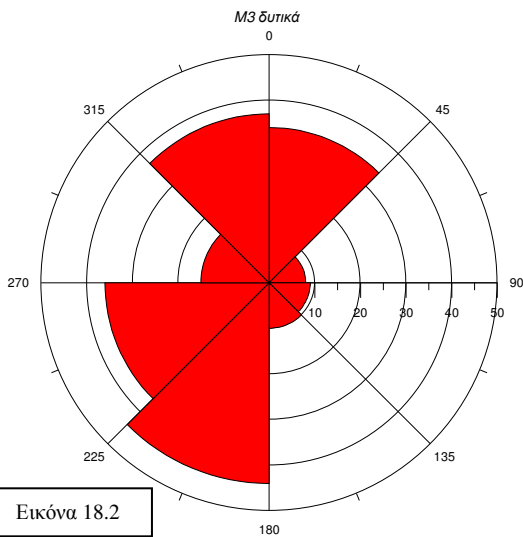
Παρατηρήσεις για το διάστημα 14-06-06 με 18-06-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι περί τα 3,1 μέτρα από την επιφάνεια. Τη συγκεκριμένη περίοδο υπήρξε πρόβλημα καταγραφής της ταχύτητας των ρευματογράφων εξαιτίας της συσσώρευσης βιογενούς προέλευσης υλικού πάνω στο ρότορα (έλικα) των οργάνων. Τα στοιχεία της ταχύτητας και, κατ' επέκταση, τα διανυσματικά μεγέθη που απορρέουν από αυτή, δεν είναι αξιοποιήσιμα. Ωστόσο, τα στοιχεία διεύθυνσης που κατέγραψαν τα όργανα, μπορούν να

δώσουν πληροφορίες για την τοπική υδροδυναμική κυκλοφορία ως προς την κατεύθυνση των ρευμάτων.

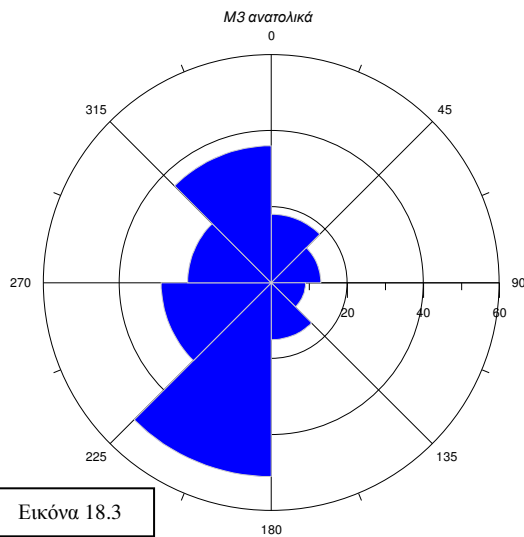
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *δυτικά της μονάδας 3* (σταθμός M3), (Εικ.18.2), οι διευθύνσεις έχουν φορά προς τα βόρεια και τα νοτιοδυτικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει *βόρεια* και νοτιοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 25,4% και 23,3%, αντίστοιχα (Εικ.18.7). Το 97,9% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.18.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *ανατολικά της μονάδας 3* (σταθμός M3), (Εικ.18.3), οι διευθύνσεις ακολουθούν το ίδιο μοτίβο, με ελαφρά μικρότερη διασπορά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά, νότια και βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 22,3%, 20,2% και 18,1%, αντίστοιχα (Εικ.18.7). Το 86% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.18.8).

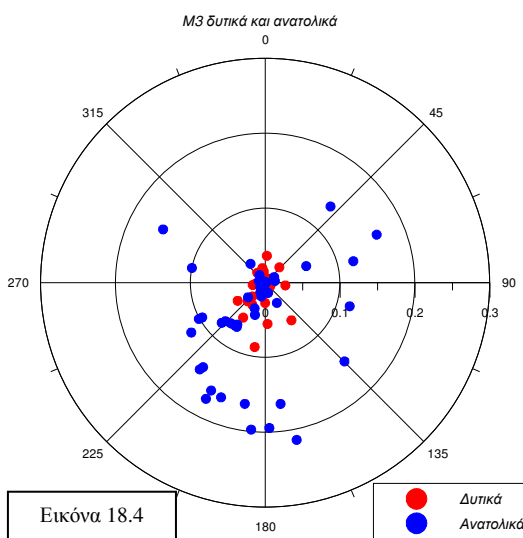
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα, με επικράτηση βορειοδυτικών και νότιων ανέμων (Εικ. 18.4, 18.5), με μέγιστες εντάσεις που φτάνουν τα 6m/sec (Εικ.18.4) (μέσος όρος : 2,40m/sec). Κατά τις συνιστώσες $W_x = -0,83$ και $W_y = 0,06$ m/sec, επικρατούν δυτικοί άνεμοι. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει περίπου ίδια ποσοστά για ανέμους βόρειας και νότιας συνιστώσας (Βόρειοι 12,4%, βορειοδυτικοί 35,2%, βορειοανατολικοί 1%, νότιοι 28,5%, νοτιοδυτικοί 10,9% και νοτιοανατολικοί 8,3%). Συνολικά, βόρειας κατεύθυνσης άνεμοι αντιπροσωπεύουν το 48,6% και νότιας κατεύθυνσης το 47,7% επί του συνόλου (Εικ.18.7). Οι βορειοδυτικοί άνεμοι εμφανίζονται ελαφρά ισχυρότεροι από τους νότιους ανέμους χωρίς σημαντική στατιστική διαφορά (Εικ.18.8, 18.9). Είναι αξιοσημείωτο, για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, το ποσοστό (8,3%) που παρουσιάζουν οι νοτιοανατολικοί άνεμοι, οι οποίοι είναι ασυνήθιστοι για την περιοχή και είναι παράλληλα και αυξημένης έντασης (Εικ.18.9). Η ένταση του ανέμου (Εικ.18.7) για το 25,9% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec, ενώ για το 19,7% δίνει τιμές 2-3m/sec (πάρα πολύ υψηλές εντάσεις συγκριτικά με άλλες περιόδους) (Εικ.18.8).



Εικόνα 18.2



Εικόνα 18.3



Εικόνα 18.4

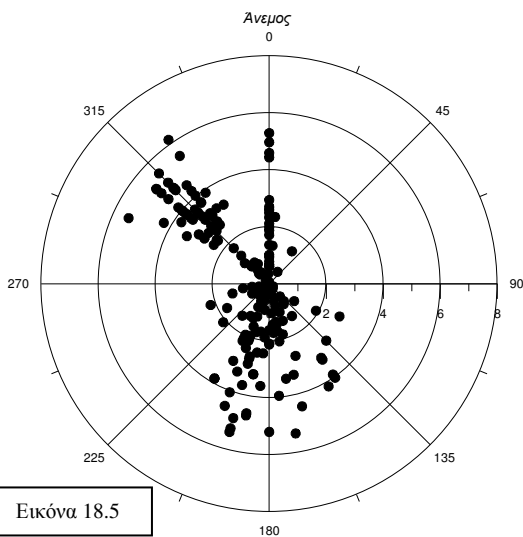
● Δυτικά
● Ανατολικά

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.21.2 και 21.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

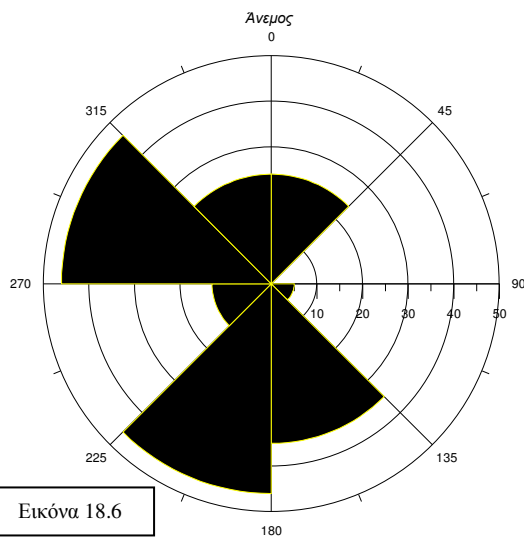
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.21.4 και σχ.21.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.21.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

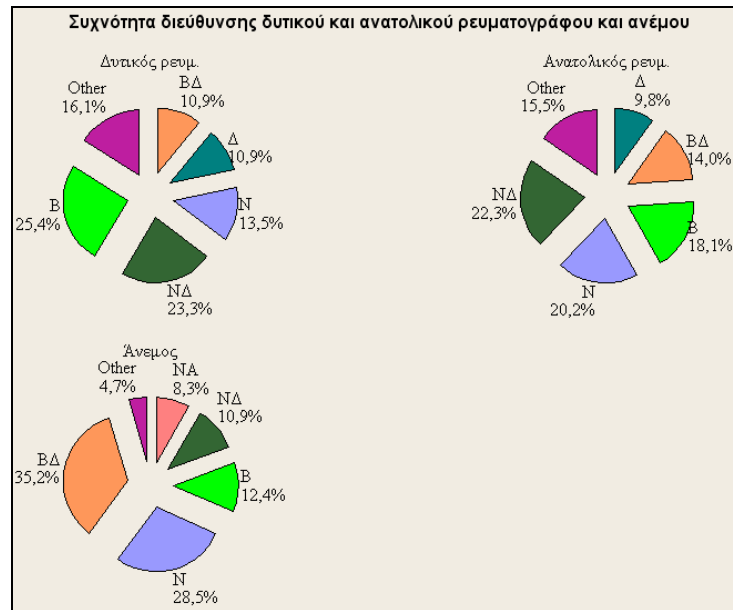
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως, για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



Εικόνα 18.5

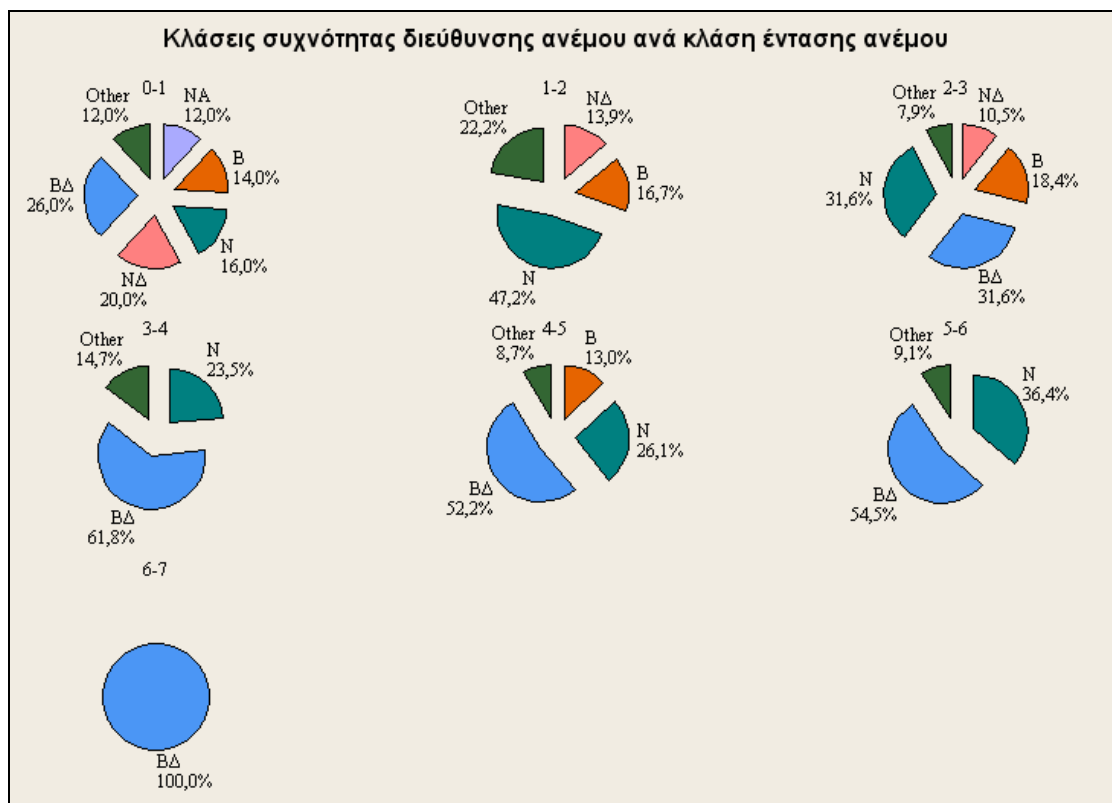


Εικόνα 18.6

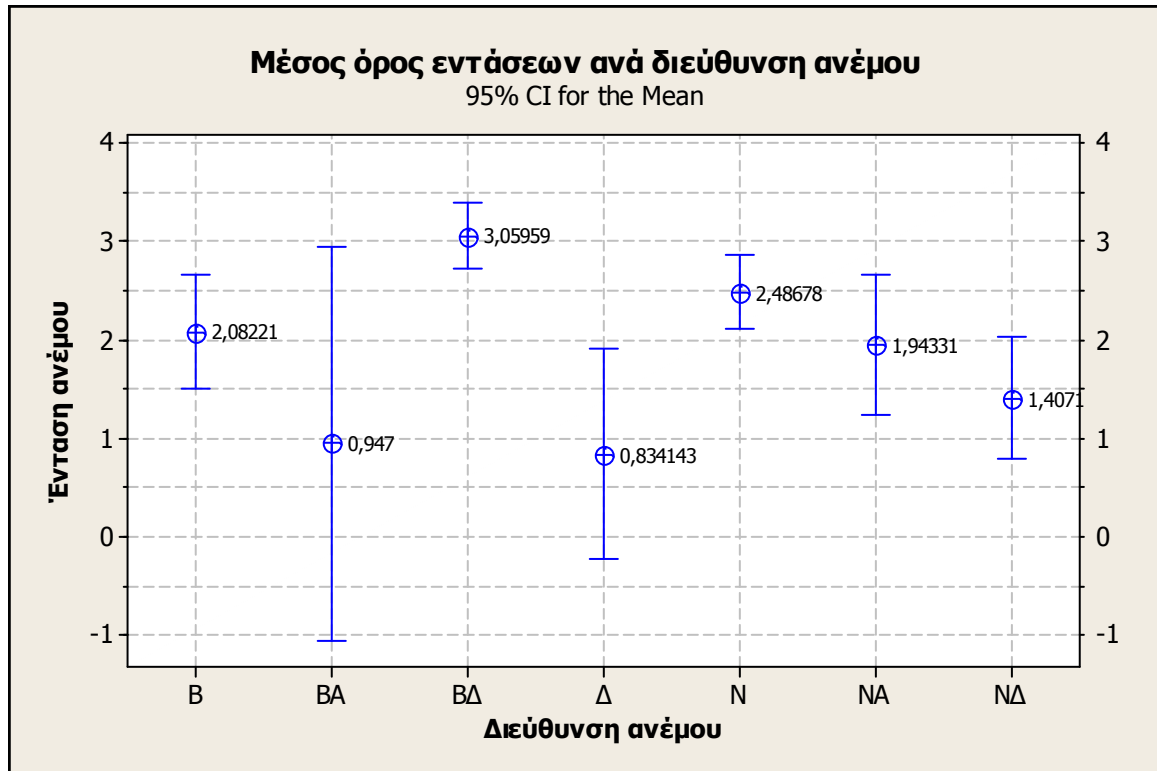


Εικόνα 18.7 Κλάσεις διεύθυνσης δυτικού και ανατολικού ρευματογράφου και ανέμου.

Οι παρακάτω εικόνες (Εικ.18.8, και 18.9) συσχετίζουν τις διευθύνσεις του ανέμου με τις αντίστοιχες εντάσεις.



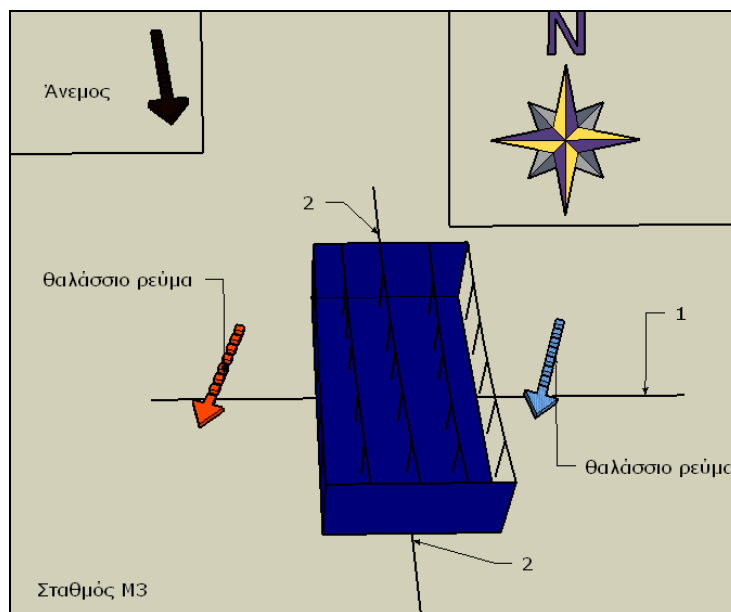
Εικόνα 18.8 Κλάσεις συχνότητας διεύθυνσης ανέμου ανά κλάση έντασης ανέμου.



Εικόνα 18.9. Μέσος όρος εντάσεων ανέμων ανά διεύθυνση ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο (ANOVA-pool error across groups).

Χρονικό διάστημα 18-06-2006 ως 22-06-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.19.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 3 (σταθμός M3) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 19.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 18-06-06 με 22-06-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι περί τα 3,1 μέτρα από την επιφάνεια. Και αυτή την περίοδο υπήρξε πρόβλημα καταγραφής της ταχύτητας των ρευματογράφων εξαιτίας της συσσώρευσης βιογενούς προέλευσης υλικού πάνω στο ρότορα (έλικα) των οργάνων. Τα στοιχεία της ταχύτητας και, κατ' επέκταση, τα διανυσματικά μεγέθη που απορρέουν από αυτή, δεν είναι αξιοποιήσιμα. Ωστόσο, τα στοιχεία διεύθυνσης που κατέγραψαν τα όργανα, μπορούν να δώσουν πληροφορίες για την τοπική υδροδυναμική κυκλοφορία ως προς την κατεύθυνση των ρευμάτων.

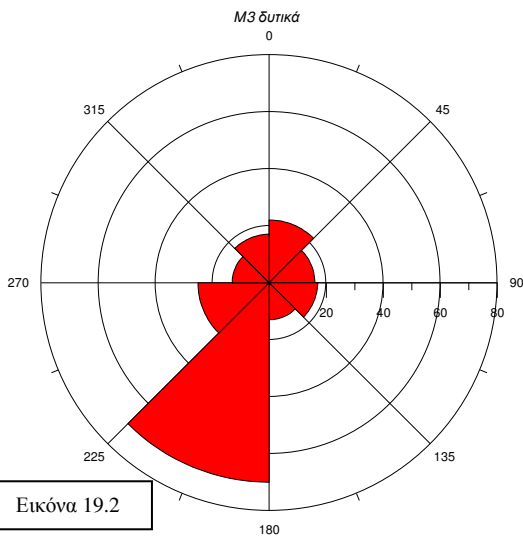
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *δυτικά της μονάδας 3* (σταθμός M3) (Εικ.19.2), οι διευθύνσεις έχουν φορά προς νότιο-νοτιοδυτικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει

νοτιοδυτικά, νότια και βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 34,7%, 17,1% και 13,5%, αντίστοιχα (Εικ.19.7).

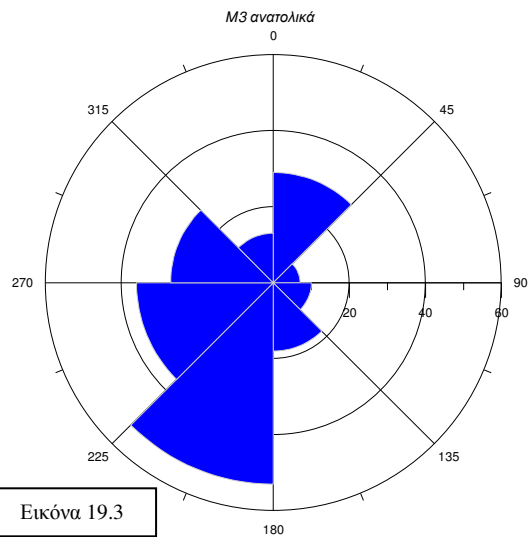
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νότια της μονάδας 3* (σταθμός M3) (Εικ.19.3), οι διευθύνσεις ακολουθούν το ίδιο μοτίβο, με ελαφρά μεγαλύτερη διασπορά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά, νότια και βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 26,4%, 18,7% και 13%, αντίστοιχα (Εικ.19.7).

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει κίνηση από βορρά προς νότο.

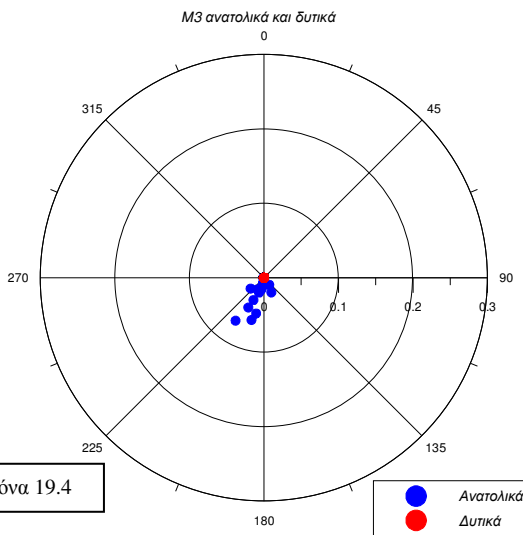
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα, με επικράτηση νότιων, βόρειων και βορειοδυτικών (Εικ. 19.4, 19.5), με μέγιστες εντάσεις που ξεπερνούν τα 4m/sec (Εικ. 19.4) (μέσος όρος : 1,46 m/sec). Κατά τις συνιστώσες $W_x = -0,07$ και $W_y = -0,29$ m/sec επικρατούν βόρειο-βορειοδυτικοί άνεμοι. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει μεγάλη επικράτηση για ανέμους νότιας συνιστώσας έναντι ανέμων βόρειας (Νότιοι 30,6%, νοτιοδυτικοί 14% και νοτιοανατολικοί 7,8%, βόρειοι 13,5%, βορειοδυτικοί 20,2%, βορειοανατολικοί 3,1%, επί του συνόλου). Συνολικά, νότιας κατεύθυνσης άνεμοι αντιπροσωπεύουν το 52,4% και βόρειας κατεύθυνσης το 36,8% (Εικ.19.8). Οι βορειοανατολικοί είναι λίγο ισχυρότεροι από τους νότιους χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά (Εικ.19.8, 19.9). Οι νοτιοανατολικοί άνεμοι εμφανίζονται σε ελαφρά χαμηλότερο ποσοστό από την προηγούμενη περίοδο (7,8% έναντι 8,3%) αλλά και με μικρότερη ένταση (Εικ.19.8, 19.9). Η τιμές έντασης του ανέμου για το 39,9% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 1-2m/sec, ενώ για το 15,5% δίνει τιμές 2-3m/sec (σχετικά υψηλές εντάσεις συγκριτικά με άλλες περιόδους) (Εικ.19.8).



Εικόνα 19.2



Εικόνα 19.3



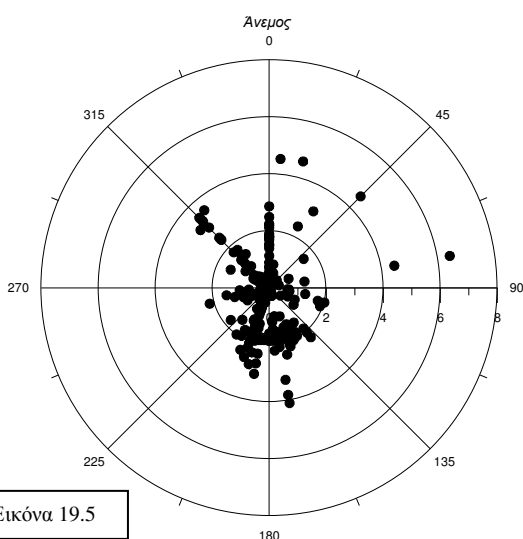
Εικόνα 19.4

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.19.2 και 19.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

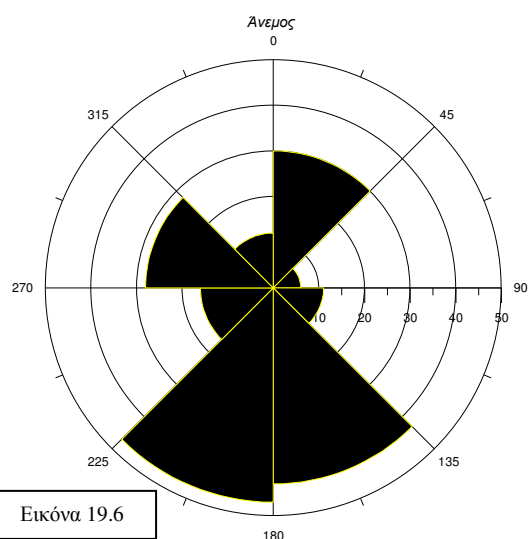
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.19.4 και σχ.19.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδογράμματα, διεύθυνσης σχ.19.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

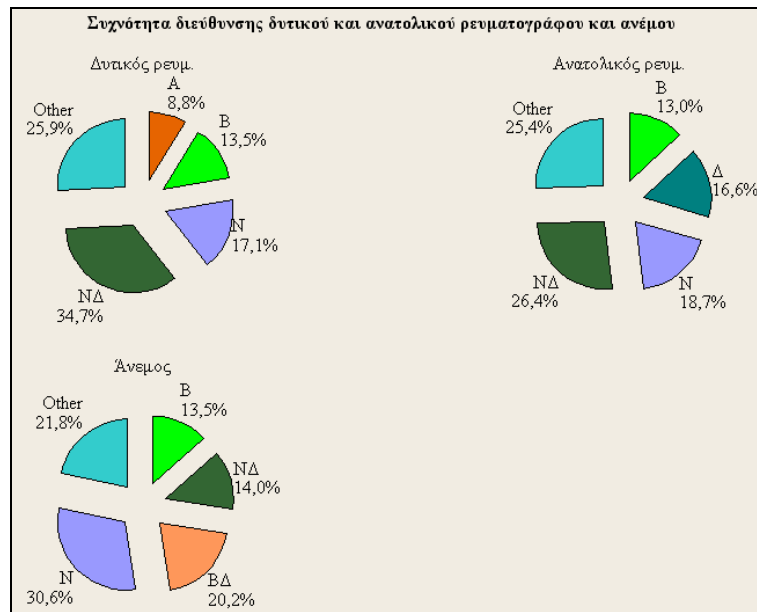
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



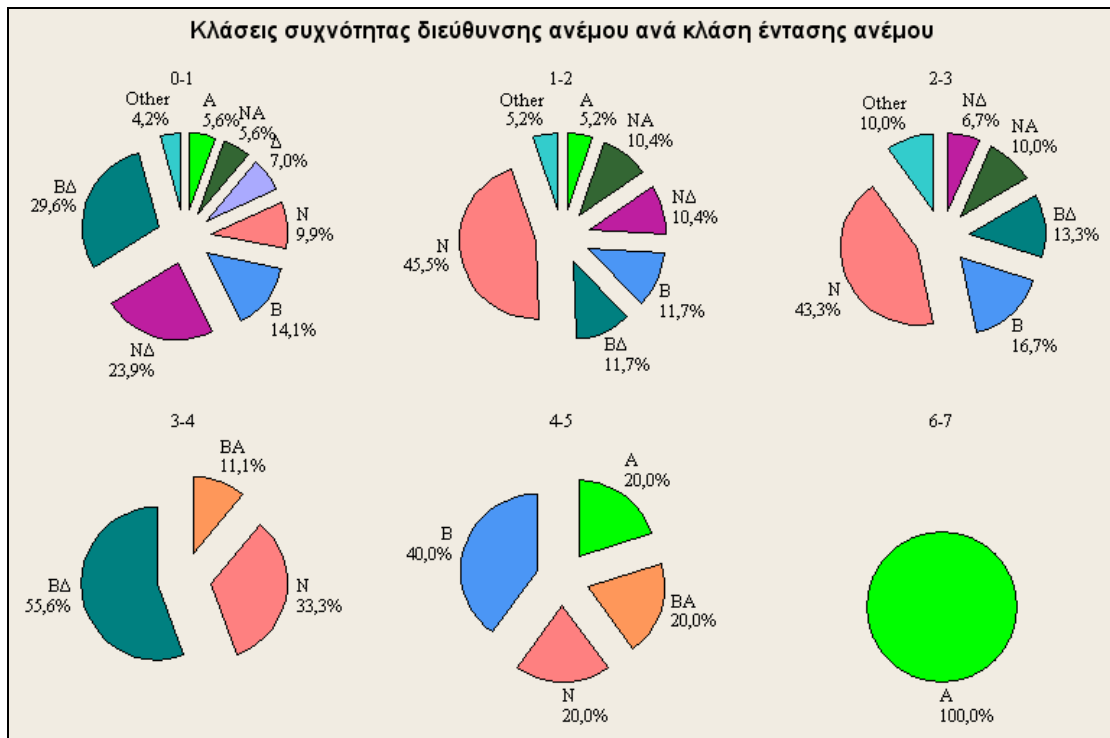
Εικόνα 19.5



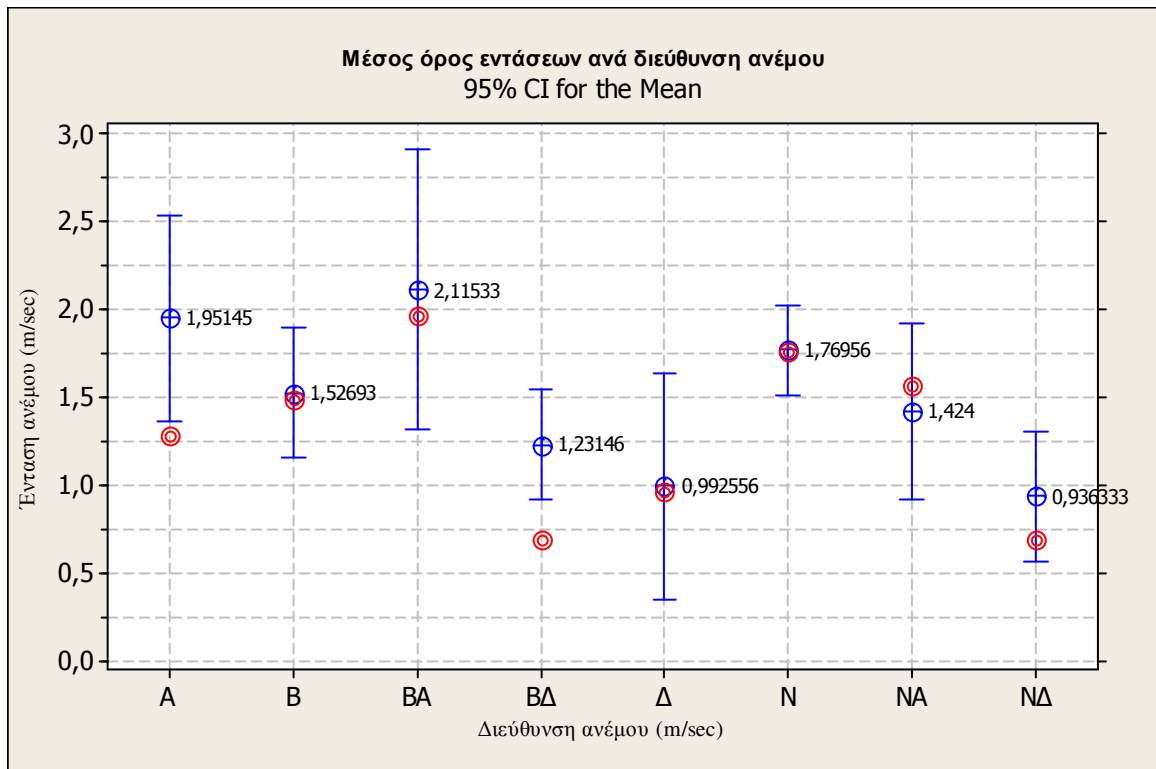
Εικόνα 19.6



Εικόνα 19.7 Κλάσεις διεύθυνσης δυτικού και ανατολικού ρευματογράφου και ανέμου.



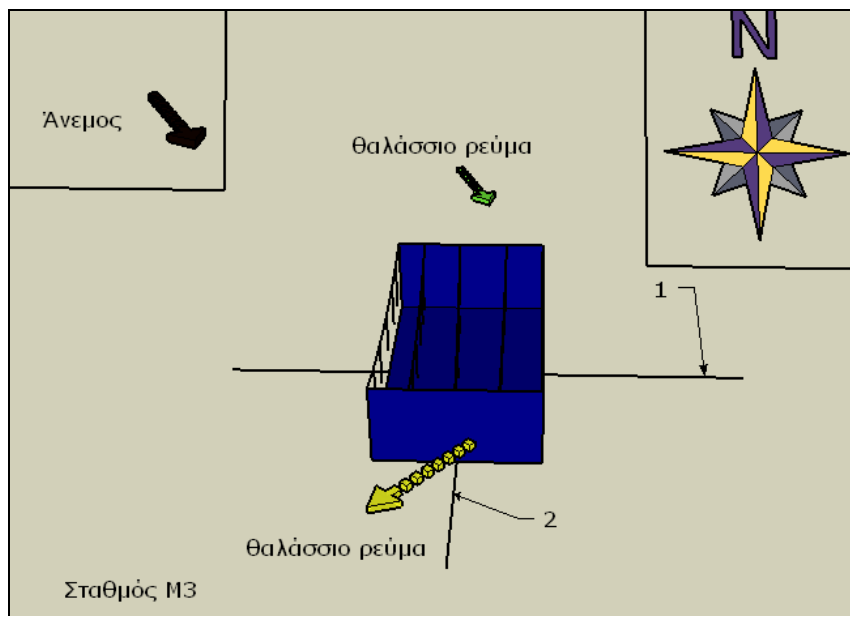
Εικόνα 19.8 Κλάσεις συχνότητας διεύθυνσης ανέμου ανά κλάση έντασης ανέμου.



Εικόνα 19.9. Μέσος όρος και διάμεσος (κόκκινο σύμβολο) εντάσεων ανέμων ανά διεύθυνση ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο (ANOVA-pool error across groups).

Χρονικό διάστημα 11-07-2006 ως 15-07-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εκατέρωθεν της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.20.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 3 (σταθμός M3) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το πράσινο και κίτρινο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά.



Εικόνα 20.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 11-07-06 με 15-07-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι περί τα 3,2 μέτρα από την επιφάνεια. Στις καταγραφές έντασης εμφανίζονται μέγιστες τιμές ταχύτητας ρεύματος που ξεπερνούν τα 20cm/sec (Εικ.20.4), (μέσος όρος : 10,6 και 9,1 cm/sec βόρεια και νότια της μονάδας αντίστοιχα).

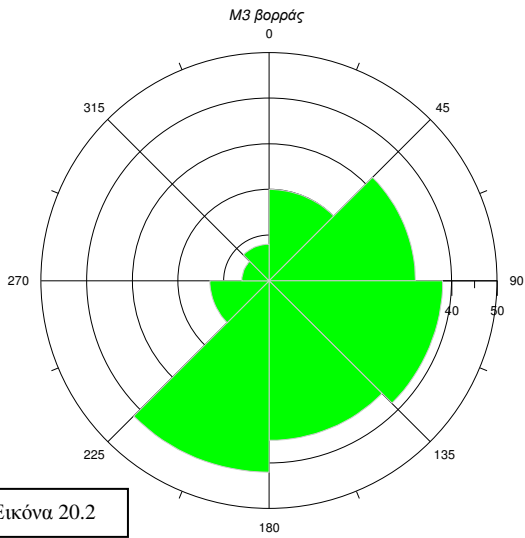
Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βόρεια της μονάδας 3* (σταθμός M3) (Εικ.20.2), οι διευθύνσεις έχουν φορά προς νοτιοανατολικά, με πολύ μεγάλη διασπορά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,026m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,036m/sec και υποδηλώνεται κίνηση θαλασσίων μαζών νότιο-νοτιοανατολικά. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νότια, νοτιοανατολικά και ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 21,2%, 20,2% και 20,2, αντίστοιχα (Εικ.20.7). Το 61,1% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.20.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *νότια της μονάδας 3* (σταθμός M3) (Εικ.20.3), οι διευθύνσεις βρίσκονται στον άξονα ΒΑ-ΝΔ, με κάποια μικρή διασπορά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) $-0,007\text{m/sec}$, ενώ κατά y (Ν-Β) $-0,012\text{m/sec}$, δηλ. επικρατούν νότιο-νοτιοδυτικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά και βόρεια ρεύματα σε ποσοστό 25,9% και 16,1%, αντίστοιχα (Εικ.20.7). Το 57% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των $0,05-0,1\text{m/sec}$ ή $5-10\text{cm/sec}$ (Εικ.20.8).

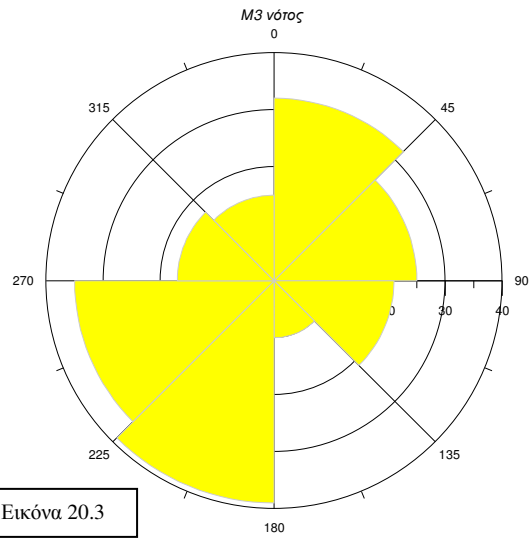
Από την παραπάνω ανάλυση και όχι απόλυτα κατά τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση από βορρά προς νότο, με μείωση της έντασης του ρεύματος από βόρεια προς νότια, αντίστοιχα (ειδικότερα από τη συνισταμένη προκύπτει μείωση από $0,106$ σε $0,091\text{m/sec}$, ποσοστό 14,16%).

Από τις προβολές της ταχύτητας του ρεύματος κατά τους άξονες 1 και 2 (κάθετο και παράλληλο στα longlines), που στην περίπτωση αυτήν ο x άξονας συμπίπτει με τον 1 και ο y άξονας με τον 2, προκύπτει αντίστοιχα μείωση της έντασης του ρεύματος από τα βόρεια προς τα νότια της μονάδας 3 και κίνηση με είσοδο νερών από τα βόρεια-βορειοδυτικά και έξοδο προς τα νότια-νοτιοδυτικά. Ειδικότερα, κατά τον άξονα 1 έχουμε μεταβολή από $0,026$ σε $-0,007\text{m/sec}$, ενώ κατά τον άξονα 2 (Β-Ν) έχουμε μείωση από $0,036$ σε $0,012\text{m/sec}$. Κατά τον άξονα y, κατά τον οποίο είναι η κύρια φορά του ρεύματος, παρατηρείται μείωση κατά 66,67% της συνιστώσας V2 ή Vy. Η μείωση όσον αφορά τη συνισταμένη ένταση του ρεύματος, που αποτελεί και την παρεμπόδιση της μονάδας στη διέλευση του κύριου ρεύματος, είναι 14,16%.

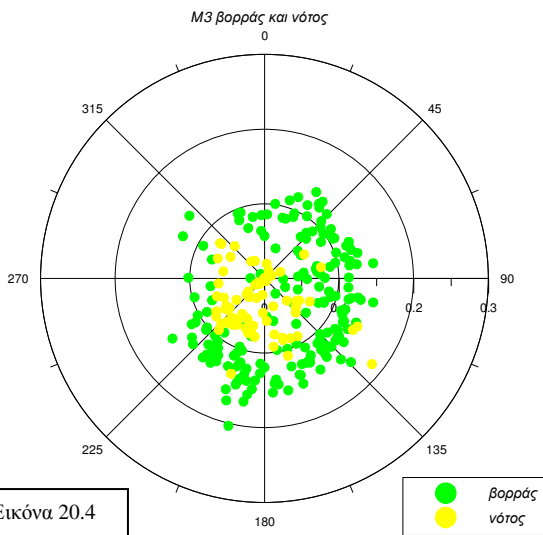
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, είναι φανερό ότι επικρατούν οι βόρειοι και οι βορειοδυτικοί (Εικ. 20.4, 20.5), με μέγιστες εντάσεις που φτάνουν τα $5,5\text{m/sec}$ (Σχ. 20.4) (μέσος όρος : $1,80\text{ m/sec}$). Κατά τις συνιστώσες $W_x = -0,41$ και $W_y = 1,06\text{m/sec}$ επικρατούν βόρειοι άνεμοι. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο άνεμο σε ποσοστό 48,2% επί του συνόλου (Εικ.20.7). Η ένταση του ανέμου για το 39,9% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του $1-2\text{m/sec}$ (υψηλές εντάσεις συγκριτικά με άλλες περιόδους) (Εικ.20.8).



Εικόνα 20.2



Εικόνα 20.3



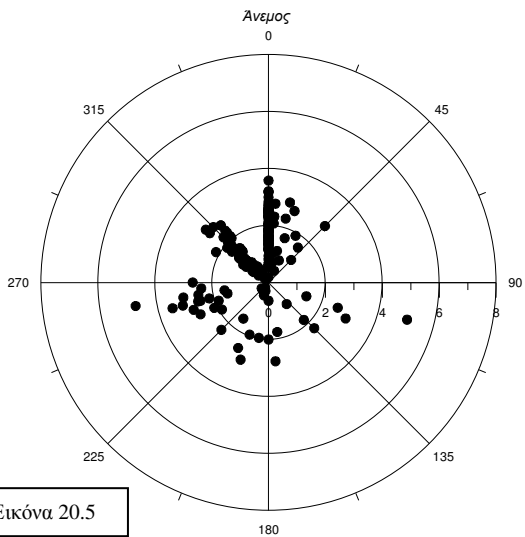
Εικόνα 20.4

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.20.2 και 20.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εκατέρωθεν της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

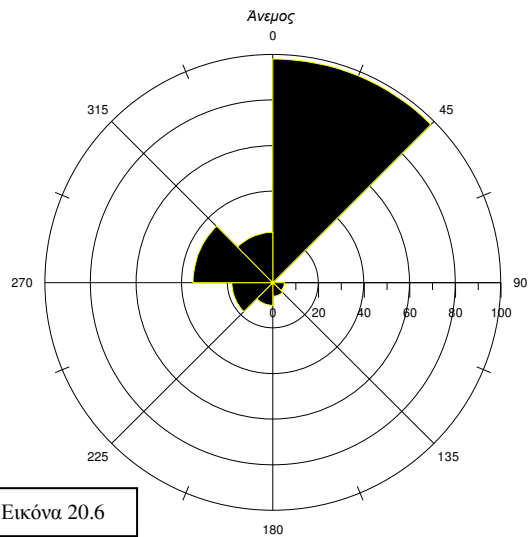
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.20.4 και σχ.20.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδογράμματα, διεύθυνσης σχ.20.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

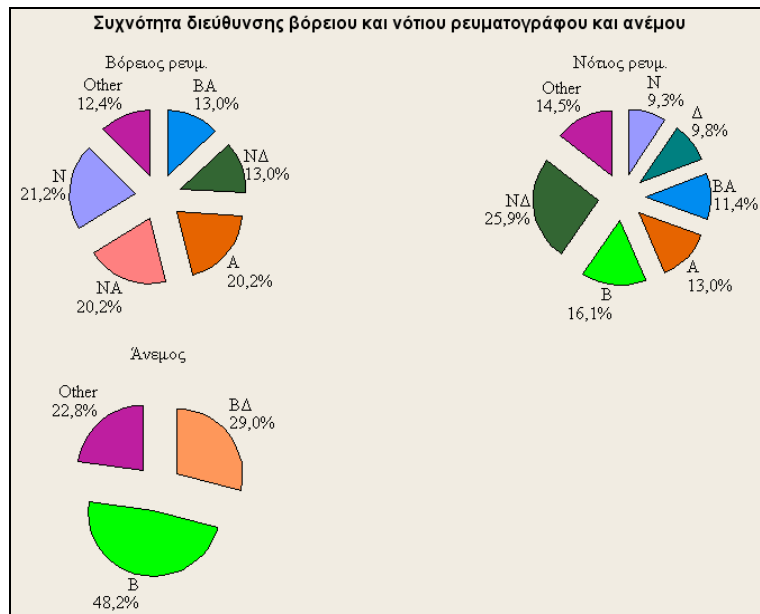
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως, για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



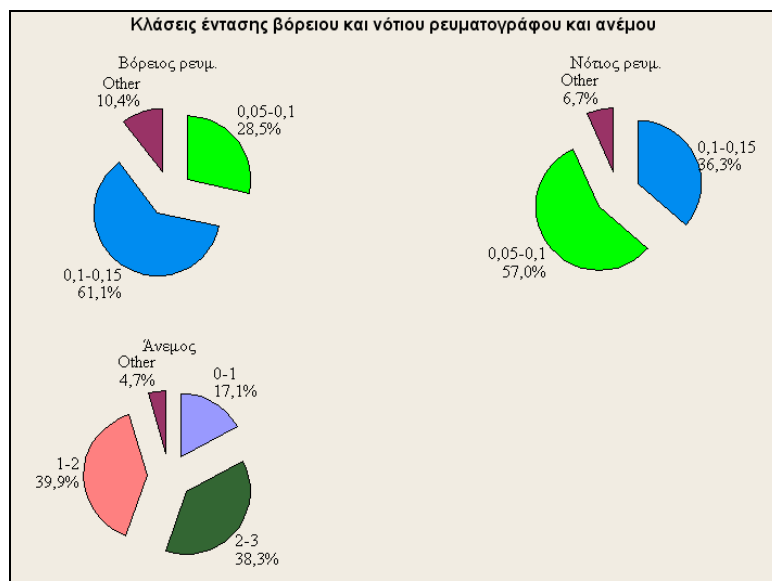
Εικόνα 20.5



Εικόνα 20.6



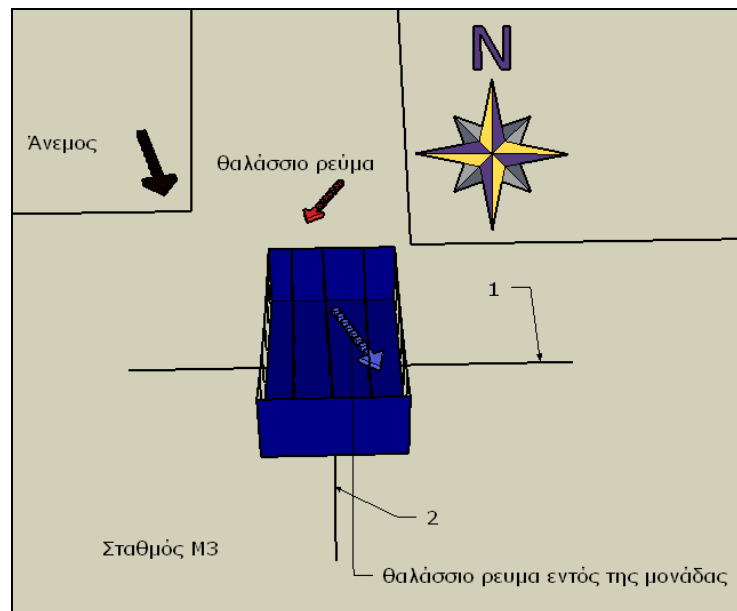
Εικόνα 20.7 Κλάσεις διεύθυνσης βόρειου και νότιου ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 20.8 Κλάσεις έντασης βόρειου και νότιου ρευματογράφου και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 08-12-2006 ως 14-12-2006 : Έρευνα για παρεμπόδιση (πόντιση ρευματογράφων εντός και εκτός της μονάδας)

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.21.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση της μονάδας 3 (σταθμός M3) όσον αφορά τη γεωμετρία, τη διεύθυνση και τους άξονες. Με το κόκκινο και γαλάζιο διάνυσμα παρουσιάζονται τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Ο άξονας 1 δίνει τη διεύθυνση που περνάει κάθετα στις γραμμές παραγωγής της μυδοκαλλιέργειας, ενώ ο άξονας 2 τη διεύθυνση παράλληλα στις γραμμές παραγωγής. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση της μονάδας σε σχέση με το βορρά. Η φορά του ρεύματος και του ανέμου στο σχήμα 6 προκύπτει μετά από ανάλυση δεδομένων για N=193 παρατηρήσεις.



Εικόνα 21.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 08-12-06 με 14-12-06 : Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων είναι περί τα 4,5 μέτρα από την επιφάνεια. Στις καταγραφές έντασης εμφανίζονται μέγιστες τιμές ταχύτητας ρεύματος που πλησιάζουν τα 15cm/sec (Εικ.21.4), (μέσος όρος : 8,7 και 4,5 cm/sec βόρεια και εντός της μονάδας αντίστοιχα).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο *βόρεια της μονάδας 3* (σταθμός M3) (Εικ.21.2), οι διευθύνσεις έχουν φορά προς νοτιοδυτικά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) -0,035m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,036m/sec. Άρα, επικρατούν νοτιοδυτικά ρεύματα (Εικ.21.7). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νοτιοδυτικά ρεύματα σε ποσοστό 37,9% (Εικ.21.7). Το 55,9%

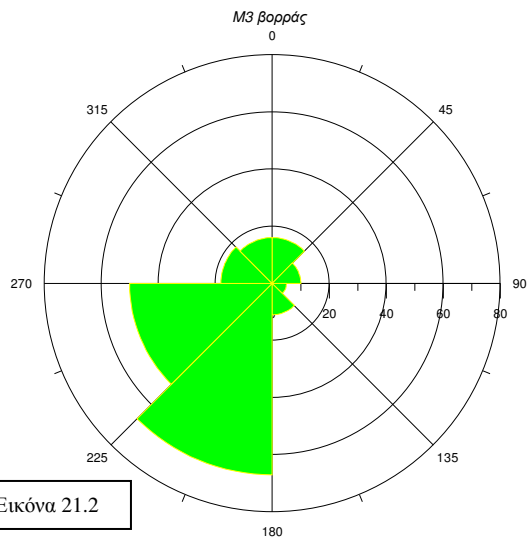
των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,05-0,1m/sec ή 5-10cm/sec (Εικ.21.8).

Όσον αφορά στο ρευματογράφο εντός της μονάδας 3 (σταθμός M3) (Εικ.21.3), οι διευθύνσεις έχουν φορά προς νότιο-νοτιοανατολικά. Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,010m/sec, ενώ κατά y (N-B) -0,014m/sec, δηλαδή νότιο-νοτιοδυτικά (Εικ.21.7). Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νότια ρεύματα σε ποσοστό 25,1% και νοτιοανατολικά σε ποσοστό 19%. Το 53,3% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0-0,05m/sec ή 0-5cm/sec (Εικ.21.8).

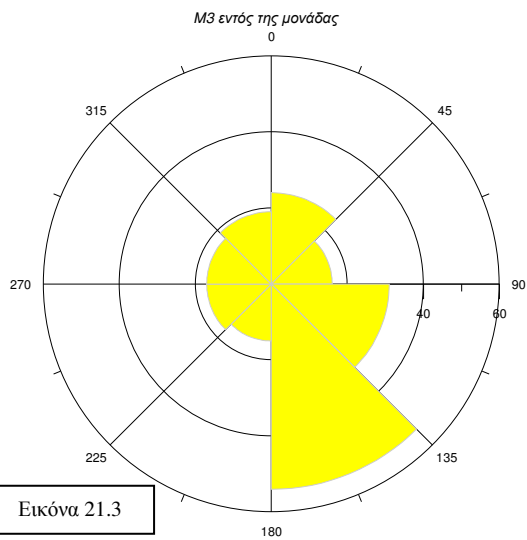
Από την παραπάνω ανάλυση και τις προβολές της ταχύτητας ρεύματος κατά x και y προκύπτει κίνηση από βορρά προς νότο, με μείωση της έντασης του ρεύματος από τα βόρεια στο εσωτερικό της μονάδας (ειδικότερα από τη συνισταμένη προκύπτει μείωση από 0,087 σε 0,045m/sec, ποσοστό 48,28%).

Η μείωση όσον αφορά τη συνισταμένη ένταση του ρεύματος, που αποτελεί και την παρεμπόδιση της μονάδας στη διέλευση του κύριου ρεύματος παράλληλα στις γραμμές παραγωγής, είναι 48,28%.

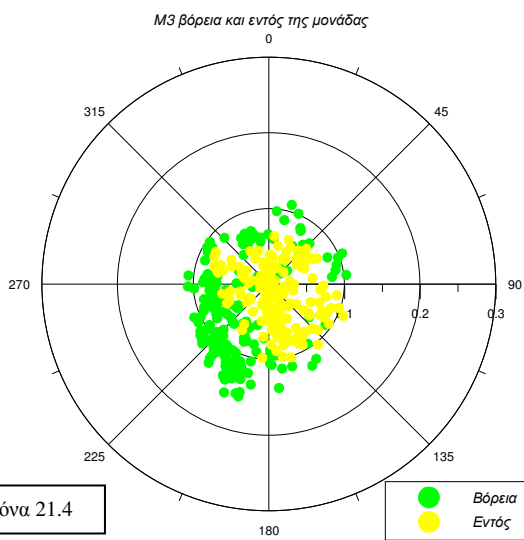
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, είναι φανερό ότι επικρατούν οι βόρειοι (Εικ. 21.4, 21.5), με μέγιστες εντάσεις που ξεπερνούν τα 3,5m/sec (Εικ.21.4) (μέσος όρος : 0,44 m/sec). Κατά τις συνιστώσες $W_x = -0,10$ και $W_y = 0,21$ m/sec επικρατούν βόρειο-βορειοδυτικοί άνεμοι. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρειο άνεμο σε ποσοστό 44,6% και βορειοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 19,5% (Εικ.21.7). Η ένταση του ανέμου για το 91,3% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-0,1/sec (Εικ.21.8).



Εικόνα 21.2



Εικόνα 21.3



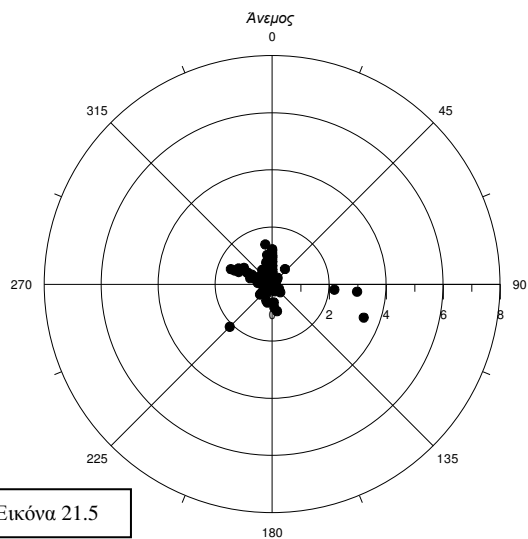
Εικόνα 21.4

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.21.2 και 21.3) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων εξωτερικά και εσωτερικά της μονάδας δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

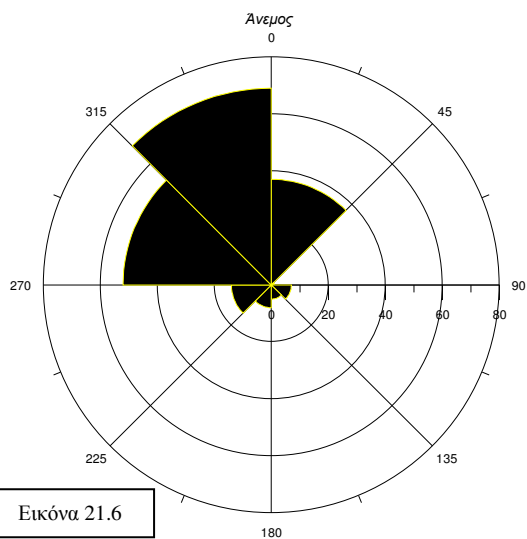
♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.21.4 και σχ.21.5 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

♦ Το γράφημα – ροδόγραμμα, διεύθυνσης σχ.21.6 απεικονίζει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου.

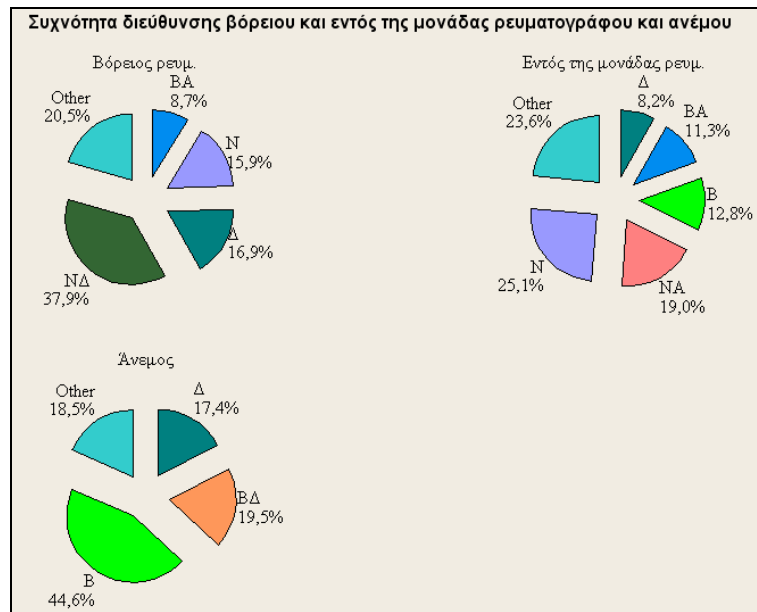
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως, για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



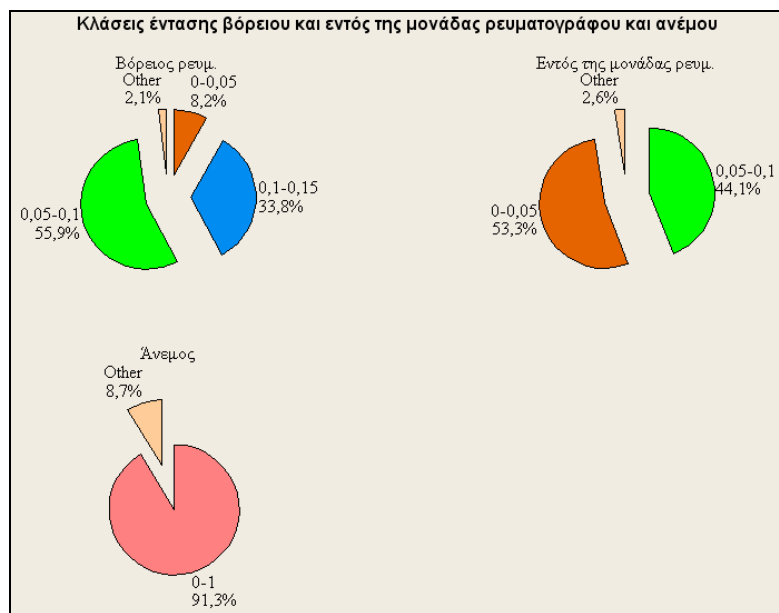
Εικόνα 21.5



Εικόνα 21.6



Εικόνα 21.7 Κλάσεις διεύθυνσης βόρειου και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου.



Εικόνα 21.8 Κλάσεις έντασης βόρειου και εντός της μονάδας ρευματογράφου και ανέμου.

Συμπεράσματα που αφορούν στο σύνολο των μετρήσεων στο σταθμό M3 : Συνολικά, η κυκλοφορία στο σταθμό M3 εξελίσσεται σε γενικές γραμμές προς νότιες κατευθύνσεις. Η μοναδική περίπτωση στην οποία εμφανίστηκαν ισχυρά βόρεια ρεύματα, ήταν στην πρώτη περίοδο (14/06/06 με 18/06/06) κατά την οποία υπήρξαν σημαντικής έντασης και συχνότητας νότιοι και νοτιοανατολικοί άνεμοι. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι την ίδια περίοδο συνυπάρχουν πολύ μεγάλης έντασης βορειοδυτικοί άνεμοι. Τη δεύτερη περίοδο (18/06/06 με 22/06/06), καταγράφονται νότια, θαλάσσια ρεύματα, με εμφάνιση νότιων ανέμων, οι οποίοι είναι με πολύ μικρή διαφορά συχνότεροι και μεγαλύτερης έντασης. Το φαινόμενο μπορεί να αποδοθεί στη μεγάλη σποραδικότητα εμφάνισης των νότιων ανέμων η οποία αδυνατεί να σταθεροποιήσει την υδροδυναμική κυκλοφορία προς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Κατά συνέπεια, η δημιουργία βόρειων ρευμάτων δεν είναι ιδιαίτερα συνηθισμένη για την περιοχή. Επιβεβαιώνεται κατ' αυτόν τον τρόπο ότι η είσοδος νερών του Αξιού στον κόλπο της Χαλάστρας είναι σχετικά σπάνιο φαινόμενο και ως εκ τούτου τα ρεύματα πυκνότητας στην περιοχή δεν καθορίζουν τη γενική υδροδυναμική κυκλοφορία.

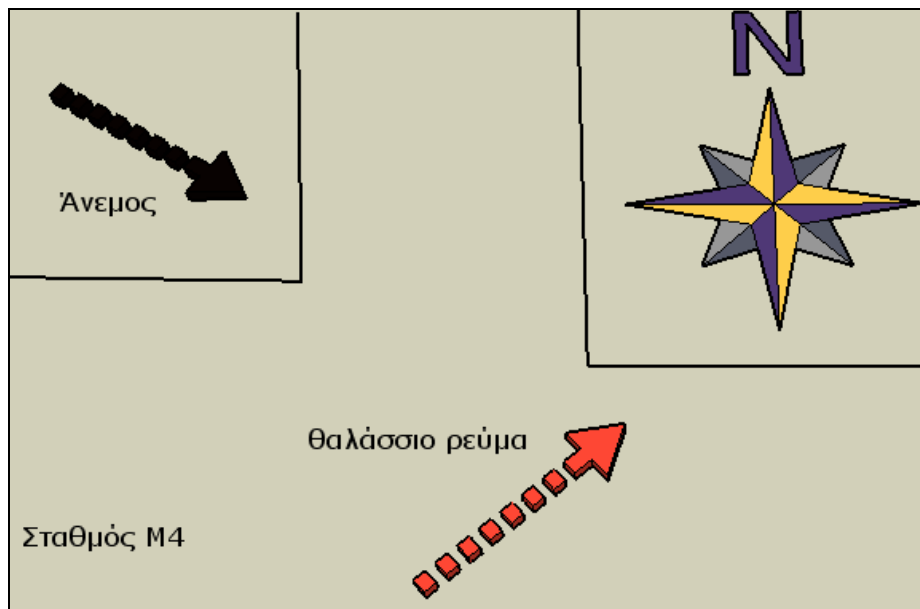
Όσον αφορά το ζήτημα της παρεμπόδισης του θαλασσίου ρεύματος από τη μονάδα μυδοκαλλιέργειας, η εξασθένηση του ρεύματος μετά τη μονάδα είναι της τάξης του 15% (3^ο ζεύγος μετρήσεων -11/07/06 με 15/07/06) και πλησιάζει την τιμή για το σταθμό M1. Στο 4^ο ζεύγος μετρήσεων (08/12/06 με 12/12/06), καταγράφηκε το ρεύμα εσωτερικά και εξωτερικά της μονάδας και η τιμή έντασης εντός αυτής εμφανίζεται κατά 48,28% μειωμένη.

Μια μέση ένταση ρευμάτων για το σταθμό του M3 είναι τα 10,6cm/sec, με εύρος τιμών από 0-20,3cm/sec (σύνολο μετρήσεων από μέσο όρο για μία χρονική περίοδο σε βάθος 3-4 μέτρα). Η αντίστοιχη ένταση στο εσωτερικό της μονάδας είναι 4,5cm/sec, με εύρος τιμών 0-10,7cm/sec.

3.2.5. Σταθμός M4 : Ο σταθμός δεν αντιστοιχεί σε κάποια μονάδα μυδοκαλλιέργειας. Βρίσκεται κεντρικότερα του κόλπου (Γ.Μ. 22° 47' 068, Γ.Π. 40° 32' 554) και το βάθος του βρίσκεται στα 22 μέτρα. Η έρευνα στον εν λόγω σταθμό έγινε για τη διερεύνηση της επιτόπιας κυκλοφορίας αλλά και της έντασης του ρεύματος όταν δεν παρεμβάλλεται η μονάδα μυδοκαλλιέργειας.

Χρονικό διάστημα 08-08-2006 ως 12-08-2006

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.22.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση του σταθμού M4. Με το κόκκινο διάνυσμα παρουσιάζεται το θαλάσσιο ρεύμα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση του βορρά.



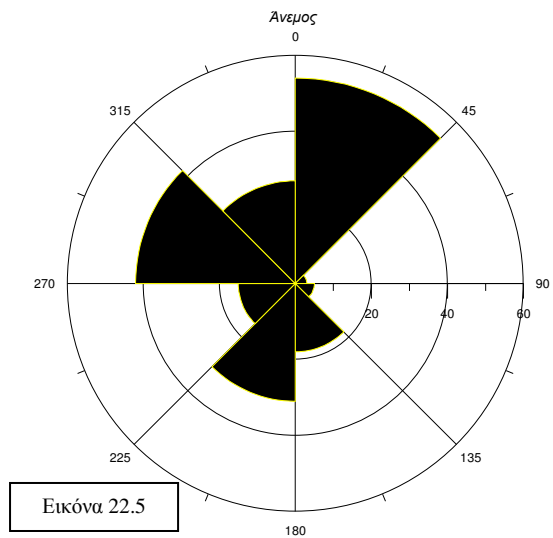
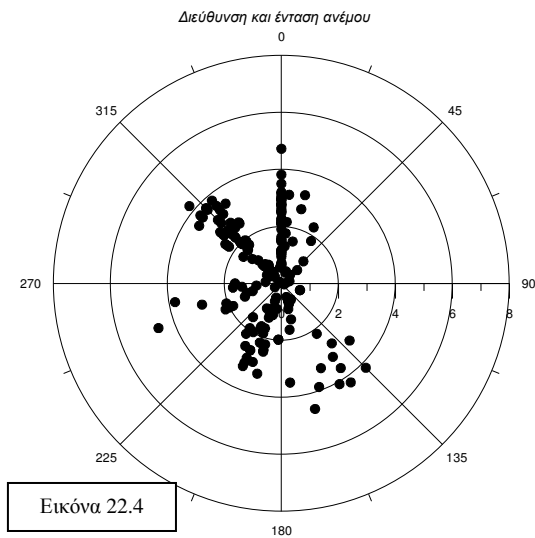
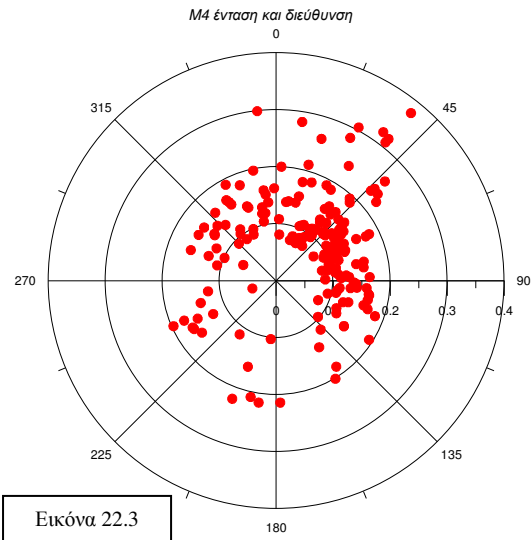
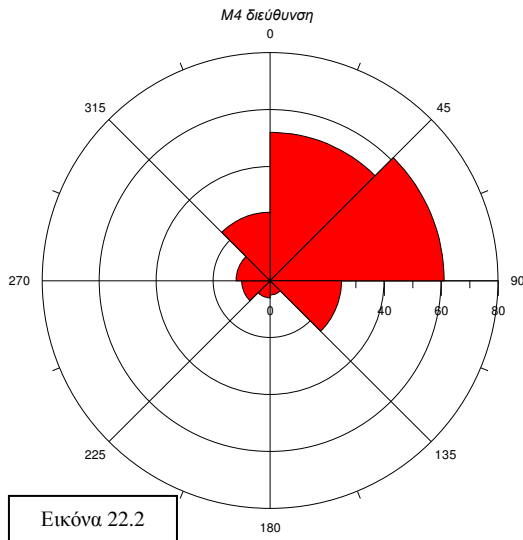
Εικόνα 22.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 08-08-06 με 12-08-06 : Το βάθος πόντισης του ρευματογράφου είναι στα 5,4 με 5,6 μέτρα από την επιφάνεια. Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 40cm/sec (Εικ.22.3), ενώ ο μέσος όρος βρίσκεται στα 14,3cm/sec.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο του σταθμού M4 (Εικ.22.1), υπάρχει διασπορά, με επικρατούσα κατεύθυνση τη βορειοανατολική (Εικ.22.2). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,053m/sec, ενώ κατά y (Ν-Β) 0,059m/sec. Επικρατούν δηλαδή βορειοανατολικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 41,5% (Εικ.22.6). Το 46,1% των

τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.22.6).

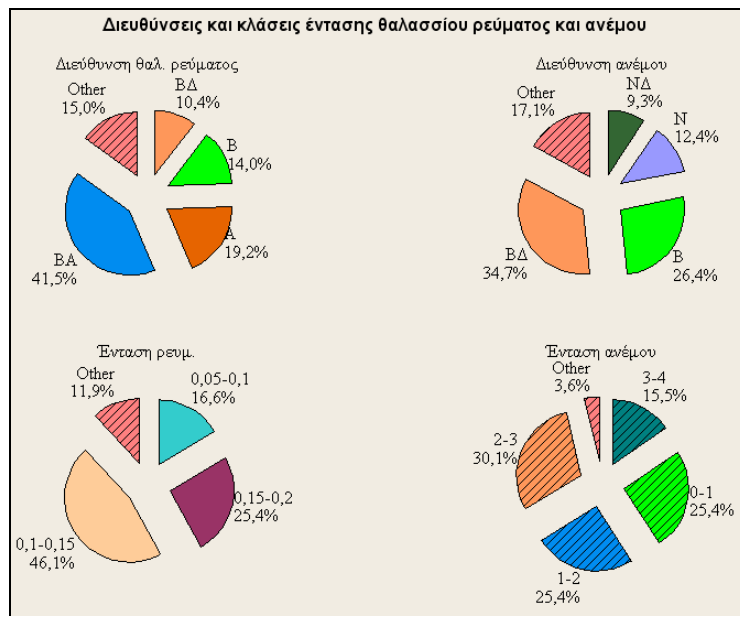
Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, επικρατούν ο βόρειος και ο βορειοδυτικός άνεμος, ενώ υπάρχει και σημαντική νότια διασπορά μικρότερης έντασης. Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 4,5m/sec (Εικ.22.4, 22.5), ενώ ο μέσος όρος είναι 1,97m/sec. Κατά τις συνιστώσες της έντασης του ανέμου κατά τον x και y άξονα ($W_x = -0,58$ και $W_y = 0,52$), προκύπτει άνεμος βορειοδυτικός. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 34,7% επί του συνόλου (Εικ.22.6). Η ένταση του ανέμου για το 30,1% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 2-3m/sec (πολύ ψηλές εντάσεις συγκριτικά με άλλες περιόδους).



♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.22.2 και 22.5) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων και του ανέμου δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/σης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.22.3 και σχ.22.4 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

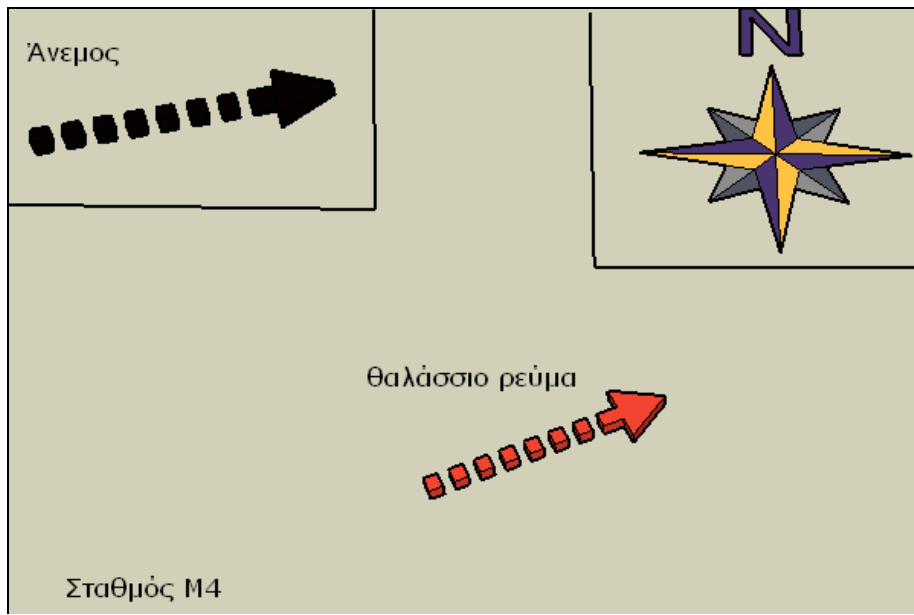
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



Εικόνα 22.6 Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιού ρεύματος και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 12-08-2006 ως 16-08-2006

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.23.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση του σταθμού M4. Με το κόκκινο διάνυσμα παρουσιάζεται το θαλάσσιο ρεύμα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση του βορρά.



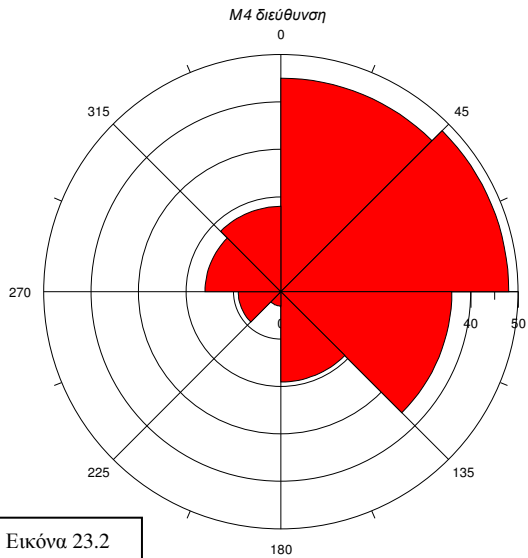
Εικόνα 23.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 12-08-06 με 16-08-06 : Το βάθος πόντισης του ρευματογράφου είναι στα 5,4 με 5,6 μέτρα από την επιφάνεια. Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 30cm/sec (Εικ. 23.3), ενώ ο μέσος όρος βρίσκεται στα 14,8cm/sec.

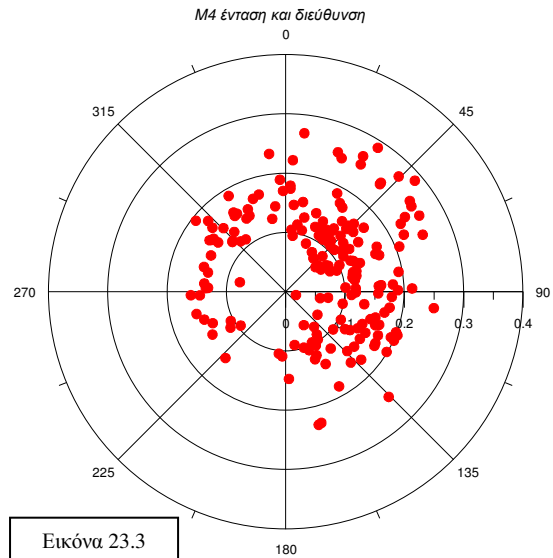
Όσον αφορά στο ρευματογράφο του σταθμού M4 (Εικ.23.1), υπάρχει διασπορά, με επικρατούσα κατεύθυνση τη βορειοανατολική (Εικ.23.2). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (A-Δ) 0,058m/sec, ενώ κατά y (N-B) 0,040m/sec, επικρατούν δηλαδή ανατολικά-βορειοανατολικά ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοανατολικά και ανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 31,6% και 19,8%, αντίστοιχα (Εικ.23.6). Το 43% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.23.6).

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, υπάρχει διασπορά βόρεια, βορειοδυτικά και νοτιοδυτικά, με τη μεγαλύτερη συχνότητα νοτιοδυτικά (Εικ.23.4, 23.5). Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 4m/sec (Εικ.23.5), ενώ ο μέσος όρος είναι 1,56m/sec. Κατά τις

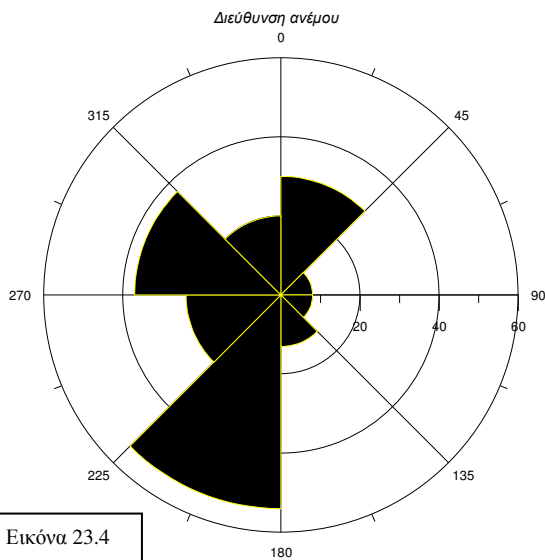
συνιστώσες της έντασης του ανέμου κατά τον x και y άξονα ($W_x = -0,62$ και $W_y = 0,18$), προκύπτει άνεμος νοτιοδυτικός, που είναι κυρίως αποτέλεσμα της μεγάλης διασποράς στο μέσο όρο. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βορειοδυτικό και νοτιοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 27,5% και 21,8%, αντίστοιχα (Εικ.23.6). Η ένταση του ανέμου για το 34,7% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 1-2m/sec (σχετικά υψηλές εντάσεις συγκριτικά με άλλες περιόδους).



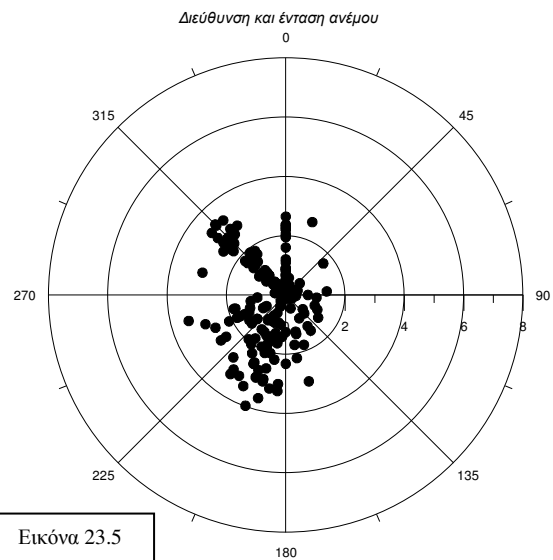
Εικόνα 23.2



Εικόνα 23.3



Εικόνα 23.4

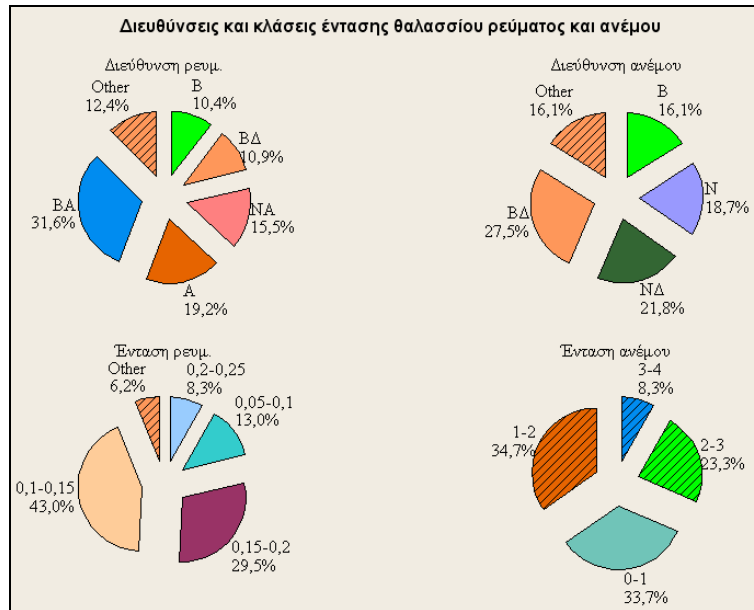


Εικόνα 23.5

♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.23.2 και 23.5) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων και του ανέμου δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 193 – χρονική περίοδος 4 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.23.3 και σχ.23.4 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

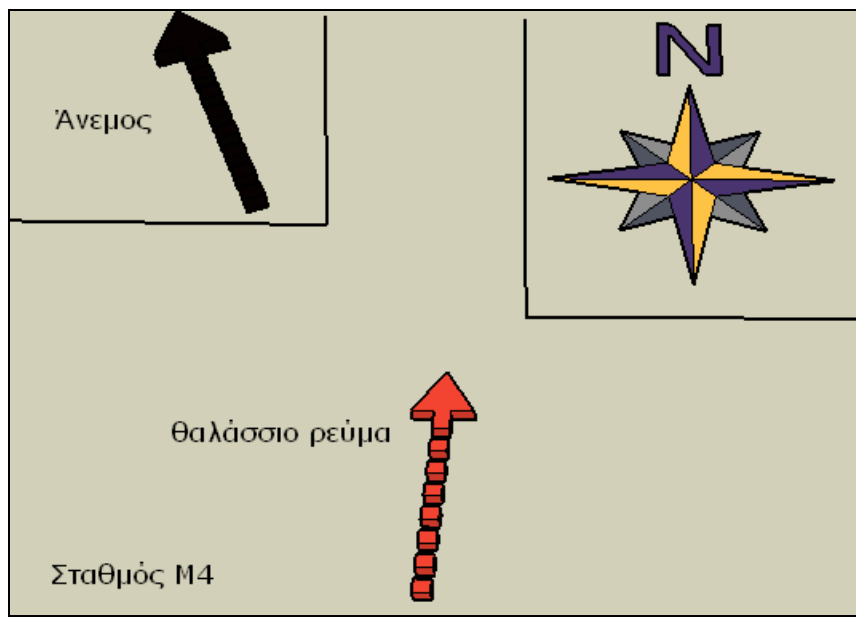
Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



Εικόνα 23.6 Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσίου ρεύματος και ανέμου.

Χρονικό διάστημα 16-08-2006 ως 19-08-2006

Το παρακάτω σχήμα (Εικ.24.1) αναφέρεται σε μία ενδεικτική απεικόνιση του σταθμού Μ4. Με το κόκκινο διάνυσμα παρουσιάζεται το θαλάσσιο ρεύμα, ενώ το μαύρο αντιπροσωπεύει τον άνεμο. Επίσης, δίνεται και η σχετική θέση του βορρά.



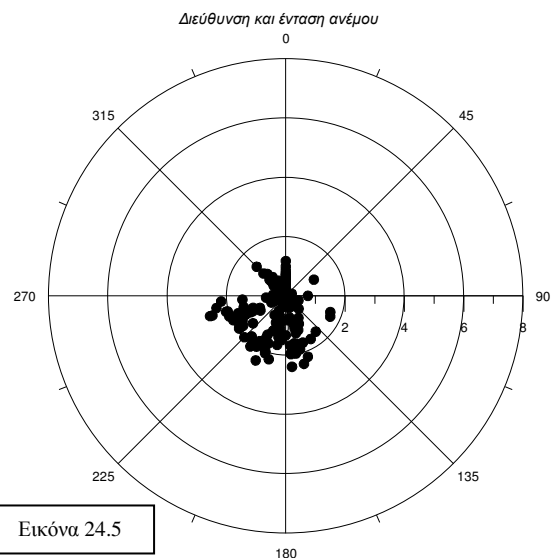
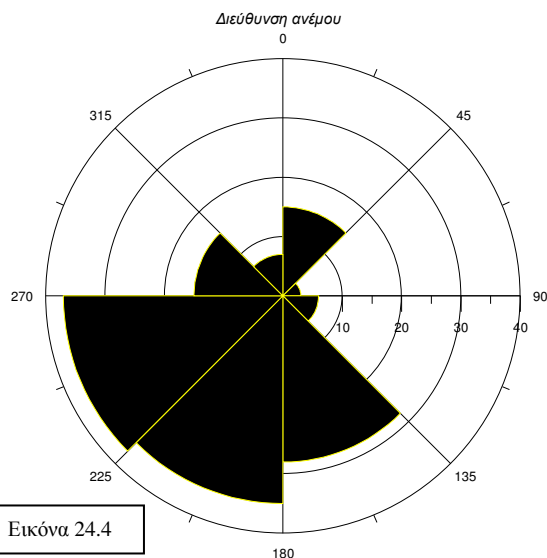
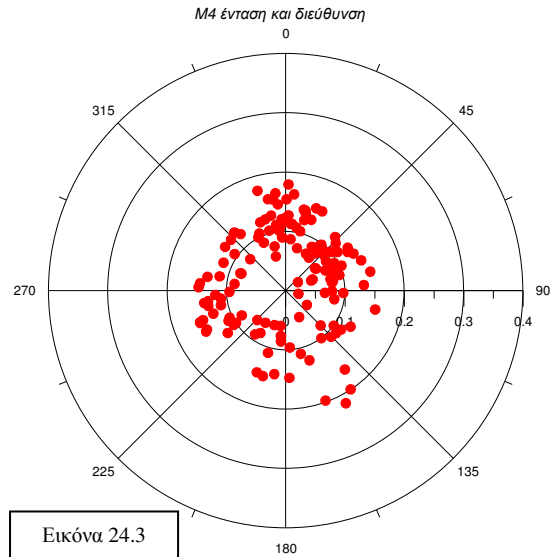
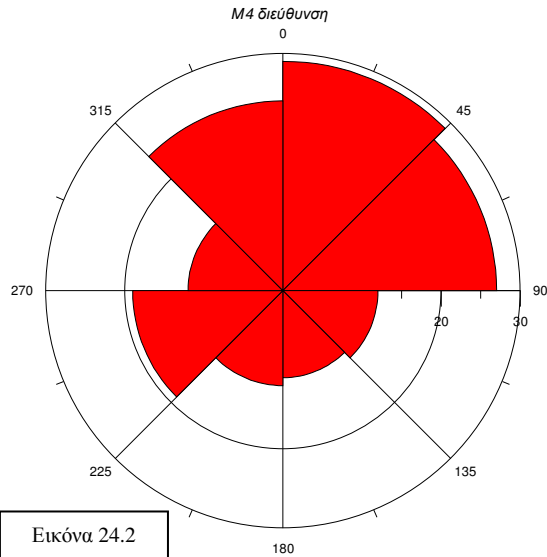
Εικόνα 24.1 Ενδεικτική απεικόνιση διεύθυνσης ρευμάτων και ανέμου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Παρατηρήσεις για το διάστημα 16-08-06 με 19-08-06 : Το βάθος πόντισης του ρευματογράφου είναι στα 5,4 ως 5,6 μέτρα από την επιφάνεια. Οι μέγιστες τιμές έντασης ξεπερνούν τα 20cm/sec (Εικ.24.3), ενώ ο μέσος όρος βρίσκεται στα 10,9cm/sec.

Όσον αφορά στο ρευματογράφο του σταθμού Μ4 (Εικ.24.1), υπάρχει διασπορά, με επικρατούσα τη βόρεια κατεύθυνση (Εικ.24.2). Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει μέσος όρος των συνιστωσών ταχυτήτων κατά x (Α-Δ) 0,002m/sec, ενώ κατά y (Ν-Β) 0,026m/sec, επικρατούν δηλαδή βόρεια ρεύματα. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει βόρεια και βορειοανατολικά ρεύματα σε ποσοστό 24,1% και 24,4%, αντίστοιχα (Εικ.24.6). Το 50,3% των τιμών έντασης του ρεύματος σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα είναι της τάξης των 0,1-0,15m/sec ή 10-15cm/sec (Εικ.24.6).

Επίδραση ανέμου: Όσον αφορά τον άνεμο, υπάρχει διασπορά, με επικράτηση νότιων ανέμων. Οι μέγιστες τιμές έντασης πλησιάζουν τα 2,5m/sec (Εικ.24.4, 24.5), ενώ ο μέσος όρος είναι 1,09m/sec. Κατά τις συνιστώσες της έντασης του ανέμου κατά τον x και y άξονα ($W_x = -0,34$

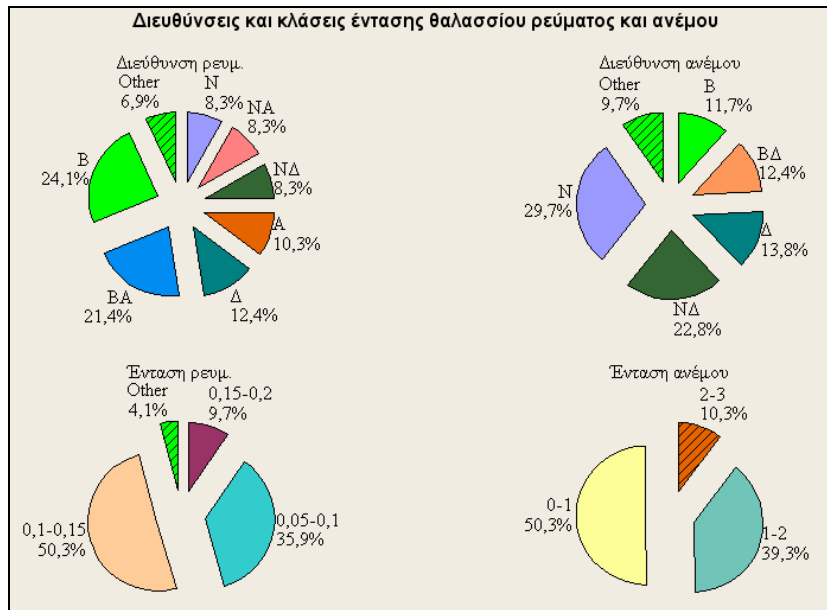
και $W_y = -0,56\text{m/sec}$), προκύπτει άνεμος νότιος-νοτιοδυτικός. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δίνει νότιο και νοτιοδυτικό άνεμο σε ποσοστό 29,7% και 22,8%, αντίστοιχα (Εικ.24.6). Η ένταση του ανέμου για το 50,3% της περιόδου της δειγματοληψίας ήταν της τάξης του 0-1m/sec.



♦ Τα γραφήματα – ροδογράμματα διευθύνσεων (σχ.24.2 και 24.5) απεικονίζουν τη συχνότητα εμφάνισης της διεύθυνσης των ρευμάτων και του ανέμου δηλ. το πλήθος των παρατηρήσεων δ/νσης για τομέα 45° προς το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων (συνολικό πλήθος μετρήσεων 148 – χρονική περίοδος 3..08 ημέρες).

♦ Τα δύο διαγράμματα διασποράς σχ.24.3 και σχ.24.4 απεικονίζουν την ένταση (m/sec) και τη διεύθυνση του ρεύματος και του ανέμου αντίστοιχα.

Σημείωση: Για τα ρεύματα, η ένδειξη αντιπροσωπεύει ένταση και φορά προς τη διεύθυνση που υποδεικνύεται. Αντιθέτως για τον άνεμο η ένδειξη της διεύθυνσης αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση από την οποία προέρχεται ο άνεμος.



Εικόνα 24.6 Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιού ρεύματος και ανέμου.


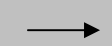


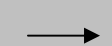







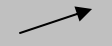

Συμπεράσματα που αφορούν στο σύνολο των μετρήσεων στο σταθμό M4 : Συνολικά, από όλες τις μετρήσεις στην περιοχή του σταθμού M4 προκύπτει κυκλοφορία προς την κατεύθυνση στην οποία πνέει ο άνεμος.

Μια μέση ένταση ρευμάτων για το σταθμό του M4 είναι τα 13,33cm/sec, με εύρος τιμών από 1,8-37,7cm/sec (σύνολο μετρήσεων από μέσο όρο για τρεις χρονικές περιόδους σε βάθος 5-6 μέτρων).

















3.2.6. Σύνοψη αποτελεσμάτων

Παρατίθενται παρακάτω τα συνολικά αποτελέσματα υπό μορφή πινάκων. Στους πρώτους πέντε πίνακες (Πίν. 2, 3, 4, 5, και 6) δίνονται οι διευθύνσεις των ρευμάτων και του ανέμου όπως προκύπτουν από τις συνιστώσες κατά τους άξονες x και y. Οι αμέσως επόμενοι πίνακες (Πίν. 7, 8, 9 και 10) αφορούν τον τρόπο κίνησης των ρευμάτων σε σχέση με τη χωρική διάταξη των γραμμών παραγωγής ενώ ο τελευταίος πίνακας (Πίν. 11) παρουσιάζει τα ποσοστά παρεμπόδισης των μονάδων στη διέλευση των ρευμάτων.




Πίνακας 2. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων για το **σταθμό M1**. Δίνεται χρονικό διάστημα, διανυσματικά μεγέθη για θαλάσσια ρεύματα και άνεμο, καθώς και μια ενδεικτική σχηματική απεικόνιση που αφορά στη διεύθυνση.

Θέση ρευματογράφου-χρονικό διάστ.	Βάθος πόντισης (m)	Ταχύτητα ρεύματος (m/sec)			Σχήμα διανύσματος (V m/sec)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec) και σχήμα διανύσματος (W)		
Παρεμπόδιση								
16/01/06 με 20/01/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Βορειοδυτικά	5-6	0,006	0,005	0,002		1,7	-0,8	0,6
Νοτιοανατολικά	5-6	0,005	0,003	0				
13/04/06 με 17/04/06	2-3	V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Βορειοδυτικά	2-3	0,072	0,037	-0,002		1,2	-0,4	0,2
Νοτιοανατολικά	2-3	0,110	0,032	0,004				
11/11/06 με 15/11/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Βορειοδυτικός ρευμ.	4-5	0,114	0,014	-0,003		1,1	-0,1	0,9
Εντός μονάδας	4-5	0,080	0,027	0,009				
Ανάκτηση								
19/09/06 με 23/09/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Μονάδα 20	3-4	0,128	0,002	-0,047		1,7	-0,3	0,3
Μονάδα 19	3-4	0,148	0,019	-0,008				
Κυκλοφορία στη στήλη								
30/08/06 με 01/09/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Επιφανειακός ρ.	3-4	0,188	0,014	0,037		--	-	--
Σε βάθος ρευμ.	6-7	0,008	0,008	0		--	-	--

Πίνακας 3. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων για το **σταθμό M2**. Δίνεται χρονικό διάστημα, μέσος όρος διανυσματικών μεγεθών για θαλάσσια ρεύματα και άνεμο, βάθος πόντισης καθώς και μια τυπική σχηματική απεικόνιση που αφορά στη διεύθυνση.

Θέση ρευματογράφου- χρονικό διάστ.	Βάθος πόντισης (m)	Ταχύτητα ρεύματος (m/sec)			Σχήμα διανύσματος (V m/sec)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec) και σχήμα διανύσματος (W)		
Παρεμπόδιση								
04/05/06 με 08/05/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Νοτιοδυτικά	3-4	0,100	-0,038	0,019		0,9	-0,2	-0,9
Βορειοανατολικά	3-4	0,117	0,002	0,010				
22/10/06 με 25/10/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Βορειοδυτικά	3-4	0,068	0,003	0,018		0,8	-0,1	-0,5
Νοτιοανατολικά	3-4	0,104	-0,004	0,045				
11/01/07 με 15/01/07		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Νοτιοανατολικά	3-4	0,135 (με ανα- γωγή)	0,003	0,004		1,6	0,2	1,4
Εντός μονάδας	3-4	0,036	-0,006	0,016				
Ανάκτηση								
21/05/06 με 25/05/06		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
Μονάδα 9	3-4	0,045	-0,004	0,011		0,7	-0,4	-0,6
Μονάδα 8	3-4	0,080	-0,013	0,018				
Κυκλοφορία στη στήλη								
03/02/07 με 06/02/07		V	V _x	V _y		W	W _x	W _y
1ος	1,5	0,137	-0,114	0,006		2,7	0,1	2,6
2ος	3,5	0,091	-0,032	-0,058				
3ος	8	0,059	-0,024	-0,013				


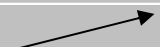



Πίνακας 4. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων για το διάστημα **28/04/06 με 02/05/06** που αφορά στους **σταθμούς M1 και M2**. Δίνεται χρονικό διάστημα, διανυσματικά μεγέθη για θαλάσσια ρεύματα και άνεμο, καθώς και μια τυπική σχηματική απεικόνιση που αφορά στη διεύθυνση.

Θέση ρευματογράφου-χρονικό διάστ.	Βάθος πόντισης (m)	Ταχύτητα ρεύματος (m/sec)			Σχήμα διανύσματος (V m/sec)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec) και σχήμα διανύσματος (W)		
		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
28/04/06 με 02/05/06		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
M1	3-4	0,148	-0,031	-0,009		1,4	-0,1	-0,8
M2	3-4	0,124	-0,028	0,010				

Πίνακας 5. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων για το **σταθμό M3**. Δίνεται χρονικό διάστημα, διανυσματικά μεγέθη για θαλάσσια ρεύματα και άνεμο, καθώς και μια τυπική σχηματική απεικόνιση που αφορά στη διεύθυνση.

Θέση ρευματογράφου-χρονικό διάστ.	Βάθος πόντισης (m)	Ταχύτητα ρεύματος (m/sec)			Σχήμα διανύσματος (V m/sec)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec) και σχήμα διανύσματος (W)		
		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
Παρεμπόδιση								
11/07/06 με 15/07/06		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
Βορράς	3-4	0,106	0,026	-0,036		1,1	-0,4	1,1
Νότος	3-4	0,091	-0,007	-0,012				
08/12/06 με 12/12/06		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
Βορράς	4-5	0,087	-0,035	-0,036		0,4	-0,1	0,2
Εντός της μονάδας	4-5	0,045	0,010	-0,014				

Πίνακας 6. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων για το **σταθμό M4**. Δίνεται χρονικό διάστημα, διανυσματικά μεγέθη για θαλάσσια ρεύματα και άνεμο, καθώς και μια τυπική σχηματική απεικόνιση που αφορά στη διεύθυνση.

Θέση ρευματογράφου-χρονικό διάστ.	Βάθος πόντισης (m)	Ταχύτητα ρεύματος (m/sec)			Σχήμα διανύσματος (V m/sec)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec) και σχήμα διανύσματος (W)		
		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
08/08/06 με 12/08/06		V	Vx	Vy		W	Wx	Wy
Ρευματογράφος	5-6	0,143	0,053	0,059		2	-0,6	0,5
12/08/06 με 16/08/06		V	Vx	Vy				
Ρευματογράφος	5-6	0,148	0,058	0,040		1,6	-0,6	-0,2
16/08/06 με 19/08/06		V	Vx	Vy				
Ρευματογράφος	5-6	0,109	0,002	0,026		1,1	-0,3	-0,6

Οι μετακινήσεις των θαλασσιών μαζών όπως προκύπτουν από τους παραπάνω πίνακες (Πίν. 2, 3, 4, 5 και 6) με τους αλγεβρικούς μέσους όρους έντασης ακολουθούν την ίδια τάση με τις συχνότητες διευθύνσεων των ρευμάτων και του ανέμου με πολύ μικρές αποκλίσεις (αυτές οφείλονται κυρίως στην μειωμένη ακρίβεια των συχνοτήτων των διευθύνσεων που αφορά στο μέγεθος των χρησιμοποιούμενων κλάσεων ή σε ενδεχόμενη μεγάλη μεταβλητότητα στο ανεμολογικό σύστημα. Συνάγεται έτσι το συμπέρασμα ότι η υδροδυναμική κυκλοφορία τουλάχιστον όσον αφορά τη διεύθυνση κίνησης στην περιοχή είναι κατεξοχήν ανεμογενής καθώς η μετακίνηση των νερών δεν αποκλίνει σημαντικά της διεύθυνσης του επικρατούντος ανεμολογικού καθεστώτος.

Η κίνηση των ρευμάτων ανάμεσα στις μονάδες διαφοροποιείται όσον αφορά την κίνησή τους κάθετα ή παράλληλα στις μονάδες παραγωγής. Η κάθετη κίνηση οπωσδήποτε αυξάνει το συντελεστή της τριβής, τη δημιουργία στροβιλισμού και τύρβης και κατά συνέπεια αυξάνεται η παρεμπόδιση της μονάδας στη διέλευση του ρεύματος. Η κίνηση φαίνεται να πραγματοποιείται υπό γωνία σε σχέση με τη μονάδα σε όλους τους σταθμούς με υψηλότερο ποσοστό κάθετα στις γραμμές παραγωγής για το σταθμό M1 και παράλληλα για τους σταθμούς M2 και M3. Η ποσοτικοποίηση της διερεύνησης αυτής δίνεται στους πίνακες 7, 8, 9 και 10 που ακολουθούν.

Πίνακας 7. Κίνηση υδάτινων μαζών κατά τις συνιστώσες V_1 και V_2 που αντιπροσωπεύουν κίνηση κάθετα και παράλληλα στα longlines στο **σταθμό M1**.

	Κάθετος άξονας (m/sec)	Παράλληλος άξονας (m/sec)	Κάθετη κίνηση (%)	Παράλληλη κίνηση (%)
16/01/06 με 20/01/06	V_1	V_2		
Βορειοδυτικά	0,004	0,003	57,14%	42,86%
Νοτιοανατολικά	0,003	0,001	75%	25%
13/04/06 με 17/04/06	V_1	V_2		
Βορειοδυτικά	0,035	0,011	76,08%	23,92%
Νοτιοανατολικά	0,029	0,015	65,90%	34,10%
19/09/06 με 23/09/06	V_1	V_2		
Μονάδα 20	0,018	-0,043	29,50%	70,50%
Μονάδα 19	0,020	-0,001	95,23%	4,77%
23/09/06 με 27/09/06	V_1	V_2		
Μονάδα 20	0,050	0,018	73,52%	26,48%
Μονάδα 19	0,023	0,021	52,27%	47,73%
11/11/06 με 15/11/06	V_1	V_2		
Βορειοδυτικά	0,015	0,002	88,23%	11,77%
Εντός μονάδας	0,022	0,018	55%	45%
30/08/06 με 01/09/06	V_1	V_2		
Επιφανειακός ρ.	0,001	0,039	2,5%	97,5%
Σε βάθος ρευμ.	0,007	0,003	70%	30%

Πίνακας 8. Κίνηση υδάτινων μαζών κατά τις συνιστώσες V_1 και V_2 , που αντιπροσωπεύουν κίνηση κάθετα και παράλληλα στα longlines στο **σταθμό M2**.

	Κάθετος άξονας (m/sec)	Παράλληλος άξονας (m/sec)	Κάθετη κίνηση (%)	Παράλληλη κίνηση (%)
04/05/06 με 08/05/06	V_1	V_2		
Νοτιοδυτικά	-0,013	0,041	24,07%	75,93%
Βορειοανατολικά	0,008	0,006	57,14%	42,86%
08/05/06 με 12/05/06	V_1	V_2		
Νοτιοδυτικά	0	0,043	0%	100%
Βορειοανατολικά	0,023	0,015	60,52%	39,48%
17/05/06 με 21/05/06	V_1	V_2		
Μονάδα 9	-0,023	0,026	46,93%	53,07%
Μονάδα 8	-0,017	0,026	39,53%	60,47%
21/05/06 με 25/05/06	V_1	V_2		
Μονάδα 9	0,005	0,011	31,25%	68,78%
Μονάδα 8	0,004	0,021	16%	84%
22/10/06 με 25/10/06	V_1	V_2		
Βορειοδυτικά	0,010	0,020	33,33%	66,67%
Νοτιοανατολικά	0,030	0,035	46,15%	53,85%
11/01/01 με 15/01/07	V_1	V_2		
Νοτιοανατολικά	0,001	0,005	16,67%	83,33%
Εντός μονάδας	0,016	0,007	69,56%	30,43%
03/02/07 με 06/02/07	V_1	V_2		
1^{ος} ρευματογράφος	-0,077	0,085	47,53%	52,47%
2^{ος} ρευματογράφος	-0,064	-0,018	78,04%	21,96%
3^{ος} ρευματογράφος	-0,026	0,007	78,78%	21,22%

Πίνακας 9. Κίνηση υδάτινων μαζών κατά τις συνιστώσες V_1 και V_2 , που αντιπροσωπεύουν κίνηση κάθετα και παράλληλα στα longlines στο **σταθμό M1 και M2**, για το χρονικό διάστημα 28/04/06 με 02/05/06.

	Κάθετος άξονας (m/sec)	Παράλληλος άξονας (m/sec)	Κάθετη κίνηση (%)	Παράλληλη κίνηση (%)
28/04/06 με 02/05/06	V_1	V_2		
M1	-0,026	-0,019	57,77%	42,23%
M2	-0,013	0,027	32,5%	67,5%

Πίνακας 10. Κίνηση υδάτινων μαζών κατά τις συνιστώσες V_1 και V_2 που αντιπροσωπεύουν κίνηση κάθετα και παράλληλα στα longlines στο **σταθμό M3**.

	Κάθετος άξονας (m/sec)	Παράλληλος άξονας (m/sec)	Κάθετη κίνηση (%)	Παράλληλη κίνηση (%)
11/07/06 με 15/07/06	V_1 ή V_x	V_2 ή V_y		
Βορράς	0,026	-0,036	41,93%	58,07%
Νότος	-0,007	-0,012	36,84%	63,16%
08/12/06 με 12/12/06	V_1 ή V_x	V_2 ή V_y		
Βόρεια	-0,035	-0,036	49,29%	50,71%
Εντός μονάδας	0,010	-0,014	41,66%	58,33%

Η παρεμπόδιση που μετρήθηκε με ρευματογράφους εκατέρωθεν της μονάδας είναι συγκριτικά 50% περίπου χαμηλότερη από αυτήν που μετρήθηκε στο κέντρο της μονάδας. Τα ποσοστά παρεμπόδισης εμφανίζονται μεγαλύτερα στο σταθμό M2, εν συνεχεία στο σταθμό M3 και τέλος στο σταθμό M1. Η παρεμπόδιση στην ένταση του ρεύματος δεν μπορεί να συσχετιστεί εύκολα με τις διαφορετικές διαχειριστικές πρακτικές που ακολουθούνται από τους ιδιοκτήτες των τριών μονάδων. Υπάρχουν και άλλες παράμετροι οι οποίες διαφοροποιούνται κατά την διαχείριση των μονάδων για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Ανάμεσα σε αυτές είναι η απόσταση που κρατάει ο κάθε μυδοκαλλιεργητής μεταξύ των μονάδων παραγωγής, ο αριθμός των γραμμών παραγωγής, η έκταση που καταλαμβάνει η μονάδα και η διαχείριση που αφορά σε παραγωγή διαφορετικών διαχειριστικών περιόδων.

Πίνακας 11. Ποσοστό παρεμπόδισης του θαλασσίου ρεύματος από τη μονάδα και συσχέτιση με βιολογικές και διαχειριστικές παραμέτρους που αφορούν στο μύδι και στη μυδοκαλλιέργεια. Τα διαχειριστικά δεδομένα παραδόθηκαν από το αντίστοιχο ερευνητικό προσωπικό του προγράμματος που απασχολήθηκε στο συγκεκριμένο τομέα.

Χρονική περίοδος /σταθμός	Βάθος Πόντισης (m)	Εντός και εκτός της Μονάδας (ποσοστό μείωσης ρεύματος)	Μέγεθος αρμαθιάς (περίμετρος σε cm)	Διάκενο μεταξύ αρμαθιών (cm)
11/11/06 με 15/11/06 (M1)	4,3	29,83%	52	19,862
11/01/07 με 15/01/07 (M2)	4,5	73,34% (κατόπιν αναγωγής)	41	31,774
08/12/06 με 12/12/06 (M3)	4,5	48,28%	31	32,716
Χρονική περίοδος /σταθμός	Βάθος Πόντισης (m)	Εντός και εκτός της Μονάδας (ποσοστό μείωσης ρεύματος)	Μέγεθος αρμαθιάς (περίμετρος σε cm)	Διάκενο μεταξύ αρμαθιών (cm)
16/01/06 με 20/01/06 (M1)	5	16,67%	52	22,862
22/10/06 με 25/10/06 (M2)	3,7	34,62%	35	46,324
11/07/06 με 15/07/06 (M3)	3,2	14,16%	34	30,136

3.2.7. Συνολικά αποτελέσματα για τους σταθμούς M1, M2 και M3 σε βάθος 3-4 μέτρων και για το σταθμό M4 σε βάθος 5-6 μέτρων

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα σε όλους τους σταθμούς. Για τους σταθμούς M1, M2 και M3 δίνονται οι μετρήσεις που αφορούν στο κοινό βάθος των 3-4 μέτρων ενώ για το σταθμό M4 το βάθος πόντισης των οργάνων ήταν για όλες τις δειγματοληψίες στα 5-6 μέτρα. Τα γενικά συμπεράσματα που ακολουθούν προκύπτουν από τις προαναφερθείσες εικόνες και έχουν κοινή παράμετρο το βάθος στους τρεις πρώτους σταθμούς :

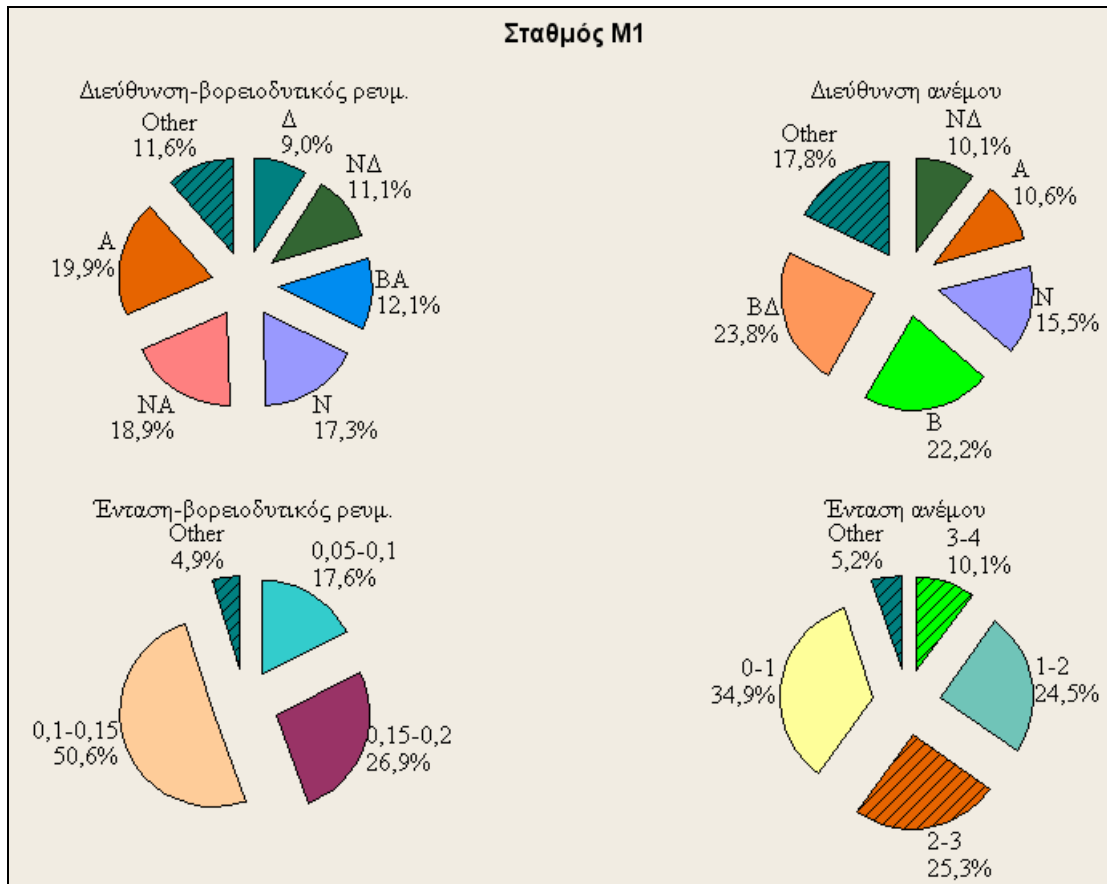
Στο σταθμό M1 ο επικρατέστερος βορειοδυτικός άνεμος προκαλεί ανατολικά και νοτιοανατολικά θαλάσσια ρεύματα με εντάσεις τιμών 2,8-23,9cm/sec (Εικ.25). Πιο συγκεκριμένα ο μέσος όρος για της μετρήσεις αυτές είναι σε μέγεθος 13,76cm/sec. Κάνοντας την αναγωγή της έντασης στα 5,5 μέτρα βάθος χρησιμοποιώντας την εξίσωση της σελ.67 με την παραδοχή ότι η εξίσωση είναι γενική και ισχύει για όλες τις περιπτώσεις των μετρήσεων, ο μέσος όρος της έντασης για τις εν λόγω περιόδους είναι 8,11cm/sec. Σημειώνεται ότι οι εντάσεις αφορούν μετρήσεις στο σταθμό του M1 στα 3-4 μέτρα βάθος πριν διέλθει το ρεύμα από τη μονάδα.

Στο σταθμό M2 ο επικρατέστερος νότιος άνεμος προκαλεί βόρεια και βορειοδυτικά θαλάσσια ρεύματα με εντάσεις που έχουν τιμές εύρους 0-19,4cm/sec (Εικ.26). Ο μέσος όρος για τις μετρήσεις αυτές είναι 7,93cm/sec. Η αντίστοιχη αναγωγή στα 5,5 μέτρα είναι 4,67cm/sec. Σημειώνεται ότι οι εντάσεις αφορούν μετρήσεις στο σταθμό του M2 στα 3-4 μέτρα βάθος πριν διέλθει το ρεύμα από τη μονάδα.

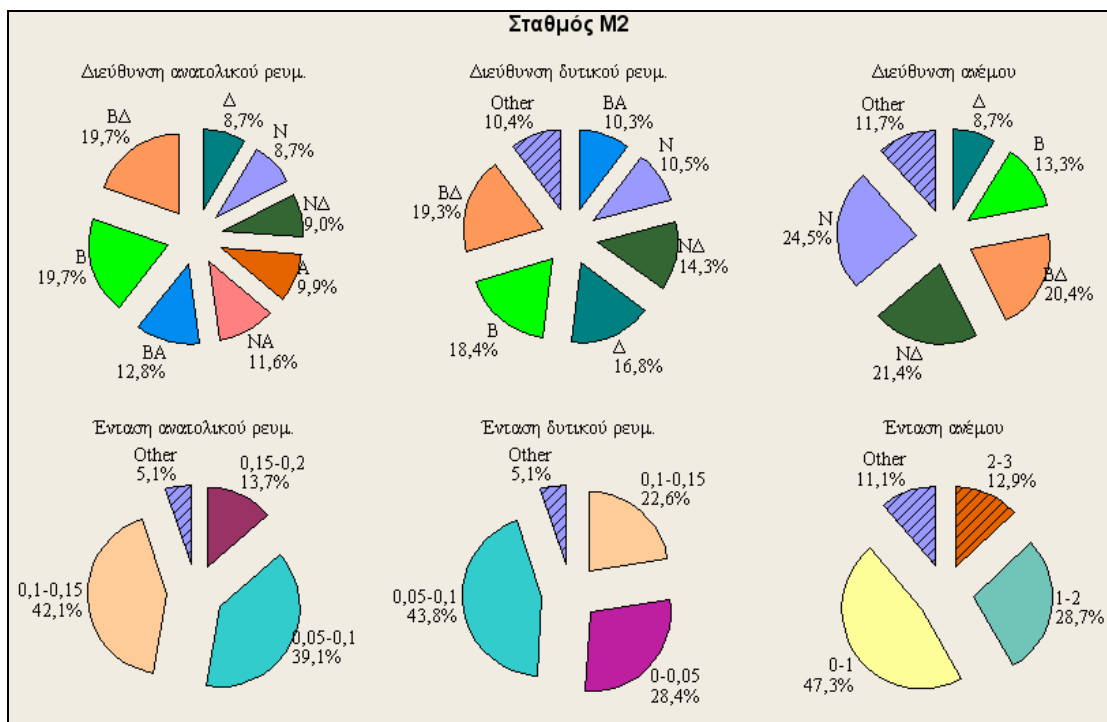
Στο σταθμό M1 και M2 ταυτόχρονα ο επικρατέστερος νότιος άνεμος προκαλεί νοτιοδυτικά θαλάσσια ρεύματα στο σταθμό M1 με ένταση που έχει τιμές εύρους 1,1-26,5cm/sec, ενώ για το σταθμό M2 βορειοδυτικά ρεύματα με ένταση που έχει τιμές εύρους 0,5-26,5cm/sec (Εικ.27). Ο μέσος όρος για της μετρήσεις αυτές είναι 14,8cm/sec και 12,4cm/sec στους σταθμούς M1 και M2 αντίστοιχα. Η αντίστοιχη αναγωγή στα 5,5 μέτρα είναι 6,6cm/sec για το σταθμό M1 και 5,5cm/sec για το σταθμό M2. Σημειώνεται ότι οι εντάσεις αφορούν μετρήσεις στο σταθμό M1 και M2 στα 3-4 μέτρα βάθος πριν διέλθει το ρεύμα από τη μονάδα.

Στο σταθμό M3 ο επικρατέστερος βόρειος άνεμος προκαλεί νότια και νοτιοδυτικά θαλάσσια ρεύματα με εντάσεις που έχουν τιμές εύρους 0-20,3cm/sec (Εικ.28). Ο μέσος όρος για της μετρήσεις αυτές είναι 10,6cm/sec. Η αντίστοιχη αναγωγή στα 5 μέτρα είναι 6,25cm/sec. Σημειώνεται ότι οι εντάσεις αφορούν μετρήσεις στο σταθμό του M3 στα 3-4 μέτρα βάθος πριν διέλθει το ρεύμα από τη μονάδα.

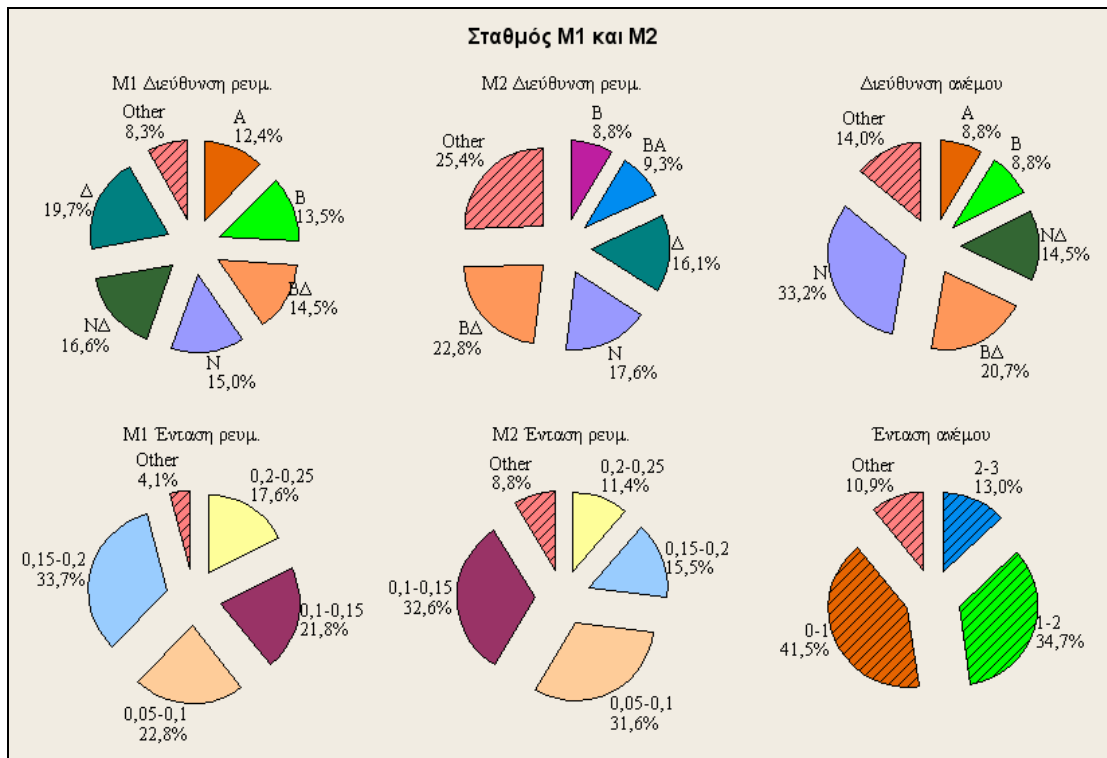
Στο σταθμό M4 ο επικρατέστερος βορειοδυτικός άνεμος προκαλεί βορειοδυτικά θαλάσσια ρεύματα (η απόκλιση είναι κυρίως απόρροια των χρησιμοποιούμενων κλάσεων των συχνοτήτων διευθύνσεως) με εντάσεις που έχουν τιμές εύρους 1,8-37,7cm/sec (Εικ.29). Ο μέσος όρος για της μετρήσεις αυτές είναι 13,33cm/sec σε βάθος 5-6 μέτρα.



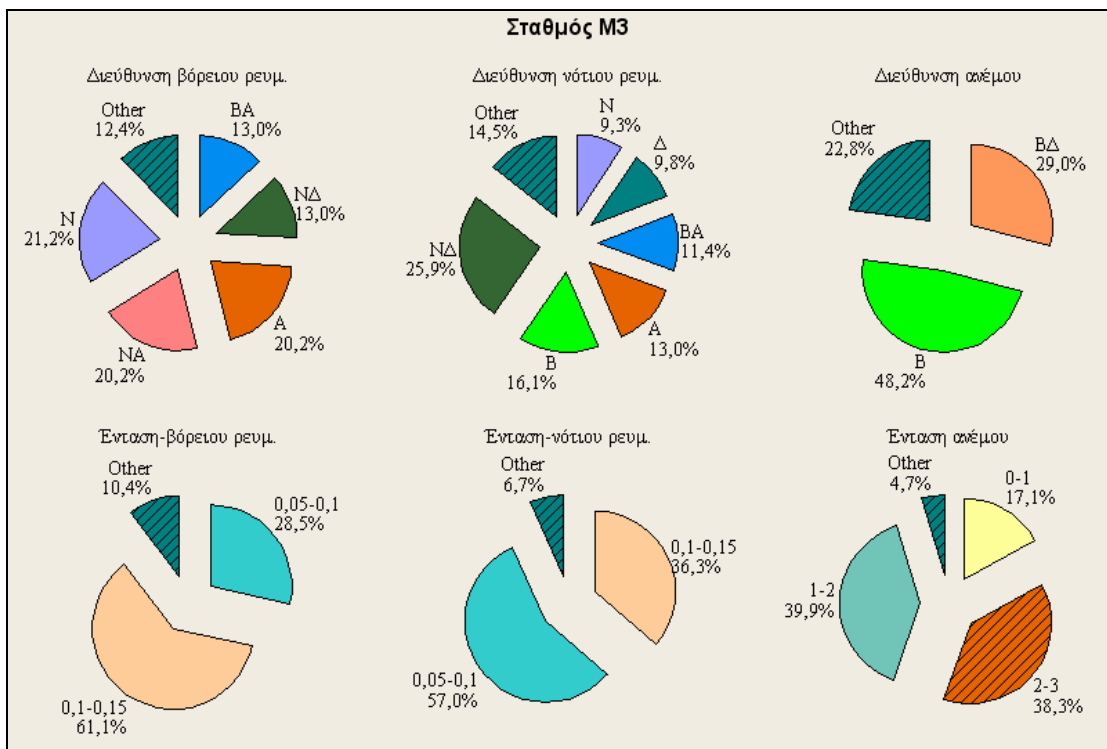
Εικόνα 25. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιού ρεύματος και ανέμου για το σταθμό M1.



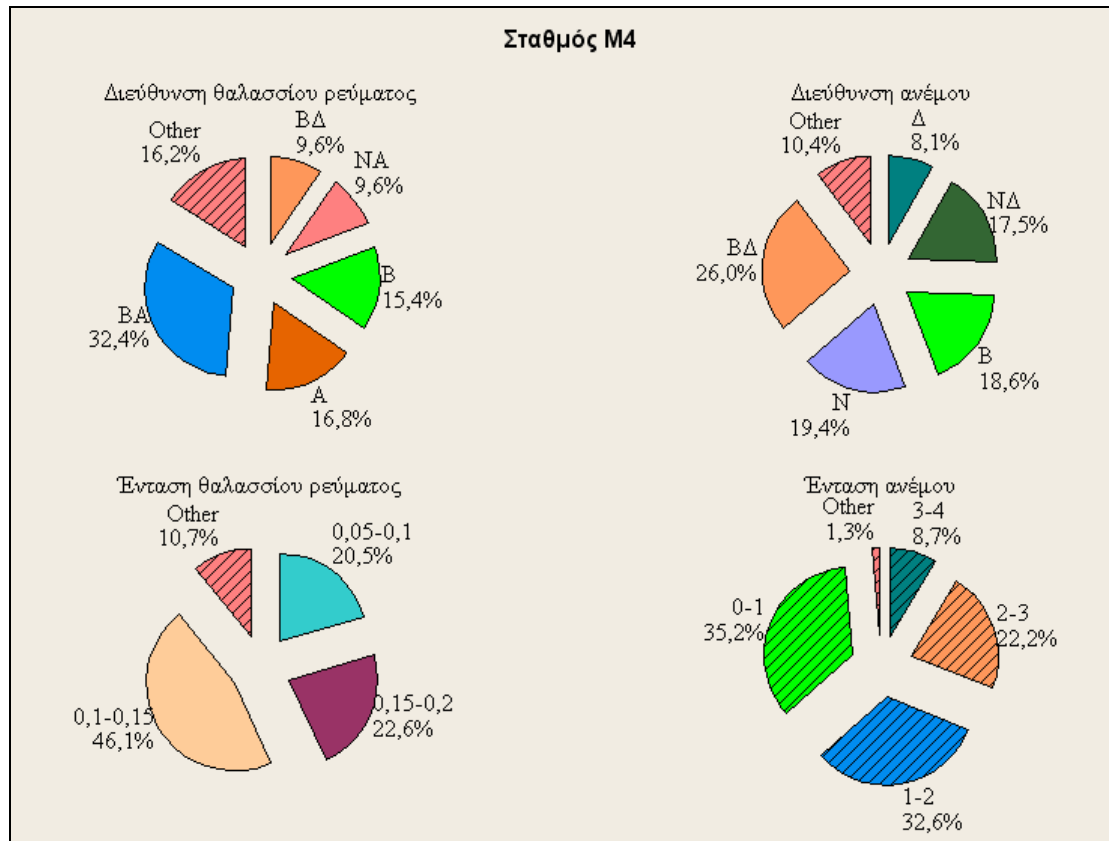
Εικόνα 26. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιών ρευμάτων και ανέμου για το σταθμό M2.



Εικόνα 27. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιών ρευμάτων και ανέμου για το σταθμό M1 και M2 ταυτόχρονα.



Εικόνα 28. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσιών ρευμάτων και ανέμου για το σταθμό M3.



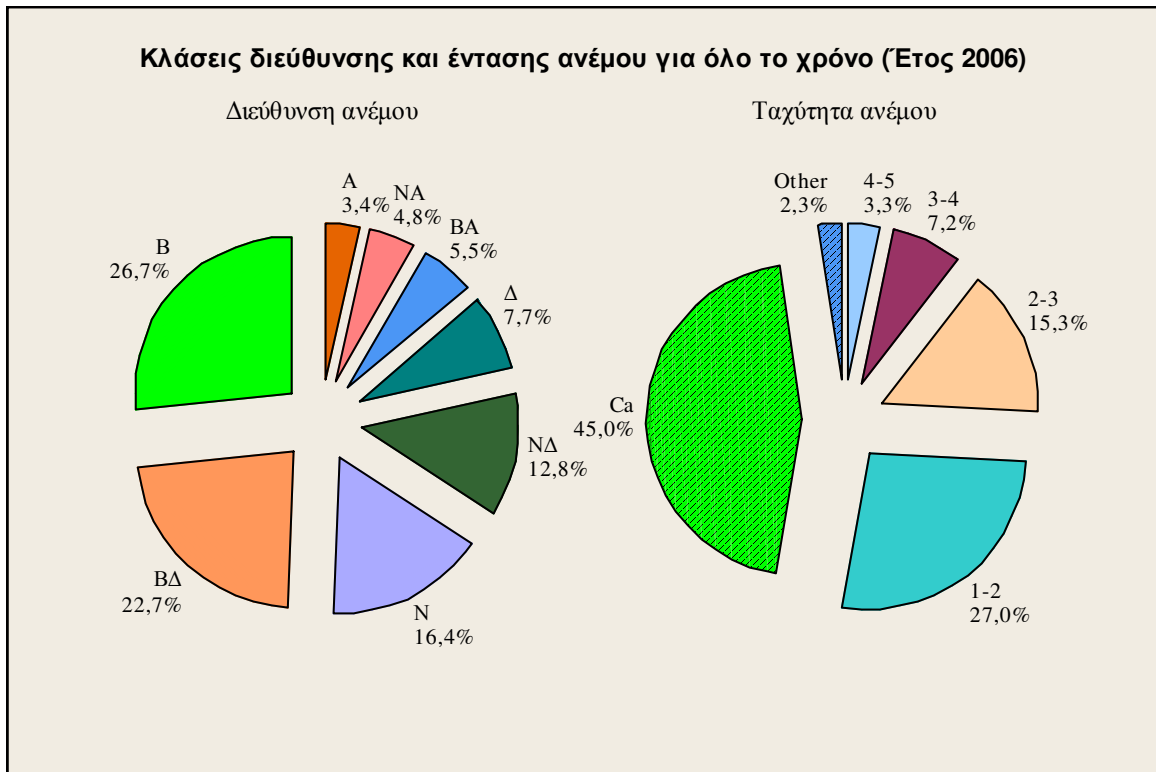
Εικόνα 29. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης θαλασσίων ρευμάτων και ανέμου για το σταθμό M4.

3.2.8. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων ανέμου και θαλάσσιων ρευμάτων

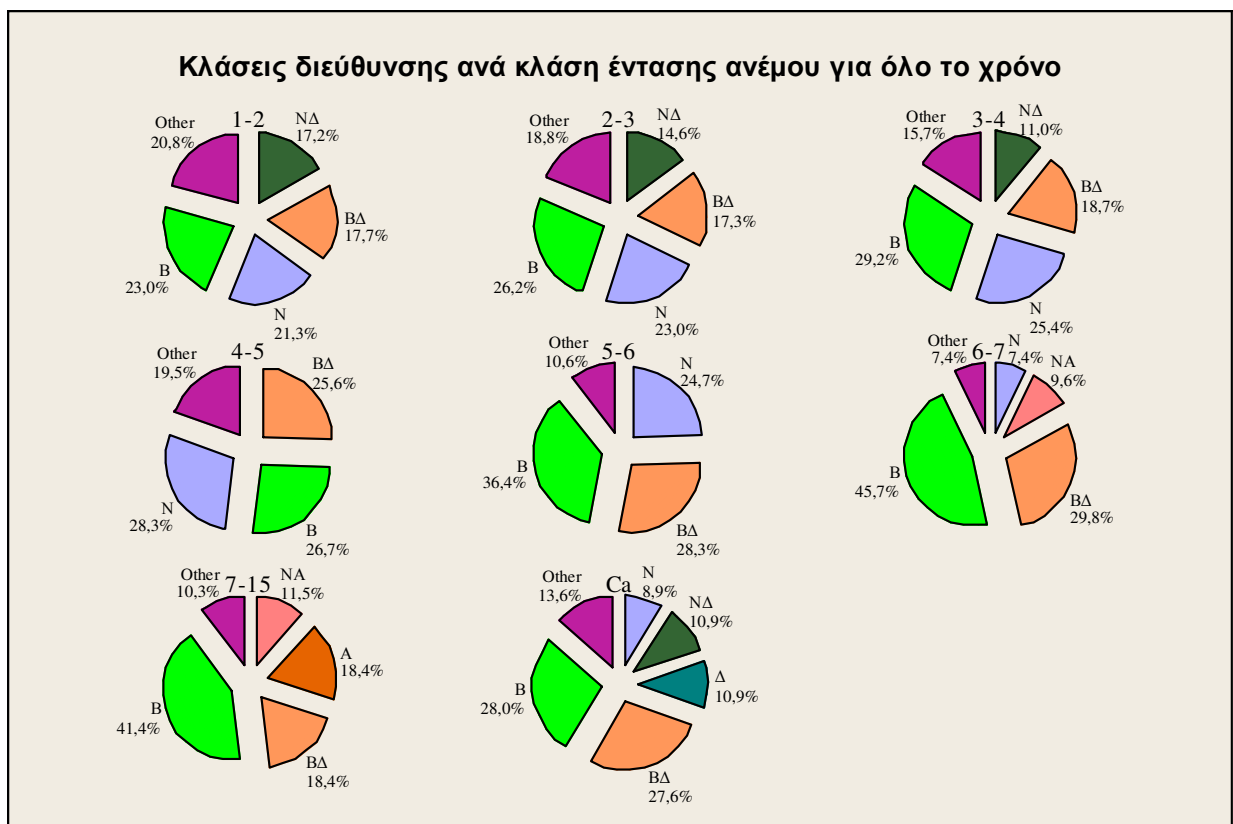
Από τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων ανέμου προκύπτει ότι καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου οι βόρειας διεύθυνσης άνεμοι επικρατούν συντριπτικά των υπολοίπων ανέμων. Παράλληλα επικρατεί η νημεμία και γενικά οι χαμηλής έντασης άνεμοι (Εικ.30).

Για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα οι πιο δυνατοί άνεμοι είναι αυτοί της βόρειας διεύθυνσης (Εικ.31). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι βόρειοι άνεμοι επικρατούν σε συχνότητα εμφάνισης έναντι των νότιων.

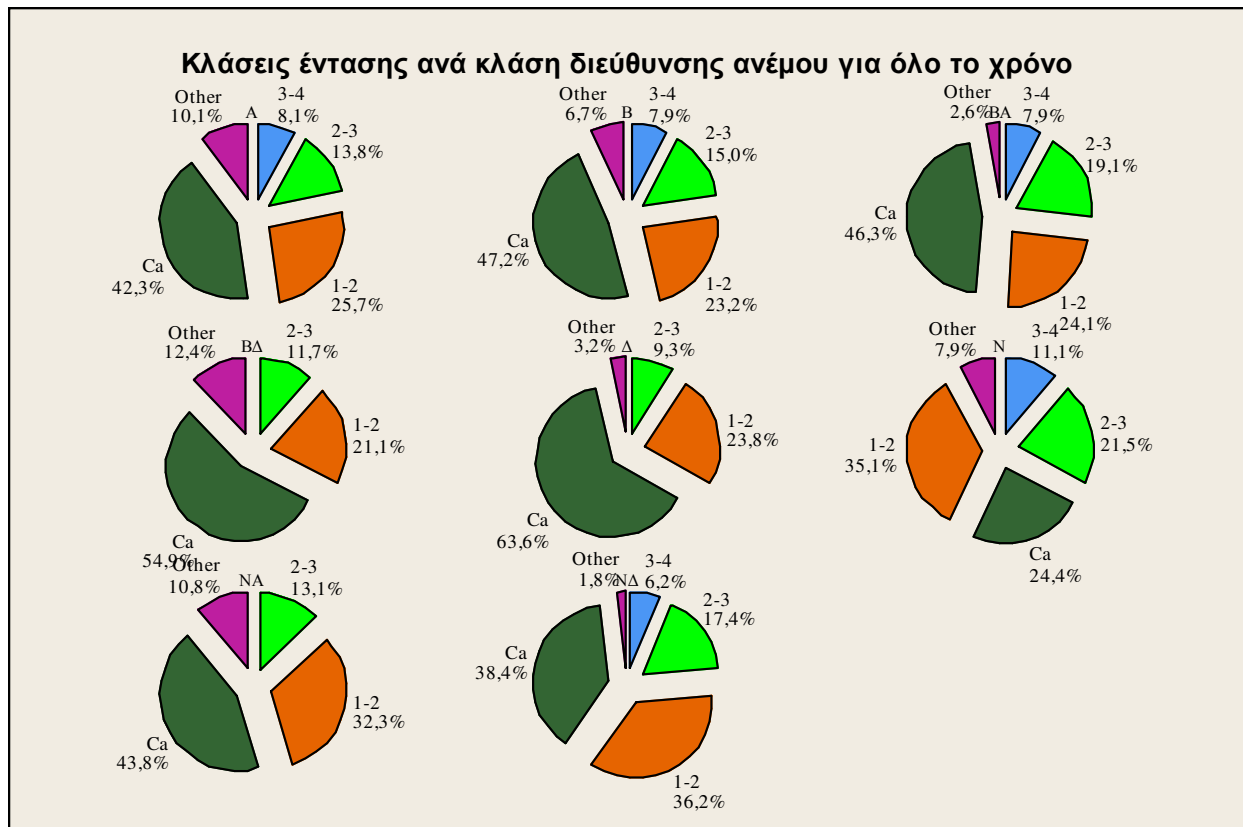
Σε όλες τις κλάσεις διεύθυνσης συναντούμε μεγάλα ποσοστά νημεμίας με τα μικρότερα ποσοστά για το νότιο και νοτιοδυτικό άνεμο (Εικ.32).



Εικόνα 30. Κλάσεις διεύθυνσης και έντασης ανέμου (m/sec) για το έτος 2006. Με Ca συμβολίζεται η περίπτωση της νημεμίας.



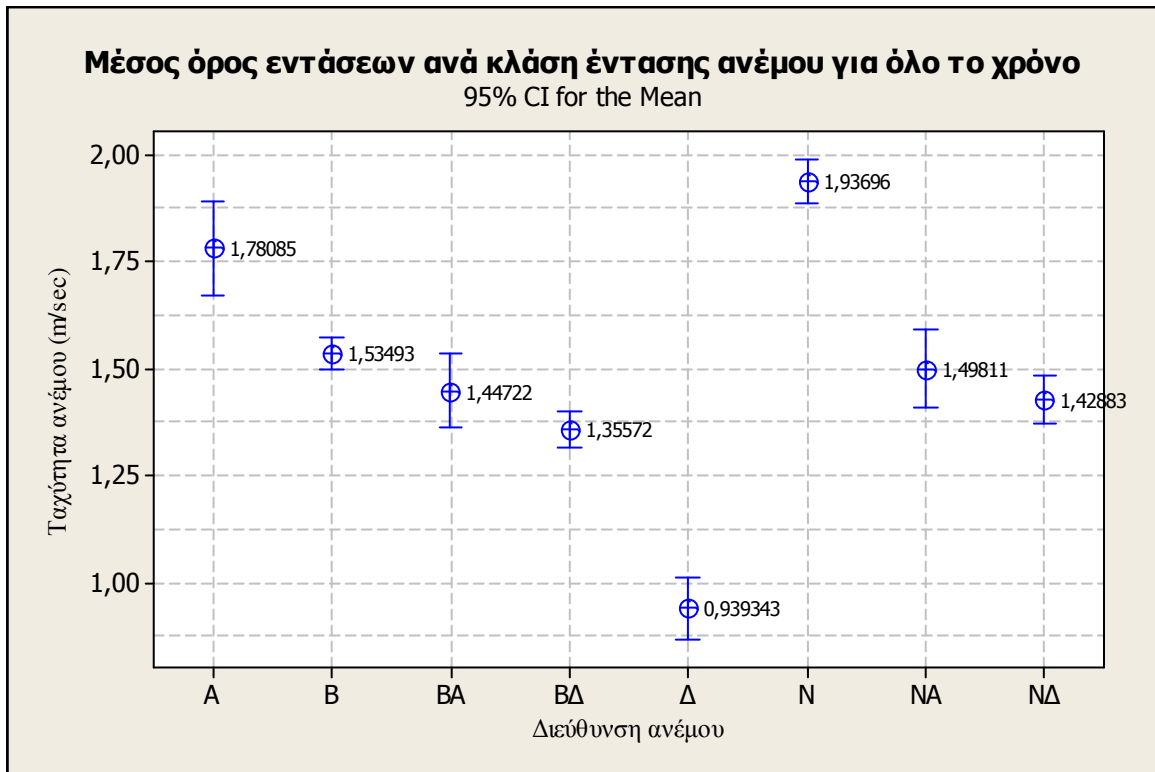
Εικόνα 31. Κλάσεις διεύθυνσης ανά κλάση έντασης ανέμου (m/sec) για το έτος 2006. Με Ca συμβολίζεται η περίπτωση της νημεμίας.



Εικόνα 32. Κλάσεις έντασης (m/sec) ανά κλάση διεύθυνσης ανέμου για το έτος 2005-2006. Με Ca συμβολίζεται η περίπτωση της ηνεμίας.

Όσον αφορά το μέσο όρο των εντάσεων των ανέμων οι πιο δυνατοί εμφανιζόμενοι άνεμοι είναι οι νότιοι και ανατολικοί (Εικ.33). Αποδεικνύεται τελικά από το μέσο όρο του συνόλου των καταγραφών για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (έτος 2006), ότι οι βόρειοι άνεμοι δεν είναι δυνατότεροι των νότιων αλλά εμφανίζονται σε πολύ μεγαλύτερη συχνότητα. Ο έλεγχος του HSU's MCB αποκαλύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά του μέσου όρου έντασης για το νότιο άνεμο συγκριτικά με τους υπόλοιπους ανέμους εκτός του ανατολικού (για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$, family error rate = 0,01 και multiple comparison with the best).

Για το μέσο όρο του συνόλου των καταγραφών έντασης του ανέμου (1,57m/sec) η ένταση είναι σχετικά ασθενής (1-2 Beaufort), ξεπερνώντας, μόλις το επίπεδο της ηνεμίας. Η αντίστοιχη οπτική εικόνα του ανέμου αυτής της έντασης στη θάλασσα, είναι αυτή της δημιουργίας ρυτίδων και ασθενούς κυματισμού χωρίς θραύση (<http://www.aocwind.net/beaufort.htm>).



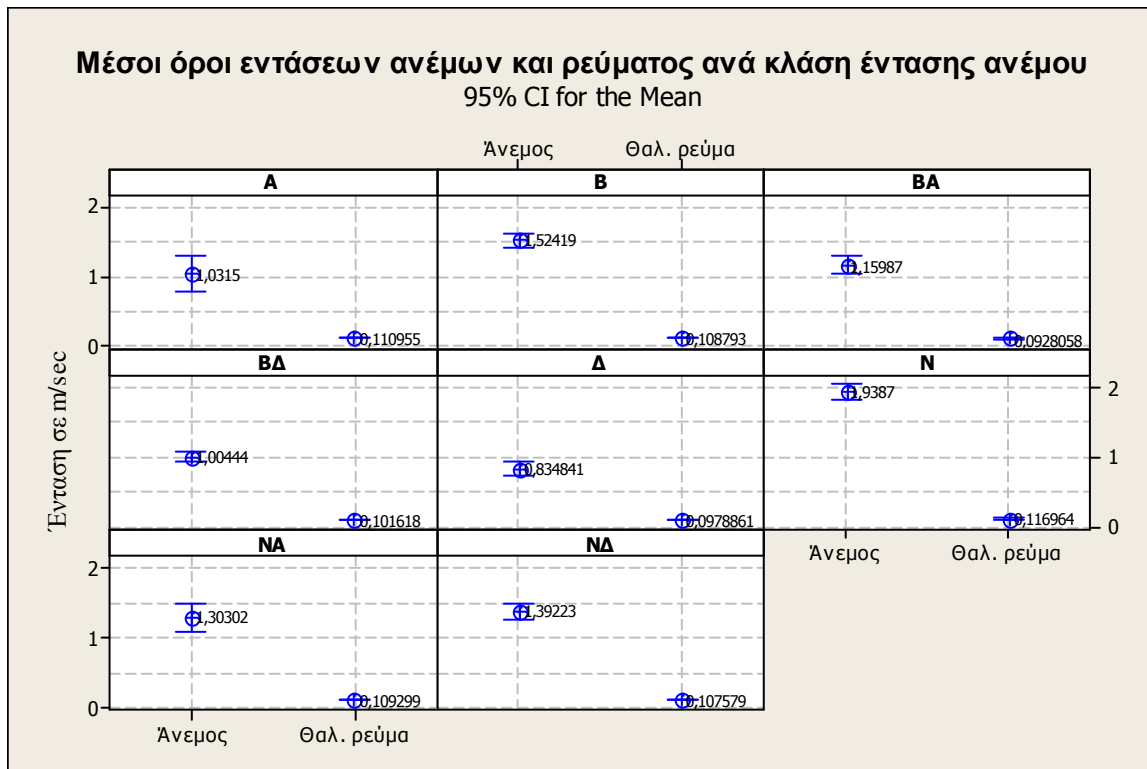
Εικόνα 33. Μέσος όρος εντάσεων ανέμων ανά διεύθυνση ανέμου για το έτος 2006 (ANOVA-pool error across groups).

Όσον αφορά την επεξεργασία των μετρήσεων του θαλάσσιου ρεύματος σε συνδυασμό με τις τιμές έντασης του ανέμου διαφορετικής κάθε φορά διεύθυνσης προκύπτουν τα εξής :

Τα δυνατότερα ρεύματα όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα (Εικ.34) φαίνεται να είναι κατά φθίνουσα σειρά αυτά που προκαλούνται από νοτιάδες, ανατολικούς, νοτιοανατολικούς, βόρειους, νοτιοδυτικούς, βορειοδυτικούς, δυτικούς και τέλος βορειοανατολικούς ανέμους. Τα βάθη στα οποία πάρθηκαν οι αντίστοιχες μετρήσεις δεν διαφοροποιούν τα παραπάνω καθώς το εύρος απόκλισης είναι της τάξης των 30 εκατοστών εκτός της περίπτωσης των βορειοανατολικών ανέμων που φτάνει τα 70 εκατοστά.

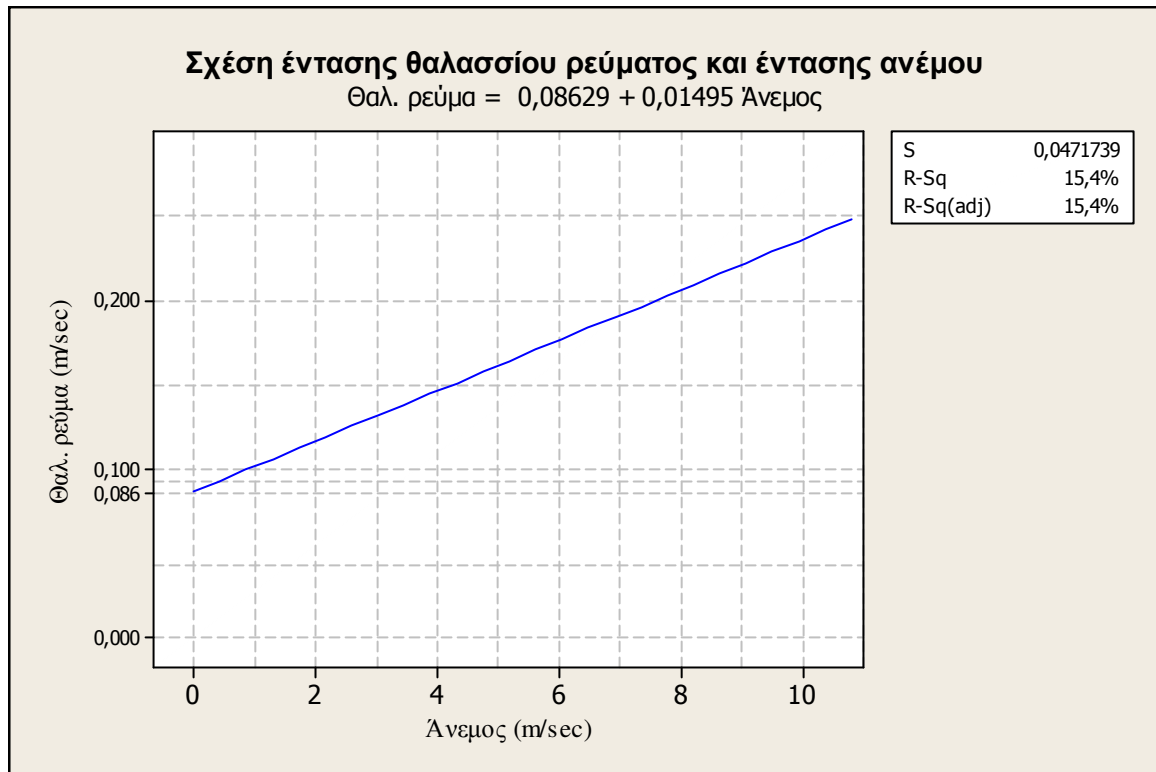
Κάνοντας την παραδοχή πώς η αιτία δημιουργίας του ρεύματος είναι μόνο άνεμος αποκλείοντας άλλους παράγοντες, οι εντάσεις των ρευμάτων αντιπροσωπεύουν το 11,73% της έντασης των δυτικών ανέμων, το 10,75% των ανατολικών, το 10,11% των βορειοδυτικών, το 8,39% των νοτιοανατολικών, το 8,00% των βορειοανατολικών, το 7,73% των νοτιοδυτικών, το 7,14% των βόρειων και το 6,03% των νότιων ανέμων, αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι δε συμπεριλαμβάνονται οι μετρήσεις εντός της μονάδων. *Οι ποσοστιαίες αυτές συσχετίσεις έχουν πρακτική και μόνο σημασία και αφορούν τη συγκεκριμένη περιοχή και περίοδο μελέτης.* Κατά αυτόν τον τρόπο παρουσίασης συνάγεται το συμπέρασμα πώς οι νότιοι δημιουργούν τα δυνατότερα ρεύματα λόγω της μεγαλύτερης τους έντασης αλλά το ποσοστό της έντασης του

νότιου ανέμου που μεταφράζεται σε δημιουργία ρεύματος είναι το χαμηλότερο. Προφανώς το γεγονός έχει σχέση με τη συνεχόμενη διάρκεια δράσης και τη συχνότητα εμφάνισης αυτών των ανέμων καθώς και τον ανταγωνισμό με τους βόρειους.



Εικόνα 34. Μέσος όρος εντάσεων ανέμων (αριστερά) και ρευμάτων (δεξιά) για κάθε κλάση ανέμου για το σύνολο των μετρήσεων σε όλους τους σταθμούς (Χρονική περίοδος : 2006). Μέσο βάθος από καταγραφείσες τιμές έντασης θαλ. ρεύματος 4,45m.

Τέλος όπως διακρίνεται από το παρακάτω σχήμα (Εικ.35) υπάρχει θετική σχέση μεταξύ των μεταβλητών της έντασης του ρεύματος και της έντασης του ανέμου. Σημειώνεται ότι η εξίσωση α) παρουσιάζεται για να αποδώσει τη θετική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών και δικαιολογεί ταυτόχρονα (μέσο της μεγάλης τιμής που αποδίδεται στο σταθερό όρο) την εκτίμηση ότι στη διαμόρφωση της τιμής της έντασης του ρεύματος υπεισέρχονται κι άλλοι παράγοντες για τους οποίους δεν υπήρξαν δεδομένα. β) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εξαγωγή τιμών έντασης ρεύματος καθώς ένα μικρό μόνο μέρος της μεταβλητότητας της έντασης του ρεύματος εξηγείται από την αντίστοιχη μεταβολή της έντασης του ανέμου όπως αποδίδεται με τη συγκεκριμένη γραμμική σχέση που ακολουθεί.



Εικόνα 35. Απεικόνιση της γραμμικής σχέσης της έντασης του ανέμου με την ένταση του ρεύματος όπως προκύπτει από απλή γραμμική παλινδρόμηση.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την παρούσα μελέτη φωτίστηκαν σημαντικά θέματα, που αφορούν την ευρύτερη υδροδυναμική κυκλοφορία στην παράκτια περιοχή της Χαλάστρας. Τα βασικότερα στοιχεία συνοψίζονται στα παρακάτω :

α) Από τις μετρήσεις της ταχύτητας του θαλάσσιου ρεύματος αλλά και της ταχύτητας του ανέμου φαίνεται ότι οι τιμές του ρεύματος είναι σχετικά υψηλές σε σχέση με αυτές που θα αναμέναμε ως προς την επίδραση του ανέμου με τις καταγραφείσες τιμές έντασης. Αυτό υποδηλώνει ότι η τιμή του θαλάσσιου ρεύματος που διαμορφώνεται τελικά εμπεριέχει πιθανόν επιδράσεις και από άλλα γενεσιουργά αίτια κυκλοφορίας των υδάτινων μαζών όπως είναι οι μεταβολές ατμοσφαιρικής πίεσης, η παλίρροια και οι διαφορές πυκνότητας του νερού. Επισημαίνεται επίσης ότι κατά το έτος 2006, έτος κατά το οποίο έγινε η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων, οι ταχύτητες του ανέμου ήταν γενικά μικρής έντασης σε σχέση με αυτές που καταγράφηκαν και αναφέρονται από ιστορικά στοιχεία. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με την παρατήρηση ότι η απόκριση της κίνησης των υδάτινων μαζών σε σχέση με το ανεμολογικό καθεστώς τείνει να αποκτά συγκεκριμένη μορφή, οδηγούν στο συμπέρασμα πως *βασικός παράγοντας της μεταφοράς των υδάτινων μαζών είναι ο άνεμος*. Αν όμως εστιάσουμε την προσοχή μας στην ένταση του ρεύματος, πρέπει να σημειωθεί ότι όσο μικρότερη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο πιο ανταγωνιστικοί ως προς την επίδραση τους στην κίνηση των υδάτινων μαζών είναι και οι υπόλοιποι παράγοντες γένεσης της κυκλοφορίας του νερού που αναφέρθηκαν προηγουμένως, γεγονός που παρατηρείται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων της παρούσης έρευνας. Στην περίπτωση αυτή, η ανάμιξη και η κίνηση των νερών λόγω διασποράς της ορμής είναι αποτέλεσμα της ταυτόχρονης επίδρασης των παραπάνω παραγόντων, των οποίων η σχετική βαρύτητα δεν είναι εύκολο να προσδιορισθεί.

β) **Σχετικά με τη φορά και τη διεύθυνση κίνησης των υδάτινων μαζών** το ανεμολογικό καθεστώς που επικράτησε κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης διαφοροποιεί την κυκλοφορία της περιοχής (σύμφωνα και με την ανάλυση της προηγούμενης παραγράφου). Ειδικότερα στην περιοχή του σταθμού M1, ο επικρατέστερος βορειοδυτικός άνεμος δημιουργεί ανατολικά έως βορειοανατολικά ρεύματα, που ακολουθούν γενικά την ακτογραμμή, ενώ η εμφάνιση νότιου ανέμου αντιστρέφει την κυκλοφορία προς τα δυτικά και νοτιοδυτικά. Στο σταθμό M2, καταγράφηκαν βόρεια και βορειοδυτικά θαλάσσια ρεύματα,

ανεξαρτήτως των διαφορετικών επικρατούντων ανέμων. Δυνατοί όμως βόρειοι άνεμοι, άνω κάποιου ορίου, φάνηκε ότι διαφοροποιούν το προϋπάρχον τοπικό μοντέλο κυκλοφορίας δημιουργώντας δυτικά και νοτιοδυτικά ρεύματα. Στο σταθμό M3, οι νότιοι και οι νοτιοδυτικοί άνεμοι λόγω της σποραδικότητάς τους δεν επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την κυκλοφορία.. Η λεπτομερής εξέταση των μετρήσεων αποκαλύπτει μικρή διάρκεια συνεχόμενης δράσης νότιων ανέμων με περιοδική δράση βοριάδων. Απόρροια της παραπάνω παρατήρησης, ήταν ότι το καθεστώς κυκλοφορίας με νότιους ανέμους δεν προλάβει να εκδηλωθεί πλήρως ενώ ο μεγαλύτερος ή μικρότερος βαθμός εκδήλωσης του, αποτελούσε συνάρτηση της έντασης των νότιων ανέμων που εμφανίστηκαν. Αντιθέτως το καθεστώς κυκλοφορίας με βόρειους ανέμους εξαρτά την εκδήλωσή του σε μεγαλύτερο βαθμό από τη συχνότητα με την οποία πνέουν οι άνεμοι αυτοί και όχι τόσο την έντασή τους καθώς δεν παρουσιάζεται τόσο αυξημένη μεταβλητότητα σε αυτό το καθεστώς. Κατά συνέπεια, κυρίως οι βόρειοι και σπάνια οι νότιοι εμφανιζόμενοι άνεμοι (σύμφωνα με το επικρατούν ανεμολογικό καθεστώς) καθορίζουν την κυκλοφορία στο σταθμό. Απόρροια των προαναφερθέντων είναι να μην εδραιώνεται κίνηση που θα έχει ως αποτέλεσμα σημαντική είσοδο στην υπό μελέτη περιοχή από νερά των ποταμών (και κυρίως του Αξιού) νότια και νοτιοδυτικά της λεκάνης της Χαλάστρας, καθότι τα βόρεια θαλάσσια ρεύματα δεν είναι ιδιαίτερα συνηθισμένα το χειμώνα, όπου οι απορροές είναι αυξημένες. Για το λόγο αυτό, η δημιουργία ρευμάτων πυκνότητας δεν είναι σύνηθες φαινόμενο στην περιοχή και άρα η δράση τους δεν κρίνεται σημαντική στην διαμόρφωση της υδροδυναμικής κυκλοφορίας στη λεκάνη. Στο σταθμό M4, τα ρεύματα ακολουθούν σε γενικές γραμμές τη φορά του ανέμου. Η παραπάνω ανάλυση δίνεται σχηματικά στις εικόνες 33 και 34 που ακολουθούν όπου αποτυπώνεται η μορφή της υδροδυναμικής κυκλοφορίας υπό την επικράτηση βόρειων-βορειοδυτικών ανέμων και νότιων-νοτιοδυτικών ανέμων αντίστοιχα.



Εικόνα 33. Μοντέλο κυκλοφορίας των υδάτινων μαζών με βόρειο-βορειοδυτικό άνεμο. Επικρατέστερο μοντέλο κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια του έτους (από επεξεργασία των μετρήσεων πεδίου). Τα γαλάζια βελάκια συμβολίζουν το θαλάσσιο ρεύμα ενώ το άσπρο διαγραμμισμένο βέλος συμβολίζει τον άνεμο. (φωτογραφία: Google earth)



Εικόνα 34. Μοντέλο κυκλοφορίας με νότιο-νοτιοδυτικό άνεμο (από επεξεργασία των μετρήσεων πεδίου). Τα γαλάζια βελάκια συμβολίζουν το θαλάσσιο ρεύμα ενώ το άσπρο διαγραμμισμένο βέλος συμβολίζει τον άνεμο (φωτογραφία : Google earth)

Όσον αφορά την κίνηση των υδάτινων μαζών μέσα από τις μονάδες μυδοκαλλιέργειας, γενικά αυτή πραγματοποιείται υπό γωνία μέσα από τις μονάδες και τα «longlines» και ειδικότερα κατά το μεγαλύτερο ποσοστό κάθετα στις γραμμές παραγωγής στο σταθμό M1 και παράλληλα στους σταθμούς M2 και M3.

- γ) **Η ένταση των ρευμάτων** στην περιοχή είναι της τάξης των 10 με 15cm/sec και μειώνεται με το βάθος. Η μείωση της έντασης των θαλασσίων ρευμάτων με το βάθος είναι ένα στοιχείο που επιβεβαιώνει την ανεμογενή τους προέλευση στην περιοχή. Οι τιμές αυτές καταγράφονται σε βάθος τριών με τεσσάρων μέτρων, που αντιστοιχεί στο βάθος όπου βρίσκεται το πάνω μέρος της αρμαθιάς. Οι τιμές αυτές μειώνονται περίπου στη μέση της αρμαθιάς κατ' εκτίμηση στο 50%. Τοπικά, οι τιμές των εντάσεων των ρευμάτων του σταθμού M1 βρέθηκαν να είναι υψηλότερες από αυτές του σταθμού M2. Η εκτίμηση της έντασης των ρευμάτων στους τέσσερις σταθμούς κατά φθίνουσα σειρά τιμών ξεκινάει από το σταθμό M4, ακολουθεί ο M1, ο M3 και τελευταίος έρχεται ο σταθμός M2. Ειδικότερα, για την περιοχή του σταθμού M1, από το μέσο όρο των συνισταμένων των εντάσεων του ρεύματος προκύπτει μέση ένταση ρευμάτων, 13,76cm/sec. Η αντίστοιχη μέση τιμή της έντασης στο εσωτερικό της μονάδας είναι 8cm/sec. Για την περιοχή του σταθμού M2 η μέση ένταση ρευμάτων είναι τα 7,93cm/sec ενώ η αντίστοιχη μέση τιμή στο εσωτερικό της μονάδας είναι 3,6cm/sec. Για την περιοχή του σταθμού M3 η μέση ένταση ρευμάτων είναι τα 10,6cm/sec ενώ στο εσωτερικό της μονάδας είναι 4,5cm/sec. Για την περιοχή του σταθμού M4 η μέση ένταση ρευμάτων είναι 13,33 cm/sec. Οι μετρήσεις αυτές αναφέρονται σε βάθη περί τα τέσσερα μέτρα από την επιφάνεια.
- δ) **Η παρεμπόδιση και η ανάκτηση**, λόγω της παρεμβολής της μονάδας στην κίνηση του ρεύματος, δεν είναι κάτι που μπορεί να εξεταστεί αρκετά εύκολα. Χρειάζεται να ισχύουν κάποιες προϋποθέσεις, όπως :
- Το ρεύμα πρέπει να κινείται στην ίδια διεύθυνση για κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα και στα δύο εξεταζόμενα σημεία (σημεία όπου είναι ποντισμένοι οι ρευματογράφοι).
 - Το βάθος πόντισης των ρευματογράφων πρέπει να είναι το ίδιο.
- Επισημαίνεται όμως ότι το βάθος πόντισης στις μετρήσεις ήταν γνωστό μόνο για τον έναν ρευματογράφο, ο οποίος ήταν εφοδιασμένος με αισθητήρα πίεσης. Θεωρήθηκε ότι ανάλογο κάθε φορά βάθος πόντισης είχε και ο άλλος ρευματογράφος, πράγμα το οποίο επιδιώχθηκε με ιδιαίτερη προσοχή.

Με την παραδοχή ότι οι παραπάνω προϋποθέσεις ισχύουν σε μεγάλο βαθμό, μπορούμε να εκτιμήσουμε σε γενικές γραμμές την παρεμπόδιση μιας μονάδας μυδοκαλλιέργειας στη διέλευση του ρεύματος σε περίπου 30%, το ελάχιστο. Δυστυχώς, τα δεδομένα ανάπτυξης των μυδιών και οι διάφορες διαχειριστικές πρακτικές ανά μονάδα και ανά χρονική περίοδο (με την καλύτερη διαχείριση στο σταθμό M2 και M3 σε θέματα που αφορούν την απόσταση μεταξύ των αρμαθιών των μυδιών) δεν κατέστη δυνατόν να δώσουν μία πιο σαφή εικόνα για την παρεμπόδιση του διερχομένου ρεύματος από την μονάδα σε σχέση με τις παραμέτρους αυτές. Παρόλα αυτά οι εντάσεις των ρευμάτων στους σταθμούς M2 και M3 όπου παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές παρεμπόδισης, είναι σημαντικά χαμηλότερες από τις αντίστοιχες εντάσεις στο σταθμό M1, γεγονός που πιθανότατα επηρεάζει το ποσοστό της παρεμπόδισης. Η κάθετη κίνηση σε σχέση με τις γραμμές παραγωγής στο σταθμό M1 πραγματοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με τους άλλους σταθμούς. Για το λόγο αυτόν αναμενόταν μεγαλύτερη παρεμπόδιση στο σταθμό αυτό πράγμα το οποίο δεν παρατηρήθηκε.

Επιπλέον, φαίνεται να μην υφίσταται σημαντική επίδραση των μονάδων στην αλλαγή του διανυσματικού πεδίου των ταχυτήτων όσον αφορά την αλλαγή της διεύθυνσης του ρεύματος.

Η έρευνα για ανάκτηση δεν έδωσε σαφή και συγκεκριμένα αποτελέσματα, καθώς δεν υπήρξε διάστημα σταθερής φοράς για το θαλάσσιο ρεύμα και στα δύο εξεταζόμενα σημεία. Παράλληλα όμως υπάρχει η ένδειξη της ανάκτησης του ρεύματος, η οποία προέκυψε από την περίπτωση μελέτης της παρεμπόδισης της μονάδας στη διέλευση του ρεύματος. Συγκρίνοντας τις τιμές έντασης του ρεύματος για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις παρεμπόδισης που εξετάστηκαν, προκύπτει ότι το ρεύμα ανακτά περίπου το μισό της απολεσθείσας έντασης (που οφείλεται στην παρουσία της μονάδας) στα πρώτα 25 με 30 μέτρα μετά από αυτήν.

- ε) **Όσον αφορά τη δομή της κυκλοφορίας στη στήλη** προέκυψαν τα εξής: Η κυκλοφορία φαίνεται να είναι γενικά ομοιόμορφη σε όλη τη στήλη χωρίς να παρατηρείται αντιστροφή της φοράς στα βαθύτερα στρώματα. Παρόλα αυτά, εικάζεται πως στην περιοχή του σταθμού M4 με την επικράτηση βόρειων και βορειοδυτικών ανέμων, η βαθιά κυκλοφορία σε αντίθεση με την επιφανειακή, είναι προς το βορρά, υποστηρίζοντας το φαινόμενο της παράκτιας ανάδυσσης των νερών. Η χρονική περίοδος του φαινομένου είναι δυνατόν να τοποθετηθεί

κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου κύριας βόρειας συνιστώσας άνεμοι, προκαλούν απομάκρυνση των νερών από την ακτή.

στ) Η ανάλυση και επεξεργασία στα στοιχεία που αφορούν στις συνιστώσες της έντασης του ρεύματος, δεν αξιοποιήθηκαν στο έπακρο στην παρούσα εργασία, γιατί θεωρήθηκε ότι το μέγεθός της θα ξεπερνούσε σε έκταση το επιθυμητό. Παρόλα αυτά, τα διανυσματικά αυτά μεγέθη θα μπορούσαν, σε συνδυασμό με τη γνώση των διαφόρων φυσικών μεγεθών μιας μυδοκαλλιέργειας, να δώσουν μια εικόνα για την παροχή του θαλάσσιου ρεύματος που περνά μέσα από μια μονάδα. Επίσης, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν εξισώσεις μέσα από τις οποίες να γίνεται πρόβλεψη συγκεκριμένων μεγεθών. Όλα αυτά θα μπορούσαν βεβαίως να σχεδιαστούν και να συντελεστούν εκ νέου στα πλαίσια μιας μελλοντικής εργασίας.

Έχοντας μια εικόνα της κυκλοφορίας για την περιοχή, μπορούμε να εκτιμήσουμε τη μεταφορά ρυπαντών, φερτών υλών από τους ποταμούς ή τροφής για τις μυδοκαλλιέργειες. Επιπλέον, η κάλυψη της περιοχής από τη σκοπιά του πεδίου της φυσικής ωκεανογραφίας, σωστά αξιοποιούμενη, επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη νομοθετική διευθέτηση της μυδοκαλλιεργητικής δραστηριότητας στην περιοχή. Τα μύδια ζουν σε ένα υψηλής δυναμικότητας περιβάλλον, με μεγάλη μεταβλητότητα όσον αφορά την ποσότητα και την ποιότητα του αιωρούμενου υλικού, το οποίο αποτελεί την τροφή τους και μεταφέρεται μέσω των ρευμάτων. Στα μύδια, πέραν της χρονικής μεταβλητότητας, συνυπάρχει και η χωρική μεταβλητότητα, που αφορά στη δραστηριότητα φιλτραρίσματος και, κατ' επέκταση, στο ρυθμό αύξησής τους. Η τροφή τους είναι εξαρτημένη από το βιολογικό κύκλο του φυτοπλαγκτού, από το ενδιαίτημα όπου ζουν, από το χωρικό ανταγωνισμό, ο οποίος συνδέεται με σειρά άλλων κρίσιμων παραγόντων. Τα ανόργανα θρεπτικά, η τοξική άνθιση φυτοπλαγκτού, το οξύγονο, η θήρευση, ο συνωστισμός και άλλα πολλά στοιχεία πρέπει να εξεταστούν παράλληλα με τη φυσιολογία του μυδιού και να εξαχθούν συμπεράσματα. Τις περισσότερες φορές αποδεικνύεται ότι η ανάπτυξη πυκνών πληθυσμών οστρακοειδών δεν είναι μεμονωμένο αποτέλεσμα της έντασης του ρεύματος ή της συγκέντρωσης τροφής αλλά συνδυασμός πολλών πραγμάτων. Προς μια ολιστική προσέγγιση του θέματος είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να λαμβάνονται από την υδάτινη στήλη δεδομένα που να αφορούν σε διαφορετικές επιστημονικές προσεγγίσεις, και να γίνεται μια συνδυαστική αξιολόγηση.

Η επεξεργασία και η ενσωμάτωση σε κατάλληλο αριθμητικό μοντέλο διαφορετικών μετρήσεων πεδίου υπόσχεται πολλά ως κύριο εργαλείο σε ένα διαχειριστικό σχέδιο που θα συνδυάζει αρμονικά ανθρώπινη δραστηριότητα και περιβάλλον.

Συνοψίζοντας, στην παρούσα εργασία έγινε διερεύνηση της υδροδυναμικής κυκλοφορίας των υδάτινων μαζών σε στη θαλάσσια λεκάνη της Χαλάστρας που αποτελεί τη σημαντικότερη περιοχή οργανωμένης ανάπτυξης μυδοκαλλιέργειών στην Ελλάδα. Η μελέτη εμπεριέχει επίσης και την επίδραση των μονάδων στην υδροδυναμική των νερών η οποία με τη σειρά της μπορεί να επηρεάζει διάφορες οικολογικές και βιολογικές παραμέτρους που συνδέονται με την ανάπτυξη και την καλύτερη απόδοση των μονάδων μυδοκαλλιέργειας. Έτσι λοιπόν, η συλλογή των υδροδυναμικών δεδομένων της κυκλοφορίας στην περιοχή μελέτης, η διερεύνηση, η ανάλυση και η αξιολόγησή τους μπορεί να συμβάλλουν σε μία πιο ουσιαστική εκτίμηση της κατάστασης των συνθηκών ανάπτυξης των μονάδων και στην λήψη διαχειριστικών μέτρων που πιθανόν να απαιτούνται.

5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην υδροδυναμική κυκλοφορία σε θαλάσσια παράκτια ζώνη με καλλιεργούμενους πληθυσμούς μυδιών (Λεκάνη Χαλάστρας στο ΒΔ Θερμαϊκό της στο ΒΔ Αιγαίο). Η μελέτη αφορά επίσης την υδροδυναμική όπως αυτή διαμορφώνεται με την παράλληλη επίδραση από τις πλωτές μονάδες μυδοκαλλιέργειας. Οι μονάδες αυτές αποτελούν εμπόδιο στη ροή των ρευμάτων και κατά συνέπεια μειώνουν την ένταση της ροής εξαιτίας της δημιουργούμενης τύρβης που προκαλείται από την παρουσία των αρμαθιών των μυδιών που βρίσκονται αναρτημένες στη στήλη του νερού. Η μελέτη βασίστηκε σε μετρήσεις πεδίου που αφορούσαν ρευματογραφικά δεδομένα καταγεγραμμένα με μηχανικούς ρευματογράφους ποντισμένους στη θάλασσα. Ο άνεμος και οι διαφορές πυκνότητας αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες διαμόρφωσης υδροδυναμικής κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού ενώ η επίδραση της παλίρροιας είναι δευτερεύουσας σημασίας. Βάση του πρωταρχικού ρόλου του ανέμου στην υδροδυναμική της περιοχής ανεμολογικά δεδομένα από κοντινό μετεωρολογικό σταθμό αναλύθηκαν και συσχετίστηκαν με αντίστοιχα δεδομένα για τα θαλάσσια ρεύματα. Η εργασία στο πεδίο κάλυψε τη χρονική περίοδο ενός έτους ενώ τα δεδομένα χωρίστηκαν σε περιόδους των τεσσάρων ημερών οι οποίες θεωρούνται αντιπροσωπευτικές για την εκδήλωση των διαφόρων ανεμολογικών επεισοδίων. Επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικοί σταθμοί δειγματοληψίας που αντιστοιχούσαν σε μονάδες μυδοκαλλιέργειών (M1, M2 και M3) και ένας σταθμός δειγματοληψίας όπου δεν υπήρχε μονάδα (M4). Όσον αφορά του επικρατούντες ανέμους στην λεκάνη διαπιστώθηκε ότι οι βόρειοι και οι βορειοδυτικοί ήταν οι δυνατότεροι με τη μεγαλύτερη συχνότητα πράγμα το οποίο επιβεβαιώνεται από γενικά ιστορικά στοιχεία. Οι προαναφερθέντες άνεμοι προκάλεσαν παράλληλα εξερχόμενα ρεύματα με τις ακτές της λεκάνης. Οι μεγαλύτερες εντάσεις θαλασσίων ρευμάτων καταγράφηκαν στο σταθμό M4 και ακολούθησαν με φθίνουσα σειρά έντασης οι σταθμοί M1, M3 και M2. Πιο συγκεκριμένα εντός των πλωτών μονάδων μυδοκαλλιέργειας το εύρος των τιμών έντασης ήταν από 0 έως 20 περίπου εκατοστά ανά δευτερόλεπτο με μέσες τιμές 8, 3,6 και 4,5 (σε βάθος 4,5 μέτρων από την επιφάνεια) για τους σταθμούς M1, M2 και M3 αντίστοιχα ενώ στο σταθμό M4 ήταν οι υψηλότερες. Η έρευνα αποκαλύπτει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια και κατά συνέπεια φαινόμενα μίξης του νερού για τη μονάδα του σταθμού M1. Το ποσοστό μείωσης της έντασης του διερχόμενου των μονάδων θαλασσίου ρεύματος όπως διαπιστώθηκε από παράλληλες μετρήσεις εντός και εκτός των αυτών ήταν τουλάχιστον 30%. Τα παραπάνω υδροδυναμικά στοιχεία διατίθενται προς αξιοποίηση για την καλύτερη περιβαλλοντική και βιολογική διαχείριση της περιοχής μυδοκαλλιέργειών της λεκάνης της Χαλάστρας.

6. SUMMARY

The hydrodynamic circulation in a marine coastal zone containing mussel cultures (Chalastra basin in NW Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea) is studied in this work. The research is also focused on the relation between the hydrodynamics and the long line mussel cultures (units) cultivated in the basin. These units behave as a barrier and therefore as a mechanical brake to the flow due to the friction caused by the presence of mussels socks in the water column. The study was based on field measurements concerning current data recorded by means of mechanical current recorders submerged in the water column. Wind and density differences constitute the basic factors that influence the hydrodynamic circulation in the greater area of Thermaikos Gulf while tidal influence is of secondary importance. The study well documents that wind stresses constitute the main factor causing the water masses' movement in the study area, thus, wind data have been collected from a meteorological station and associated with the sea currents. The fieldwork was conducted during one year's time and carried out in periods of four days, each, a time scale that is considered to be quite representative for cases of wind episodes developed in a few days' time. Three stations, M1, M2 and M3, inside the mussel cultures' area, have been representatively selected for the research and one more, the M4, without mussel unit. Concerning the prevailing winds in the basin, it was found that north and northwestern winds were the most frequent and strong ones, which is in agreement with the general historical data. The research revealed currents flowing out parallel to the coastlines under the influence of northwestern winds. Concerning the current intensity, the highest values of current velocity were recorded in M4 station, followed by M1, M3 and M2 station. More specifically, the recorded currents in the center of the units was found to vary between 0 and approx. 20 cm/s with mean values of 8 cm/s, 3.6 cm/s and 4.5 cm/s for the stations M1, M2 and M3 respectively (corresponding to data recorded at a distance from surface 4.5 m), while the currents' velocity for the station M4 was much higher. These findings indicate that the kinetic energy and consequently the mixing in the water column of unit M1 are larger than the other stations where the mussel units are located. The reduction of the currents' velocity, between the positions outside and inside the units was at least 30%. The above hydrodynamic features are suitable for further analysis in order to improve environmental and biological management for mussel culture's located at Chalastra's basin.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**Ξένη Βιβλιογραφία**

Balopoulos, E.T. & Friligos, N.C. (1993). Water circulation and eutrophication in the north-western Aegean Sea : Thermaikos Gulf. *Journal of Environmental Science and Health, A 28* (6), 1311-1329.

Beer, T. (1997). *Environmental Oceanography*. (2nd ed). Florida: CRC Press.

Chester, R. & Voutsinou, F.G. (1981). The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. *Marine Pollution Bulletin 12*, 84-1591.

Dodou, M.G, Savvidis, Y.G., Krestenitis, Y.N. & Koutitas, C.G. (2002). Development of a two-layer mathematical model for the study of hydrodynamic circulation in the sea. Application to the Thermaikos gulf. *Mediterranean Marine Science, 3* (2), 5-25.

G. Sarà & A. Mazzola, (2004). The carrying capacity for Mediterranean bivalve suspension feeders: evidence from analysis of food availability and hydrodynamics and their integration into a local model. *Ecological Modelling 179* 281–296

Galinou-Mitsoudi, S., Savvidis, Y., & Dimitriadis, X. (2006). *Interaction between Mussel Culture and Hydrodynamics ; a Preliminary Study in the Gulfs of Thessaloniki and Thermaikos , Greece*. *Journal of Biological Research , 5*, 1-7.

Ganoulis, J, G. (1994). Engineering Risk Analysis of Water Pollution: Probabilities and Fuzzy Sets. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-69451 Weinheim, Federal Republic of Germany.

Huthnance J. M., (1996). Proudman Oceanographic Laboratory. *The PROFILE project final report (MAS2 - CT93 – 0054)*. Internal report, Bidston, UK.

Hyder, P., J., Simpson, H. & Christopoulos, S. (2002a). Sea-breeze forced diurnal surface currents in the Thermaikos Gulf, North-west Aegean. *Continental Shelf Research*, **22**, 585-601.

Hyder, P., J., Simpson, H., Christopoulos, S. & Krestenitis, Y. (2002). The seasonal cycles of stratification in the Thermaikos Gulf Region of Freshwater Influence (ROFI), North-west Aegean. *Continental Shelf Research*, **22**, 2573-2597.

Karageorgis, A. & Anagnostou C. (2001). Particulate matter spatial-temporal distribution and associated surface sediment properties : Thermaikos Gulf and Sporades Basin, NW Aegean Sea. *Continental Shelf Research*, **21**, 2141-2153.

Karageorgis, A. P., Skourtos, M. S., Kapsimalis, V., Kontogianni, A.D., Skoulikidis, N.Th., Pagou, K., Nikolaidis, N.P, Drakopoulou, P., Zanou, B., Karamanos, H., Levkov, Z. & Anagnostou., Ch. (2005). An intergrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Reg. Environ. Change*, **5**, 138-160.

Krestenitis Y.N., Androulidakis, Y. & Kombiadou, K. (2005). Evolution of the physical parameters of the gulf of Thessaloniki: *Proceedings of the 9th Conference of Environmental Science and Technology, Rhodes Island,,1-3 Σεπτεμβρίου 2005*, Rhodes Island, Greece,836-841.

Kourafalou, V. H. (2001). River plume development in semi-enclosed Mediterranean regions: North Adriatic Sea and Northwestern Aegean Sea. *Journal of Marine Systems*, **30**, 181-205.

Kourafalou, V.H., Savvidis, Y.G., Krestenitis Y.N. & Koutitas, C.G. (2004). Modelling studies on the processes that influence matter transfer on the Gulf of Thermaikos (NW Aegean Sea). *Continental Shelf Research*, **24**, 203-222.

Nikolaidis, N. P., Karageorgis, A. P., Kapsimalis, V., Marconis, G., Drakopoulou, P., Kontoyiannis, H., Krasakopoulou, E., Pavlidou, A. & Pagou, K. (2006). Circulation and nutrient modeling of Thermaikos Gulf, Greece. *Journal of Marine Systems*, **60**, 51-62.

Publication manual of the American Psychological Association (2003). (5th ed.). Washington: American Psychological Association.

Pond, S. & Pickard, G. L. (1983). *Introductory dynamical oceanography*. (2nd ed). Wiltshire: Antony Rowe Ltd.

Poulos, S., Papadopoulos, A. and Collins, M. B. (1994). Deltaic Progradation in Thermaikos Bay, Northern Greece and its Socio-Economical Implications. *Ocean & Coastal Management*, **22**, 229-247.

Poulos, S.E., Drakopoulos, P.G. & Collins, M. B. (1997). Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean) : an overview. *Journal of Marine Systems*, **13**, 225-244.

Poulos, S. E., Chronis, G. Th., Collins, M.B. & Lycousis V. (2000) *Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea : an Overview of Water/Sediment Fluxes in Relation to Air-Land-Ocean Interactions and Human Activities*. *Journal of Marine Systems*, **25**, 47-76.

Savvidis Y. G., Y. N. Krestenitis and C. G. Koutitas, (2005) 'Modeling the water mass exchange through navigational channels connecting adjacent coastal basins. Application to the Channel of Potidea (North Aegean Sea), *Annales Geophysicae*, Vol. 23, Number 2, pp. 231-238

Savvidis, Y.G, Koutitas, C.G. & Krestenitis, Y.N. (2001). Development and application of a three-dimensional cohesive sediment transport mathematical model. *Marine Environ Engng*, **6**, 229-255.

Tsimplis, (1994). Tidal oscillations in the Aegean and Ionian Seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **39** (2), 201-208.

Voutsinou-Taliadouri, F.G. & Satsmajis, J. (1983). Metal concentrations in sediments from the Thermaikos Gulf, Greece. *Marine Pollution Bulletin*, **14**, 234-236.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γκανούλης, Ι. (1993). Περιβαλλοντική Κατάσταση και Προστασία του Κόλπου της Θεσσαλονίκης. *Τεχνικά Χρονικά: Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ, Επιστημονική περιοχή Α₂* 13: 8-25.

Κοντογιάννης, Χ., Μπαρμπόπουλος, Κ. & Σαββίδης, Ι. (1998). Παρακολούθηση της ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του κόλπου της Θεσσαλονίκης για το 1997: Μελέτη για τον οργανισμό αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΟΑΘ). Αθήνα: Εθνικό κέντρο θαλάσσιων ερευνών, Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας.

Κουτίτας Γ. Χ (1985) Μαθηματικά Ομοιώματα στην Παράκτια Μηχανική, Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κρεστενίτης, Γ. Ν. & Βαλιούλης, Η. Α. (1993). Επίδραση των ποταμών στην υδρογραφία του Θερμαϊκού κόλπου : 8^ο σεμινάριο για την προστασία του περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 22-25 Νοεμβρίου 1993, Θεσσαλονίκη.

Κρεστενίτης, Ι. Ν., Χριστόπουλος, Σ. Π. & Βαλιούλης Η. Α. (1995). *Ωκεανογραφική διερεύνηση του συστήματος των παράκτιων υφάλμυρων νερών του Θερμαϊκού κόλπου*. Πανελλήνιο συνέδριο ελληνικής υδροτεχνικής ένωσης, Θεσσαλονίκη, 6, 283-289.

Κουτίτας, Χ. Γ. (1994). *Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη,

ΕΚΘΕ, 2001 Διαχειριστική μελέτη των Ζωνών Παραγωγής Μυδιών του Κόλπου Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Τελική Τεχνική Έκθεση. Αθήνα, Απρίλιος 2001

Λασκαράτος, Α., Κρεστενίτης, Γ., Τριανταφύλλου, Γ., Καλούμενος Λ. & Κουτίτας, Χρ. (1990). *Μετρήσεις του πεδίου ταχύτητας σε διατομές του Θερμαϊκού κόλπου με τη χρήση ακουστικού τομογράφου ρευμάτων*. Γ' Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας,, Αθήνα, 14-17 Μαΐου 1990, Αθήνα., 281-293.

Λεοντάρη, Σ. (1995). *Εισαγωγή στην ωκεανογραφία*. Αθήνα: Συμμετρία..

ΥΠΓΕ, (2003). Υπηρεσία διαχείρισης Επιχειρησιακού Προγράμματος Αλιείας. Καθορισμός περιοχών οργανωμένης ανάπτυξης θαλασσιών υδατοκαλλιεργειών Π.Ο.Α.Υ. στον Θερμαϊκό κόλπο. Ανάδοχος : Eco Consultants S.A. Βαβυζος – Ζαννάκη, Μελέτες Α.Ε. Υπουργείο Γεωργίας. Αθήνα..

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

<http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/IntroOc/lecture13.html>

<http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/IntExerc/advanced3/quest04.html>

http://www.k-engineering.co.jp/ETC/img/VP_105.jpg

http://www-pord.ucsd.edu/~Italley/sio210/pickard_emery/chapter_6.pdf

<http://www.pmel.noaa.gov/vents/PlumeStudies/images/current-meter-mooring.gif>

<http://www.valeport.co.uk> (operation manual for valeport 105 current meter)

http://www.valeport.co.uk/pdf/Currents%20v1a_A4LR.pdf

<http://honolulu.hawaii.edu/legacylib/apahcc.html> (APA)

<http://www.aocwind.net/beaufort.htm>