

ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ Μ3Α

Κ.Νίττης¹, Χ.Τζιαβός¹, Ι.Θάνος² και Π.Δρακόπουλος³

¹Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών,

Α.Κοσμάς, 166 04 Ελληνικό, Αθήνα, e-mail:knittis@ncmr.gr

²Εταιρεία Ανάπτυξης Ναυτικής Τεχνολογίας Α.Ε., Αχιλλέως 96, 175 63 Π.Φάληρο, Αθήνα

³Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, 71003 Ηράκλειο

ABSTRACT

Nittis K., C.Tziavos, I.Thanos and P.Drakopoulos. • Real time oceanographic measurements using the M3A system.

Operational forecasting of open ocean circulation and its biochemical characteristics, requires multi-parameter real-time measurements in the euphotic zone and the upper thermocline. In this paper, we describe the architecture of such a system that was developed for the needs of the Mediterranean Forecasting System. The system incorporates state of the art sensors for optical and chemical measurements in the upper 100m and physical measurements down to 500m. The sensors can be hosted by independent moorings that communicate via hydro-acoustic modems. The satellite data transfer and the large autonomy, allow the operation of the system in any open ocean site. The system will be in pre-operational use from December 1999 until August 2000.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη των ωκεανογραφικών αισθητήρων και των δορυφορικών συστημάτων μαζί με την πρόοδο στην ανάπτυξη των αριθμητικών μοντέλων [1], έχουν δώσει τα τελευταία χρόνια σημαντική ώθηση στην Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία. Σε αυτό βοήθησε και η συνεχώς αυξανόμενη απαίτηση για αξιόπιστες παρατηρήσεις και προγνώσεις των συνθηκών από το θαλάσσιο περιβάλλον, αλλά και η αναγνώριση της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας σαν μια προτεραιότητα για την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα. Η αναγνώριση αυτής της ανάγκης εκφράστηκε με την ίδρυση του GOOS (Global Ocean Observing System) που έχει στόχο τον συντονισμό σε παγκόσμιο επίπεδο των προσπαθειών ανάπτυξης και λειτουργίας συστημάτων επιχειρησιακής παρακολούθησης και πρόγνωσης των Ωκεανών [2].

Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής συνιστώσας του GOOS (EuroGOOS), το Μεσογειακό Σύστημα Πρόγνωσης (MFS, Mediterranean Forecasting System) αποτελεί μια προσπάθεια υλοποίησης της ιδέας του GOOS σε Μεσογειακό επίπεδο [3]. Τα συστήματα συλλογής δεδομένων του MFS είναι: α) οι μετρήσεις XBT's από πλοία εθελοντικής παρακολούθησης β) το δίκτυο πλωτήρων Μ3Α και γ) το σύστημα δορυφορικών παρατηρήσεων SSH και SST. Το ΕΚΘΕ έχει αναλάβει τον συντονισμό του σχεδιασμού και κατασκευής

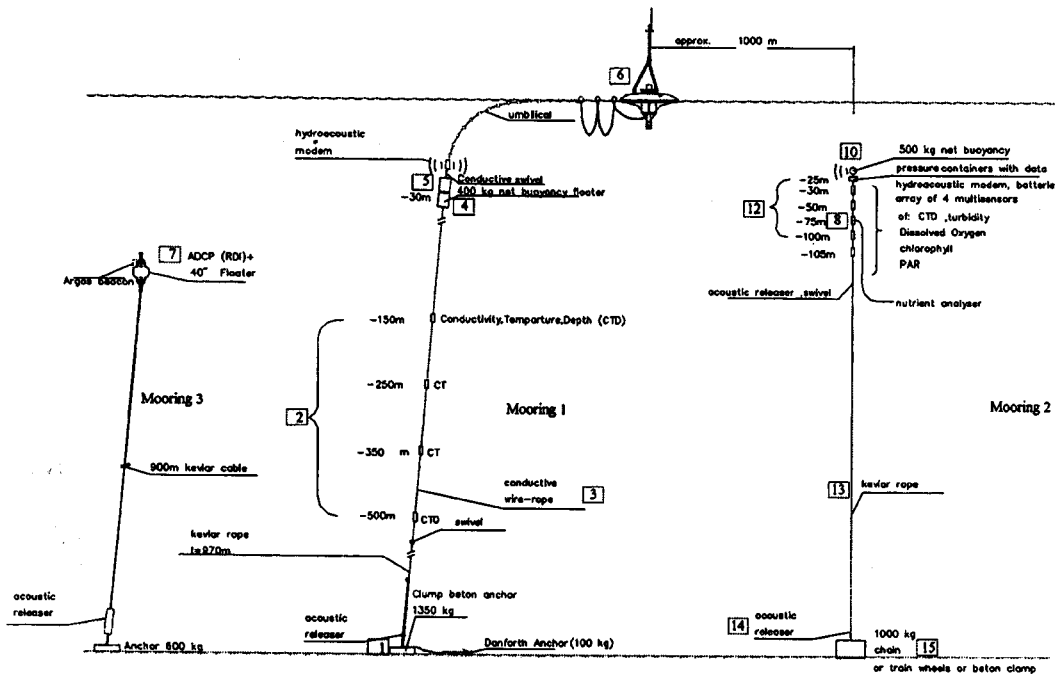
του συστήματος πλωτήρων M3A (Mediterranean Moored Multisensor Array) που υλοποιείται με την συμμετοχή της EANT του ΙΘΑΒΙΚ και του OGS Ιταλίας. Στην εργασία αυτή δίνεται μια περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος M3A. Το σύστημα θα ποτιστεί για 9 μήνες στο Κρητικό Πέλαγος και τα συμπεράσματα που θα βγουν από την περίοδο αυτή, αναμένεται να βοηθήσουν στην εξέλιξη και την επιχειρησιακή του λειτουργία στην επόμενη φάση του MFS.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ M3A

Το σύστημα M3A σχεδιάστηκε για την μέτρηση φυσικών παραμέτρων μέχρι το βάθος των 500m, βιοχημικών παραμέτρων στα πρώτα 100m και ατμοσφαιρικών δεδομένων στην επιφάνεια της θάλασσας (βλέπε πίνακα). Ταυτόχρονα υπήρχε η απαίτηση της μετάδοσης των δεδομένων σε «πραγματικό χρόνο», και της αυτόνομης λειτουργίας του συστήματος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, ο σχεδιασμός θα έπρεπε να επιτρέπει την πόντιση και λειτουργία του συστήματος σε βαθιές περιοχές ανοιχτής θάλασσας (βάθη άνω των 1500m και απόσταση από την ακτή άνω των 50km). Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι αυτές που καθόρισαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τον σχεδιασμό του μετρητικού συστήματος.

<i>Μετρήσεις στην υδάτινη στήλη</i>									
	-1	-30	-50	-75	-100	-150	-250	-350	-500
Θερμοκρασία	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Αλατότητα	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Θολρότητα	•	•	•	•	•				
Διαλ. Οξυγόνο	•	•	•	•	•				
Χλωροφύλλη	•	•	•	•	•				
PAR	*	•	•	•	•				
Θρεπτικά				•					
Ταχ./Διευθ. Ρεύματος	0-500 μ 'συνεχής' μέτρηση								
<i>Μετρήσεις στην επιφάνεια της θάλασσας</i>									
Θερμοκρασία Αέρα	Σχετική Υγρασία		Ατμοσφαιρική Πίεση		Ταχύτ. & Διευθ Ανέμου		Ύψος & Διευθ. Κύματος		

Η διάταξη του M3A φαίνεται στην εικόνα 1. Το σύστημα αποτελείται από μία κεντρική και δύο περιφερειακές ποντισμένες συστοιχίες («γραμμές») οργάνων. Η κατανομή των οργάνων σε τρεις ομάδες οφείλεται στις διαφορετικές ανάγκες συντήρησής τους. Τα όργανα που βρίσκονται στην (κεντρική) γραμμή 1 μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς συντήρηση για πάνω από ένα χρόνο. Αντίθετα, οι οπτικοί και χημικοί αισθητήρες που βρίσκονται στην γραμμή 2 χρειάζονται συντήρηση κάθε 2-3 μήνες. Το σύστημα της γραμμής 3 έχει ενεργειακή αυτονομία 6 μηνών. Ο σχεδιασμός επιτρέπει την αυτόνομη διαχείριση των γραμμών 2 και 3 που έχουν μεγάλη συχνότητα συντήρησης αλλά χρειάζονται την παρου-



Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική του συστήματος M3A

σία μικρού σκάφους σε αντίθεση με την γραμμή 1 που έχει μικρή συχνότητα συντήρησης αλλά απαιτεί μεγάλο σκάφος.

Στην γραμμή 1 βρίσκεται ο επιφανειακός πλωτήρας και οι αισθητήρες μέτρησης φυσικών παραμέτρων σε μεγάλα βάθη (100-500m). Τέσσερα SBE 37-IM MicroCAT είναι τοποθετημένα σε βάθος 150, 250, 250 και 500m για την μέτρηση Θερμοκρασίας, Αλατότητας και Πίεσης (η πίεση στα 150 και 500m μόνο). Τα δεδομένα από τα όργανα αυτά μεταφέρονται στον επιφανειακό πλωτήρα μέσω ενός επαγωγικού καλωδίου που ξεκινά από τα 500m και ενώνεται σε βάθος 30μέτρων με το καλώδιο πολλαπλών αγωγών (umbilical) που καταλήγει στον πλωτήρα. Η ένωση γίνεται με ένα αγωγίμο στριφτάρι το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη περιστροφή του πλωτήρα αλλά και την αγωγή του σήματος από τους αισθητήρες SBE 37-IM. Στο βάθος των 30m βρίσκεται και το υδρο-ακουστικό modem Orca-MATS-12 το οποίο λαμβάνει τα δεδομένα από την γραμμή 2 και τα μεταφέρει στον επιφανειακό πλωτήρα μέσω του καλωδίου πολλαπλών αγωγών.

Ο επιφανειακός πλωτήρας είναι ο κυματογράφος ΜΕΔΟΥΣΑ που έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί από την ΕΑΝΤ [4]. Στον πλωτήρα είναι εγκατεστημένοι οι υπο-επιφανειακοί αισθητήρες (Θερμοκρασίας, Αλατότητας, Διαλ. Οξυγόνου, Θολερότητας και Χλωροφύλλης-Α), οι μετεωρολογικοί και κυματικοί αισθητήρες, καθώς επίσης και τα συστήμα-

τα αποθήκευσης δεδομένων, τηλεπικοινωνίας και παροχής ενέργειας. Ένας υπολογιστής PC486 με λειτουργικό σύστημα MS-DOS αναλαμβάνει την λήψη, αποθήκευση, και μετάδοση των δεδομένων. Για την μετάδοση μέσω του δορυφορικού συστήματος ARGOS, χρησιμοποιείται πομπός τύπου IESM-PTT07 στον οποίο φορτώνονται συνολικά 12 μηνύματα (δηλαδή 4 κύκλοι 3ωρων μετρήσεων μια και κάθε κύκλος μέτρησης κωδικοποιείται σε 3 μηνύματα των 256bits) που εκπέμπονται με περίοδο 60 δευτερολέπτων.

Στην γραμμή 2 είναι τοποθετημένοι 4 SBE-16 Seacat στα 30, 50, 75 and 100m για μέτρηση Θερμοκρασίας, Αλατότητας, Πίεσης, Διαλ. Οξυγόνου, Θολερότητας, Χλωροφύλλης-A και PAR (Photosynthetic Available Radiation), καθώς και ο μετρητής Νιτρικών WS-OCEAN-NAS2 στα 75m. Τα πέντε όργανα είναι σε συνδεσμολογία δικτύου με πρωτόκολλο RS-485. Στα 25m βρίσκεται ο υπολογιστής που ελέγχει την γραμμή 2 και συλλέγει τα δεδομένα και το υδρο-ακουστικό modem που τα μεταφέρει στην γραμμή 1. Στο ίδιο σημείο βρίσκεται και ο πομπός ασφαλείας Orca-BASM500 ο οποίος εκπέμπει σήμα κινδύνου σε περίπτωση που η διάταξη ανέβει στην επιφάνεια της θάλασσας.

Τέλος, στην γραμμή 3 είναι εγκατεστημένος στα 500m ακουστικός τομογράφος μέτρησης ρευμάτων από 0-500m τύπου RDI 75kHz Long Ranger ADCP. Τα δεδομένα από το όργανο αυτό δεν θα μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο λόγω του μεγάλου τους όγκου αλλά θα είναι διαθέσιμα κάθε 6 μήνες, οπότε θα γίνεται η συντήρηση της συσκευής αυτής. Η συχνότητα δειγματοληψίας για το όργανο αυτό θα είναι 0.5 ώρα.

Για όλους τους υπόλοιπους αισθητήρες, η δειγματοληψία θα είναι κάθε 3 ώρες. Η συχνότητα αυτή κάνει δυνατή την αποστολή των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με το σύστημα ARGOS, και μάλιστα χρησιμοποιώντας την πλήρη ακρίβεια των οργάνων. Τανυτόχρονα, δίνει την δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας του συστήματος για 2-3 μήνες (γραμμή 2) και 1 χρόνο (γραμμή 1). Αυτή η συχνότητα μέτρησης είναι επίσης κατάλληλη για αξιοποίηση των δεδομένων σε επιχειρησιακή πρόγνωση μια και επιτρέπει την περιγραφή του ημερήσιου κύκλου που κυριαρχεί σε πολλές παραμέτρους.

Στην πρώτη φάση, ο σταθμός θα ποντιστεί στη Κρητικό Πέλαγος, σε βάθος 1500m και απόσταση 30nm βόρεια του Ηρακλείου. Η εκλογή της περιοχής αυτής βασίστηκε α) στην πολύ καλή μελέτη του Κρητικού στα πλαίσια πρόσφατων Ευρωπαϊκών προγραμμάτων β) στην ύπαρξη συνθηκών ανοιχτής θάλασσας σε μικρή απόσταση από την ακτή και γ) στην παρουσία ερευνητικού ινστιτούτου (ΙΘΑΒΙΚ) σε μικρή απόσταση, πράγμα που εξασφαλίζει την καλύτερη συντήρηση και ασφάλεια του συστήματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Το σύστημα M3A φιλοδοξεί να αποτελέσει το πρώτο, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, επιχειρησιακό σύστημα μέτρησης φυσικών και βιοχημικών παραμέτρων σε μεγάλα βάθη. Παρόμοιες προσπάθειες έχουν ξεκινήσει στις Η.Π.Α. τα τελευταία χρόνια (Bermuda TestBed Mooring, BTM) και έχουν δώσει εξαιρετικά αποτελέσματα, χωρίς όμως έμφαση

στην επιχειρησιακή λειτουργία. Τα σημαντικότερα προβλήματα που αναμένονται, σχετίζονται με τον χρόνο ζωής των οπτικών και χημικών αισθητήρων καθώς και με το κόστος συντήρησης του συστήματος. Είναι επίσης σημαντικό να δοκιμασθεί η αξιοπιστία της υδρο-ακουστικής επικοινωνίας κάτω από διαφορετικές συνθήκες στρωμάτωσης. Η βελτίωση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων αναμένεται να αυξήσει τις δυνατότητες του συστήματος (περισσότερα δεδομένα, αμφίδρομη επικοινωνία) και να μειώσει το λειτουργικό κόστος. Η επιτυχημένη λειτουργία του σταθμού αναμένεται να οδηγήσει στην εγκατάσταση ενός δικτύου για όλη την Μεσόγειο, με πιθανή προσαρμογή άλλων συστημάτων στην φιλοσοφία και την σχεδίαση του Μ3Α.

Ευχαριστίες

Το σύστημα Μ3Α αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος Mediterranean Forecasting System - Pilot Project (MFSP) που χρηματοδοτείται από την Δωδεκάτη Διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU DGXII) με το συμβόλαιο MAS3-CT98-0171.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] BOSMAN J, N.C.FLEMMING, N.HOLDEN, K.TAYLOR 1998 : The EuroGOOS Marine Technology Survey, EuroGOOS publication No. 4, SOC, Southampton, ISBN 0-904175-29-4
- [2] IOC, 1996 : Towards Operational Oceanography: The Global Ocean Observing System, IOC/INF-1028
- [3] PINARDI N., E.MASETTI (editors), 1999 : The Mediterranean Forecasting System. Science and Strategic Plan. EuroGOOS Pub., SOC, Southampton, ISBN 0-904175-35-9
- [4] ΘΑΝΟΣ Ι., Ε. ΠΕΖΙΡΤΖΟΛΟΓΛΟΥ, 1997: Μελέτη και κατασκευή ενός πρωτότυπου κατευθυντικού κυματογράφου για την Μεσόγειο. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Τόμος Ι, 289-292