

ΤΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Πάνος Δρακόπουλος

*Εργαστήριο Οπτικών Οργάνων, Τμήμα Οπτικής, Τ.Ε.Ι. Αθήνας,
Αγ. Σπυρίδωνα, 12210, Αθήνα*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία πέντε χρόνια έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην τεχνολογία κατασκευής και συντήρησης οπτικών οργάνων, ωκεάνιων πλατφορμών και βιο-οπτικών αριθμητικών μοντέλων. Αυτό έχει οδηγήσει σε ένα συνεχώς επεκτεινόμενο ρόλο των οπτικών οργάνων στο μεταβαλλόμενο πεδίο της επιχειρησιακής ωκεανογραφίας. Στην εργασία αυτή επιχειρείται μία σύντομη ανασκόπηση των τελευταίων εξελίξεων και παρουσιάζεται η τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά στην παρουσία οπτικών οργάνων σε επιχειρησιακούς σταθμούς παρακολούθησης στις ελληνικές θάλασσες.

THE OPTICAL INSTRUMENTS IN OPERATIONAL OCEANOGRAPHY

ABSTRACT

Within the past five years major advances in optical instrumentation, platforms, and bioptical models have been made. This resulted in a continuously expanding role of optical instrumentation in the changing field of operational oceanography. Here a review of the state of art, and the current situation regarding the presence of optical instrumentation on operational platforms in Greek waters is given.

Λέξεις κλειδιά: θαλάσσια οπτική, οπτική ωκεανογραφία, επιχειρησιακή ωκεανογραφία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός των περισσότερων επιχειρησιακών πλωτών μετρητικών σταθμών παρακολούθησης είναι η συνεχής καταγραφή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μας επιτρέπει μια πιο καθαρή αντίληψη των χρονικών και χωρικών εξελίξεων διαφόρων ωκεανογραφικών συμβάντων και ευκολότερο προσδιορισμό και τεκμηρίωση των κλιματικών τάσεων.

Τα καινούργια συστήματα παρατήρησης έχουν κυριολεκτικά ‘αγκαλιάσει’ τα οπτικά όργανα τα οποία συνήθως είναι διεπιστημονικά και εξυπηρετούν τις ανάγκες της βιολογικής, χημικής, γεωλογικής και φυσικής ωκεανογραφίας (Dickey 2004, Glenn et al. 2004). Επιπλέον, η χρήση οπτικών οργάνων συμπεριλαμβάνεται στις λίγες μη παρεμβατικές μεθόδους δειγματοληψίας αιωρούμενου υλικού και βιολογικών ή χημικών παραμέτρων. Αν και τα οπτικά όργανα έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον από εξειδικευμένα εργαστήρια, η πρόσφατη πρόοδος της τεχνολογίας επιτρέπει σε χρήστες που ενδιαφέρονται κυρίως για τα δεδομένα και την ερμηνεία τους να κάνουν τις ίδιες μετρήσεις. Τα οπτικά δεδομένα παρέχουν ουσιαστικές πληροφορίες για επικίνδυνες ανθήσεις φυκών, διασπορά ρύπων και λυμάτων, συγκεντρώσεις αιρούμενων σωματιδίων και κατανομή των μεγεθών τους, πρωτογενή παραγωγή, θολερότητα.

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζονται όλες οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των οργάνων αυτών και περιγράφονται τα οπτικά όργανα που έχουν εγκατασταθεί στον πολυπαραμετρικό σταθμό Μ3Α (Κρητικό πέλαγος) και πρόκειται να εγκατασταθούν σε συγκεκριμένους πλωτήρες του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ-II.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα οπτικά όργανα καταγράφουν το φως και τη διάδοσή του μέσα στο θαλάσσιο νερό ή την ανάδυσή του από την επιφάνεια της θάλασσας. Επιπλέον μπορούν να προσδιορίσουν τις βιολογικές επιδράσεις στις οπτικές ιδιότητες του νερού και το αντίστροφο. Έτσι, από λειτουργι-

κής άποψης τα οπτικά όργανα κατατάσσονται σε αυτά που καταγράφουν τις εγγενείς οπτικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού (ανεξάρτητες της διαθέσιμης ακτινοβολίας στο περιβάλλον), αυτά που καταγράφουν τις φαινόμενες (εξαρτώνται από τη θέση του δείγματος) και τέλος σε αυτά που καταγράφουν το φθορισμό.

Εγγενείς οπτικές ιδιότητες: Τα φωτόνια στο νερό είτε σκεδάζονται είτε απορροφούνται. Το αθροιστικό αποτέλεσμα αυτών των διεργασιών σε μία δέσμη φωτός συγκεκριμένου μήκους κύματος είναι η εξασθένηση. Υπάρχουν καταγραφείς εξασθένησης – διαδοσίμετρα (τρανσμισόμετρα), απορρόφησης και σκέδασης – θολερόμετρα για διάφορα μήκη κύματος.

Πηγές σκέδασης είναι τα αιωρούμενα σωματίδια (οργανικής ή ανόργανης προέλευσης). Πηγές απορρόφησης είναι κυρίως το φυτοπλαγκτόν (σε μήκος κύματος ανάλογο με τη χρώση του είδους) και διαλυμένα οργανικά μακρομόρια φυτικής βιο- αποδόμησης (gelbstoff).

Φαινόμενες οπτικές ιδιότητες: Η πιο σημαντική είναι τα διαθέσιμα φωτόνια για φωτοσύνθεση - PAR (προσπίπτουσα ακτινοβολία ανά μονάδα επιφανείας ολοκληρωμένη στο χώρο και σε όλο το ορατό φάσμα). Άλλες που έχουν μεγάλη σημασία (ειδικά στα πλαίσια της τηλεπισκόπησης) είναι η αναδύμενη και καταδύμενη ακτινοβολία. Αυτές καταγράφονται από φωτο-αισθητήρες συγκεκριμένης φασματικής απόκρισης και γεωμετρίας.

Φθορισμός: Οι πηγές φθορισμού είναι οργανικής προέλευσης, όπως το φυτοπλαγκτόν οι πετρελαϊκοί ρύποι και τα αστικά λύματα. Οι φθορίζουσες ουσίες που εμπεριέχονται στο θαλάσσιο νερό διεγείρονται με ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος και φθορίζουν σε κάποιο άλλο μεγαλύτερο μήκος. Το μήκος κύματος της φθορίζουσας ακτινοβολίας είναι χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης οργανικής ουσίας.

Η επιλογή των αισθητήρων γίνεται ανάλογα με την παράμετρο του νερού και τη διεργασία που απαιτείται να καταγραφεί. Η ερμηνεία των μετρήσεων είναι σύνθετη διαδικασία (πολλές φορές

απαιτείται η καταγραφή ταυτοχρόνως δύο παραμέτρων ή περισσότερων του ενός μηκών κύματος για την ίδια παράμετρο). Πρόσφατα έχουν εμφανιστεί στην αγορά υπερ-φασματικά οπτικά όργανα, που καταγράφουν συνεχή φασματική κατανομή της παραμέτρου με αποτέλεσμα την γρηγορότερη ερμηνεία των μετρήσεων.

Η συντήρηση και βαθμονόμηση των οπτικών αισθητήρων είναι επίσης πολύπλοκη διαδικασία κυρίως λόγω της βιοαπόθεσης. Η διατήρηση λειτουργικών οπτικών αισθητήρων σε παράκτια νερά για χρονικά διαστήματα της τάξης μηνών αποτελεί πρόκληση και αυτόνομο υποέργο από μόνη της (Drakopoulos et al 2004). Σύγχρονες τεχνικές αφορούν χάλκινες σωληνώσεις και παρουσία φωτοφρακτών ώστε η έκθεση του αισθητήρα στο περιβάλλον να περιορίζεται μόνο κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

Τέλος έχει επιτευχθεί σημαντική ανάπτυξη αλγορίθμων, μεταφοράς ακτινοβολίας - βιο-οπτικά μοντέλα, κατάλληλων για την αυτοματοποιημένη ερμηνεία των μετρήσεων με στόχο την επιχειρησιακή χρηστικότητά τους (Dickey 2004).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις ελληνικές θάλασσες, σε επιχειρησιακό επίπεδο, η καταγραφή των οπτικών παραμέτρων του θαλάσσιου νερού έχει ξεκινήσει από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών, στα πλαίσια των συστημάτων Μ3Α (MFS-PP) και Ποσειδών.

Στην πολυπαραμετρική πλατφόρμα παρατήρησης Μ3Α, τα οπτικά όργανα που έχουν εγκατασταθεί στην παρούσα φάση είναι τέσσερις αισθητήρες PAR, τέσσερα φθορισόμετρα (διέγερση στα nm 455 και καταγραφή φθορισμού στα 685 nm), και τέσσερα διαδοσίμετρα στα 660 nm (Drakopoulos et al. 2003).

Στα πλαίσια της δεύτερης φάσης του συστήματος Ποσειδών, **Ποσειδών II** έχουν προγραμματιστεί τα εξής όργανα για εγκατάσταση σε συγκεκριμένους πλωτήρες: Αισθητήρες PAR (400-700 nm), φθορισόμετρα (διέγερση στα 470 nm, καταγραφή φθορισμού στα 695 nm), διαδοσίμετρα, (στα 470 nm, 555 nm, 650 nm). Επίσης

ραδιόμετρα καταγραφής έντασης αναδύομενης ακτινοβολίας – ($W/m^2/Sr$ στη ζώνη 400-865 nm, σε επτά κανάλια και με πεδίο όρασης δέκα μοιρών), και έντασης καταδύομενης προσπίπτουσας ακτινοβολίας (W/m^2 , 400-865 nm, σε επτά κανάλια, με γωνιακή απόκριση συνημίτου). Τέλος θα εγκατασταθούν και υπερσύγχρονα όργανα καταγραφής υπερ-φασματικής απορρόφησης και εξασθένησης (στη ζώνη 430-750 nm με μέτρηση κάθε 4 nm)

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή χρηματοδοτήθηκε κατά 75% από την Ε.Ε. και κατά 25% από το Ελληνικό Δημόσιο στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕ-ΑΕΚ Αρχιμήδης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dickey Tommy, 2004. Studies of coastal ocean dynamics and processes using emerging optical technologies, *Oceanography*, 17, 9-13.
- Drakopoulos Panos, George Petyhakis, Vasilis Valavanis, Kostas Nittis and George Triantafyllou, 2003. Optical variability associated with phytoplankton dynamics in the Cretan Sea during 2000 and 2001. In *“Building the European Capacity in Operational Oceanography”*, Elsevier Oceanography Series No 69, Elsevier BV: 554-561
- Drakopoulos P., V. Zervakis, G. Thanos, K. Nittis, P. Renieris, G. Assimakopoulou & C. Tziavos, 2004. Preliminary experiments towards controlling biofouling effects on the M3A array’s optical instruments” *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 37: 92.
- Glenn S., Schofield O., Dickey T., Chant R., Kohut J., Barrier H., Bosch J., Bowers L., Creed E., Haldeman C., Hunter E., Kerfoot J., Mudgal C., Oliver M., Roarty H., Romana E., Crowley M., Barrick D., Jones C., 2004. The expanding Role of Ocean color and optics in the changing field of operational oceanography, *Oceanography*, 17, 86-95.