

Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΣΥΝΙΣΤΟΥΝ ΒΑΣΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ

Χ. Αναγνώστου, Ε. Γεωργακοπούλου-Γρηγοριάδου, Α. Ζενέτου, Ε. Καμπέρη, Α. Καραγεώργης, Χ. Κοντογιάννης, Κ. Πάγκου, Π. Παναγιωτίδης, Α. Pancucci, Ι. Σιώκου, Ν. Σύμπουρα, Ι. Χατζηανέστης & Ρ. Ψυλλίδου-Γκιουράνοβιτς
Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΚΘΕ), Αγ. Κοσμάς, 16604 Ελληνικό, Αθήνα

ABSTRACT

Ch. Anagnostou, E. Georgakopoulou-Gregoriadou, A. Zenetos, E. Kamperi, A. Karageorgis, Ch. Kontojannis, K. Pagou, P. Panagiotidis, A. Pancucci, I. Siokou, N. Symboura, I. Chatjanestis & R. Psyllidou - Giuranovits:
 The state of the marine ecosystem of the bay and the Gulf of Thessaloniki - The reaction capacity of the system.

The bay and the Gulf of Thessaloniki are marine environments heavily influenced by anthropogenic activities. The ecosystem shows reduction of oxygen, increase of nutrients, low biodiversity, polluted sea bed sediments. A regeneration of this marine environment will be possible with a better management of the domestic and industrial waste of the Thessaloniki city. The ecosystem has a significant reaction capacity and a "selfcleaning" of this will be possible.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΚΘΕ) εκπόνησε μελέτη για λογαριασμό του Οργανισμού Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΟΑΘ), με σκοπό:

- α. την συγκέντρωση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών στοιχείων, υδρολογικών κυρίως, για την θάλασσα περιοχή του Ορμου και του Κόλπου της Θεσσαλονίκης καθώς και του ευρύτερου Θερμαϊκού Κόλπου, που θεωρούνται ανθρωπογενώς επιβαρυνμένοι και οικολογικά απειλούμενοι.
- β. την χαρτογράφηση του βυθού και του θαλασσιού υποστρώματος της περιοχής για να αποτυπωθεί η εικόνα και το φορτίο του "ρυπασμένου" στρώματος του θαλάσσιου βυθού.

Για την υλοποίηση της έρευνας έγιναν 4 εποχιακά ταξείδια (Μάιος 1995, Αύγουστος 1995, Δεκέμβριος 1995 και Μάρτιος 1996), μετρήθηκαν φυσικές παράμετροι σε 37 σταθμούς, αναλύθηκαν 79 δείγματα για χημικές παραμέτρους, 70 περίπου δείγματα για ολική χλωροφύλλη, προσδιορίστηκε το βένθος σε 22 σταθμούς, αναλύθηκαν 33 επιφανειακά δείγματα, ιζηματολογικά και γεωχημικά καθώς και 15 δείγματα για προσδιορισμό υδρογονανθράκων και φυτοφαρμάκων (ΕΚΘΕ, 1996).

Στην παρούσα εργασία συνοψίζεται η κατάσταση του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Ορμου και του Κόλπου της Θεσσαλονίκης και γίνεται αναφορά στο δυναμικό αυτοκαθαρισμού του οικοσυστήματος. Ως δυναμικό αυτοκαθαρισμού ορίζουμε το δυναμικό αντίδρασης του οικοσυστήματος σε εξωτερικές πιέσεις, που κυρίως έχουν ανθρωπογενή προέλευση. Το δυναμικό αυτοκαθαρισμού προσεγγίζεται στην παρούσα εργασία με τον εντοπισμό συγκεκριμένων παραμέτρων, που συνιστούν παράγοντες του δυναμικού αυτοκαθαρισμού.

Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

α. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων μαζών

Η θερμοκρασία: Τις χαμηλότερες θερμοκρασίες έχουμε τον Μάρτιο, οπότε έχει ολοκληρωθεί η ψύξη των θαλασσίων μαζών (διακύμανση από 9 έως 12° C). Από τον Μάρτιο και μετά η υδάτινη στήλη θερμαίνεται, με μέση τιμή κατά τον Μάιο για όλη την υδάτινη μάζα περί τους 15,5° C και κατά τον Αύγουστο περί τους 25,5° C. Από τον Σεπτέμβριο και μετά οι θαλάσσιες μάζες ψύχονται και έτσι τον Δεκέμβριο φτάνουν μέσες θερμοκρασίες περί τους 14 έως 15° C.

Η αλατότητα παρουσιάζει μία διακύμανση καθ' όλο το έτος κυρίως λόγω των εισροών γλυκών νερών με χαμηλότερες γενικά αλατότητες το καλοκαίρι και υψηλότερες το χειμώνα.

Η πυκνότητα: Τον χειμώνα έχουμε συνθήκες πλήρους ομογενοποίησης της στήλης, ενώ τον Μάιο παρατηρείται στρωμάτωση των μαζών με επιφανειακό στρώμα (στα πάνω 5 m) χαμηλής πυκνότητας (υψηλή θερμοκρασία, χαμηλή αλατότητα) και βαθύτερο στρώμα υψηλότερης πυκνότητας. Η στρωμάτωση συνεχίζεται μέχρι το τέλος του φθινοπώρου,

οπότε αρχίζει η σταδιακή ομογενοποίηση της στήλης.

Η κυκλοφορία: Κατά το τέλος του Χειμώνα έχουμε έξοδο νερού από τον κόλπο Θεσσαλονίκης προς τον Θερμαϊκό κόλπο, που συνεχίζεται και κατά την άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι παρατηρείται κυκλωνική κυκλοφορία του επιφανειακού στρώματος. Κάτω δε από το επιφανειακό στρώμα εμφανίζεται είσοδος νερών από τον ανοιχτό Θερμαϊκό κόλπο προς τον κόλπο της Θεσσαλονίκης.

β. Τα χημικά χαρακτηριστικά του θαλάσσιου ύδατος

Το διαλελυμένο οξυγόνο: Την Άνοιξη μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου (υπερκορεσμός) στην επιφάνεια, οι οποίες όμως μειώνονται με την αύξηση του βάθους. Το Καλοκαίρι, οι συγκεντρώσεις οξυγόνου μειώνονται με το βάθος και φθάνουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα κορεσμού. Τον Χειμώνα η στήλη του νερού παρουσιάζει σχετική ομοιογένεια λόγω της κατακόρυφης ανάμειξης των μαζών και το οξυγόνο παρουσιάζει ικανοποιητικά επίπεδα κορεσμού.

Τα θρεπτικά άλατα: Συνολικά η θαλάσσια μάζα του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης παρουσιάζει 5,7 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση φωσφορικών, 2,6 φορές πυριτικών, 5,9 φορές αμμωνιακών, 1,8 φορές νιτρικών και 1,7 φορές νιτρικών από μία ολιγοτροφική περιοχή.

γ. Χλωροφύλλη-α, φυτοπλακτονικές και ζωοπλακτονικές κοινότητες

Οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων της ολικής χλωροφύλλης-α, της χλωροφύλλης-α που αντιστοιχεί στο αυτότροφο πικοπλαγκτό (κύτταρα διαμέτρου <2 μm) και του λόγου A_{430}/A_{663} χαρακτηρίζουν το θαλάσσιο περιβάλλον του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης ως ιδιαίτερα ευτροφικό.

Σε ότι αφορά στην **αφθονία και τη σύνθεση των φυτοπλακτονικών βιοκοινωνιών** σε όλες τις περιόδους επικράτησαν κατά κύριο λόγο τα **διάτομα** και κατά δεύτερο λόγο τα **μαστιγοτά**.

Σε ότι αφορά την **αφθονία και τη σύνθεση του ζωοπλαγκτού** οι υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν γενικά στον όρμο και στον κόλπο της Θεσσαλονίκης καθώς και μπροστά από τις εκβολές των ποταμών, ενώ οι χαμηλότερες βρέθηκαν στον ανοιχτό Θερμαϊκό κόλπο. Συνολικά βρέθηκαν 20 ομάδες από τις οποίες οι δύο ήταν κυρίαρχες τα Κωπήποδα (με 54 είδη) και τα Κλαδοκερατώα (με 6 είδη).

δ. Το Βένθος

Το **φυτοβενθικό οικοσύστημα** του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης υπέστη, λόγω των ραγδαίων ανθρωπογενών επεμβάσεων των τελευταίων χρόνων μία πλήρη υποβάθμιση των βιοκοινωνιών του όρμου και της ευρύτερης περιοχής των εκβολών του Αξιού.

Η ανάλυση της κατάστασης των **μακροζωοβενθικών βιοκοινωνιών** έδειξε ότι την πλέον επιβαρυσμένη εικόνα από την ρύπανση παρουσιάζουν οι αζωϊκοί σταθμοί της περιοχής του λιμανιού, όπου οι βεβαρυσμένες συνθήκες δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη μακροβενθικών ειδών.

Η παλαιοοικολογική προσέγγιση έδειξε ότι στον όρμο της Θεσσαλονίκης επικρατούσαν στο πρόσφατο παρελθόν συνθήκες, που επέτρεπαν την διαβίωση βενθικών οργανισμών μερικοί από τους οποίους είχαν περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Οι οργανισμοί αυτοί λόγω επιδείνωσης των συνθηκών ετάφησαν επί τόπου.

ε. Ο βυθός, η βενθική νεφελειδής στρώση, η ποιότητα των επιφανειακών ιζημάτων και του θαλάσσιου υποστρώματος

Ο όρμος και ο κόλπος της Θεσσαλονίκης συνθέτουν μια **ρηχή θαλάσσια λεκάνη** (μέγιστο βάθος 29 m) με **εκτεταμένες αβαθείς περιοχές** (βάθος < 5 m) στις δυτικές ακτές αποτέλεσμα της προσχωσιγενούς δράσης και δημιουργίας της δελταϊκής ζώνης του ποταμού Αξιού.

Σ'όλο το μέτωπο της δελταϊκής ζώνης παρατηρήθηκε ο σχηματισμός της **βενθικής νεφελειδούς στρώσης**, μιας στρώσης με παραμένοντα σε διαρκή αιώρηση σωματίδια. Ο σχηματισμός της οφείλεται κυρίως στην δράση βενθικών ρευμάτων, αλλά και στον ανεμογενή κυματισμό, επηρεάζεται από τις άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες, που επικρατούν στην στήλη του νερού και ενισχύει βιογεωχημικές διεργασίες, που σχετίζονται και με την τύχη και διάχυση των ρύπων.

Τα **ιζήματα** του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης εμφανίζονται σχετικά ομοιογενή ως προς την κοκκομετρική τους υφή. Πρόκειται για ιλυοαργιλωδή ή αργιλοίλυωδη ιζήματα. Ένα σημαντικό γνώρισμα των επιφανειακών ιζημάτων είναι η έντονη παρουσία του πολύχαιτου *Maldane sarsi*, ο οποίος βιοαναμοχλεύει το επιφανειακό ιζημα και συντελεί κατ' ανώτατον τον τρόπο στην "εξυγείανση" του βυθού.

Την ιζηματογένεση στην περιοχή του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης επηρέασαν και επηρεάζουν ανθρωπογενείς επεμβάσεις του ευρύτερου χώρου με συσσώρευση στον βυθό των παραπροϊόντων της ανθρωπογενούς δραστηριότητας. Αυτή εκφράζεται κυρίως με την αύξηση του οργανικού φορτίου και των ρύπων, τα οποία προσδίδουν στο ιζημα ένα χαρακτηριστικό γκριζόμαυρο ως μαύρο χρώμα. Με βάση αυτό το γνώρισμα χαρακτηρίστηκε η έκταση και το πάχος του στρώματος με τα αυξημένα οργανικά, του καλούμενου "ρυπασμένου στρώματος". Επιβαρυσμένη περιοχή είναι η περιοχή του όρμου της Θεσσαλονίκης. Το πάχος του επιβαρυσμένου στρώματος διαφοροποιείται και κυμαίνεται

από 1cm στα ανοιχτά του όρμου έως 65cm στις εγκαταστάσεις φωροεοκφόρωτης πετρελαίων στο μυλό του Καλοχωρίου. Μετρήθηκε η έκταση που καταλαμβάνει το μαύρο ρυπασμένο στρώμα. Εκτείνεται σε έκταση σχεδόν 25.000.000 m². Επίσης υπολογίστηκε ο όγκος του ρυπασμένου στρώματος ο οποίος ανέρχεται σε 4.420.000 m³ περίπου.

ξ. Το ρυπαντικό φορτίο στον βυθό του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης

Τα βαρέα μέταλλα: Σύμφωνα με τον δείκτη γεωσυσσώρευσης ο όρμος της Θεσσαλονίκης χαρακτηρίζεται για τα περισσότερα μέταλλα ως μία ελαφρά επιβαρυνμένη έως έντονα επιβαρυνμένη περιοχή. Εξαιρέση αποτελεί το Cd που χαρακτηρίζει τον όρμο της Θεσσαλονίκης ως έντονα επιβαρυνμένη περιοχή και τον κόλπο της Θεσσαλονίκης από ελαφρά έως έντονα επιβαρυνμένη περιοχή.

Από τις αναλύσεις δειγμάτων από τους πυρήνες που πάθησαν παρατηρείται για τα πιο πολλά μέταλλα μία ραγδαία αύξηση των συγκεντρώσεων από τα βαθύτερα στρώματα προς τα επιφανειακά, όσο προχωρούμε από τις παλαιότερες και σχετικά “υγιείς” αποθέσεις προς το ανθρωπογενές επιφανειακό και ρυπασμένο στρώμα, του οποίου το πάχος είναι κατά μέσο όρο 20-30 cm. Οι συγκεντρώσεις σ' αυτό το στρώμα εκτιμώνται στο διπλάσιο ως τριπλάσιο αυτών των κατώτερων “υγιών” στρωμάτων.

Τα πετρελαιοειδή: Σε δείγματα των ιζημάτων προσδιορίστηκαν αλειφατικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Στο ρυπασμένο στρώμα έχουμε συγκεντρώσεις που φτάνουν και μέχρι 200 φορές περισσότερο στο δείγμα του λιμανιού, 50 φορές στα ιζήματα του όρμου και μειώνονται σταδιακά προς το κόλπο της Θεσσαλονίκης σε επίπεδα όμως 6-10 φορές πάνω από αυτό που χαρακτηρίζεται “φυσική περιεκτικότητα”.

Τα φυτοφάρμακα: Οι συγκεντρώσεις των **ζιζανιοκτόνων** είναι γενικά χαμηλές με αυξημένες σχετικά στα δείγματα των εκβολών του Αξιού. Στα **οργανοχλωριωμένα** οι ενώσεις με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ήταν το DDT και δύο μεταβολίτες του, το DDD και το DDE, (1,8 έως 22,8 ng/g ξηρού ιζήματος), με μεγαλύτερη τιμή στο λιμάνι αυξημένες τιμές στα δείγματα του όρμου της Θεσσαλονίκης και μειωμένες σταδιακά αλλά **ανιχνεύσιμες** στα δείγματα του κόλπου της Θεσσαλονίκης. Παρόμοια κατανομή δείχνουν και τα **πολυχλωριωμένα διφαινύλια**. Οι αναλύσεις των δειγμάτων από πυρήνα έδειξαν ραγδαία άνοδο των συγκεντρώσεων των φυτοφαρμάκων από τα παλαιότερα “υγιέστερα” στρώματα προς τα νεώτερα επιφανειακά που είναι ανθρωπογενώς επιβαρυνμένα.

ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ο όρμος και ο κόλπος της Θεσσαλονίκης, έχει ως δυναμικό σύστημα δύο πλεονεκτήματα:

α. η **γενική κυκλοφορία** των υδάτινων μαζών στο ΒΑ Αιγαίο είναι τέτοια που επιτρέπει τη διεύθυνση, μέσω βαθύτερων ρευμάτων, καθαρών νερών του ανοιχτού πελάγους σχεδόν σε όλη την περιοχή. Αυτή η διεύθυνση στρωματοποιεί και κρατά για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε αιώρηση το φορτίο των αστικών λυμάτων που χύνονται ευθέως στον όρμο και στον κόλπο της Θεσσαλονίκης. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα την καλύτερη διάχυση αλλά και την ταχύτερη αποδόμηση του αιωρούμενου φορτίου.

β. οι **επικρατούντες** στην περιοχή **βόρειοι άνεμοι** (Βαρδάρης) “εκδιώκουν” το επιφανειακό “φορτωμένο” στρώμα του νερού προς την ανοιχτή θάλασσα και διευκολύνουν την **ανάβλυση** των καθαρών νερών του υποκείμενου στρώματος.

Ο συνδυασμός των δύο αυτών παραγόντων είναι ένας σημαντικός “αυτοκαθαριστικός” μηχανισμός εξυγίανσης των θαλάσσιων μαζών του όρμου και του κόλπου της Θεσσαλονίκης.

Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης δείχνουν επίσης ότι μπορεί να υπάρξει και “αυτοβελτίωση” της ποιότητας του βυθού και του θαλάσσιου υποστρώματος. Οι παράγοντες που μπορούν να δράσουν σε αυτή τη **διαδικασία του αυτοκαθαρισμού** είναι οι εξής:

α. Εντοπίστηκε σε πολλούς σταθμούς μετρήσεων η λεγόμενη “**βενθική νεφελειδής στρώση**” στο όριο του νερού της υδάτινης στήλης με το ίζημα του θαλάσσιου βυθού. Η δημιουργία της βενθικής νεφελειδούς στρώσης οφείλεται σε συνεργιστική δράση πολλών παραγόντων, δυναμικής της υδάτινης στήλης αλλά και κυρίως φυσικο-χημικής συμπεριφοράς των σωματιδίων στη διαχωριστική επιφάνεια νερού / ιζήματος. Η επαναιώρηση του υλικού που έχει αποθεθεί στο βυθό τροφοδοτεί τη “**βενθική νεφελειδή στρώση**” με σωματίδια και τα θέτει πάλι στη διαδικασία της εκ νέου μεταφοράς και φυσικοχημικής μεταβολής. Ο σχηματισμός της “**βενθικής νεφελειδούς στρώσης**” είναι ένας μηχανισμός που δρα, και θα δράσει και μελλοντικά, **εξυγαιαντικά** για το υλικό του θαλάσσιου υποστρώματος της περιοχής του όρμου της Θεσσαλονίκης.

β. Επίσης η έντονη παρουσία του πολύχαιτου *Maldane sarsi*, σχεδόν σε όλο τον κόλπο είναι ένας άλλος σημαντικός μηχανισμός αυτοεξυγίανσης. Οι πολύχαιτοι αυτοί, βιοαναμοχλεύουν το ίζημα του βυθού. Η βιοαναμόχλευση αυτή σημαίνει μία ανάνυσση του υλικού του ιζήματος από μία θέση που εθεωρείτο θέση οριστικής απόθεσης και μία είσοδο σε διαδικασίες παραπέρα φυσικο-χημικών αλλαγών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα δεδομένα της παρούσας εργασίας ο Όρμος και ο Κόλπος της Θεσσαλονίκης παρουσιάζει σοβαρά συμπτώματα υποβαθμισμένου και αλλοιωμένου οικοσυστήματος, μείωση οξυγόνου, μεγάλη αύξηση θρεπτικών, μείωση της ποικιλότητας των βιοκοινωνιών, εξαφάνιση ειδών, εμφάνιση αζωϊκών ζωνών, υποβάθμιση της ποιότητας του βυθού, αισθητική αλλοίωση.

Ως μέτρο βελτίωσης και αναβάθμισης ενός τέτοιου οικοσυστήματος προτείνεται η ραγδαία μείωση των ρυπαντικών φορτίων που καταλήγουν σ' αυτό.

Ο κόλπος της Θεσσαλονίκης έχει μηχανισμούς αυτοκαθαρισμού, τόσο των νερών όσο και του βυθού, οι οποίοι μάλιστα δρουν συνεργιστικά. Αυτοί οι μηχανισμοί έχουν κρατήσει τον κόλπο μέχρι σήμερα σε μία μικρότερης κλίμακας κατάσταση ρύπανσης. Αυτοί οι μηχανισμοί θα δράσουν και στο μέλλον και θα καθαρίσουν το θαλάσσιο περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΚΘΕ, 1996. Μελέτη του Θαλάσσιου Οικοσυστήματος του Θερμαϊκού Κόλπου. -Τελική Έκθεση, Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, Αγ. Κοσμάς, Αθήνα.