

Χωρική και χρονική κατανομή του μικροβιολογικού φορτίου του θαλασσινού νερού του Ενετικού Λιμένα Χανίων

Σταυρουλάκης, Γ.¹, Μπαμπάλα, Αγγ.¹, Μήνου, Α.¹

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων, Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης, gstav@chania.teicrete.gr

Περίληψη

Η χωροχρονική μεταβολή του μικροβιολογικού φορτίου στον Ενετικό Λιμένα Χανίων μελετήθηκε την περίοδο Μάιος 2012 έως Οκτώβριος 2014. Παράκτια δείγματα επιφανειακού θαλασσινού νερού συλλέχθηκαν από 7 σταθερά σημεία της περιοχής μελέτης και προσδιορίστηκε το μικροβιολογικό φορτίο με την μέτρηση των αποικιών ολικών κολοβακτηρίων, κοπρανωδών κολοβακτηρίων, *E. coli* και εντεροκόκκων. Οι επιφανειακές αστικές απορροές και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή φαίνεται ότι επιβαρύνουν σημαντικά το θαλάσσιο περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: μικροβιολογική ποιότητα, παράκτιο νερό, αστικές απορροές

Spatial and temporal distribution of microbiological indices in the seawater of the Venetian Harbour of Chania

Stavroulakis, G.¹, Bampala, A.¹, Minou, A.¹

¹Laboratory of Water & Soil Resources Quality Control, Department of Environmental & Natural Resources Engineering, TEI of Crete, gstav@chania.teicrete.gr

Abstract

The 2012-14 period, sea water samples were collected from 7 coastal stations around the Venetian Harbour of Chania. During the research period the colonies of total coliforms, fecal coliforms, *E. coli* and enterococci were measured. The urban runoff and the man-made impact seem to be the main reasons for the seawater pollution.

Keywords: microbiological quality, coastal water, urban runoff

1. Εισαγωγή

Ο Ενετικός Λιμένας αποτελεί την περιοχή της πόλης των Χανίων με την μεγαλύτερη επισκεψιμότητα που διαρκεί όλο τον χρόνο ενώ διαθέτει και τα πλέον αναγνωρίσιμα ιστορικά κτίσματα (Εικ. 1). Επομένως, αποτελεί καθήκον η διατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος σε ανάλογο υψηλό επίπεδο. Ως φυσικός αποδέκτης των επιφανειακών απορροών όμβριων υδάτων τμήματος της παλιάς πόλης των Χανίων, ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται ώστε να περιοριστεί η ανθρωπογενής περιβαλλοντική φόρτιση της θαλάσσιας περιοχής (Σταυρουλάκης κ.ά., 2014). Παρότι η θαλάσσια περιοχή του Ενετικού Λιμένα δεν αποτελεί παραλία κολύμβησης, η ύπαρξη επιχειρήσεων εστίασης σε όλο το μήκος της παραλίας και σε απόσταση <5 m από την ακτογραμμή, καθιστά αναγκαία την διατήρηση των χαμηλών ορίων μικροβιολογικού φορτίου που αναφέρονται στην νομοθεσία των νερών κολύμβησης όσο και την άμεση και αποτελεσματική λήψη μέτρων προστασίας. Στόχος πρέπει να είναι η πρόληψη των ρυπογόνων δραστηριοτήτων ώστε να διατηρηθεί η παράκτια ζώνη του Ενετικού Λιμένα, με ακτογραμμή μήκους 1.5 km, στο μέγιστο δυνατό επίπεδο προστασίας και να συνεχίσει να αποτελεί την διαδρομή χιλιάδων επισκεπτών κάθε ημέρα της τουριστικής περιόδου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια υποέργου της Πράξης Αρχιμήδης III - ΕΣΠΑ 2007-13, ήταν η μελέτη χωρικής κατανομής και χρονικής διακύμανσης του

μικροβιολογικού φορτίου στην θαλάσσια περιοχή του Ενετικού Λιμένα Χανίων και η συγκέντρωση δεδομένων για τον προσδιορισμό σημείων έντονης ανθρωπογενούς ρύπανσης.

2. Υλικά και μέθοδοι

Στην περιοχή μελέτης του Ενετικού Λιμένα Χανίων επιλέχθηκαν 7 παράκτια σημεία-σταθμοί (Εικ. 1) από τα οποία έγιναν 19 δειγματοληψίες την περίοδο από Μάιο 2012 έως Οκτώβριο 2014 επιλέγοντας ημέρες με ήρεμη κατάσταση της θάλασσας. Τα σημεία Σ1-Φ, Σ2-Μ, Σ3-Κ, Σ4-Α, Σ5-ΜΟ, Σ6-ΦΟ, Σ7-ΝΕ κάλυπταν την θαλάσσια περιοχή μελέτης που δέχεται ανθρωπογενείς πιέσεις κυρίως μέσω των αγωγών όμβριων υδάτων και από τα ελλειμενιζόμενα σκάφη. Οι σταθμοί Σ1-Φ, Σ3-Κ, Σ5-ΜΟ εντάχθηκαν στον δίκτυο μετρήσεων από τον Ιανουάριο 2014 προκειμένου να καλυφθεί η παράκτια ζώνη με την έντονη καλοκαιρινή τουριστική δραστηριότητα.

Από κάθε σημείο συλλέχθηκαν δείγματα επιφανειακού θαλασσινού νερού με κατάλληλους δειγματολήπτες. Τα δείγματα νερού σε αποστειρωμένες φιάλες, μεταφερόταν εντός 2 ωρών με φορητό ψυγείο (4°C) στο Εργαστήριο για τον προσδιορισμό του μικροβιολογικού φορτίου. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν αυθημερόν, με την μέθοδο της διήθησης 100 ml θαλασσινού νερού ή αραιώσεων ανάλογα με το επίπεδο ρύπανσης, σε αποστειρωμένα φίλτρα κυτταρίνης 47 mm/0.45 μm (Gelman GN 66191) και την επώαση τους σε κατάλληλα υποστρώματα. Για ολικά κολοβακτήρια και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με υπόστρωμα από Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab M 82) και 1.0% w/v άγαρ. Ακολούθησε επώαση των τρυβλίων για τα ολικά κολοβακτήρια 24h/37°C και επώαση των τρυβλίων για τα κοπρανώδη κολοβακτήρια 24h/44°C. Για *Escherichia coli* χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με υπόστρωμα Harlequin TBGA (HAL 003) και επώαση 4h/30°C και 18h/44°C. Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με υπόστρωμα Slanetz & Bartley Medium (LAB 166) και επώαση 4h/37 °C και 44h/44°C. Μετά τον κατάλληλο χρόνο επώασης έγινε καταμέτρηση των αποικιών.

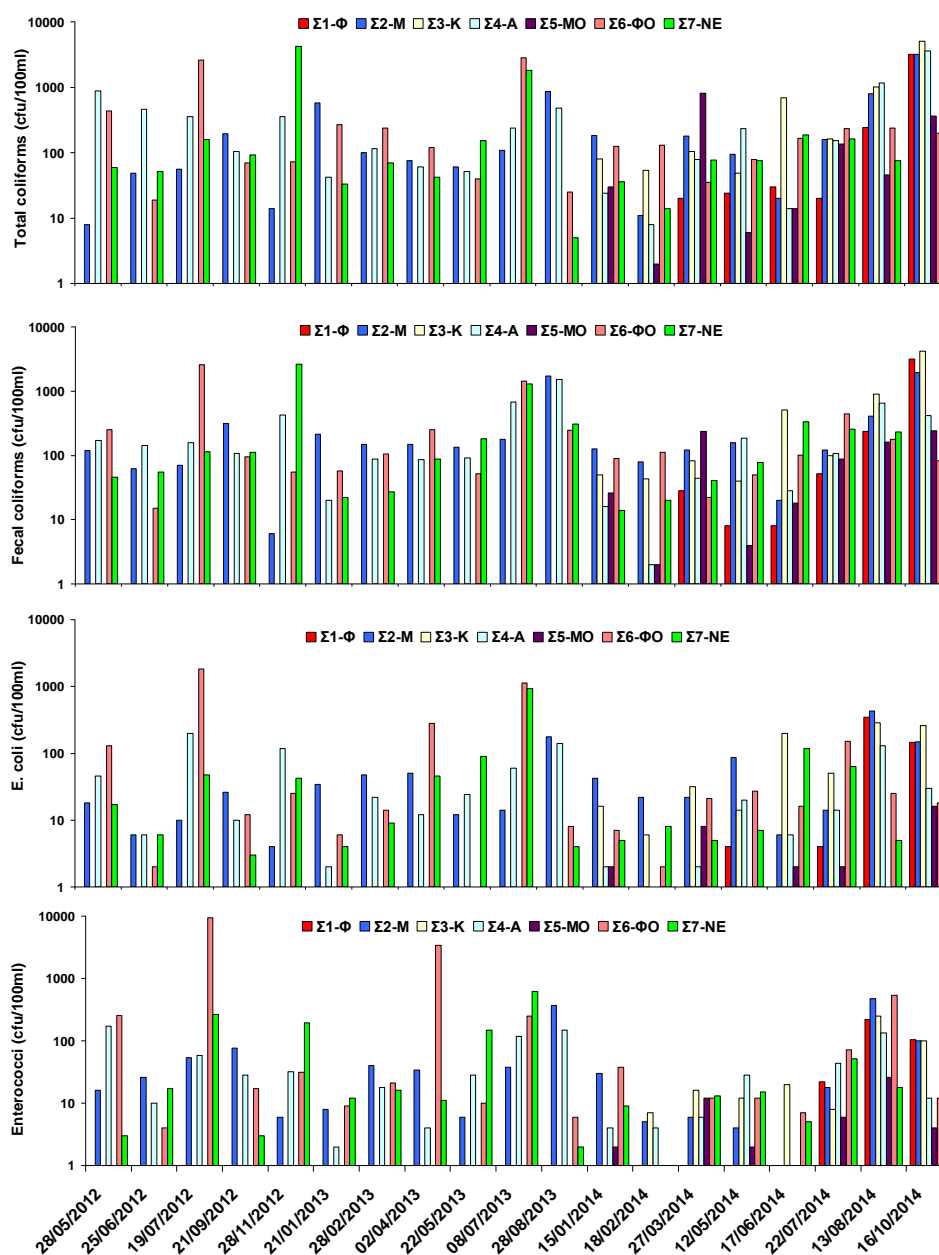


Εικ. 1. Παράκτια σημεία δειγματοληψίας θαλασσινού νερού στον Ενετικό Λιμένα Χανίων.

3. Αποτελέσματα/Συζήτηση

Η παρουσία του μικροβιολογικού φορτίου στην θαλάσσια περιοχή μελέτης ήταν συνεχής κατά την διάρκεια της έρευνας όπως φάνηκε από την συγκέντρωση των αποικιών όλων των μικροβιολογικών δεικτών στα δείγματα των 7 σταθμών (Εικ. 2). Είναι σημαντικό ότι το μικροβιολογικό φορτίο εμφανίζεται ακόμη και στον σταθμό Σ1-Φ, είσοδο του Λιμένα και διάυλο κυκλοφορίας του εσωτερικού νερού με την ανοικτή θάλασσα. Οι σταθμοί Σ2-Μ, Σ3-Κ, Σ4-Α περιλαμβάνουν την παράκτια ζώνη όπου βρίσκονται χαμηλής ροής αγωγοί όμβριων υδάτων, έντονη καλοκαιρινή τουριστική δραστηριότητα αλλά και σημεία προσέγγισης τουριστικών σκαφών με αποτέλεσμα την αύξηση του μικροβιολογικού φορτίου τους καλοκαιρινούς μήνες (Εικ. 1). Η πολύ μεγάλη διακύμανση των τιμών του μικροβιολογικού φορτίου που μετρήθηκε μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας αναδεικνύει την διαφοροποίηση των πηγών ρύπανσης της περιοχής μελέτης. Οι υψηλότερες μέσες τιμές μικροβιολογικού φορτίου, καθ' όλη την περίοδο μελέτης, εμφανίζονται στους σταθμούς Σ6-ΦΟ και Σ7-ΝΕ (Πίνακας 1) οι οποίοι βρίσκονται ανάμεσα στις προβλήτες όπου

«δένουν» τουριστικά και αλιευτικά σκάφη και όλα τα ιδιωτικά ιστιοφόρα (Εικ. 1) και δεν γειτνιάζουν με αγωγούς όμβριων υδάτων.



Εικ. 2. Συγκέντρωση αποικιών ολικών κολοβακτηρίων, κοπρανωδών κολοβακτηρίων, *E. coli* και εντεροκόκκων σε δείγματα θαλασσινού νερού από τα σημεία Σ1-Φ, Σ2-M, Σ3-K, Σ4-A, Σ5-MO, Σ6-ΦΟ, Σ7-NE στον Ενετικό Λιμένα Χανίων.

Εκτιμώντας την διαχρονική διακύμανση του μικροβιολογικού φορτίου σε διάφορους σταθμούς δειγματοληψίας εμφανίζεται έντονη εποχικότητα εξαιτίας κυρίως της διαφοροποίησης των πηγών προέλευσης του μικροβιολογικού φορτίου (Πίνακας 1). Την χειμερινή περίοδο η θαλάσσια περιοχή μελέτης δέχεται τις επιφανειακές απορροές όμβριων υδάτων μέρους της παλιάς πόλης οι οποίες συχνά μεταφέρουν αξιόλογο έως υψηλό ρυπογόνο φορτίο από την έκπλυση των δρόμων (Σταυρουλάκης κ.ά., 2014). Οι υψηλές συγκεντρώσεις μικροβιολογικού φορτίου όμως την καλοκαιρινή περίοδο υποδηλώνουν ότι, πέρα από τις απορροές των όμβριων που καταλήγουν στην περιοχή μελέτης, υπάρχουν και άλλες εστίες ανθρωπογενούς ρύπανσης και οι οποίες είναι ιδιαίτερα ενεργές και κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Πίνακας 1. Μέσοι όροι αριθμού αποικιών *E. coli* και εντεροκόκκων για κάθε σημείο δειγματοληψίας καθ' όλη την περίοδο μελέτης (Μάιος 2012 έως Οκτώβριος 2014).

Σημείο δειγματοληψίας	<i>E. coli</i> (cfu/100 ml)		Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	
	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.
Σ 1-Φ	84	±142	58	±90
Σ 2-Μ	61	±161	69	±186
Σ 3-Κ	108	±123	52	±96
Σ 4-Α	44	±48	45	±50
Σ 5-ΜΟ	4	±6	7	±10
Σ 6-ΦΟ	195	±53	738	±209
Σ 7-ΝΕ	75	±46	75	±16

Ταξινομώντας, με βάση τα κριτήρια του Πίνακα 2, την ποιότητα των νερών από όλα τα σημεία δειγματοληψίας βρέθηκε ότι υπάγονται στην επαρκή ποιότητα ως προς την συγκέντρωση των αποικιών *E. coli* (Απόφαση Αριθμ. Η.Π. 8600/416/Ε103, 2009). Ομοίως ταξινομώντας ως προς την συγκέντρωση εντεροκόκκων βρέθηκε ότι τα νερά στους σταθμούς Σ1-Φ, Σ2-Μ, Σ3-Κ, Σ4-Α, Σ5-ΜΟ, Σ7-ΝΕ ανήκουν στην κατηγορία της επαρκούς ποιότητας. Ο σταθμός Σ6-ΦΟ εμφανίζει τις υψηλότερες μέσες τιμές μικροβιολογικών δεικτών και παράλληλα βρίσκεται πέρα από τα όρια της επαρκούς ποιότητας (74-84%) (Πίνακες 1 και 2).

Πίνακας 2. Μικροβιολογικοί παράμετροι και όρια για τον καθορισμό της ποιότητας νερών που προορίζονται για κολύμβηση (Απόφαση Αριθμ. Η.Π. 8600/416/Ε103, 2009).

Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα		Καλή ποιότητα		Επαρκής ποιότητα	
<i>E. coli</i> (cfu/100 ml)	250	95%	500	95%	500	90%
Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	100	95%	200	95%	185	90%

4. Συμπεράσματα

Η χωροχρονική μεταβολή του μικροβιολογικού φορτίου δείχνει την ανάγκη άμεσης διαχείρισης των έντονων περιβαλλοντικών πιέσεων που δέχεται η θάλασσα του Ενετικού Λιμένα, από την παράκτια ζώνη. Απαραίτητη κρίνεται η ανάπτυξη της απαραίτητης υποδομής διαχείρισης υγρών αποβλήτων σε όλες τις προβλήτες και ο έλεγχος τήρησης των ορίων της νομοθεσίας για τις επιφανειακές απορροές και τους αγωγούς όμβριων υδάτων από τα αρμόδια θεσμικά όργανα.

5. Ευχαριστίες

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», Πράξη Αρχιμήδης ΙΙΙ και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους (Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς 2007-2013).

6. Βιβλιογραφία

- Ruggieri, N., Castellano, M., Capello, M., Maggi, S. and Povero, P. 2011. Seasonal and spatial variability of water quality parameters in the Port of Genoa, Italy, from 2000 to 2007. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 340-349.
- Απόφαση Αριθμ. Η.Π. 8600/416/Ε103 2009. Ποιότητα και μέτρα διαχείρισης των υδάτων κολύμβησης, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/7/ΕΚ «σχετικά με την διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ», του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15ης Φεβρουαρίου 2006. ΦΕΚ/Β/356/26-02-2009, 3885-3892.
- Σταυρουλάκης, Γ., Κύρκου, Α. και Μπαμπάλα, Α. 2014. Επιβάρυνση παράκτιων υδάτων από τον αγωγό όμβριων της πόλης των Χανίων. Σελ. 185-190. Στο: 1^ο Διεθνές Συνέδριο Εφαρμοσμένης Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος - *HydroMedit*, 13-15 Νοεμβρίου, 2014, Βόλος. Πρακτικά Συνεδρίου.