

## Το μικροβιολογικό φορτίο στο θαλασσινό νερό και την άμμο σε παραλίες κολύμβησης

Σταυρουλάκης, Γ.<sup>1</sup>, Μεγαλοκονόμος, Δ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης, [gstav@chania.teicrete.gr](mailto:gstav@chania.teicrete.gr)

### Περίληψη

Το μικροβιολογικό φορτίο πολυσύχναστων παραλιών, στο βόρειο θαλάσσιο μέτωπο του νομού Χανίων, μελετήθηκε την περίοδο Ιούνιος-Σεπτέμβριος 2008. Σε κάθε παραλία λαμβάνονταν δείγμα θαλασσινού νερού και δείγματα άμμου από 3 ζώνες της ακτής στα οποία μετρήθηκε η συγκέντρωση αποικιών κοπρανώδων κολοβακτηρίων και εντεροκόκκων. Τα επίπεδα των μικροβιολογικών δεικτών στα δείγματα νερού διατηρήθηκαν εντός των ορίων της νομοθεσίας για τα νερά κολύμβησης και χαμηλότερα από τις αντίστοιχες τιμές στα δείγματα άμμου. Η ζώνη της στεγνής άμμου βρέθηκε με το συχνότερα υψηλό μικροβιολογικό φορτίο σε σχέση με τις άλλες δύο ζώνες.

**Λέξεις κλειδιά:** μικροβιολογική ποιότητα, νερά κολύμβησης, κοπρανώδη κολοβακτήρια, εντερόκοκκοι

## Microbiological indicators of seawater and beach sand of coastal bathing zones

Stavroulakis, G.<sup>1</sup>, Megalokononimos, D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental & Natural Resources Engineering, TEI of Crete, [gstav@chania.teicrete.gr](mailto:gstav@chania.teicrete.gr)

### Abstract

The microbial content of beach sand samples collected from the wet, semi dry and dry coastal zone and sea water samples was evaluated in terms of fecal coliforms and enterococci the period July-September 2008. The microbial parameter value of all the seawater samples corresponded to the mandatory values for bathing water quality. The samples from the dry sand zone showed the higher microbial content of the sandy beach.

**Keywords:** microbiological quality, bathing water, fecal coliforms, enterococci

### 1. Εισαγωγή

Οι παραλίες και γενικά οι παράκτιες ζώνες θεωρούνται παγκοσμίως μεταξύ των πολυτιμότερων περιοχών για αναψυχή αποτελώντας συχνά το πρώτο κριτήριο επιλογής τουριστικής ανάπτυξης ή και σημείου διακοπών (Sabino et al., 2014). Η Κρήτη με ακτογραμμή 1046 km, διαθέτει παραλίες με αμμώδεις ή χαλικώδεις ακτές, κοντά ή μακριά από κατοικημένες περιοχές, σε προστατευόμενους κόλπους ή στην ανοικτή θάλασσα. Οι ανθρωπογενείς όμως πιέσεις αυξάνονται συνεχώς με αποτέλεσμα την καλοκαιρινή περίοδο να παρατηρείται αύξηση του μικροβιολογικού φορτίου στις παραλίες. Η προστασία της δημόσιας υγείας (Efstratiou & Tsirtsis, 2009) θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για τους διαχειριστές των παράκτιων περιοχών καθώς η τυχόν εμφάνιση κρουσμάτων που θα σχετίζονται με την κατάσταση νερού και άμμου της παραλίας μπορεί να προκαλέσει αρνητικές οικονομικές συνέπειες σε μια τουριστική περιοχή. Η μελέτη που παρουσιάζεται παρακολούθησε τις κυριότερες βόρειες παραλίες του νομού Χανίων με στόχο την ανάδειξη του μικροβιολογικού φορτίου που εμφανίζεται στο νερό κολύμβησης και του μικροβιολογικού φορτίου που συγκεντρώνεται σε 3 ζώνες της παράκτιας άμμου.

### 2. Υλικά και μέθοδοι

Η περιοχή μελέτης κάλυψε την παράκτια ζώνη με την έντονη καλοκαιρινή τουριστική δραστηριότητα και με τις κυριότερες παραλίες κολύμβησης του βόρειου μετώπου του νομού Χανίων. Τα σημεία δειγματοληψίας στις παραλίες Μάλεμε (1), Πλατανιάς (2), Αγ. Μαρίνα (3), Αγ. Απόστολοι (4), Χρυσή Ακτή (5), Νέα Χώρα (6), Καλύβες (7), Αλμυρίδα (8), Ξενοδοχεία (περιοχή

μεταξύ Γεωργιούπολης-Καβρού) (9), Τσουγκαρη (10), Δράμια (11) επιλέχθηκαν μπροστά από τον πύργο του ναυαγοσώστη (Εικ. 1). Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις 19/7, 6/8, 22/8, 12/9 και 30/9/2008 και με ελάχιστο κυματισμό. Προκειμένου να εκτιμηθεί το μικροβιολογικό φορτίο χωρίς την παρουσία λουομένων όλες οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν 7:00-9:00 π.μ. Από κάθε παραλία συλλέχθηκε 1 δείγμα θαλασσινού νερού από το βάθος 30 cm καθώς και 3 δείγματα άμμου, μπροστά από το σημείο δειγματοληψίας του νερού, σε 3 διαφορετικές αποστάσεις από την άκρη του κύματος εκτός από την παραλία Μάλεμε όπου δεν υπάρχει αμμώδης ακτή. Τα σημεία δειγματοληψίας της άμμου (άμμος 1, άμμος 2, άμμος 3), επιλέχθηκαν έτσι ώστε το πρώτο δείγμα άμμου να βρίσκεται στο μέσο της διαδρομής εκτόνωσης του υφιστάμενου κύματος στην παραλία, το δεύτερο στο μέσο της υφιστάμενης κάθε φορά υγρής ζώνης της παραλίας και το τρίτο στην αρχή της στεγνής ζώνης της παραλίας (Εικ. 2). Τα δείγματα άμμου, καρτό ύψους 10 cm, ελήφθησαν με την βοήθεια κατάλληλου δειγματολήπτη.



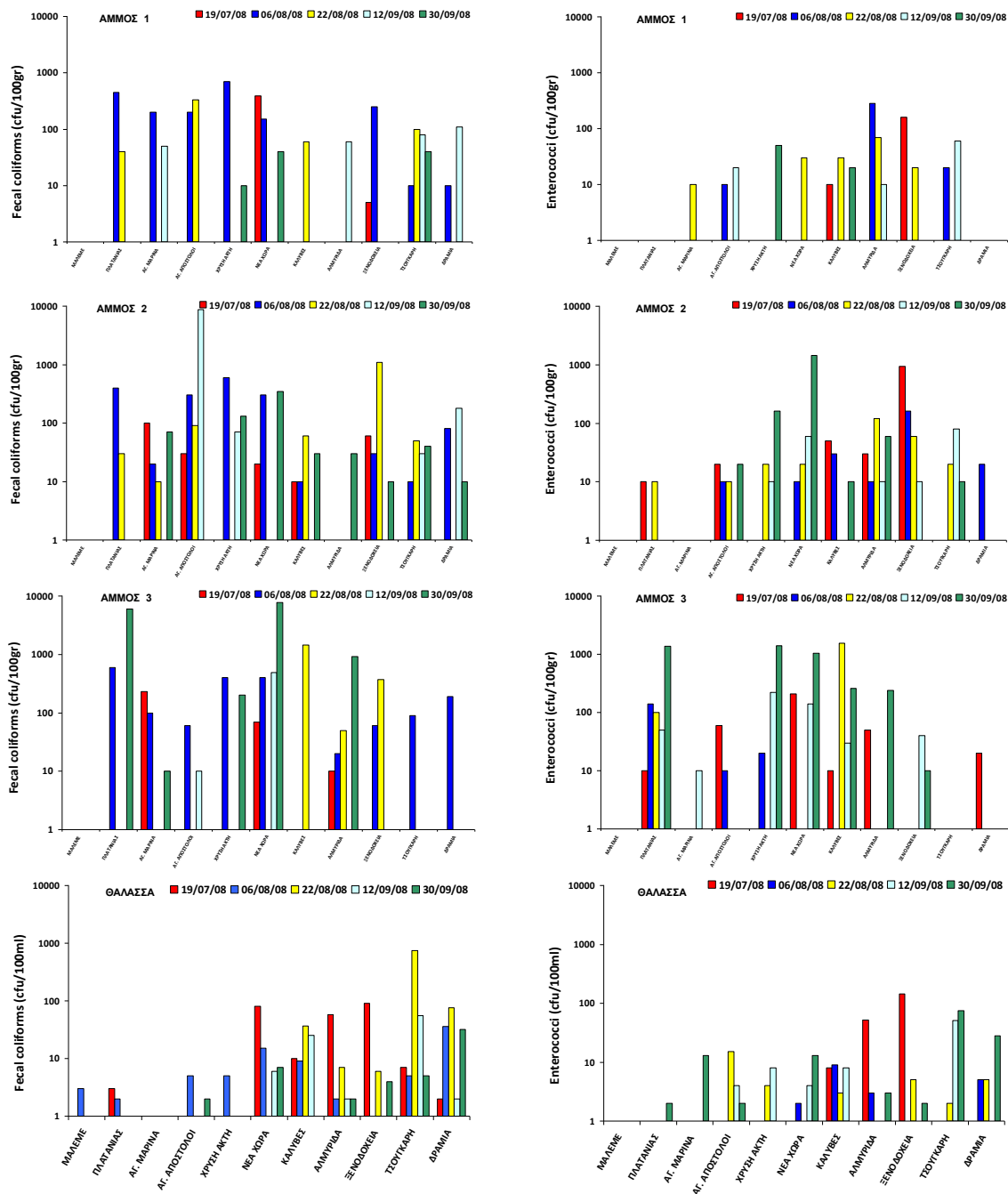
**Εικ. 1.** Γεωγραφική θέση των σταθμών δειγματοληψίας θαλασσινού νερού κατά μήκος του βόρειου μετώπου του νομού Χανίων.

**Εικ. 2.** Σημεία δειγματοληψίας άμμου στις παραλίες του βόρειου μετώπου του νομού Χανίων.

Τα δείγματα νερού και άμμου, τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένες φιάλες και σακούλες αντίστοιχα, σε φορητό ψυγείο (4°C) και μεταφέρθηκαν εντός 2 ωρών στο Εργαστήριο για τον προσδιορισμό του μικροβιολογικού φορτίου. Για τον μικροβιολογικό έλεγχο του θαλασσινού νερού χρησιμοποιήθηκε όγκος 100 ml. Για τον μικροβιολογικό έλεγχο της άμμου χρησιμοποιήθηκε το νερό έκπλυσης της άμμου με την παρακάτω διαδικασία. Ζυγίστηκαν 2x10 g άμμου σε δύο ποτήρια ζέσεως 100 ml και προστέθηκαν 2x50 ml αποστειρωμένο νερό σε κάθε ποτήρι. Κάθε δείγμα άμμου αναδεύτηκε ισχυρά με μεταλλική σπάτουλα για 2 min και παρέμεινε σε ηρεμία για 15 min. Συλλέχτηκε το υπερκείμενο νερό και ο συνολικός όγκος 200 ml χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του μικροβιολογικού φορτίου της άμμου. Όλες οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν αυθημερόν, με την μέθοδο της διήθησης 100 ml νερού σε αποστειρωμένα φίλτρα κυτταρίνης 47 mm/0.45 μm (Gelman GN 66191), τοποθέτηση τους σε τρυβλία με υπόστρωμα και επώαση. Για τα κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με υπόστρωμα από Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab M 82) με 1% w/v άγαρ και επώαση 24h/44°C. Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία με υπόστρωμα Slanetz & Bartley Medium (LAB 166) και επώαση 4h/37°C και 44h/44°C. Μετά την επώαση έγινε καταμέτρηση των αποικιών και υπολογισμός cfu/100 ml νερού και cfu/100 gr άμμου αντίστοιχα.

### 3. Αποτελέσματα/Συζήτηση

Η συγκέντρωση του μικροβιολογικού φορτίου στα νερά κολύμβησης των παραλιών της μελέτης (Εικ. 3) διατηρήθηκε σε όλη την περίοδο δειγματοληψιών εντός των τιμών που επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό εξαιρετικής ποιότητας (Απόφαση Αριθμ. Η.Π. 8600/416/Ε103, 2009) ενώ δεν συνέβη το ίδιο στην άμμο τους.



**Εικ. 3.** Συγκέντρωση αποικιών κοπρανώδων κολοβακτηρίων και εντεροκόκκων σε δείγματα θαλασσινού νερού και άμμου από 3 ζώνες σε παραλίες του νομού Χανίων.

Μελετώντας τα αποτελέσματα του μικροβιολογικού φορτίου νερού και άμμου, όπως εξελίχθηκε χρονικά την περίοδο μελέτης (Εικ. 3), με δειγματοληψίες πριν την άφιξη λουομένων, φαίνεται ότι οι παραλίες 1 έως 5 αλλά και η 6, η οποία βρίσκεται εντός του αστικού ιστού των Χανίων, παρότι δέχονται το μεγαλύτερο τουριστικό φορτίο του νομού λόγω των τουριστικών μονάδων που λειτουργούν στην περιοχή, διατηρούν την υψηλή ποιότητα των νερών κολύμβησης. Τα αποτελέσματα αυτά αναδεικνύουν και την άριστη λειτουργία των ΔΕΥΑ Χανίων και Βόρειου άξονα που διασφαλίζουν την επεξεργασία των αστικών λυμάτων πριν την απορροή τους στην θάλασσα. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με την κατάσταση της άμμου όπου οι ζώνες 2 και 3 (Εικ. 3) διατηρούν συχνότερα τις υψηλές τιμές των μικροβιολογικών δεικτών που μετρήθηκαν μεταξύ των 3 ζωνών. Από τους μέσους όρους των τιμών των δεικτών ανά σημείο φαίνεται η ύπαρξη μικροβιολογικού

φορτίου στην άμμο ακόμη και όταν στο αντίστοιχο θαλασσινό νερό είναι μηδενικό (Πίνακας 1). Οι υψηλές τιμές sdv (0-3900) των μ.ο. δεικνύουν την ασυνεχή χρονικά αλλά υψηλή σε συγκέντρωση αποικιών επιβάρυνση της παράκτιας άμμου η οποία πιθανόν να οφείλεται σε απορροές ανάντι της παράκτιας ζώνης και όχι μόνο στην λειτουργία της παράκτιας άμμου ως φυσικού φίλτρου του θαλασσινού νερού (Sabino et al., 2014). Στην περιοχή μεταξύ των παραλιών 7 και 11 δεν υπήρχαν μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και επιπλέον στην παράκτια αυτή ζώνη εκβάλλουν οι προταμοί Κουλιάρης, Βρυσιανός, Δέλφινας, Καβρός μεταφέροντας αστικές και αγροτικές απορροές.

**Πίνακας 1.** Μέσοι όροι αποικιών ολικών κολοβακτηρίων και εντεροκόκκων στις παραλίες δειγματοληψίας κατά την περίοδο Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2008.

Παραλίες	Κοπρανώδη κολοβακτήρια			Εντερόκοκκοι				
	Νερό (cfu/100ml)	Ζώνες άμμου (cfu/100gr)			Νερό (cfu/100ml)	Ζώνες άμμου (cfu/100gr)		
		A1	A2	A3		A1	A2	A3
1. Μάλεμε	1				0			
2. Πλατανιάς	1	98	86	1310	1	0	4	336
3. Αγ. Μαρίνα	0	50	40	68	3	2	0	2
4. Αγ.Απόστολοι	2	106	1844	14	4	6	12	14
5. Χρυσή Ακτή	1	142	160	120	3	10	38	328
6. Νέα Χώρα	22	116	134	1732	4	6	304	280
7. Καλύβες	16	12	22	292	6	12	18	372
8. Αλμυρίδα	14	12	6	200	12	72	46	58
9. Ξενοδοχεία	20	51	238	86	30	36	234	10
10. Τσούγκαρη	163	46	26	18	26	16	22	0
11. Δράμια	30	24	54	38	8	0	4	4

#### 4. Συμπεράσματα

Η συχνότητα και το μέγεθος του μικροβιολογικού φορτίου που εμφανίστηκε στην άμμο των ακτών κολύμβησης κατά την διάρκεια της μελέτης, είναι πιθανόν να εμφανίζεται και σε άλλες παραλίες της ακτογραμμής του νησιού και αυτό απαιτεί την προσοχή των διαχειριστών των ακτών.

Προκειμένου να προστατευθεί τόσο η υγεία των λουομένων όσο και η τουριστική ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών το κριτήριο «μικροβιολογικό φορτίο άμμου», με όλους τους απαραίτητους παθογόνους οργανισμούς-δείκτες (Efstratiou, 2001; Efstratiou & Tsirtsis, 2009), θα πρέπει να ενσωματωθεί στην ισχύουσα νομοθεσία για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νερών κολύμβησης και κατ'επέκταση για την ύψωση Γαλάζιας Σημαίας σε μια παραλία. Θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την δημόσια υγεία καθώς αποτελεί κρυφό κίνδυνο για του λουόμενους και κυρίως για τα μικρά παιδιά (Elmanama et al., 2005; Sabino et al., 2014).

#### 5. Βιβλιογραφία

- Efstratiou, M.A. 2001. Managing coastal bathing water quality: The contribution of microbiology and epidemiology. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 424-431.
- Efstratiou, M.A. and Tsirtsis, G. 2009. Do 2006/7/EC European Union Bathing Water Standards exclude the risk of contact with *Salmonella* or *Candida albicans*? *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1039-1044.
- Elmanama, A.A., Fahdb, M.I., Afifia, S., Abdallahb, S. and Bahra, S. 2005. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. *Environmental Research*, 99, 1-10.
- Sabino, R., Rodrigues, R., Costa, I., Carneiro, C., Cunha, M. et al. 2014. Routine screening of harmful microorganisms in beach sands: Implications to public health. *Science of the Total Environment*, 472, 1062-1069.
- 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.