ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Open Schools Journal for Open Science

Vol 2, No 1 (2019)

Special Issue Articles from the 1st Greek Student Conference on Research and Science

Η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στο θαλάσσιο οικοσύστημα με τη βοήθεια ενός ρομπότ, Hydrobot

Δημήτριος Αιβαλιώτης, Γεώργιος Παυλής, Αθανάσιος Σίσκας, Δανάη Βασιλείου, Μπέτυ Γαβριήλ, Αλέξανδρος Αθηνιώτης, Ιωάννης Κουτσούμπας, Δήμος Βαμβουρέλλης, Αλέξανδρος Βαφέας, Ευστράτιος Γαλής, Βλάσσης Ταμβακέρας

doi: 10.12681/osj.19554

To cite this article:

Αιβαλιώτης Δ., Παυλής Γ., Σίσκας Α., Βασιλείου Δ., Γαβριήλ Μ., Αθηνιώτης Α., Κουτσούμπας Ι., Βαμβουρέλλης Δ., Βαφέας Α., Γαλής Ε., & Ταμβακέρας Β. (2019). Η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στο θαλάσσιο οικοσύστημα με τη βοήθεια ενός ρομπότ, Hydrobot. *Open Schools Journal for Open Science*, *2*(1), 389–401. https://doi.org/10.12681/osj.19554

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 12/07/2025 05:21:54

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 12/07/2025 05:21:54

Open Schools Journal for Open Science

Volume 1

Η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στο θαλάσσιο οικοσύστημα με τη βοήθεια ενός ρομπότ, Hydrobot

Παυλής Γεώργιος[1], Σίσκας Αθανάσιος[1], Βασιλείου Δανάη[1], Μπέτυ Γαβριήλ[1], Αλέξανδρος Αθηνιώτης[1], Ιωάννης Κουτσούμπας[1], Δήμος Βαμβουρέλλης[1], Αλέξανδρος Βαφέας[1], Αιβαλιώτης Δημήτριος[1], Ταμβακέρας Βλάσσης[1], Ευστράτιος Γαλής[1]

[1]Πειραματικό ΓΕΛ Μυτιλήνης

Λέξεις κλειδιά

Θαλάσσιο Περιβάλλον, θερμομεταλλικό νερό, ρομποτική, διαλυτότητα αέριων στο νερό

Περίληψη

Το θέμα της μελέτης μας είναι η επίδραση της θερμοκρασίας στη ποιότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Το συγκεκριμένο ερώτημα τέθηκε μετά μια επίσκεψη μας στο εργοστάσιο της ΔΕΗ στη Μυτιλήνη και την παρατήρηση της απορροής του θερμού νερού της ψύξης των μηχανών στο παρακείμενο θαλάσσιο περιβάλλον. Είναι γνωστό από τη βιολογίας και χημεία ότι η άνοδος της θερμοκρασίας του νερού έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της διαλυτότητας των αερίων στο νερό, άρα και του Οξυγόνου και μας ενδιέφερε η υφιστάμενη κατάσταση του οικοσυστήματος. Προχωρήσαμε σε επιτόπια καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης με μετρήσεις θερμοκρασίας του νερού ψύξης των μηχανών από το σημείο απορροής, σε επιλεγμένα σημεία του χειμάρρου, στο σημείο επαφής με το θαλασσινό νερό, αλλά και τη διασπορά του μέσα στο θάλασσα. Για της μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το Hydrobot με τους αισθητήρες Arduino, που κατασκευάσαμε με υλικά που μας παρείχε το Ίδρυμα Ευγενίδου αλλά και το σκάφος του Πανεπιστημίου Αιγαίου με τα όργανα του, σε συνεργασία με καθηγητές του Πανεπιστημίου. Με κατάλληλα όργανα μετρήσαμε τα θαλάσσια ρεύματα, ποντίζοντας το ρομπότ και παίρνοντας μετρήσεις με τους αισθητήρες , που μεταφέραμε στο κομπιούτερ για αξιολόγηση. Από τις μετρήσεις βρέθηκε μεγάλη άνοδο της θερμοκρασία του

νερού σε τρία σημεία. Σε περαιτέρω αναζήτηση πληροφοριών επιβεβαιώθηκε για πρώτη φορά εργαστηριακά η ύπαρξη υποθαλάσσιων θερμών πηγών με θερμοκρασία 500 περίπου.

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη τεχνολογικά δομημένη κοινωνία ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός είναι απαραίτητο εφόδιο για την προσωπική, κοινωνική και επαγγελματική εξέλιξη των μελών της (Ματσαγγούρας, 2007). Το πρόγραμμα Hydrobots είναι ένα διεθνές project που απευθύνεται σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζουμε την εφαρμογή του προγράμματος αυτού στο σχολείο μας στα πλαίσια της μελέτης της επίδρασης της θερμοκρασίας στο θαλασσινό νερό.

Εικόνα 1α.

Το Hydroboi (Εικόνα 1α, αριστερά) είναι ένα κινούμενο ρομποτικό σύστημα ROV (remoiely operaied vehicle - τηλεκατευθυνόμενου οχήματος) που είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε φυσικό περιβάλλον και να πραγματοποιεί μετρήσεις, χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες του. Το Hydrobot είναι βασισμένο στο πρωτότυπο πρόγραμμα θαλάσσιας Ρομποτικής SeaPerch το οποίο αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ από το εργαστήριο Sea Grant του Τεχνολογικού Ινστιτούτου Μασαχουσέτης (MIT). Η βασική ιδέα του προγράμματος είναι η απλοποιημένη εισαγωγή στην ρομποτική χρησιμοποιώντας απλό σχέδιο και υλικά προσιτά και οικονομικά (Bohm & Jensen, 1997). Εφαρμόζεται με επιτυχία σε εκατοντάδες σχολεία στις ΗΠΑ. Στην Ελλάδα, το πρόγραμμα έχει εισαχθεί με τη συνεργασία του Ιδρύματος Ευγενίδου, το οποίο και χορηγεί όλο το απαραίτητο υλικό.

Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος μετρήσεων στο όχημα, το Hydrosensor (Εικόνα 1α, δεξιά). Το κύκλωμα επιτρέπει τη λήψη μετρήσεων φυσικών

μεγεθών μέσα στο νερό (πίεση, θερμοκρασία, φωτεινότητα σε συνάρτηση με το βάθος) και την αποθήκευση τους σε ειδική φορητή κάρτα μνήμης. Το κύκλωμα μπορεί να επεκταθεί, ώστε να είναι δυνατή η προσθήκη επιπλέον αισθητήρων. Το Hydrosensor kit βασίζεται στην πολύ γνωστή και ευρέως χρησιμοποιούμενη ανοιχτή πλατφόρμα ανάπτυξης Arduino. Αυτό αποτελεί τον "ηλεκτρονικό εγκέφαλο" του Hydrobot, και το μετατρέπει, σε ένα αυτόνομο ρομπότ.

Το πρόγραμμα του σχολείου περιελάμβανε την κατασκευή του ρομπότ σύμφωνα με τις προδιαγραφές της συσκευασίας και στη συνέχεια την συναρμολόγηση του «εγκεφάλου» του ρομπότ με τους αισθητήρες του. Αυτό είχε ένα χρονοδιάγραμμα περί των 3 μηνών και μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής έγινε η δοκιμαστική χρήση στη θάλασσα ώστε να βεβαιωθεί η σωστή συναρμολόγηση τόσο της κατασκευής τόσο και των αισθητήρων.

Μετά την επιτυχή δοκιμαστική περίοδο άρχισε η χρήση του στα πλαίσια την εργασίας. Το θέμα της εργασίας ήταν η επίδραση του θερμοκρασία στο θαλασσινού νερό του κόλπου της ΔΕΗ όπου εκεί καταλήγει το νερό ψύξης των μηχανών παραγωγής ρεύματος στο εργοστάσιο της ΔΕΗ. Η μελέτη αυτή γίνεται στα πλαίσια του Ομίλου με το όνομα «Νερ-ομιλος», που ασχολείται με το νερό από κάθε προέλευση και χρήση. Στο σχεδιασμό του πλάνου εργασίας της μελέτης αυτής συμμετείχαν και οι καθηγητές του Πανεπιστημίου Αιγαίου κ. Ζερβάκης Βασίλειος, οι κ Καραντανέλη Μαρία και Κρασακοπούλου Ευαγγελία.

Στην αρχή έγινε η θεωρητική προσέγγιση του ερωτήματος από ομάδα μαθητών και παρουσιάστηκε στην ολομέλεια του Ομίλου ώστε όλοι να γνωρίζουν ποια μπορεί να είναι η επίδραση της θερμοκρασίας στο νερό και συγκεκριμένα στο θαλάσσιο οικοσύστημα και ποια τα αποτελέσματα του. Στο νερό, είναι γνωστό, ότι όταν ανέβει η θερμοκρασία του, ελαττώνεται η διαλυτότητα των αερίων σ’ αυτό όπως το οξυγόνο. Έτσι το ζεστό νερό της ΔΕΗ καθώς θα πέφτει στη θάλασσα, θα επηρεάζει λίγο ως πολύ την ποσότητα του οξυγόνου σ΄αυτό, με συνέπεια να έχουν πρόβλημα οι οργανισμοί που ζουν στη θάλασσα και το χρειάζονται για να ζήσουν. Έτσι έγινε κατανοητό τι αναμένεται να συναντήσουμε εφόσον αποδειχθεί η επίδραση του νερού ψύξης των μηχανών του εργοστασίου στο θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής απόρριψης του νερού του εργοστασίου.

Εικόνα 1β

Στόχος μας λοιπόν ήταν να το επιβεβαιώσουμε και στην περιοχή μας.(Εικόνα 1β)

Ακολούθησαν πολλαπλές επιτόπιες επισκέψεις όλων των μελών Ομίλου στη ευρύτερη περιοχή του εργοστασίου της ΔΕΗ ώστε να καθοριστεί η πορεία της επιτόπιας έρευνας , να καθοριστούν τα σημεία μελέτης και να ληφθούν πληροφορίες για την υπάρχουσα κατάσταση του χώρου απόρριψης του θερμού νερού από το σημείο που αφήνει το εργοστάσιο μέχρι να φτάσει αρχικά και να συναντήσει το θαλασσινό νερό και στη συνέχεια η πορεία του μέσα στη θάλασσα.

Σε συνεργασία με τους πανεπιστημιακούς καθηγητές καθορίστηκαν τα σημεία που πρέπει να περιλαμβάνει η έρευνα και ξεκίνησε η πόντιση του hydrobot στο χείμαρο που καταλήγει το νερό αμέσως μετά το εργοστάσιο, η πορεία του μέσα στο χείμαρο μέχρι τη θάλασσα και στη συνέχεια η πορεία του μέσα στη θάλασσα σε δεύτερο χρόνο. Ελήφθησαν και καταγράφηκαν από τους αισθητήρες οι μετρήσεις θερμοκρασίας συνεχώς σε όλη το μήκος του χειμάρου και σε όλα τα σημεία διαφοροποίησης που εμφάνιζε ο χείμαρος ώστε να δούμε πιθανές διαφοροποιήσεις στις τιμές της θερμοκρασίας όσο απομακρύνεται από το εργοστάσιο προς τη θάλασσα. Καταγράφηκαν επίσης παρατηρήσεις πεδίου όπως η χλωρίδα και πανίδα της περιοχής του χειμάρου και η επιλεκτική σε προκαθορισμένα σημεία μέτρηση της θερμοκρασίας με εργαστηριακό υδραργυρικό θερμόμετρο ώστε να ταυτοποιηθούν οι τιμές με αυτές του ρομπότ. Οι μετρήσεις μεταφέρθηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για την περαιτέρω επεξεργασία.

Εικόνα 2.

Αυτό που διαπιστώσαμε με την επιτόπου έρευνα είναι,(Εικόνα 2), ότι το ζεστό έως καυτό νερό της ΔΕΗ που βγαίνει από τη ψύξη των μηχανών του εργοστασίου, δεν είχε καμιά επεξεργασία και έπεφτε σε ένα τεχνητό χείμαρο που κατέληγε στη θάλασσα. Ο χείμαρος έχει τσιμεντένια κοίτη και αυτό είναι θετικό, γιατί έτσι δεν υπάρχει περίπτωση τα νερά του εργοστασίου να καταλήξουν στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα με τις γνωστές συνέπειες.

Εικόνα 3.

Εικόνα 3.

Παρατηρήσαμε και φαινόμενα ευτροφισμού,(Εικόνα 3, αριστερά), που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αυτό σημαίνει, ότι το νερό εκτός του ότι είναι ζεστό, περιέχει μέσα ουσίες που βοηθάνε την ανάπτυξη αυτών των αυτότροφων οργανισμών. Ξεκινήσαμε λοιπόν τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο νερό της ψύξης των μηχανών, όσο μπορούσαμε πιο κοντά στα σημεία απόρριψης, συνεχίσαμε στη διαδρομή μέσα στο τεχνητό χείμαρο και μετά αφήσαμε

το Hydrobot να ακολουθήσει τη πορεία του νερού μέσα στη θάλασσα παίρνοντας συνεχώς μετρήσεις.(Εικόνα 3, δεξιά).

Εικόνα 4.

Το hydrobot ήταν πολύ αξιόπιστο στη συμπεριφορά του στο νερό, αλλά και στις μετρήσεις του, καθώς με τη βοήθεια εργαστηριακού θερμόμετρου συγκρίναμε τις μετρήσεις του και διαπιστώσαμε ότι ήταν σωστές. Η Διεύθυνση της ΔΕΗ, μετά τη αρχική παρουσία μας εκεί (Εικόνα 4 αριστερά), και την δημοσιότητα που πήρε στα ΜΜΕ, πήρε μέτρα, στη προσπάθεια της να καθυστερήσει τη απορροή του νερού στη θάλασσα, και έτσι να έχει τη δυνατότητα το νερό να ψυχθεί.(Εικόνα 4 μέσον). Όμως από τις μετρήσεις διαπιστώσαμε ότι τα μέτρα που πήρε η ΔΕΗ με τους φελλούς που επιπλέουν στη επιφάνεια του νερού, κανένα σημαντικό αποτέλεσμα δεν έχουν στη ψύξη του νερού, όπως φάνηκε από τις τιμές, αλλά και δεν φαίνεται να το καθυστερεί επαρκώς στη πορεία του νερού. (Εικόνα 4 δεξιά).

Εικόνα 5

Από τις μετρήσεις επίσης στο μικρό καταρράκτη που κάνει ένας αναβαθμός της κοίτης του χειμάρου, ακριβώς κάτω από το κεντρικό δρόμο πήραμε σημαντικά στοιχεία και πληροφορίες από τις μετρήσεις , όπως ότι ο μικρός καταρράκτης βοηθά το νερό να χάσει θερμοκρασία, αλλά και το εμπλουτίζει με οξυγόνο με τη τυρβώδη κίνηση του, και γι΄αυτό υπήρχε μικρός πληθυσμός ψαριών. (Εικόνα 5).

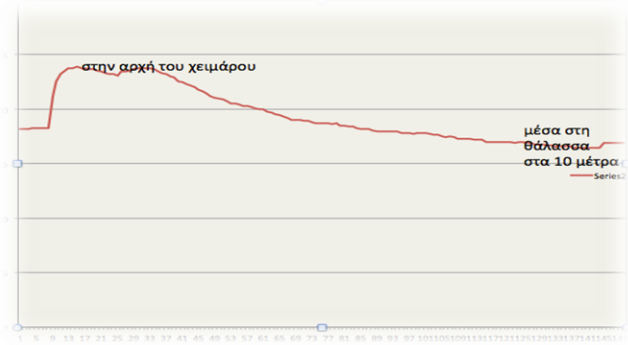
Εικόνα 6.

Σε δεύτερο χρόνο που επέτρεπε την χρήση του σκάφους του πανεπιστημίου έγινε μελέτη του θαλάσσιου κόλπου ώστε να φανεί η διασπορά του θερμού νερού μέσα στη θάλασσα και η μελέτη έτσι των επιπτώσεων σ΄αυτό το οικοσύστημα. Μαζί μας ήταν και οι καθηγητές του Πανεπιστημίου. Για το καθορισμό της πορείας που θα ακολουθούσε το hydrobot στη θάλασσα, έγινε προηγουμένως πόντιση ειδικών κατασκευών, «χταποδιών», με GPS ώστε να παρατηρηθεί η πορεία των θαλάσσιων ρευμάτων και έτσι και η διασπορά του θερμού νερού. Επιλέχθηκε τελικά με βάσει τα GPS ποια πορεία μετρήσεων θα ακολουθούσε το ρομπότ και ποντίστηκε.(Εικόνα 6.) Με επανειλημμένες επιβεβαιωτικές μετρήσεις κυρίως επιφανειακά αλλά και σε βάθος όπου κρίθηκε αναγκαίο μεταφέραμε τις μετρήσεις στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων.

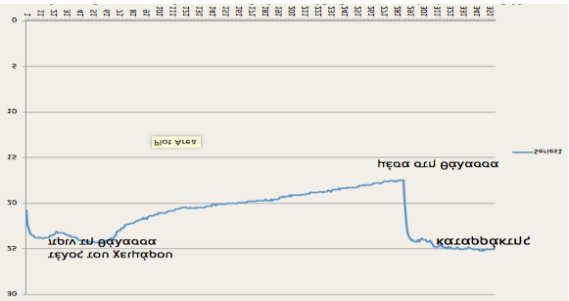
Σε όλη τη διάρκεια των εργασιών πεδίου ελήφθησαν φωτογραφίες και βίντεο και παράχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για το σχολείο, τα ΜΜΕ και τη διάδοση των αποτελεσμάτων στη τοπική κοινωνία.

Στη τελική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, μας βοήθησε και ο καθηγητής της Ωκεανογραφίας στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου, κ Ζερβάκης, ο οποίος και έδειξε ενδιαφέρον παρακολούθησης της ποιότητας και πορείας του νερού της ΔΕΗ στη θαλάσσια περιοχή αυτή, αξιοποιώντας έτσι την εργασία μας.

Πρώτες μετρήσεις μέσα στο χείμαρο μόνο. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία που μετρήθηκε στο νερό της ΔΕΗ ήταν στους 25 βαθμούς με εξωτερική του αέρα ήταν κοντά στους 12 βαθμούς την ώρα των μετρήσεων. Δεν υπήρχε δυνατότητα συνεχών μετρήσεων σε όλο το μήκος της απορροής, λόγω διαφορών εμποδίων. (Εικόνα 7)



Μέτρηση θερμοκρασίας κατά τη πρώτη διαδρομή από το χείμαρο μέχρι μέσα στη θάλασσα σε απόσταση 10 μέτρων. (Εικόνα 8)



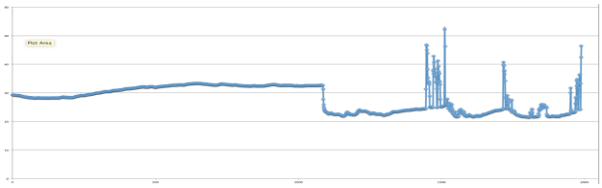
Μετρήσεις θερμοκρασίας με τη δεύτερη έξοδο του Hydrobot στη θάλασσα, που πήρε τιμές και παραλιακά. Στο τέλος, το ποντίσαμε ακριβώς μπροστά πάλι στο καταρράκτη για να τεστάρουμε τη υπάρχουσα θερμοκρασία. (Εικόνα 9)

Παρατηρήσαμε επίσης ότι δεν υπήρχαν ιζήματα σιδήρου (χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα), προερχόμενα από τις μηχανές.(Εικόνες 10)

Παρακολουθήσαμε επίσης δειγματοληψία θαλασσινού νερού για τη μελέτη τη ποιότητα του νερού, με τη βοήθεια ειδικού δειγματολήπτη.(Εινόνα 11)

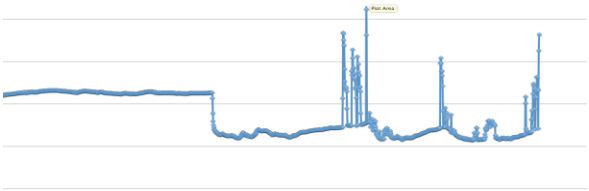
Εικόνα 12.

Με ειδικές παγίδες έγινε δειγματοληψία ιζήματος, αλλά και φυτών από το πυθμένα όπως οι ποσειδωνίες που βλέπουμε, για να μελετηθεί η βιοποικιλότητα της περιοχής του πυθμένα της θάλασσας .(Εικόνα 12)



Εικόνα 13.

Παρατηρώντας τη γραφική παράσταση των μετρήσεων μέσα στη θάλασσα, είδαμε το περίεργο αυτό φαινόμενο για πρώτη φορά έχει καταγραφή στη περιοχή. Δηλαδή ενώ η θερμοκρασία ήταν σχεδόν σταθερή σε όλο το θαλάσσιο πεδίο μετρήσεων, αλλά σε 3 σημεία-περιοχές μικρής έκτασης, εμφάνισε μια μεγάλη τοπική άνοδο της θερμοκρασίας και μάλιστα στους περίπου 500 C.



Εικόνα 14.

Σε επανάληψη των μετρήσεων, συναντήσαμε την ίδια εικόνα της μεταβολής της θερμοκρασίας του νερού, στη περιοχή. (Εικόνα 14)

Μετά από έρευνα-συζήτηση που είχαμε με ψαράδες τις περιοχής για την εικόνα που έχουν σχηματίσει, καθώς εκεί γύρω ψαρεύουν πολλά χρόνια, πληροφορηθήκαμε την ύπαρξη, σε βάθος γύρω στα 40-50 μέτρα μακριά από την ακτή, δυο θαλάσσιων πηγών θερμομεταλλικού νερού, (εμείς εντοπίσαμε τρεις), υψηλότερης θερμοκρασίας από το νερό της ΔΕΗ, (κάτι που

είναι λογικό ως συνέχεια του θερμού νερού των λουτρών που υπήρχαν στη περιοχή από παλιά). Η επίσημη όμως καταγραφή παρουσία επιστημόνων έγινε για πρώτη φορά.

Εικόνα 15.

Στα δεξιά της φωτογραφίας φαίνονται τα ερείπια των λουτρών ιαματικών θερμομεταλλικών νερών που υπήρχαν εκεί από τις αρχές του 20ου αιώνα. (Εικόνα 15). Είναι γνωστό ότι η οικογένεια Κουρτζή που ήταν οι ιδιοκτήτες των πηγών είχαν φέρει στη Μυτιλήνη την Μαρί Κιουρί για τη μελέτη των θερμομεταλλικών αυτών πηγών, με σκοπό την αξιοποίηση τους. Όντως στη περιοχή κτίστηκε πολυτελές ξενοδοχείο το «Ήλεκτρον» για λουτροθεραπείες, που όμως βομβαρδίστηκε το 1945, όπως και τα σωζόμενα λουτρά της φωτογραφίας ως ερείπια.

Συμπεράσματα

Το νερό της ΔΕΗ με τη θερμοκρασία που έχει σταθερά όλο το χρόνο, περί τους 250 C, δεν φάνηκε να αποτελεί πρόβλημα μεγάλης θερμορύπανσης στη περιοχή, με την επιφύλαξη, στην επίπτωση στη βιοποικιλότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Η ύπαρξη ψαριών μέσα στην κοίτη του χειμάρου, σχετικά κοντά στη εκβολή του νερού της ΔΕΗ, είναι δείγμα της όχι μεγάλης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Η σχετικά γρήγορη ψύξη του νερού της ΔΕΗ μέσα στη θάλασσα, λόγω των πολλών ρευμάτων, αδρανοποιεί σε κάποιο βαθμό την μικρή επιβάρυνση που θα μπορούσε να επιφέρει στο θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής.

Η διαφάνεια του νερού και η μη απόθεση ιζημάτων στο χείμαρο, έμμεσα, θα μπορούσε να αποτελέσει πληροφορία για την έλλειψης μετάλλων, που λογικά το νερό θα μετέφερε από τις μηχανές που ψύχει .

Με την εύρεση των τριών πηγών θερμού νερού μέσα στη θάλασσα και κοντά στο σημείο εκβολής του νερού ψύξης των μηχανών της ΔΕΗ έδειξε ότι το οικοσύστημα αυτό έχει, εδώ και πολλά χρόνια, εξοικειωθεί με την υψηλή θερμοκρασία.

Είναι επομένως λογικό να συμπεράνουμε ότι το θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής που μελετάμε έχει προσαρμοστεί στην σχετικά υψηλή θερμοκρασία του νερού, οπότε η απορροή της ΔΕΗ δεν μπορεί να αποτελέσει ιδιαίτερο λόγο ανησυχίας για την καλή οικολογική κατάσταση του οικοσυστήματος.

Οι εμπειρίες που αποκομίσαμε, μαθητές και καθηγητές, ήταν πολύ ενδιαφέρουσες και σημαντικές, τόσο με τη κατασκευή του Hydrobot, και των αισθητήρων, με τη χρήση τους , τη λήψη των μετρήσεων στο πεδίο, όσο και με τη επεξεργασία των μετρήσεων και την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Οι συνεργασίες με το Ίδρυμα Ευγενίδου, αλλά και με τους καθηγητές του Πανεπιστημίου Αιγαίου με τη μεγάλη τους πείρα, είναι πολύτιμες.

Πρόθεση μας είναι να συναντηθούμε όλη η ομάδα με τη Διεύθυνση της ΔΕΗ, προκειμένου να την ενημερώσουμε για την εργασία μας και να καταθέσουμε τα συμπεράσματα μας.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές τόσο του Πανεπιστημίου Αιγαίου για τη πολύτιμη βοήθεια όσο και τους καθηγητές του σχολείου μας που μας βοηθούν καθημερινά να αναπτύξουμε τις δεξιότητες και τα ταλέντα μας και ειδικότερα τους επιβλέποντες καθηγητές μας που μας έδωσαν τις ευκαιρίες, τα ερεθίσματα αλλά και τις δυνατότητες να ασχοληθούμε με ενδιαφέροντα θέματα όχι μόνο μέσω των βιβλίων στη τάξη, αλλά στο φυσικό περιβάλλον και στη καθημερινότητα. Επίσης οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μας που στηρίζουν τις επιλογές μας, και για τη διακριτική παρουσία δίπλα μας.

Βιβλιογραφία

[1] Ματσαγγούρας, Η. (2007). Σχολικός Εγγραμματισμός. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

[2] Γ. Μπαμπασίδης, Π. Ανδριάνας, Ρ. Ίλτσιου, Κ. Καμπούρης, Ν. Καρτεράκης,

[3] Κ. Κουντούρης , Η. Οικονομάκος , Β. Ορφανάκης, Μ. Ορφανάκης, Π. Πούτος,

[4] Γ. Σκαπέτης, Α. Τζίνης , Β. Παπακωνσταντίνου1 , Α. Πιπερίδης1 , Θ.Κελέσογλου : Η Ρομποτική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Project Hydrobot/Hydrosensor, (5th Conference on Informatics in Education – Η Πληροφορική στην εκπαίδευση (5th CIE 2013).
[5] Αδαμαντιάδου Σμ, Γεωργάτου Μ, ΓιαπιτζάκηςΧ, Λάκκα Λ, Νοταράς Δ, Φλωρεντίν Ν, Χατζηγεωργίου Γ, Χαντζηκωντή Ολ,: ΒΙΟΛΟΓΙΑ Γενικής Παιδείας, Γ' Ενιαίου Λυκείου (βιβλίο μαθητή), ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., ΑΘΗΝΑ 2015.
[6] Bohm, H., & Jensen, V. (1997). Build Your Own Underwater Robot and Other Wet Projects (6th ed.): Westcoast Words.
[7] Β. Νούσης, Β. Νούση : Ο Arduino στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, (5th Conference on Informatics in Education – Η Πληροφορική στην εκπαίδευση (5th CIE 2013). [7] Perkel J. M., 2014, in Scienc26 Sep 2014: Vol. 345, Issue 6204, pp. 1638 DOI: 10.1126/science.345.6204.1638-d (Διαθέσιμο on line: http://science.sciencemag.org/content/345/6204/1638.4, προσπελάστηκεστις 27/02/2017).
[8] RodriguezE., (2016).Ethical Issues in Genome Editing using Crispr/Cas9 System. J Clin Res Bioeth7:2 .(Διαθέσιμοonline: https://www.omicsonline.org/open-access/ethical-issues-in-genome-editing-using-crisprcas9-system-2155-9627-1000266.pdfπροσπελάστηκεστις 27/02/2017).
[8] Sapranauskas, R., Gasiunas, G., Fremaux, C., Barrangou, R., Horvath, P., and Siksnys, V. (2011). The Streptococcus thermophilus CRISPR/Cas system provides immunity in Escherichia coli. Nucl. Acids Res. 39, p.9275-9282.
[9] Yourgenome, 2016.(Διαθέσιμο on line: http://www.yourgenome.org/facts/what-is-crispr-cas9προσπελάστηκε στις 27/02/2017).
[10] Vyas, V. K., Barrasa, M. I. & Fink, G. R.(2015).A Candida albicans CRISPR system permits genetic engineering of essential genes and gene families. Science Advances, 1.
ZhangF., 2014, in Science26 Sep 2014:Vol. 345, Issue 6204, pp. 1638, DOI: 10.1126/science.345.6204.1638-d . (Διαθέσιμο on line: http://science.sciencemag.org/content/345/6204/1638.4, προσπελάστηκε στις 27/02/2017).