

## Πολεμικό μέσο μεταφοράς: τα υποβρύχια

<sup>1</sup>Μαρκουδής Βαγγέλης, <sup>1</sup>Παπαδόπουλος Αναστάσιος, <sup>1</sup>Σουλιάδης Δημήτρης, <sup>1</sup>Τουμανίδης Σάββας, <sup>1</sup>Τσαγκαρόπουλος Ιορδάνης, <sup>1</sup>Χατζόπουλος Αλέξανδρος  
<sup>1</sup>Λύκειο Αριστοτελείου Κολλεγίου  
[lykeio@aristotelio.edu.gr](mailto:lykeio@aristotelio.edu.gr)

<sup>1</sup>Δρ. Κοκκίνου Ελένη  
<sup>1</sup>Καθηγήτρια Φυσικός – Πληροφορικός, Αριστοτέλειο Κολλέγιο  
[ekokkinou@gmail.com](mailto:ekokkinou@gmail.com)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο βυθός της θάλασσας κρύβει πολλά μυστικά μέσα του. Ένα από τα μέσα διερεύνησης των μυστικών αυτών είναι το υποβρύχιο. Το κύριο ερώτημα που τέθηκε από την ομάδα μας είναι το πώς τα υποβρύχια μπορούν να βυθίζονται και παράλληλα να ταξιδεύουν κάτω από την επιφάνεια του νερού. Η εργασία αυτή ασχολείται με τη λειτουργία του ραντάρ και του σόναρ και με την χρήση αυτών, αφού αποτελούν τα κύρια «εργαλεία» των υποβρυχίων όταν βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του νερού. Παράλληλα, στην εργασία αναφέρονται και άλλες προϋποθέσεις που πρέπει να τηρεί ένα υποβρύχιο όπως για παράδειγμα η διατήρηση του αέρα και η διατήρηση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτό. Επιπρόσθετα, η εργασία ασχολείται και με τον θεωρητικό τομέα των υποβρυχίων δηλαδή την ιστορία τους. Έτσι, στο διαδίκτυο αναζητήσαμε βασικές πληροφορίες για τα υποβρύχια. Στην συνέχεια, για να επιβεβαιώσουμε τα στοιχεία που βρήκαμε, πραγματοποιήσαμε μερικά πειράματα. Το σημαντικότερο πείραμα που διεξήγαμε σχετίζεται με την άνωση και με την Αρχή του Αρχιμήδη και σκοπό είχε να δείξει τις περιπτώσεις που εφαρμόζεται η άνωση. Σε αυτό συμβάλλει επίσης η συνθήκη πλεύσης των υποβρυχίων. Έτσι, μέσω του πειράματος αυτού επιβεβαιώσαμε την θεωρία σχετικά με την βύθιση των υποβρυχίων. Εκτός αυτών, διεξήγαμε συνέντευξη σε έναν άνθρωπο ο οποίος εργάζεται στα ελληνικά υποβρύχια. Το τελευταίο ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήσαμε στην εργασία αυτή, ήταν τα ερωτηματολόγια τα οποία μοιράστηκαν σε εφήβους κυρίως και τους τέθηκαν μερικά βασικά ερωτήματα που αφορούν γενικά τα υποβρύχια, όπως για παράδειγμα αν γνωρίζουν πόσα ελληνικά υποβρύχια έχει η Ελλάδα στην κατοχή της, ή αν γνωρίζουν πόσες ώρες είναι δυνατόν να διατηρηθεί το οξυγόνο μέσα σε ένα υποβρύχιο. Συμπερασματικά, τα υποβρύχια αποτελούν μια κατηγορία ιδιαίτερων οχημάτων και πολύ ενδιαφερόντων που αξίζει όλοι να γνωρίζουν για αυτά.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** υποβρύχιο, σόναρ, ραντάρ, συνθήκη πλεύσης

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

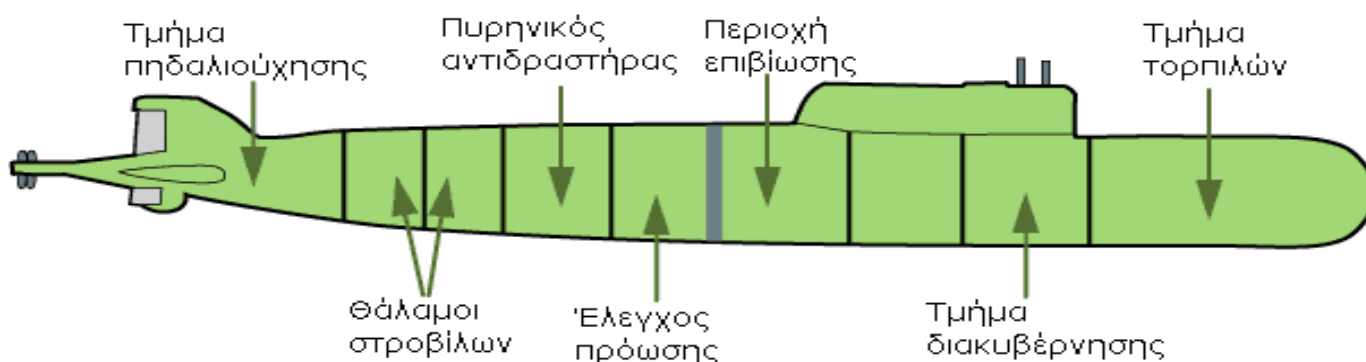
Ένα ιδιαίτερα σημαντικό θαλάσσιο πολεμικό μέσο που διαθέτουν οι σύγχρονες χώρες του σήμερα είναι το υποβρύχιο. Το υποβρύχιο είναι ένα πολεμικό αλλά ταυτόχρονα και μεταφορικό μέσο (του στρατού) το οποίο διερευνά τον βυθό της θάλασσας. Παρ' όλο που είναι πολύ ακριβό κάθε χώρα είτε ισχυρή είτε και λίγο πιο αδύνατη διαθέτει στο πολεμικό της προϋπολογισμό ένα υποβρύχιο. Τα υποβρύχια είναι πολύπλοκες μηχανές. Κατασκευάστηκαν μόνο όταν οι επιστήμες και η τεχνολογία προχώρησαν πάρα πολύ. Για αυτόν τον λόγο έχουν και πολλά πλεονεκτήματα, όπως :

- Λειτουργούν σχεδόν αθόρυβα.
- Κινούνται πολύ γρήγορα και σε πολύ μεγάλο βάθος.
- Δεν χρειάζονται ανεφοδιασμό για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα επειδή κρατάνε τα καύσιμα για χρόνια.
- Μεταφέρουν ένα μεγάλο αριθμό από αμυντικά και επιθετικά όπλα.

Εκτός όμως από όλα αυτά τα θετικά υπάρχουν και ορισμένα αρνητικά στο υποβρύχιο ειδικά όταν σ' αυτό δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα, όπως :

- Οι πλημμύρες του υποβρυχίου.
- Η χρήση του οξυγόνου που θα πρέπει να περιοριστεί.
- Μπορούν να παραχθούν επικίνδυνες, τοξικές επιδράσεις λόγω της αύξησης των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα.
- Και τέλος αν η μπαταρία του εξαντληθεί τότε το σύστημα θέρμανσης θα αποτύχει και τότε θα πέσει η θερμοκρασία του.

**Σχήμα 1:** Τα μέρη ενός υποβρυχίου.




Τα υποβρύχια παράλληλα έχουν και διάφορες άλλες λειτουργίες. Αυτές είναι το ραντάρ και το σόναρ. Το ραντάρ γενικά είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείτε γύρω μας, αν και είναι «αόρατο». Το χρησιμοποιούμε συνήθως για να εντοπιστεί η παρουσία ενός αντικειμένου, η ταχύτητα του αντικειμένου και τέλος για την χαρτογράφηση τοπίων. Ο σκοπός των συστημάτων σόναρ είναι ο εντοπισμός/ανίχνευση, αναγνώριση/ταξινόμηση και παρακολούθηση υποβρυχίων σκαφών και διαφόρων αντικειμένων, η ακουστική χαρτογράφηση/τομογραφία του βυθού, η ναυτιλία πλοίων επιφανείας και υποβρυχίων καθώς επίσης οι υποθαλάσσιες επικοινωνίες & τηλεμετρία. Τέλος όλες αυτές οι λειτουργίες δεν θα υπήρχαν αν δεν υπήρχε η αρχή του Αρχιμήδη η οποία καθορίζει ότι: «κάθε σώμα βυθισμένο σε ένα ρευστό δέχεται άνωση ίση με το βάρος του ρευστού το οποίο εκτοπίζει». Μαθηματικά η Άνωση (A) μπορεί να εκφραστεί με τον τύπο:  $A = \rho g V$ . Όταν ένα σώμα βρεθεί μέσα σε ένα υγρό θα παρατηρηθούν δύο κύριες δυνάμεις, το βάρος του σώματος και η ασκούμενη σ' αυτό άνωση. Ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνουν αυτές οι δυνάμεις διακρίνονται σε τρεις περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση όταν το βάρος του σώματος είναι μεγαλύτερο της άνωσης τότε βυθίζεται. Στην δεύτερη περίπτωση όταν το βάρος είναι ίσο προς την άνωση τότε το σώμα θα αιωρείται στο υγρό. Κλείνοντας, στην τρίτη περίπτωση το βάρος του σώματος είναι μικρότερο της ασκούμενης σ' αυτό άνωσης δηλαδή το σώμα θα επιπλεύσει.


## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την καταγραφή και την αξιολόγηση των απαιτούμενων στοιχείων χρησιμοποιήσαμε αξιολογικά μεθοδολογικά μέσα. Αρχικά, για να συλλέξουμε πληροφορίες και εικόνες για τις

δράσεις που μας δόθηκαν, βασιστήκαμε σε καιρίες και έγκυρες πηγές του διαδικτύου, με τις οποίες αποκτήσαμε περαιτέρω γνώσεις και μας βοήθησαν στην καλύτερη επεξήγηση-ανάπτυξη του θέματος. Στο κάθε μέλος της ομάδας μας ανατέθηκαν οι εργασίες με βάση το ποιος θα μπορούσε να αποσπάσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα από το διαδικτυο εγκυκλοπαίδειες κλπ. Στην συνέχεια, δημιουργήσαμε ερωτηματολόγια τα οποία μοιράσαμε σε μαθητές του σχολείου ενώ είχαν σκοπό να μάθουμε τι γνώσεις έχουν τα παιδιά που αφορούν τα υποβρύχια. Ιδιαίτερη ερώτηση στο ερωτηματολόγιο αποτέλεσε η «Γνωρίζετε πόσα υποβρύχια έχει η Ελλάδα στην κατοχή της;». Εξίσου όμως σημαντική ήταν η ερώτηση «Γνωρίζετε πόσες ώρες είναι δυνατόν να διατηρηθεί το οξυγόνο στο υποβρύχιο;» που υπήρχαν πολυάριθμες και διαφορετικές απαντήσεις.

## Σχήμα 2: Ερωτηματολόγιο.



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ - ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ**  **ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ-ΓΥΜΝΑΣΙΟ-ΛΥΚΕΙΟ**

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ**

**ΘΕΜΑ: Πολεμικό μέσο μεταφοράς: τα υποβρύχια**

Μαρκούδης Βαγγέλης, Παπαδόπουλος Αναστάσιος, Σουλιώδης Δημήτρης, Τουμανιώδης Σάββας, Τσαγκαροπούλου Ιορδάνης, Χατζόπουλος Αλέξανδρος

**ΦΥΛΟ:**  
**ΗΛΙΚΙΑ:**

1. Έχετε δει υποβρύχιο;  
A. Ναι  
B. Όχι
2. Ξέρετε πόσα υποβρύχια έχει η Ελλάδα στην κατοχή της;  
A. 8  
B. 13  
C. 18
3. Γνωρίζετε πόσες ώρες είναι δυνατόν να διατηρηθεί το οξυγόνο στο υποβρύχιο;  
A. 24 ώρες  
B. 48 ώρες  
C. 3 ημέρες  
D. 1 εβδομάδα
4. Πιστεύετε ότι το ραντάρ και το σόναρ έχουν την ίδια χρήση;  
A. Ναι  
B. Όχι
5. Θα συμπεριλαμβάνατε στα μελλοντικά σας σχέδια για επαγγελματική αποκατάσταση την εργασία σε υποβρύχιο;  
A. Ναι  
B. Όχι

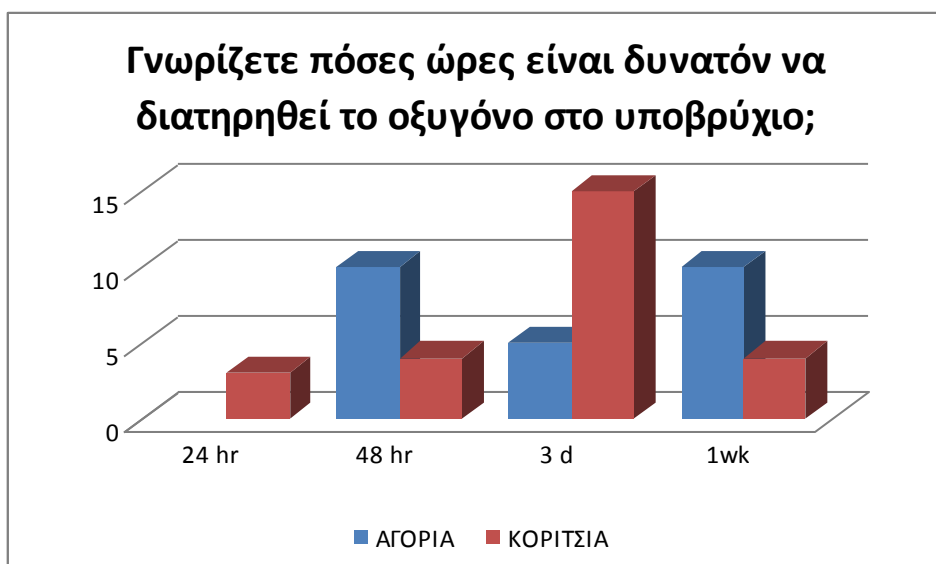
Από την άλλη πλευρά, προσανατολιστήκαμε στον τομέα των συνεντεύξεων. Ειδικότερα, για να διευρύνουμε τους γνωστικούς μας ορίζοντες όσον αφορά τα υποβρύχια ήταν πήραμε συνεντεύξεις από εργαζόμενους στο υποβρύχιο «Παπανικολής» -που αποτελεί ένα από τα ελληνικά υποβρύχια- και μία ακόμη συνέντευξη από έναν εργαζόμενο του σχολείου στο οποίο φοιτούμε που έχει εξειδικευμένες γνώσεις σε ότι σχετίζεται με τα υποβρύχια. Οι ερωτήσεις που έγιναν, είχαν σκοπό στο να αποσπάσουμε περισσότερες πληροφορίες γύρω από τα υποβρύχια. Σημαντική ήταν η ερώτηση «Ποια πιθανά προβλήματα μπορεί να προκαλέσει ένα υποβρύχιο στον άνθρωπο;» αλλά και η «Χρησιμοποιούνται οι ίδιες τεχνικές πλεύσης από το πρώτο υποβρύχιο ως τώρα;». Έπειτα θεωρήσαμε χρήσιμο να πραγματοποιήσουμε ένα πείραμα έτσι ώστε κατά την διάρκεια της τελικής παρουσίασης να

υπάρχει ένα παράδειγμα στο οποίο όλοι οι ακροατές να βλέπουν και σε συνδυασμό με την εργασία και το πείραμα να υπάρχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα κατανόησης της εργασίας στο κοινό.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

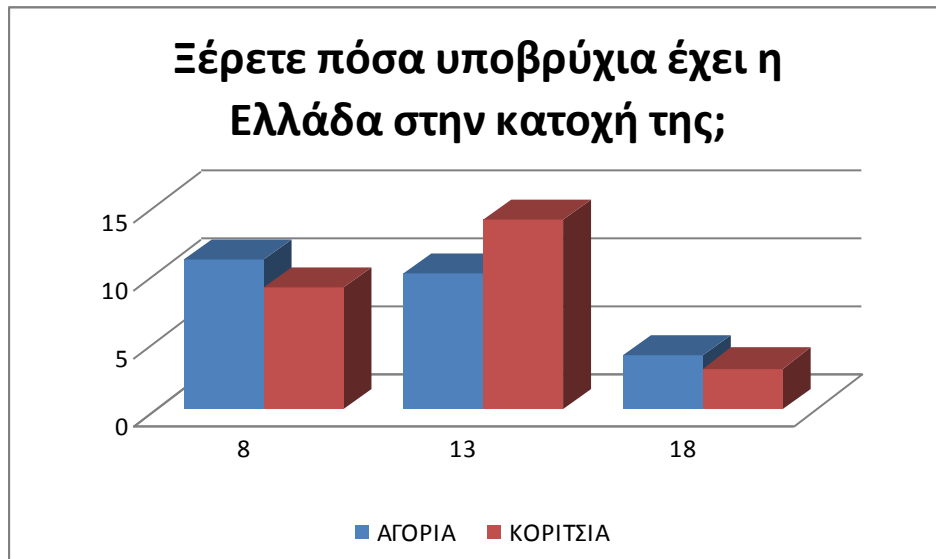
Ύστερα από τις έρευνες που διεξήχθησαν και μετά από την χρονοβόρα εύρεση και αξιολόγηση των απαντήσεων των ερωτηθέντων καταλήξαμε στα αποτελέσματα που καταγράφονται παρακάτω. Αρχικά, μέσα από την χρήση του διαδικτύου, χρησιμοποιώντας καίριες και έγκυρες πηγές, εντοπίσαμε πληθώρα θετικών αλλά και αρνητικών στοιχείων για τα υποβρύχια. Τα κυριότερα ίσως θετικά στοιχεία των υποβρυχίων είναι πως δεν χρειάζονται ανεφοδιασμό για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα επειδή κρατάνε τα καύσιμα για χρόνια. Παρόλα αυτά, είναι χρήσιμο να τονιστούν και τα προβλήματα ενός υποβρυχίου. Το κυριότερο ίσως πρόβλημα που μπορεί να προκαλέσει ένα υποβρύχιο στον άνθρωπο είναι πρόβλημα υγείας και συγκεκριμένα μπορεί να προκαλέσει αύξηση της πίεσης του αίματος στις φλέβες και αυτό να έχει ως αποτέλεσμα μέχρι και το θάνατο. Εκτός αυτού, μπορούν να παραχθούν επικίνδυνες, τοξικές επιδράσεις λόγω της αύξησης των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα.

**Σχήμα 3:** Γνωρίζετε πόσες ώρες είναι δυνατόν να διατηρηθεί το οξυγόνο στο υποβρύχιο;



Επιπλέον, προσφύγαμε στην δημιουργία ερωτηματολογίων που αφορούν κυρίως στο να μάθουμε τι είδους γνώσεις έχει η νέα γενιά σχετικά με τα υποβρύχια. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατανοήσαμε πως ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των νέων κατέχουν βασικές γνώσεις περί υποβρυχίων. Χαρακτηριστική ερώτηση αποτέλεσε «Γνωρίζετε πόσες ώρες είναι δυνατόν να διατηρηθεί το οξυγόνο στο υποβρύχιο;» στην οποία οι περισσότεροι ερωτηθέντες απάντησαν πως το οξυγόνο μπορεί να διαρκέσει έως τρεις μέρες, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό απάντησε πως μπορεί να διαρκέσει έως δύο μέρες. Εξίσου σημαντική ερώτηση όμως, αποτέλεσε «Ξέρετε πόσα υποβρύχια έχει η Ελλάδα στην κατοχή της;» όπου το μεγαλύτερο ποσοστό των νέων απάντησε πως η Ελλάδα έχει 13 υποβρύχια στην κατοχή της.

Σχήμα 4: Ξέρετε πόσα υποβρύχια έχει η Ελλάδα στην κατοχή της;



Στη συνέχεια, σημαντικές έρευνες αποτέλεσαν οι συνεντεύξεις σε ανθρώπους, γνωστικά καταρτισμένους στον τομέα των υποβρυχίων από τους οποίους ενημερωθήκαμε για το τι είδους προβλήματα προκαλούν τα υποβρύχια στον άνθρωπο και κυρίως, αν όντι δεν χρησιμοποιούνται οι ίδιες τεχνικές πλεύσης σήμερα με αυτές που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα. Επιπλέον, μάθαμε πως τα υποβρύχια είναι φιλικά προς το περιβάλλον, οπότε δεν το μολύνουν. Επίσης, ρωτώντας και μαθαίνοντας, πληροφορηθήκαμε πως χρειάζονται ειδικές εξετάσεις υγείας, αλλά και ειδικές εξετάσεις γνώσεων έτσι ώστε να μπορέσει να εργαστεί σε ένα υποβρύχιο.

Επίσης, η εργασία αυτή ασχολείται με τον ορισμό και την επεξήγηση των εργαλείων ραντάρ και σόναρ. Το ραντάρ είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται γύρω μας, αν και είναι «αόρατο».

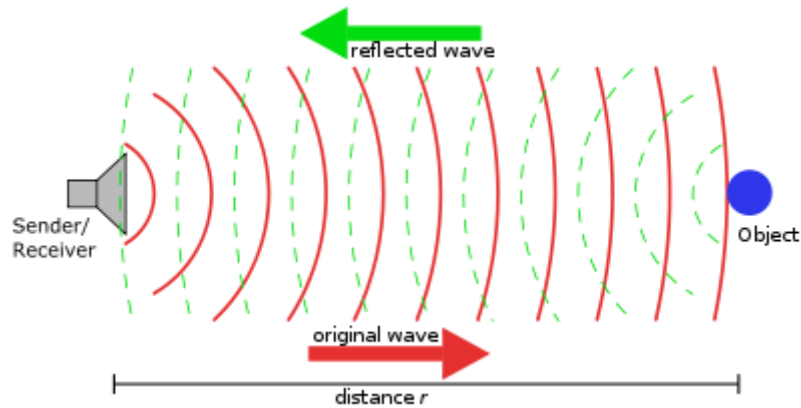
Όταν οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το ραντάρ, συνήθως προσπαθούν να επιτύχουν ένα από τα τρία πράγματα:

- Να εντοπίσουν την παρουσία ενός αντικειμένου από απόσταση –συνήθως το «κάτι κινείται, σαν αεροπλάνο, αλλά το ραντάρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό αντικειμένων θαμμένα στην Γη. Σε κάποιες περιπτώσεις, το ραντάρ μπορεί να αναγνωρίσει και ένα αντικείμενο, π.χ. μπορεί να αναγνωρίσει τον τύπο του αεροσκάφους που εντόπισε.
- Να εντοπίσουν την ταχύτητα ενός αντικειμένου- Αυτός είναι ο λόγος που η αστυνομία χρησιμοποιεί ραντάρ.
- Να χαρτογραφήσουν κάτι. Το διαστημικό λεωφορείο και οι δορυφόροι χρησιμοποιούν κάτι που ονομάζεται **ραντάρ συνθετικού διαφράγματος** για να δημιουργήσουν λεπτομερείς τοπογραφικούς χάρτες της επιφάνειας των πλανητών και των φεγγαριών.

Όλες αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να επιτευχθούν με την χρήση δύο πραγμάτων που μπορεί να σας είναι οικεία από την καθημερινή μας ζωή: την ηχώ και την μετατόπιση Doppler. Αυτές οι δύο έννοιες είναι εύκολο να γίνουν κατανοητές στην πραγματικότητα του

ήχου διότι τα αυτιά σας ακούν την ηχώ και την μετατόπιση Doppler καθημερινώς. Το ραντάρ χρησιμοποιεί τις ίδιες τεχνικές με την χρήση ραδιοκυμάτων.

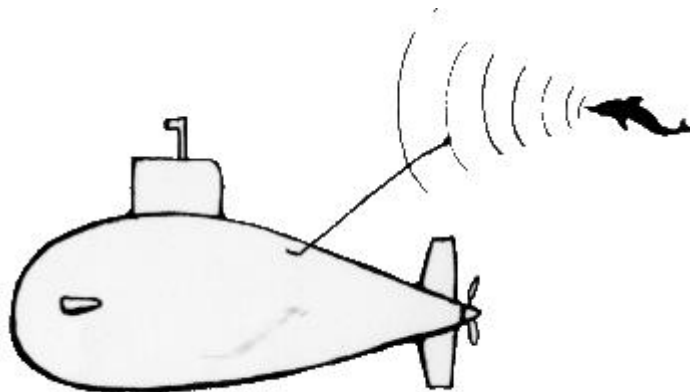
Σχήμα 5: Κύματα ήχου.



Τα ηχοεντοπιστικά συστήματα sonar (sound navigation and ranging) είναι ηλεκτροακουστικές συσκευές που εκμεταλλεύονται τη διάδοση των κυμάτων ηχητικής ενέργειας μέσα στη θάλασσα μάζα, όπως ακριβώς τα συστήματα ραντάρ και ηλεκτρονικού πολέμου εκμεταλλεύονται τη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ατμόσφαιρα και γενικότερα στον ελεύθερο χώρο. Ο σκοπός των συστημάτων sonar είναι ο εντοπισμός/ανίχνευση, αναγνώριση/ταξινόμηση και παρακολούθηση υποβρυχίων σκαφών και διαφόρων αντικειμένων, η ακουστική χαρτογράφηση/τομογραφία του βυθού, η ναυτιλία πλοίων επιφανείας και υποβρυχίων καθώς επίσης οι υποθαλάσσιες επικοινωνίες και τηλεμετρία.

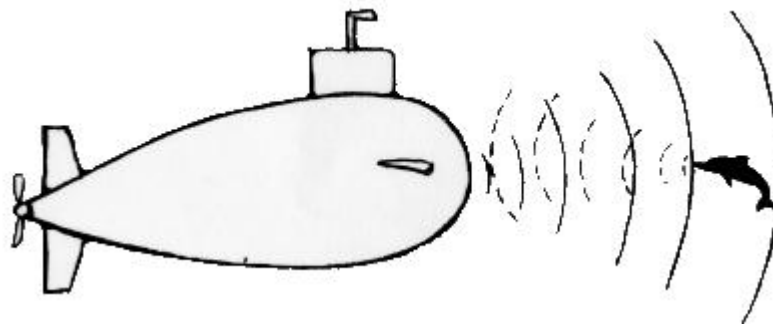
Σχήμα 6: Ραντάρ-Σόναρ.

PASSIVE SONAR picks up sounds using electronic listening equipment.



A target can be detected by the noise it makes from its machinery, the propeller, or the sound of the water passing around the vessel as it travels.

ACTIVE SONAR produces and emits a burst of sound or a "ping."



This is reflected back when it hits an object and is registered as a "blip" on a screen. Active SONAR sends and receives sound transmissions. There is a danger that enemy SONAR will detect the ping.

Τέλος, διεξήγαμε ένα πείραμα, το οποίο μας βοήθησε να κατανοήσουμε την συνθήκη πλεύσης ενός υποβρυχίου. Αρχικά, τοποθετήσαμε ένα αυγό μέσα σε ένα δοχείο με νερό και είδαμε ότι αυτό βυθίζεται. Έπειτα, ρίξαμε συνεχώς αλάτι μέσα στο νερό και το ανακατέψαμε, ώστε να διαλυθεί πλήρως. Παρατηρήσαμε πως το αυγό ανερχόταν προς την επιφάνεια και ένα μέρος του βγήκε έξω από το νερό. Η ερμηνεία αυτού του πειράματος είναι πως καθώς προσθέτουμε αλάτι, αυξάνεται συνεχώς η πυκνότητα του αλατόνευρου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η άνωση που δέχεται το αυγό. Κάποια στιγμή η άνωση θα γίνει μεγαλύτερη από το βάρος του αυγού, οπότε αυτό θ' αρχίσει να ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Ένα μέρος του αυγού βγαίνει από το νερό, οπότε ο όγκος του που είναι βυθισμένος στο αλατόνευρο ελαττώνεται, άρα και η άνωση που δέχεται ελαττώνεται επίσης. Το αυγό συνεχίζει να βγαίνει από το νερό μέχρις ότου η άνωση γίνει ίση με το βάρος του, οπότε το αυγό ισορροπεί με ένα μέρος του έξω από τα αλατόνευρο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη μας οδηγούμαστε σε μια σειρά από πολύ ενδιαφέροντα αλλά και χρήσιμα συμπεράσματα, που θα τα παραθέσουμε σ' αυτήν την ενότητα. Η μελέτη έγκυρων πηγών μέσω του διαδικτύου μας οδήγησε στο αρχικό συμπέρασμα πως το υποβρύχιο είναι ένα σπουδαίο «μεταφορικό» μέσο που αξίζει κανείς να ερευνήσει αλλά και να γενικά να γνωρίζει για αυτό. Επιπλέον, είναι ένα μέσο το οποίο έχει αδιάρρηκτη σχέση με το βυθό της θάλασσας καθώς έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ανεύρεση πληθώρας στοιχείων που βοήθησαν στην κατανόηση των «μυστηρίων» του βυθού της θάλασσας.

Η μελέτη των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο που συντάξαμε και διανείμαμε σε παιδιά του σχολείου μας, μας αποκάλυψε ότι περίπου το 50% των νέων κατέχουν τις βασικές γνώσεις γύρω από τα υποβρύχια ενώ το άλλο μισό γνωρίζει ελάχιστα για αυτά.

Οι συνεντεύξεις από υπεύθυνους υπαλλήλους που εργάζονται σε υποβρύχια μας πληροφόρησαν σχετικά με τις κυριότερες χρήσεις των υποβρυχίων, τις ικανότητες που πρέπει να έχει κάποιος ώστε να εργαστεί εκεί και μας ενημέρωσαν σχετικά με τα θετικά ενός υποβρυχίου αλλά και με τα αρνητικά αυτού.

Τέλος, από το πείραμα που διεξήγαμε συμπεράναμε πως η άνωση εξαρτάται και από την πυκνότητα του υγρού μέσα στο οποίο είναι βυθισμένο το σώμα. Όταν ρίξαμε αλάτι,

αυξήθηκε η πυκνότητα του νερού άρα αυξήθηκε η άνωση και το αβγό αναδύθηκε και τελικά μπόρεσε να επιπλεύσει.

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν να γνωστοποιήσει βασικά θέματα που αφορούν τα υποβρύχια και να εξοικειώσει τους νέους με αυτά. Επέκταση αυτού είναι και το πείραμα που διεξάχθηκε για την καλύτερη κατανόηση της βύθισης και ανύψωσης του υποβρυχίου στην θάλασσα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Marshall Brain
- Craig Freudenrich, Ph.D.
- Wikipedia
- Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, Απρίλιος 2011
- Σάγος, Μαλαχίας, "Αρχές υδροακουστικής και συστημάτων SONAR"<http://www.papasotiriou.gr/product.gbook.asp?pfid=512200&prid=200625>, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, Αθήνα 2003
- BBC 16 Φεβρουαρίου (2009)
- KONGSBERG 29.6.2011
- Mary Bellis
- US Navy website