

ΚΩΔΙΚΟΣ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ: 5.5

Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Γεράσιμος Βαβάσης, Ρενιέρη 28, 111 43 Αθήνα, 210-2510672, 210-5061821, mvavasis@hol.gr

Χάρης Κοντοές, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Π. Πεντέλη, 15236 Αθήνα, 210-8109186
kontoes@space.noa.gr

Βύρων Νάκος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Τοπογράφων Μηχανικών, Ηρώων
Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου, 210-7722733, bnakos@central.ntua.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτελεί ουσιαστικά μία πρόταση, ώστε η πληροφορική και τα δεδομένα των δορυφορικών συστημάτων παρακολουθήσεως της γήινης επιφάνειας να χρησιμοποιηθούν και από τη μαθητική κοινότητα σε θέματα περιβάλλοντος και ειδικότερα του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Αυτό επιτυγχάνεται ακολουθώντας τις διαδικασίες, που απαιτούνται από την διεύθυνση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Δ/ση Βθμιας Εκπ/σης) γενικά, αλλά και την διεύθυνση του σχολείου ειδικά. Επιπλέον γίνεται προσπάθεια προσέγγισης της συγκεκριμένης τεχνολογίας (δορυφορική τηλεπισκόπηση) σε βασικά χαρακτηριστικά και στοιχεία της, καθώς επίσης και προσδιορισμού του τρόπου, με το οποίο οι περιβαλλοντικές ομάδες των σχολείων θα εκμεταλλευτούν και θα χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που προκύπτουν από την επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων.

Εισαγωγή

Η γη προσφέρει αγαθά, φυσικούς πόρους και διαθέσιμα απαραίτητα για τη διατήρηση του ανθρώπινου είδους, καθώς και του ζωικού και φυτικού κόσμου που μας περιβάλλει. Η προσφορά αυτή όμως έχει όρια και επομένως απαιτείται η κατάλληλη διαχείρισή τους. Η συνεχής αύξηση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων οδηγούν σε υποβάθμιση και, αν δεν ληφθούν μέτρα, σε καταστροφή του περιβάλλοντος.

Η εργασία αυτή προσφέρει, στα πλαίσια της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, την δυνατότητα στην εκπαιδευτική και μαθητική κοινότητα, χρήσης ενός πρόσθετου μέσου στην προσπάθειά της να δραστηριοποιηθεί σε θέματα σωστής διαχείρισης και προστασίας περιβάλλοντος και ειδικότερα του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Αναφέρονται οι διαδικασίες τις οποίες πρέπει να ακολουθήσουν οι εκπαιδευτικοί που επιθυμούν να υλοποιήσουν προγράμματα περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων, καθώς και το πλαίσιο συνεργασίας της περιβαλλοντικής ομάδας με Ανώτατα και Ερευνητικά Επιστημονικά ιδρύματα, ώστε να αξιοποιηθούν κατάλληλα οι νέες τεχνολογίες και συγκεκριμένα η δορυφορική τηλεπισκόπηση.

Προσεγγίζεται η συγκεκριμένη τεχνολογία παρακολουθήσεως της γήινης επιφάνειας σε βασικά χαρακτηριστικά και στοιχεία της: ποιος είναι ο σκοπός της, ποια είναι τα πλεονεκτήματα που προσφέρει στην επιστημονική κοινότητα, με ποιο τρόπο συλλέγονται, επεξεργάζονται και αξιολογούνται τα δορυφορικά δεδομένα, ώστε να χρησιμοποιηθούν σωστά.

Γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού του τρόπου, με το οποίο οι περιβαλλοντικές ομάδες των σχολείων θα εκμεταλλευτούν και θα χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που προκύπτουν από την επεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων.

Μεθοδολογία

1. Σχεδιασμός και υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων

Σκοπός της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον του, να ευαισθητοποιηθούν για τα προβλήματα που συνδέονται με αυτό και να δραστηριοποιηθούν, με ειδικά προγράμματα, ώστε να συμβάλλουν στη γενικότερη προσπάθεια αντιμετώπισής τους.

Με την έναρξη του σχολικού έτους ο Διευθυντής του σχολείου ενημερώνει τους εκπαιδευτικούς για τις δυνατότητες ανάπτυξης και εφαρμογής προγραμμάτων σχολικών δραστηριοτήτων. Οι καθηγητές που επιθυμούν να υλοποιήσουν κάποιο πρόγραμμα, αφού συγκροτήσουν την εθελοντική μαθητική ομάδα, επιλέγουν σε συνεργασία με τους μαθητές το θέμα του προγράμματος και προχωρούν στο σχεδιασμό του που περιλαμβάνει τον τίτλο, τα υποθέματα, τους στόχους, το περιεχόμενο, τη

μεθοδολογία, το χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης, τις συνεργασίες καθώς και τις ανάγκες για οικονομική υποστήριξη.

Το πρόγραμμα υποβάλλεται προς έγκριση αρχικά στο σύλλογο των διδασκόντων της σχολικής μονάδας και στη συνέχεια στον προϊστάμενο της οικείας Διεύθυνσης ή του Γραφείου και στους αντίστοιχους Υπεύθυνους της τοπικής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης για την τελική έγκριση. Την ευθύνη του ελέγχου της υλοποίησης του προγράμματος έχουν το αντίστοιχο Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Ε.Π.) του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (ΥΠ.Ε.Π.Θ.) και οι τοπικές Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης δια των υπευθύνων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να έχει δραστηριότητες που έχουν αντικείμενο: α) οικολογικά στοιχεία που αλλοιώνονται, όπως στοιχεία φυσικής οικολογίας, ανθρωπογενούς οικολογίας β) πηγές και αιτίες που προκαλούν οικολογική αλλοίωση και το είδος της αλλοίωσης, όπως τομείς οικονομικής δραστηριότητας, εξέλιξη της ανθρώπινης δραστηριότητας, πόλεμοι, θεομηνίες, χημική-βιολογική ρύπανση ατμόσφαιρας, νερού, εδάφους (ΥΠ.Ε.Π.Θ., Υπουργική Απόφαση Γ2/4867/28-08-1992).

2. Συνεργασίες

Τα Κ.Π.Ε. αφ' ενός και οι τοπικές Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αφ' ετέρου, μπορούν για την υλοποίηση των δράσεών τους, να συνεργάζονται με εκπροσώπους Επιστημονικών και Ερευνητικών Ιδρυμάτων, Κυβερνητικών Φορέων, Επιστημονικές Ενώσεις και μη Κυβερνητικές Οργανώσεις (ΥΠ.Ε.Π.Θ., Υπουργική Απόφαση Γ7/47587/16-058-2003). Τέτοιες δράσεις είναι τα εκπαιδευτικά και επιμορφωτικά προγράμματα, η παρακολούθηση, η υποστήριξη και ο συντονισμός των σχολικών προγραμμάτων, τα θεματικά δίκτυα, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, οι τοπικές και διεθνείς συνεργασίες και τα θερινά σχολεία μαθητών και εκπαιδευτικών. Συντονιστές και υπεύθυνοι υλοποίησης των δράσεων αυτών είναι τα Κ.Π.Ε. και οι τοπικές Διευθύνσεις. Οι άλλοι φορείς συμμετέχουν ως συνεργάτες και υποστηρικτές του όλου προγράμματος.

Για να επιτευχθεί αυτό, οι σχολικές μονάδες, στις οποίες υλοποιούνται προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, με ευθύνη των εκπαιδευτών που έχουν αναλάβει ζητούν, από τα Κ.Π.Ε. την έγκριση για την αξιοποίηση εκπροσώπων των Α.Ε.Ι., Τ.Ε.Ι., Ερευνητικών Ιδρυμάτων, Επιστημονικών Ενώσεων με σκοπό την υποστήριξη των προγραμμάτων τους, τη συζήτηση με ειδικούς, την άντληση πληροφοριών, τη χρήση ενημερωτικού-πληροφοριακού υλικού έντυπης, ηλεκτρονικής ή οπτικοακουστικής μορφής κ.α.

3. Δορυφορική Τηλεπισκόπηση

3.1 Σκοπός και πλεονεκτήματα

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έδωσε τη δυνατότητα για παρατήρηση και παρακολούθηση της γης από το διάστημα, με τη χρήση δορυφόρων, έχοντας σκοπό τη μελέτη του περιβάλλοντος, του παγκόσμιου κλίματος, διάφορων φυσικών φαινομένων αλλά και της επίδρασης των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στον πλανήτη. Η εξερεύνηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από το διάστημα, χρησιμοποιώντας μεθόδους τηλεπισκόπησης μπορεί να αποδώσει μεγάλα οφέλη και για τις επιστημονικές κοινότητες της ωκεανογραφίας, της οικολογίας, καθώς και για τη βιομηχανία και τα συστήματα που σχετίζονται με την θάλασσα τη διαχείριση του περιβάλλοντος γενικότερα.

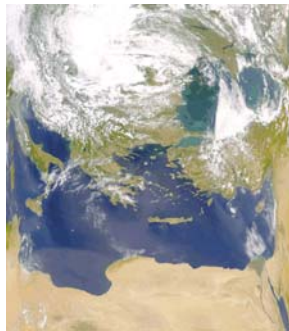
Σήμερα λοιπόν, προηγμένα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου βοηθούν στην έρευνα, μελέτη, πρόληψη και αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων, με πολύπλευρες επιπτώσεις, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη μείωση της στιβάδας του όζοντος, τις εκρήξεις ηφαιστειών, τους σεισμούς, τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Βοηθούν όμως, και στη χρήση εφαρμογών περιορισμένης κλίμακας, όπως τη χαρτογράφηση κάλυψης γης, τις πολεοδομικές και τις περιβαλλοντικές μελέτες, τη καταγραφή καταστροφών, την ανίχνευση πετρελαιοκηλίδων, την παρακολούθηση πάγων, τη πρόληψη και την ανίχνευση πυρκαϊών.

Η «παρακολούθηση» αυτή της γης από το διάστημα ουσιαστικά βασίζεται σε ψηφιακές μετρήσεις της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, σε διάφορες περιοχές του φάσματος, καθώς αυτή εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση και χημική σύσταση του κάθε σώματος, και κατόπιν καταγράφεται από τον δορυφόρο. Η απόδοση της καταγραφής αυτής μπορεί να δώσει όλες τις πληροφορίες που αναφέρονται παραπάνω, συνθέτοντας μια «εικόνα» με πιο οικεία χαρακτηριστικά, όπως φωτεινότητα, αντίθεση, χρώμα, ένταση (Καρτάλης Κ., 1997, Keller R., 2000).

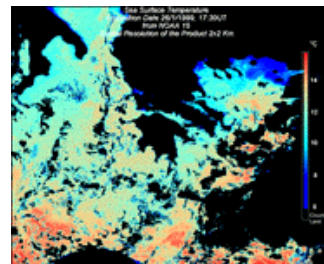
3.2 Γιατί μελετάμε τους ωκεανούς και τις θάλασσες από το διάστημα;

Καλύπτοντας η θάλασσα περίπου το 75% της γήινης επιφάνειας, είναι πολύ σημαντική για τη συνεχή ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη μας. Στηριζόμαστε στους ωκεανούς και στις θάλασσες για πολλά πράγματα, όπως μεταφορές, αναπνοή, απόκτηση ενέργειας, τροφής κλπ. Όταν τα ωκεάνια ρεύματα αλλάζουν, προκαλούν τις αλλαγές στα παγκόσμια καιρικά πρότυπα και μπορούν να προκαλέσουν ξηρασίες, πλημμύρες και θύελλες. Εντούτοις η γνώση για τους ωκεανούς και τις θάλασσες είναι γενικά περιορισμένη. Τα σκάφη, οι ακτές, τα νησιά παρέχουν τις θέσεις από τις οποίες μπορούμε να παρατηρήσουμε και μελετήσουμε τους ωκεανούς. Με αυτό τον τρόπο όμως μπορούμε να εξετάσουμε ένα πολύ μικρό μέρος της συνολικής έκτασης της θάλασσας. Χρειαζόμαστε μια καλύτερη θέση για τη μελέτη των θαλασσών. Και το διάστημα παρέχει αυτή τη θέση.

Σήμερα, η τεχνολογία επιτρέπει την αξιοποίηση δορυφόρων που μας δίνουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε μια μεγάλη περιοχή της γης σε σύντομο χρονικό διάστημα, όπως να ερευνήσουμε έναν ολόκληρο ωκεανό σε λιγότερο από μια ώρα αποφεύγοντας τις ιδιαίτερες συνθήκες και δυσκολίες που πιθανόν να επικρατούν σε αυτόν. Οι δορυφόροι μπορούν να “μελετήσουν” τον καιρό(Εικόνα 1), την επιφάνεια της θάλασσας, μετρώντας τη θερμοκρασία της (Εικόνα 2) ή το ύψος και την κατεύθυνση των κυμάτων, ή ακόμα να “δουν” το χρώμα του ωκεανού και να “παρατηρήσουν” την παγκόσμια θαλάσσια παραγωγικότητα. Οι αλλαγές στο χρώμα του ωκεάνιου ύδατος κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες (μετακίνηση του φυτοπλαγκτού που είναι δείκτης της υγείας της θαλάσσιας ζωής, θερμοκρασία θαλάσσιας επιφάνειας, ύψος κύματος, ρύπανση, καιρικά φαινόμενα κλπ).



Εικόνα 1. Δείγμα δορυφορικής εικόνας. Διακρίνονται πάνω δεξιά τα νερά της Μαύρης Θάλασσας, πλούσια σε φυτοπλαγκτόν και η εισροή αυτών, μέσα από τα στενά των Δαρδανελίων, στο Β. Αιγαίο. Φαίνεται επίσης και η άμμος, που προέρχεται από τη Β. Αφρική, μετακινούμενη βόρεια καλύπτοντας ένα μεγάλο μέρος του ελλαδικού χώρου.



Εικόνα 2. Θερμοκρασιακή κατανομή θαλάσσιας επιφάνειας στον ελλαδικό χώρο. Το μαύρο χρώμα αντιστοιχεί σε στεριά και νέφη.

3.3 Τηλεπισκόπηση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Ο συνδυασμός των θεματικών δράσεων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και των χρήσεων της Τηλεπισκόπησης στο θαλάσσιο ελλαδικό χώρο θα μπορούσε να βρει εφαρμογές σε δύο δορυφορικά συστήματα: α) NOAA /AVHRR (Εικόνα 3) και β) SeaWiFS (Εικόνα 4).

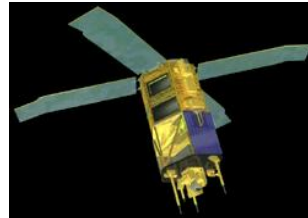
Οι περιβαλλοντικοί και μετεωρολογικοί δορυφόροι NOAA, είναι δορυφόροι ηλιοσύγχρονης πολιτικής τροχιάς της NASA, με μέγιστη διακριτική ικανότητα 1.1 χλμ., αποτελούν ευθύνη του Εθνικού Οργανισμού Ατμόσφαιρας και Ωκεανών (National Oceanic and Atmospheric Administration) και έχουν σκοπό τη μελέτη των ωκεανών, της ξηράς και της ατμόσφαιρας. Η σειρά δορυφόρων NOAA μεταφέρει όργανα, μεταξύ των οποίων και ένα προηγμένο ραδιόμετρο πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) (Cracknell A., 1997) για τον καθορισμό μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασίας, υγρασίας), τη μελέτη του ενεργειακού γήινου ισοζυγίου, τον υπολογισμό της συγκέντρωσης όζοντος και της ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς και τη λήψη εικόνων επιφάνειας (Monaldo F., 1996).

Ο γενικότερος σκοπός του προγράμματος SeaWiFS (Sea-viewing Wide-field-of-view Sensor) είναι η μελέτη θαλάσσιων βιογεω-χημικών παραγόντων και η επίδρασή τους στις παγκόσμιες μεταβολές (Franz B., Ainsworth E., Baily S., 2000). Επειδή ο ρόλος του φυτοπλαγκτού στον κύκλο του άνθρακα

είναι πολύ σημαντικός και συνεπώς και στις παγκόσμιες μεταβολές, το πρόγραμμα SeaWiFS συλλέγει, επεξεργάζεται, και αναλύει κυρίως στοιχεία που σχετίζονται με τα διάφορα είδη φυτοπλαγκτού και ειδικότερα της χλωροφύλλης, συμβάλλοντας έτσι στη μελέτη της μεταβλητότητας της θαλάσσιας πρωτογενούς παραγωγής.



Εικόνα 3. Ο δορυφόρος NOAA /AVHRR



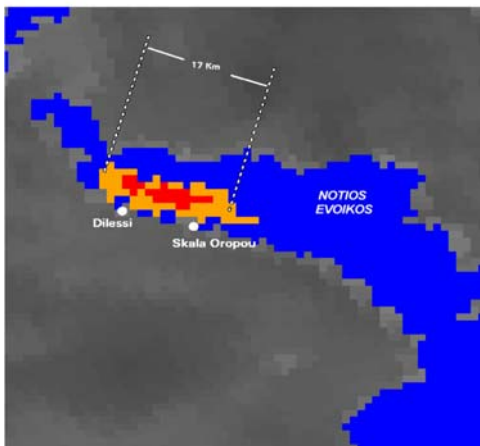
Εικόνα 4. Ο δορυφόρος SeaWiFS

Για την αποτελεσματική αξιολόγηση και χρήση των πληροφοριών των δορυφορικών συστημάτων από την περιβαλλοντική ομάδα είναι απαραίτητη η ανάλογη επιμόρφωση τόσο του υπεύθυνου εκπαιδευτικού όσο και των μαθητών, από τους εκπροσώπους των συνεργαζόμενων Επιστημονικών και Ερευνητικών Ιδρυμάτων, σε θέματα τηλεπισκόπησης γενικά, αλλά και των συγκεκριμένων δορυφορικών προγραμμάτων ειδικά. Αυτό επιτυγχάνεται με ενημερωτικές ημερίδες ή ακόμα και με οργάνωση θερινών σχολείων, ανάλογα με το είδος του προγράμματος που πρέπει να υλοποιηθεί. Επιπλέον πρέπει να τονισθεί ότι για την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος είναι απαραίτητη η συνεχής υποστήριξη της περιβαλλοντικής ομάδας από τους Επιστημονικούς Φορείς που διαθέτουν συγκεκριμένη υλικοτεχνική υποδομή, αλλά και τις γνώσεις για τη συλλογή πληροφοριών και την εξαγωγή συμπερασμάτων από τα δορυφορικά δεδομένα.

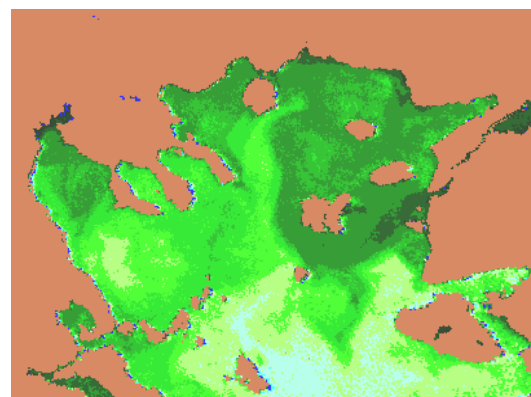
3.4 Συλλογή πληροφοριών

Ανάλογα με την επιλογή του θέματος του περιβαλλοντικού προγράμματος υπάρχει η δυνατότητα χρήσης των δύο αυτών δορυφορικών συστημάτων. Οι πληροφορίες που συλλέγονται είναι τόσο ποσοτικές, αριθμητικές τιμές δηλαδή διαφόρων φυσικών μεγεθών που ενδιαφέρουν, όπως συγκέντρωση χλωροφύλλης (D' Ortenzio, F., Marullo, S., Ragani, M., d' Alcalá, M.R., Santoleri, R., 2002), θερμοκρασίας, πυκνότητας κ.α., όσο και ποιοτικές, δηλαδή μια εικόνα με διαφορετικές χρωματικές αποδόσεις, όπου το κάθε χρώμα να αποκαλύπτει τη παρουσία και τη συγκέντρωση του φυτοπλαγκτού, των αιωρούμενων ανόργανων σωματιδίων, των διαλυμένων οργανικών χημικών ουσιών στο νερό κ.α..

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των ανωτέρων είναι οι εικόνες 5 και 6, που είναι αποτέλεσμα επεξεργασίας των δεδομένων που λαμβάνονται από τα δορυφορικά συστήματα NOAA /AVHRR και SeaWiFS αντίστοιχα.



Εικόνα 5. Πετρελαιοκηλίδα στον Ν. Ευβοϊκό



chl 0.07 0.17 0.25 0.35 1.5 mg/m^3
Εικόνα 6. Συγκέντρωση χλωροφύλλης στο Β. Αιγαίο

Η Εικόνα 5 αποτελεί την επεξεργασία δεδομένων του δορυφόρου NOAA /AVHRR και δείχνει την έκταση μιας πετρελαιοκηλίδας δύο μέρες μετά τη βύθιση του πετρελαιοφόρου EUROBALKER στις 2-9-2000 στο Ν. Ευβοϊκό. Η απόδοσή της σε δύο χρώματα αντιστοιχεί στην πυκνότητά της. Η Εικόνα 6 αποτελεί την επεξεργασία δεδομένων του δορυφόρου SeaWiFS και δείχνει τη συγκέντρωση χλωροφύλλης στο Β. Αιγαίο στις 17-7-2002. Οι αποχρώσεις του πράσινου χρώματος αντιστοιχούν σε τιμές της συγκέντρωσης.

Σειρά από διαδοχικές τέτοιες εικόνες, με τις οποίες αποτυπώνεται η εξέλιξη ενός γεγονότος ή φαινομένου μπορεί να αποδώσει μεγάλα οφέλη, όχι μόνο στην επιστημονική κοινότητα, αλλά και στα μέλη της περιβαλλοντικής ομάδας, τα οποία έχουν την δυνατότητα να βιώσουν, έστω και έμμεσα, ένα τέτοιο γεγονός.

Η εξέλιξη ενός γεγονότος όπως αυτό της θαλάσσιας μόλυνσης είναι προφανές ότι έχει πολύ μεγάλη σημασία. Όταν υπάρχουν πολλά και συνεχή στοιχεία δίνεται η δυνατότητα, ως ένα σημείο, να προβλεφθεί η έκταση, η σοβαρότητα της εξέλιξης του γεγονότος και συνεπώς να υπάρξει προετοιμασία και ετοιμότητα για αντιμετώπιση τέτοιων φαινομένων. Στην περίπτωση της πετρελαιοκηλίδας τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι οι θαλάσσιες και καιρικές συνθήκες, η παράκτια μορφολογία, ύπαρξη ή όχι θαλάσσιων ρευμάτων κλπ.

Στο δεύτερο παράδειγμα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης ειδικά και η ποσότητα με τον τύπο του φυτοπλαγκτού (Εικόνα 7) γενικά, σε μια περιοχή, δίνει την δυνατότητα συμπερασμάτων για την υγεία και τη χημεία της θάλασσας. Συγκρίνοντας δε εικόνες, που λαμβάνονται σε διαφορετικές περιόδους, εξετάζουμε και μελετάμε τις διαχρονικές αλλαγές που γίνονται στις θαλάσσιες περιοχές.

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα από μια τέτοια επιστημονική προσέγγιση περιβαλλοντικών σχολικών δράσεων είναι πολλά και σημαντικά.

Σίγουρα υπάρχουν πολλές απορίες στους μαθητές ή/και σε εκπαιδευτικούς για την ισορροπία του περιβάλλοντος, τις νέες τεχνολογίες και πως αυτές μπορούν να βοηθήσουν σε αυτήν. Ερωτήσεις όπως τι είναι το φυτοπλαγκτόν (NASA (d), 2000) και γιατί είναι τόσο σημαντικό; Πόσο επηρεάζει και τι ρόλο διαδραματίζει στους παγκόσμιους βιογεωχημικούς κύκλους του άνθρακα (C), του οξυγόνου (O₂) και άλλων στοιχείων, σημαντικών για τη θάλασσα και χερσαία ζωή; Πως αυτοί οι μονοκύτταροι οργανισμοί συμμετέχουν στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και έμμεσα στη διαμόρφωση του κλίματος της γης; Πως τα δορυφορικά δεδομένα βοηθούν στη μελέτη και έρευνα του περιβάλλοντος;



Εικόνα 7.: Είδη Φυτοπλαγκτού

Οι απαντήσεις σε όλες αυτές τις απορίες είναι το μεγάλο όφελος των μαθητών και μάλιστα με ενεργό συμμετοχή στις διαδικασίες και στις μεθόδους που οδηγούν στις απαντήσεις αυτές. Επιπλέον τους παρέχονται περισσότερες επιλογές δραστηριοποίησης σε περιβαλλοντικά θέματα, σε τρόπους προσέγγισής τους και αντιμετώπισης των προβλημάτων που δημιουργούνται και προκαλούν οικολογική αλλοίωση.

Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές, μέλη της περιβαλλοντικής ομάδας, να αναπτύξουν πρωτοβουλίες, να οργανώσουν συνεργασίες με άλλα σχολεία, να ενημερώσουν την Τοπική

Αυτοδιοίκηση και τους εμπλεκόμενους Δημόσιους και Ιδιωτικούς Φορείς, να εκδώσουν ενημερωτικά φυλλάδια, να δραστηριοποιηθούν σε ευρωπαϊκά προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και γενικά να προωθήσουν με περισσότερα μέσα και μεγαλύτερη πειστικότητα την άποψή τους για τα περιβαλλοντικά στοιχεία που αλλοιώνονται, για τις πηγές και αιτίες τους.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται πιο άμεσα και με καλύτερα αποτελέσματα ο στόχος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Βοηθούνται οι μαθητές να αποκτήσουν το γνωστικό υπόβαθρο και τον αξιακό προσανατολισμό που απαιτούνται ώστε να έχουν θετικές στάσεις και συμμετοχικές συμπεριφορές για την προστασία της οικολογικής ισορροπίας, της βιωσιμότητας, της ανάπτυξης και της ποιότητας ζωής.

5. Βιβλιογραφία

Καρτάλης Κ.: *Εκπαίδευση και Κατάρτιση στην Δορυφορική Τηλεπισκόπηση*, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Πανεπιστημίου Αθηνών, 1997.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης, 2006:

<http://www.space.noa.gr>

ΥΠ.Ε.Π.Θ., Υπουργική Απόφαση Γ2/4867/28-08-1992

ΥΠ.Ε.Π.Θ., Υπουργική Απόφαση Γ7/47587/16-058-2003

ΥΠ.Ε.Π.Θ., Υπουργική Απόφαση Γ2/57905/04-06-2002

NASA (d), 2002: <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS/TEACHERS>

Keller R: *An Introduction to Remote Sensing*, University of Texas at El Paso, 2000.

Bryan A. Franz, Ewa Ainsworth, Sean Baily: *SeaWiFS vicarious calibration: an alternative approach which makes use of simultaneous in situ observations of oceanic and atmospheric optical properties*, SAIC General Sciences and Futuretech Corporation, Maryland, 2000.

Arthur Cracknell: *The Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)*, University of Dundee, Scotland, p183-185, UK, 1997.

Frank Monaldo: *Primer on the Estimation of Sea Surface Temperature Using TeraScan Processing of NOAA AVHRR Satellite Data*, The Johns Hopkins University, chapter BlackBody Radiation, 1996.

D' Ortenzio, F., Marullo, S., Ragani, M., d' Alcalà, M.R., Santoleri, R., 2002, *Validation of empirical SeaWiFS algorithms for chlorophyll-a retrieval in Mediterranean Sea. A case study for oligotrophic seas. Remote Sensing of Environment*, 82, 79-94.

J. O' Reilly, S. Maritorena, B.G. Mitchell, D.A. Siegel, K.L. Carder, S.A. Garver, M. Kahru, C. McClain: *Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS*, J. Geophys. Res., 103, p24,937-24,953, 1998