

# ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Σπανομήτσιος Μάριος-Παύλος<sup>1</sup>, Γιαννουλάκη Ασημίνα<sup>2</sup>,  
Γιαννουλάκης Θεολόγος<sup>3</sup>, Σπανομήτσιος Στέφανος<sup>4</sup>,

1. Σπουδαστής, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης

2. Σπουδάστρια, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης

3. Τεχνολόγος Τροφίμων, Εκπαιδευτικός 2<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ Σταυρούπολης  
thgiannoulakis@sch.gr

4. Δρ. Χημικός Μηχανικός, Σχ. Σύμβουλος ΠΕ12, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας  
sspanomi@theo.auth.gr

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή, αναπτύχθηκε μια καινοτόμος για τις διδακτικές προσεγγίσεις μέθοδος ελέγχου επικινδυνότητας ρύπανσης, με την οποία μελετήθηκε η ποιότητα των επιφανειακών νερών (ποτάμια, λίμνες) της Βόρειας Ελλάδας. Η καινοτομία της μεθόδου αφορά στην εφαρμογή τεχνικών ελέγχου της ρύπανσης των νερών στο σχολικό εργαστήριο με τη βοήθεια των εργαλείων της οικοτοξικολογίας.

Έτσι για την εκτίμηση της ρύπανσης των υδάτινων αποδεκτών και την επίδρασή της στους υδρόβιους μικροοργανισμούς πραγματοποιήθηκαν οικοτοξικολογικοί έλεγχοι. Ο έλεγχος της πολυπλοκότητας των επιδράσεων των χιλιάδων τοξικών χημικών ουσιών που ρυπαίνουν το περιβάλλον και ιδιαίτερα τη βιοκοινότητα ενός υδάτινου οικοσυστήματος απαιτεί τον προσδιορισμό ενός μεγάλου αριθμού χημικών και βιολογικών παραμέτρων.

Ωστόσο ο έλεγχος της ρύπανσης του περιβάλλοντος με χημικές μεθόδους παρουσιάζει μερικά προβλήματα μεταξύ των οποίων:

Απαιτεί τον προσδιορισμό μεγάλου αριθμού παραμέτρων, που αντιστοιχεί σε τεράστιο οικονομικό κόστος.

Υπόκειται σε παρεμποδίσεις που οφείλονται στην πληθώρα χημικών ουσιών που περιέχουν τα απόβλητα..

Απαιτεί πανάκριβο εξοπλισμό και πολύ εξειδικευμένο προσωπικό.

Όλα αυτά μπορούμε να τα παρακάμψουμε, χρησιμοποιώντας την τεχνική του ελέγχου της τοξικότητας με ζωντανούς μικροοργανισμούς. Αν το νερό του υδάτινου αποδέκτη είναι τοξικό θα επηρεάσει την ανάπτυξή τους και έτσι θα μπορέσουμε να εκτιμήσουμε τη ρύπανση του από επικίνδυνους χημικούς και βιολογικούς ρύπους. Υπάρχουν πολλοί απλοί ζωντανοί οργανισμοί που χρησιμοποιούνται σε πειράματα οικοτοξικολογίας. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι υδρόβιοι οργανισμοί και οι μέθοδοι εφαρμόζονται σε υδατικά διαλύματα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Για τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήσαμε τα οστρακόδερμα *Daphnia Magna*.

Η εργασία αυτή έχει ως στόχο να αναδείξει την επικινδυνότητα των ανθρωπογενών επιδράσεων στο περιβάλλον μέσα από πρακτικές διαπιστώσεις των επιπτώσεων της ρύπανσης στην ίδια τη ζωή, να προβληματίσει έτσι και να μεταβάλλει στάσεις και συμπεριφορές και να επιτρέψει τη διαμόρφωση τελικά ολοκληρωμένης μαθητικής περιβαλλοντικής συνείδησης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Οικοτοξικολογία, βιοδοκιμή, βιοανιχνευτές, οικοσύστημα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, κινούμενες συνήθως από οικονομικές σκοπιμότητες και η επιθυμία της βελτίωσης της ποιότητας του είδους μας δημιούργησαν την ανάγκη της οικοτοξικολογίας και μορφοποίησαν την ανάπτυξη της. Οι χιλιάδες ρυπαντές, παλιοί και νέοι, που απορρίπτονται στις διάφορες περιοχές της βιόσφαιρας, ως αποτέλεσμα της βιομηχανικής επανάστασης, έχουν καταδείξει ότι η πρόοδος είναι αμφίστομη μάχαιρα, η κάτω κόψη της οποίας είναι η περιβαλλοντική ρύπανση (Proceedings of SECOTOX Conference, 2007). Η συνδυασμένη επίδραση των ρυπαντών αυτών επάνω στα ποικίλα οικοσυστήματα δύσκολα αξιολογείται συστηματικά με τις συνηθισμένες χημικές αναλύσεις. Οι μέθοδοι που εφαρμόζει η οικοτοξικολογία, περισσότερο αποτελεσματικές κατά τεκμήριο, κρίθηκε ότι θα μπορούσαν να προσφέρουν στους σπουδαστές μια αμεσότερη πληροφόρηση για τους κινδύνους, που ελλοχεύουν στους ρυπασμένους από τη αλόγιστη χρήση τοξικών ουσιών αποδέκτες, αφού αναδείχνουν το πρόβλημα με άμεση εποπτεία των αποτελεσμάτων της ρύπανσης σε ευαίσθητους μικροοργανισμούς.

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στόχος των μετρήσεων τοξικότητας είναι η ανάδειξη της πιθανής επικινδυνότητας του νερού ενός υδροβιότοπου στην επιβίωση ή τον ρυθμό ανάπτυξης ζωντανών οργανισμών. Συνήθως οι μετρήσεις περιλαμβάνουν έναν μάρτυρα (control) και πέντε όμοια δείγματα του προς εξέταση νερού. Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να μελετήσουμε και την επίδραση ενός αποβλήτου που θα δεχθεί ο υδάτινος αποδέκτης βρίσκοντας τις συγκεντρώσεις ή αραιώσεις που προκαλεί 50 % θνησιμότητα ή αναστολή στην ανάπτυξη των οργανισμών σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως LC50 (συγκέντρωση δείγματος που προκαλεί 50 % θανάτωση, Lethality), ως EC50 (συγκέντρωση δείγματος που προκαλεί 50 % επίδραση, Effect), ή ως IC50 (συγκέντρωση δείγματος που προκαλεί 50 % αναστολή, Inhibition).



Σχήμα 1. Το οστρακόδερμο *Daphnia Magna*

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΔΕΡΜΑ *DAPHNIA MAGNA*

Στις μετρήσεις τοξικότητας με τα οστρακόδερμα *D. magna* οι οργανισμοί αρχικά είναι σε «αυγά» (εφίππια). Τα εφίππια επωάζονται κάτω από σταθερή θερμοκρασία 20 °C και φωτισμό ~ 6000 lux και για διάστημα τριών ημερών. Οι οργανισμοί που προκύπτουν μεταφέρονται σε πλαστικές κυψελίδες όπου περιέχεται ο μάρτυρας (control) και τα δείγματα.. Στον μάρτυρα και σε κάθε δείγμα μεταφέρονται συνολικά

20 οστρακόδερμα ανά 5 σε 4 κυψελίδες με ποσότητα δείγματος ανά κυψελίδα 10 mL. Η τοξικότητα προσδιορίζεται με τη μέτρηση του αριθμού των οργανισμών στο δείγμα που είναι ακινητοποιημένοι ή θανατωμένοι, μετά από τη συντήρηση των δειγμάτων σε θερμοκρασία 20 °C απουσία φωτός και για χρόνους 24 και 48 ωρών. Η μεταφορά των οργανισμών στα δείγματα και η μέτρησή τους γίνεται με γυμνό οφθαλμό.

## **ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

### **Μέτρηση της τοξικότητας σε νερά λιμνών και ποταμών**

Σήμερα έχει αναγνωρισθεί ότι η εκτίμηση των κινδύνων από τη ρύπανση του περιβάλλοντος δεν μπορεί να γίνει μόνο με την εφαρμογή χημικών αναλύσεων. Με τις χημικές αναλύσεις πολλές φορές είναι δύσκολο για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους να εντοπιστεί το σύνολο των χημικών ουσιών που μπορεί να υπάρξουν σε ένα δείγμα και η συνδυασμένη επίδραση τους στους διάφορους οργανισμούς. Αυτό καθιστά αναγκαία την εφαρμογή των μετρήσεων τοξικότητας με τη βοήθεια των βασικών εργαλείων της οικοτοξικολογίας (Ankley, G., Daston, G., Degitz, S., *et.al.*, 2006), που κατέχει περίοπτη θέση μεταξύ των περιβαλλοντικών επιστημών. Η σημασία της συνίσταται στο γεγονός ότι μέσω των βασικών της εργαλείων, που είναι οι *βιοδοκιμές και βιοανιχνευτές*, πραγματοποιεί πολυάριθμες και διαφορετικές μετρήσεις της επίδρασης της περιβαλλοντικής ρύπανσης (Blaise, C. Ferard, J.F, 2006).

Τα μειονεκτήματα των χημικών μεθόδων ελέγχου της ρύπανσης του περιβάλλοντος, που είναι:

- Ο μεγάλος αριθμός παραμέτρων που αντιστοιχεί σε τεράστιο οικονομικό κόστος.
- Οι παρεμποδίσεις που οφείλονται στην πληθώρα χημικών ουσιών που περιέχουν τα απόβλητα.
- Ο πανάκριβος εξοπλισμός και πολύ εξειδικευμένο προσωπικό.

μπορούμε να τα παρακάμψουμε, χρησιμοποιώντας την τεχνική του ελέγχου της τοξικότητας των αποβλήτων με ζωντανούς μικροοργανισμούς. Αν το απόβλητο είναι τοξικό θα επηρεάσει την ανάπτυξή τους και έτσι θα μπορέσουμε να εκτιμήσουμε τη ρύπανση νερών και εδαφών από επικίνδυνους χημικούς και βιολογικούς ρύπους.

### **Στόχοι - Επιπτώσεις**

Γνωστικοί (οικοδόμηση εννοιών, κατανόηση σχέσεων/ αλληλεπιδράσεων / συνεπειών ανθρώπου - περιβάλλοντος, περιβαλλοντικών προβλημάτων, μέτρων προστασίας κτλ.)

Επιστημονικοί (εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία / έρευνα, κριτική και δημιουργική προσέγγιση θεμάτων, ανάπτυξη επιστημονικής νοοτροπίας κτλ.)

Συμμετοχικοί (εργασία σε ομάδες, ανάπτυξη σχέσεων συνεργασίας, σεβασμός στις διαφορετικές απόψεις, στον τρόπο ζωής, στη δημιουργική δράση κτλ.)

Κοινωνικοί (σύνδεση της σχολικής με την καθημερινή ζωή, καλλιέργεια υπευθυνότητας, ικανότητα λήψης αποφάσεων και δημιουργικής παρέμβασης κτλ.)

Αισθητικοί (δημιουργία στενής σχέσης με τη φύση με τη μεσολάβηση όλων των αισθήσεων.)

Αυτομορφωτικοί (χρήση βιβλιοθήκης, τύπου, νέων τεχνολογιών, internet κτλ.)

Η υλοποίηση του έργου έγινε με την μέθοδο project.

Αυτοαξιολόγηση σε κάθε στάδιο υλοποίησης του προγράμματος

Ίσες ευκαιρίες για την οικοδόμηση γνώσεων, ανάπτυξη δεξιοτήτων, αξιών και στάσεων που απαιτούνται για την προστασία του Περιβάλλοντος.

Έμφαση στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών/ριών με συζήτηση-αντιπαράθεση απόψεων, έρευνα, κριτική και δημιουργική επεξεργασία και δράση.

Διεπιστημονική και διαθεματική προσέγγιση του θέματος / προβλήματος.

#### **ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

Μας δόθηκε η δυνατότητα να γνωρίσουμε με πολλαπλές επισκέψεις τους σημαντικότερους υδάτινους αποδέκτες της Μακεδονίας, να προσεγγίσουμε τη φύση, να διαπιστώσουμε τα αποτελέσματα των ανθρωπογενών επιδράσεων και να κατανοήσουμε τις διεργασίες εκείνες που οδηγούν στη υποβάθμιση της και την καταστροφή των οικοσυστημάτων μέσα από την έρευνά μας με τη βοήθεια μιας πρωτοποριακής, οικονομικής και επιστημονικής μεθόδου ελέγχου της ρύπανσης των υδάτων, εδαφών, στερεών και υγρών αποβλήτων.

#### **Πρώτη φάση**

- Ευαισθητοποίηση και ανάληψη πρωτοβουλιών από τους μαθητές, την ανάπτυξη του ομαδικού πνεύματος και της ικανότητας αξιολόγησης και χρήσης των πληροφοριών και των πηγών τους.

#### **Δεύτερη φάση**

- Μελέτη και σχεδιασμός των διεργασιών. Έρευνα αγοράς για την προμήθεια του απαιτούμενου εργαστηριακού εξοπλισμού (όλοι οι μαθητές)
- Αξιολόγηση και προμήθεια του κατάλληλου εξοπλισμού.
- Συναρμολόγηση και κατασκευή από τους μαθητές διάταξης του τοξικόμετρου.
- Δειγματοληψίες νερών και εδαφών, κυρίως μελετήθηκαν οι ποταμοί που εκβάλλουν στον Θερμαϊκό κόλπο και ιδιαίτερα ο Αλιάκμονας ο οποίος υδροδοτεί την πόλη της Θεσσαλονίκης και οι λίμνες Κορώνεια, Βόλβη και Κερκίνη. Το έδαφος ήταν από την περιοχή των λιμνών.
- Λειτουργία του τοξικόμετρου με εφαρμογή των γνώσεων και δεξιοτήτων που αποκτήθηκαν από τους μαθητές.

#### **Τρίτη φάση**

- Ολοκλήρωση της δημιουργικότητας και εφευρετικότητας των μαθητών με την παραγωγή του εποπτικού υλικού για την διάχυση των αποτελεσμάτων στους συμμαθητές, τους δασκάλους, στην τοπική κοινωνία και σε κάθε ενδιαφερόμενο που ασχολείται με την επίδραση φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μελετήσαμε τα ποτάμια που καταλήγουν στον Θερμαϊκό κόλπο σε όλο το μήκος της διαδρομής τους σε συνεργασία με το φορέα διαχείρισης των παρακάτω ποταμών με έδρα τη Χαλάστρα Θεσσαλονίκης.

Μελετήσαμε σε συνεργασία με το φορέα διαχείρισης που έχει έδρα τον Λαγκαδά Θεσσαλονίκης τις λίμνες Βόλβη και Κορώνεια.



Σχήμα 2: Δειγματοληψίες επιφανειακών νερών



Σχήμα 3: Εφίππια και νεογνά *Daphnia magna*

**Τα επιφανειακά νερά που εξετάστηκαν είναι τα παρακάτω:**

α/α	Σημείο Δειγματοληψίας	Ημερομηνία	pH	Αγωγιμότητα (μS/cm)
1	Αξιός ποταμός	6 Μαΐου 2008	8,1	580
α	Εκβολές (Κύμινα)			
β	Μεσαίο τμήμα (Πρόχωμα)			
γ	Είσοδος (Αξιούπολη)		8,2	602
2	Αλιάκμονας ποταμός	8 Μαΐου 2008	8,1	596
α	Εκβολές (Χαλάστρα)			
β	Συμβολή με Τ66 (Χαλάστρα)		8,2	407
γ	Κατάντη ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου		8,3	480
δ	Λίμνη Πολυφύτου	10 Μαΐου 2008	7,9	700
			8,4	420

ε στ	Συμβολή με π. Γρεβενίτη Πηγές (Άργος Ορεστικό)	17 Μαΐου 2008	8,3 8,1	450 420
3	Στρυμόνας ποταμός Είσοδος από Βουλγαρία	22 Μαΐου 2008	7,8	350
4	Λίμνη Κερκίνη	22 Μαΐου 2008	8,0	407
5	Λίμνη Βόλβη	16 Μαΐου 2008	8,7	980
6	Λίμνη Κορώνεια	16 Μαΐου 2008	9,8	10.000
7	Νερό ύδρευσης	5 Μαΐου 2008	8,0	650

### ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΔΕΡΜΟ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ *DAPHNIA MAGNA*

Έγιναν κατ' αρχή τυπικές χημικές αναλύσεις για να καταδειχθεί η πιθανή επιβάρυνση των νερών των αποδεκτών με ρυπογόνα φορτία π.χ. τα νερά της λίμνης Βόλβης και Κορώνειας φαίνεται ότι είναι σημαντικά επιβαρημένα.

Στις μετρήσεις τοξικότητας με τα οστρακόδερμα Η *Daphnia magna* γίνεται έλεγχος του ποσοστού των ζώων που έχουν ακινητοποιηθεί 24 ώρες μετά από την έκθεσή τους στο δείγμα. Στις μετρήσεις χρησιμοποιούνται μόνο νεογνά (<24 ώρες) και όχι ενήλικα ζώα. Τα νεογνά προκύπτουν από επώαση των εφιππίων σε διάστημα τριών ημερών. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα εφίππια και οι ζωντανοί οργανισμοί *Daphnia magna*.

#### Παράγοντες παρεμπόδισης των Τοxkits και της *Daphnia magna*

	pH	O <sub>2</sub> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L-pH8)	Cl <sup>-</sup> (g/L)
<i>B. calyciflorus</i> (Rotoxkit F)	5 – 9	3	65 (53 – 77)	60 (47 – 71)	1.83
<i>B. plicatilis</i> (Rotixkit M)	5 – 9	3	6850	1884	0.19*
<i>T. platyurus</i> (Thmnotoxkit F)	5 – 11	2	1.6 (1.4 – 1.8)	3.3 (3.1 – 3.5)	0.6
<i>A. franciscana</i> (Artoxkit M)	4 – 9	3	200	1200 (915 – 1400)	0.6*
<i>Ceriodaphnia dubia</i> (Ceriodaphtoxkit F)	5 – 9	2	21.4 (17.1 – 25.7)	27.1 (17 – 37.2)	1.5



<b>Daphnia magna</b> <i>Daphnia pulex</i>	5 – 9	2	29 (23 – 35.2)	70 (54.5 – 85.6)	1.8
----------------------------------------------	-------	---	-------------------	---------------------	-----

\* Κατώτερο όριο

Για το πείραμα χρειάζονται τα παρακάτω αναλώσιμα:

- 1) φιαλίδια με εφίππια *Daphnia magna*
- 2) τρυβλία επώασης
- 3) δισκία με 30 κυψελίδες
- 4) φυσικό, μη χλωριωμένο, νερό
- 5) ταινίες Parafilm
- 6) μικροσιφόνια
- 7) μικροκόσκινο

Τρεις ημέρες πριν (το μέγιστο 90 ώρες) την έναρξη της μέτρησης τοξικότητας ενεργοποιούμε τα φιαλίδια με τα εφίππια *D. magna*\*. Αδειάζουμε το περιεχόμενο ενός φιαλιδίου σε ένα μικροκόσκινο και ξεπλένουμε πολύ καλά με νερό βρύσης. Στην συνέχεια μεταφέρουμε τα εφίππια σε ένα τρυβλίο επώασης και προσθέτουμε φυσικό, μη χλωριωμένο, νερό. Στη συνέχεια εκθέτουμε το τρυβλίο με τα εφίππια σε μια πηγή φωτός 6000 lux σε θάλαμο επώασης στους 20-22°C. Έπειτα από 72-80 ώρες θα έχουν εκκολαφθεί τα περισσότερα εφίππια από τα οποία προκύπτουν τα νεογνά *D. magna*. Εφόσον η πρότυπη διαδικασία μέτρησης υποδεικνύει τα νεογνά να μην είναι μεγαλύτερα από 24 ώρες κατά την έναρξη του πειράματος τοξικότητας, τα νεογνά *D. magna* θα πρέπει να συλλέγονται το αργότερο 90 ώρες μετά την έναρξη της επώασης.

\*Συνήθως επιλέγουμε την Παρασκευή ή τη Δευτέρα, έτσι ώστε η ολοκλήρωση του πειράματος να γίνει σε εργάσιμη ημέρα. Εάν η ενεργοποίηση γίνει Παρασκευή πρωί, έως το απόγευμα της Δευτέρας θα πρέπει να μπου οι οργανισμοί στο δείγμα. Όσο πιο αργά ξεκινήσει το πείραμα τη Δευτέρα, τόσο πιο πολλοί οργανισμοί θα έχουν επωαστεί.

Εάν η ενεργοποίηση γίνει Παρασκευή απόγευμα, τότε οι οργανισμοί θα πρέπει να μπου στο δείγμα την Τρίτη, το αργότερο έως το μεσημέρι. Σε περίπτωση που ξεκινήσει το πείραμα το απόγευμα της Τρίτης τότε είναι πολύ πιθανό οι οργανισμοί που θα βάλουμε στο δείγμα να είναι μεγαλύτεροι των 24 ωρών.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο πόσιμο νερό της ύδρευσης και στην λίμνη Κορώνεια δεν επέζησε κανένας οργανισμός *D. Magna*.

Για μεν το νερό της ύδρευσης δικαιολογείται, διότι περιέχει ελεύθερο χλώριο το οποίο σκοτώνει τους οργανισμούς της *D. Magna*.

Για την λίμνη Κορώνεια το νερό της είναι τοξικό για την *D. magna*, λόγω του υψηλού pH και αγωγιμότητας.

Το ευχάριστο είναι ότι σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα επιβίωσε όλος ο πληθυσμός των μικροοργανισμών την πρώτη, δεύτερη και τρίτη ημέρα.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΥΛΙΚΩΝ

### Αναλώσιμα για μετρήσεις νερών και υγρών αποβλήτων

<b>Περιγραφή</b>
Σετ μέτρησης τοξικότητας Daphtoxkit F magna
10 σωληνάρια με εφίπια <i>D. magna</i>

### Αναλώσιμα για μετρήσεις τοξικότητας στερεών αποβλήτων και εδαφών

<b>Περιγραφή</b>
Αναλώσιμα Phytotoxkit (για εύκολη προετοιμασία του τεστ)
Δύο σετ μέτρησης τοξικότητας στερεών δειγμάτων Phytotoxkit
10 σωληνάρια με σπόρους <i>Sorghum saccharatum</i>
10 σωληνάρια με σπόρους <i>Lepidium sativum</i>
10 σωληνάρια με σπόρους <i>Sinapis alba</i>
πρότυπο έδαφος κατά OECD (5 kg) για τεστ με Phytotoxkit
60 θήκες με δισκία και διηθητικά χαρτιά (x6) για την ανάπτυξη των φυτών

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το τελικό αποτέλεσμα της προσπάθειας αυτής, μας ενθουσίασε όλους, μαθητές και εκπαιδευτικούς. Οι μαθητές μας, αποκόμισαν εξειδικευμένες γνώσεις κατάρτισης σε ένα αντικείμενο που τους δίνει καλύτερες επαγγελματικές δυνατότητες στην αγορά εργασίας. Γνώρισαν και εφάρμοσαν νέες μεθόδους για τον έλεγχο και την προστασία του περιβάλλοντος. Ήρθαν σε επαφή με τα ποτάμια και τις λίμνες της περιοχής τους και γνώρισαν όλη τη διαδρομή των ποταμών μέχρι τις εκβολές τους. Συνεργάστηκαν με τους φορείς διαχείρισης που είναι υπεύθυνοι για την ολιστική διαχείριση του μεγάλου εθνικού πάρκου που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή του νομού Θεσσαλονίκης. Τους δόθηκε η ευκαιρία να εφαρμόσουν και να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους. Το μόνο πρόβλημα που είχαμε ήταν η δυσκολία για την προμήθεια των υλικών, διότι τα υλικά που χρειάστηκαν για την πραγματοποίηση του έργου δεν υπάρχουν στην ελληνική αγορά. Η συνεργατική δουλειά της ομάδας και των εκπαιδευτικών έδωσε στα παιδιά τη δυνατότητα να εργάζονται δημιουργικά σε συγκεκριμένο πλάνο με στόχους και ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Proceedings of SECOTOX Conference and the International Management Engineering, Planning and Economics. Skiathos 2007.
2. Ankley, G., Daston, G., Degitz, S., *et.al.* , 2006. *Toxicogenomics in regulatory ecotoxicology*. Environmental Science and Technology, Viewpoint.
3. Blaise, C. Ferard, J.F, 2006. *Microbiotests in aquatic toxicology: the way forward*. Wessex Institute of Technology Press, Southampton, UK.
4. Dutka, B.J., Kwan, K.K., 1982. *Application of bacterial screening procedures to asses changes in the toxicity of chemicals in mixtures*. Environmental Pollution.
5. Mayfield, C. I., *Microbial Systems*. 1993. In Handbook of Ecotoxicology, Calow, P. (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
6. Quillardet, P., Hofnung, M., 1993. *The SOS chromotest - a review*. Mutation research 97.
7. Διαδίκτυο