

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**“ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ”**

## **Οδηγός Σπουδών**

**2001-2003**

## Περιεχόμενα

Επιτροπή Αξιολόγησης του Προγράμματος .....	3
Κανονισμός του Προγράμματος .....	4
Γενικές Διατάξεις	
Αντικείμενο – Σκοπός	
Μεταπτυχιακός Τίτλος	
Κατηγορίες Πτυχιούχων για το Μ.Π.Σ.	
Χρονική διάρκεια	
Πρόγραμμα Μαθημάτων και Εργαστηρίων .....	5
I) Ενότητα Περιβαλλοντικών Επιστημών	
II) Ενότητα Περιβαλλοντικής Μηχανικής	
III) Ενότητα Οικονομικών, Νομικών και Κοινωνικών Επιστημών Περιβάλλοντος	
IV) Κύκλος Σεμιναρίων Περιβαλλοντικής Υγιεινής (Environmental Health)	
Οργάνωση Μαθημάτων .....	6
Διαδικασίες εξέτασης .....	6
Συμμετοχή σε Ευρωπαϊκά Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών ...	7
Απόκτηση του Μ.Δ.Ε. ....	7
Μαθήματα .....	8
Αναλυτικό Περιεχόμενο Μαθημάτων	
Σεμινάρια	
Σύγκριση Προγράμματος με άλλα αντίστοιχα ΑΕΙ του Εξωτερικού.....	28
Πίνακες σύγκρισης	

## **Επιτροπή αξιολόγησης (ΕΑΠ)**

### **Prof. Dr. Paul J. Crutzen**

ATMOSPHERIC CHEMISTRY DIVISION, Max Planck Institute for Chemistry, Nobel Price (1995)

E-mail: air@mpch-mainz.mpg.de

### **Prof. Dr. Alexander Zehnder**

DIRECTOR OF EAWAG, SWISS FEDERAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

E-mail: zehnder@eawag.ch

### **Καθηγητής Κώστας Βαγενάς**

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ, ΑΝΤΙΠΡΥΤΑΝΗΣ

## **Ειδική Διατμηματική Επιτροπή Προγράμματος (ΕΔΕ)**

### **Επιστημονικός Υπεύθυνος του προγράμματος**

#### **Καθηγητής Ευριπίδης Στεφάνου**

Κοσμήτορας του Πανεπιστημίου Κρήτης, Καθηγητής Περιβαλλοντικής Χημείας

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: stephanou@chemistry.uoc.gr

### **Αναπληρωτής Επιστημονικού Υπευθύνου του προγράμματος**

#### **Καθηγητής Νικόλαος Μικαλόπουλος**

Αναπληρωτής Καθηγητής Περιβαλλοντικής Χημείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: mihalo@chemistry.uoc.gr

### **Prof. Petros Koutrakis**

Harvard University, School of Public Health

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο : petros@hsph.harvard.edu

### **Καθηγητής Γεράσιμος Λυμπεράτος**

Καθηγητής Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστημίου Πάτρας

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο : lyberatos@chemeng.upatras.gr

### **Καθηγητής Νικόλαος Πανόπουλος**

Καθηγητής βιολογίας, Πανεπιστημίου Κρήτης

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο : panopoulos@nefeli.imbb.forth.gr

## **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ**

**Διεπιστημονικό-Διαπανεπιστημιακό  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος»  
του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης  
σε συνεργασία με το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών  
και τη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Παν/μίου Harvard (School of Public Health – Harvard University)  
των Η.Π.Α.**

(Δημοσίευση ΦΕΚ ....., Υπουργική Απόφαση .....,)

### **Γενικές Διατάξεις**

Στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης, λειτουργεί Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο **«Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος»**, σύμφωνα με τις διατάξεις της Υπουργικής Απόφασης Β7/462/12.8.98, όπως αυτή αναμορφώθηκε [νέο ΦΕΚ με την Υπουργική Απόφαση] και τις διατάξεις των άρθρων 10 έως 12 του Ν.2083/92. Συνεργαζόμενα Τμήματα είναι το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών και η Σχολή Δημόσιας Υγείας του Παν/μίου Harvard.

Τη διοικητική υποστήριξη του προγράμματος έχει το Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Κρήτης. Τα ακαδημαϊκά θέματα όπως το πρόγραμμα σπουδών, εκπόνηση διατριβών κλπ. καθορίζονται από την Ειδική Διατμηματική Επιτροπή Προγράμματος (Ε.Δ.Ε.) του Μ.Π.Σ.. Στην Ε.Δ.Ε. που είναι πενταμελής συμμετέχουν ο Επιστημονικός Υπεύθυνος και ο Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος του Προγράμματος από το Τμήμα Χημείας του Παν/μίου Κρήτης, και οι Επιστημονικοί Υπεύθυνοι των δύο συνεργαζόμενων Τμημάτων (Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Παν/μίου Πατρών, ενός μέλους ΔΕΠ της Σ.Θ.Ε. και της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Παν/μίου Harvard)

Τα θέματα λειτουργίας του Π.Μ.Σ. «Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος» που δεν αναφέρονται στον παρόντα κανονισμό και παραπέμπονται από τον Ν.2083/92 στον κανονισμό μεταπτυχιακών σπουδών που θα εμπεριέχεται στον εσωτερικό κανονισμό λειτουργίας των ΑΕΙ, ρυθμίζονται μέχρι τον καταρτισμό εκείνου από τον ισχύοντα κανονισμό μεταπτυχιακών του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης (ΦΕΚ 865/26.11.94, τεύχος 2, Αρ. Β1/825).

### **Αντικείμενο - Σκοπός**

Το Π.Μ.Σ «Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος» έχει ως αντικείμενο την εκπαίδευση, με έντονο επαγγελματικό προσανατολισμό, νέων επιστημόνων και μηχανικών στην Περιβαλλοντική Επιστήμη και Μηχανική με στόχο την εξειδίκευσή τους για την αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων της προστασίας και της ρύπανσης του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και με τα οικονομικά, και νομικά δεδομένα που σχετίζονται με αυτά.

### **Μεταπτυχιακός Τίτλος**

Το αναμορφωμένο Π.Μ.Σ. «Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος» απονέμει:

**Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)** σε δύο κατευθύνσεις α) **Κατεύθυνση Φυσικών Επιστημών Περιβάλλοντος** και β) **Κατεύθυνση Μηχανικής Περιβάλλοντος**.

### **Κατηγορίες Πτυχιούχων για το Μ.Π.Σ.**

Στο Π.Μ.Σ. «Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος» μπορούν να γίνουν δεκτοί πτυχιούχοι των Τμημάτων των Σχολών Θετικών Επιστημών και των Πολυτεχνικών Σχολών των Α.Ε.Ι. της ημεδαπής ή αντιστοίχων Τμημάτων της αλλοδαπής καθώς και οι πτυχιούχοι ΤΕΙ από Τμήματα με κατεύθυνση Χημικών, Γεωτεχνικών και Τεχνολογικών Εφαρμογών. Επίσης φοιτητές-φοιτήτριες οι οποίοι έχουν εξεταστεί επιτυχώς για την εισαγωγή τους στο βασικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα του Τμήματος Χημείας και οι οποίοι υπάγονται σε σχετικό ερευνητικά με το πρόγραμμα αντικείμενο, μπορούν μετά από αίτησή τους και έγκριση συντονιστικής επιτροπής να ενταχθούν στο ΜΠΣ «Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος».

### **Χρονική διάρκεια**

Η χρονική διάρκεια για την απονομή του Μ.Δ.Ε. ορίζεται σε τέσσερα (4) διδακτικά εξάμηνα.

## Πρόγραμμα Μαθημάτων και Εργαστηρίων

### I) Ενότητα Περιβαλλοντικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή εντάσσονται μαθήματα και σεμινάρια που αφορούν στις Βιοχημικές, Χημικές και Φυσικές Διεργασίες του Περιβάλλοντος. Στην ενότητα αυτή θα διδαχτούν επίσης ειδικά μαθήματα Περιβαλλοντικής Αναλυτικής Χημείας και ειδικά μαθήματα που αφορούν στη Στατιστική. Η ενότητα αυτή εμπεριέχει και την εκμάθηση μέσω προχωρημένων επιστημονικών οργάνων την διενέργεια περιβαλλοντικών μετρήσεων (Monitoring) στο πεδίο αλλά και στο εργαστήριο μετά από λήψη περιβαλλοντικών δειγμάτων. Στην ενότητα αυτή εντάσσονται επίσης κύκλοι εξειδικευμένων σεμιναρίων. Με **έντονους χαρακτήρες** σημειώνονται τα **νέα μαθήματα** που εισάγονται στο Πρόγραμμα (σύμφωνα με τις υποδείξεις της ΕΑΠ) και σημειώνονται (υπογράμμιση) οι εκτός Παν/μίου Κρήτης συμμετέχοντες του Προγράμματος.

Στην ενότητα αυτή θα προσφερθούν τα παρακάτω μαθήματα:

- 1) **Χημεία των Φυσικών Υδάτων (Υδατική Χημεία) - Ειδικά κεφάλαια Υδατικής Χημείας (Οργανικοί Ρυπαντές στα Φυσικά Ύδατα. Απολύμανση των Πόσιμων Υδάτων και Παραπροϊόντα Απολύμανσης)**
- 2) **Χημεία και Φυσική της Ατμόσφαιρας (Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία, Ενεργειακό Ισοζύγιο, Τροποσφαιρική και Στρατοσφαιρική Χημεία, Χημική Κινητική των Ατμοσφαιρικών Αντιδράσεων)**
- 3) **Μικροβιολογία – Περιβαλλοντική Μικροβιολογία**
- 4) **Μειωμένες ρυπαντών στο πεδίο και Περιβαλλοντική Αναλυτική Χημεία**
- 5) **Στατιστική Ανάλυση Περιβαλλοντικών Δεδομένων. Χρήση Στατιστικής σε συγκεκριμένα προβλήματα.**
- 6) **Εξειδικευμένα Σεμινάρια: Φυτοφάρμακα, Πλανητικές Αλλαγές, Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί (Εξωτερικοί Συνεργάτες)**

### II) Ενότητα Περιβαλλοντικής Μηχανικής

Στην ενότητα αυτή εκτός των μαθημάτων της Επεξεργασίας Υγρών και Στερεών Αποβλήτων εντάσσονται και τα μαθήματα των Μαθηματικών Προσομοιώσεων (Modeling) για την διάχυση και το γίνεσθαι των ρυπαντών στο Υδατικό Περιβάλλον και στην Ατμόσφαιρα καθώς και αυτά της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Στην ενότητα αυτή θα δοθούν επίσης εξειδικευμένα σεμινάρια.

Στην ενότητα αυτή θα προσφερθούν τα παρακάτω μαθήματα:

- 1) **Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων (Μάθημα από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Παν/μίου Πατρών)**
- 2) **Επεξεργασία Στερεών Αποβλήτων (Μάθημα από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Παν/μίου Πατρών)**
- 3) **Χρήση Μαθηματικών Μοντέλων Προσομοίωσης Ατμοσφαιρικών Διεργασιών (Από τη Ρύπανση της Ατμόσφαιρας στις Πλανητικές Αλλαγές)**
- 4) **Χρήση Μαθηματικών Μοντέλων για τη Μελέτη της Διάχυσης και του Γίνεσθαι των Ρυπαντών στο Υδατικό Περιβάλλον**
- 5) **Risk Assessment and Life Cycle Analysis (Μάθημα από το Παν/μιο Harvard)**
- 6) **Ecological Risk Analysis - Pollutants Source Apportionment (Μάθημα από το Παν/μιο Harvard)**
- 7) **Εξειδικευμένα Σεμινάρια: Τεχνολογίες πρόληψης ρύπανσης και απορρύπανσης. Γενετική Μηχανική και Βιολογική Καταπολέμηση. Βιοτεχνολογία Περιβάλλοντος (Εξωτερικοί Συνεργάτες)**

### III) Ενότητα Οικονομικών, Νομικών και Κοινωνικών Επιστημών Περιβάλλοντος

Στην ενότητα αυτή οι μεταπτυχιακοί φοιτητές θα διδαχτούν βασικές έννοιες Οικονομικών και Νομικών Περιβάλλοντος με εφαρμογές σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Στη ενότητα αυτή εντάσσονται και σεμινάρια Κοινωνικών Επιστημών Περιβάλλοντος.

Στην ενότητα αυτή θα προσφερθούν τα παρακάτω μαθήματα:

- 1) **Οικονομικά Περιβάλλοντος: Εισαγωγή στα Οικονομικά. Συγκεκριμένα παραδείγματα με έμφαση στη μεθοδολογία μέσω της συνδυασμένης μελέτης οικονομικών και φυσικών συστημάτων για την ανάπτυξη πολιτικών περιβαλλοντικής διαχείρισης.**

- 2) *Νομικά Περιβάλλοντος: Εισαγωγή στις νομικές έννοιες (Δίκαιο -εθνικό, κοινοτικό, διεθνές-, Δικαίωμα, Κανονισμοί, κλπ.) Ειδικά νομικά θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον (Ρύπανση, Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Προστασία της Φύσης, Αυθωπογενές Περιβάλλον, κλπ.).(Εξωτερικός Συνεργάτης)*
- 3) *Σεμινάρια Κοινωνικών Επιστημών Περιβάλλοντος: Κοινωνικά ζητήματα που προκύπτουν από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κοινωνικός-πολιτικός ρόλος οικολογικών κινημάτων και μη-κυβερνητικών οργανώσεων.*

#### **IV) Κύκλος Σεμιναρίων Περιβαλλοντικής Υγιεινής (Environmental Health)**

Στην ενότητα αυτή θα δοθούν σεμινάρια που αφορούν κυρίως στις επιπτώσεις της ρύπανσης του περιβάλλοντος στους οργανισμούς (Οικοτοξικολογία) και στον άνθρωπο (Δημόσια Υγεία).

Στην ενότητα αυτή θα προσφερθούν τα παρακάτω μαθήματα:

- 1. Οικοτοξικολογία**
- 2. Σεμινάρια Δημόσιας Υγείας**

### **ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ**

#### **Επιλογή Μαθημάτων στο πλαίσιο του Προγράμματος Σπουδών:**

Η Ειδική Διατμηματική Επιτροπή του Προγράμματος (ΕΔΕ) μετά την επιλογή των Μεταπτυχιακών ορίζει ένα **Σύμβουλο Καθηγητή** για κάθε φοιτητή/τρια. Γενικά ανάλογα με τη Σχολή προέλευσης τους οι μεταπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες μπορούν να επιλέξουν τα μαθήματα που θα παρακολουθήσουν (πχ. οι των Θετικών Επιστημών περισσότερα μαθήματα της Ενότητας Μηχανικής Περιβάλλοντος και αντιστρόφως). Όποια κατεύθυνση και αν επιλέξουν οι φοιτητές είναι υποχρεωμένοι να παρακολουθήσουν τα μαθήματα του κύκλου Οικονομικών και Νομικών Περιβάλλοντος καθώς και τα προσφερόμενα γενικά σεμινάρια. Οι φοιτητές/τριες μετά το πρώτο εξάμηνο, και όχι αργότερα από το δεύτερο, σπουδών μπορούν να επιλέξουν ένα εργαστήριο μεταξύ των συνεργαζόμενων Τμημάτων του ΠΜΣ που θα εκπονήσουν την Διατριβή Εξειδίκευσης.

Τα **Μαθήματα**, τα **Εργαστήρια**, οι **Πρακτικές Ασκήσεις**, η **Ερευνητική Απασχόληση** ή η **Μελέτη Εφαρμογής (Διατριβή Ειδίκευσης)** και οι κάθε άλλου είδους εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες για την απονομή του Μ.Δ.Ε. ορίζονται ως εξής:

**A)** Οι φοιτητές-φοιτήτριες του Προγράμματος Μ.Δ.Ε. παρακολουθούν κατά τα δύο πρώτα εξάμηνα σπουδών έξι (6) μαθήματα διάρκειας **30 διδακτικών ωρών (ΔΩ)/ ανά μάθημα** και βαρύτητας **2 διδακτικών μονάδων (Δ.Μ.) (ή 2,5 Μ ECTS)/ ανά μάθημα**. Επίσης παρακολουθούν υποχρεωτικά συνολικά 10 ώρες σεμιναρίων.

**B)** Τα παρακάτω Εργαστήρια, βαρύτητας **3 ΔΜ (4 ΔΜ ECTS)**, είναι υποχρεωτικά:

1. *Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας Περιβάλλοντος (Επιλογή συγκεκριμένων ασκήσεων).*
2. *Μετρήσεις πεδίου με ειδικά επιστημονικά όργανα.*
3. *Εργαστήριο Προσομοίωσης Περιβαλλοντικών Διεργασιών (Υπολογιστικές Μέθοδοι).*

### **ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ**

Οι φοιτητές μετά το τέλος του κάθε μαθήματος εξετάζονται με γραπτό ή προφορικό τρόπο ανάλογα με την επιλογή του διδάσκοντος. Ο διδάσκων βαθμολογεί τους φοιτητές και ο βαθμός εγγράφεται στον ατομικό φάκελο κάθε φοιτητή. Η εξέταση των εργαστηριακών μαθημάτων γίνεται μέσω γραπτής αναφοράς που επίσης βαθμολογείται. Η εξέταση της διατριβής γίνεται σύμφωνα με τον κανονισμό μεταπτυχιακών σπουδών του Τμήματος Χημείας. Γίνεται δημόσια παρουσίαση της διατριβής ενώπιον της τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής μελών ΔΕΠ, που ορίζεται από την Ε.Δ.Ε.. Μετά την παρουσίαση και τις ερωτήσεις από το κοινό και την αποχώρησή του, ο/η υποψήφιος/α εξετάζεται από την Εξεταστική Επιτροπή, η οποία μετά το τέλος της διαδικασίας, υπογράφει πρακτικό εξέτασης.

### **Συμμετοχή σε Ευρωπαϊκά Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών**

Η συμμετοχή σε Ευρωπαϊκά Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Πρόγραμμα *Σωκράτης* και *Leonardo da Vinci*) στα οποία συμμετέχουν τα Ιδρύματα συντελεστές του Μ.Π.Σ. είναι επιθυμητή μετά από έγκριση της Ε.Σ. Αντίστοιχα είναι δυνατή και η αναγνώριση Μαθημάτων ή Εργαστηρίων. Η συμμετοχή στα εν λόγω προγράμματα δεν πρέπει να είναι εκτός των χρονικών ορίων του Μ.Π.Σ.

### **Απόκτηση του Μ.Δ.Ε.**

Η επίτευξη της επιτρεπτής βαθμολογίας στα Μαθήματα και Σεμινάρια, η ανελλιπή παρακολούθηση και η επιτυχής τελική γραπτή αναφορά για κάθε Εργαστήριο, η εν γένει παρουσία και ενδιαφέρον για το Μ.Π.Σ. και η επιτυχής εκπόνηση, δημόσια παρουσίαση και προφορική εξέταση της Διατριβής είναι οι αναγκαίες προϋποθέσεις για την απόκτηση του Μ.Δ.Ε στις Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος.

# Ι) Ενότητα Περιβαλλοντικών Επιστημών

## I.1. Υδατική Χημεία-Ειδικά Κεφάλαια Υδατικής Χημείας

Ευριπίδης Γ. Στεφάνου (Υπεύθυνος), Μ. Κανακίδου

### ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος του μαθήματος είναι η παρουσίαση των *χημικών διεργασιών* που καθορίζουν την σύσταση των *φυσικών υδάτων*. Για να γίνει εφικτή η παρουσίαση αυτών των διεργασιών θα παρουσιαστούν και θα μελετηθούν, κατά τη διάρκεια του μαθήματος: α) οι *φυσικοχημικές παράμετροι* και αρχές που καθοδηγούν το *γίνεσθαι των χημικών ενώσεων* στο περιβάλλον (*σχέσεις δομής-ενεργότητας*), β) οι *χημικές μετατροπές* (βιολογικές και αβιοτικές) που υφίστανται οι χημικές ενώσεις στο υδατικό περιβάλλον με την ευρύτερη του έννοια (φυσικά ύδατα και μη), και γ) οι *χημικές ισορροπίες* που καθορίζουν τους *βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων* (π.χ. κύκλος του άνθρακα). Έμφαση θα δοθεί στην *ποσοτικοποίηση* των χημικών και φυσικοχημικών διεργασιών που συναντάμε στο υδατικό περιβάλλον.

Στα Ειδικά Κεφάλαια Υδατικής Χημείας θα εξεταστούν οι φυσικοχημικές διεργασίες που διέπουν την μεταφορά, τις μετατροπές και τους χρόνους παραμονής των οργανικών ενώσεων στο υδατικό περιβάλλον. Στην ενότητα αυτή θα εξεταστεί διεξοδικά η Χημεία της Απολύμανσης του πόσιμου νερού.

Τέλος θα γίνει μια εισαγωγή στη χρήση των εννοιών της *Υδατικής Χημείας* στη παραγωγή *μοντέλων* (Διδάσκουσα Μ. Κανακίδου) που μας βοηθούν να προβλέψουμε το γίνεσθαι των χημικών ενώσεων, κυρίως των ρυπαντών, στο υδατικό περιβάλλον.

Εκτός των παραδόσεων των μαθημάτων, το πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει γραπτές εργασίες των Μεταπτυχιακών Φοιτητών σε ορισμένα κεφάλαια, καθώς και ασκήσεις εφαρμογών.

Η αξιολόγηση των Μεταπτυχιακών Φοιτητών θα γίνει κατόπιν προφορικής εξέτασης και βαθμολόγησης των γραπτών εργασιών.

### I. Υδατική Χημεία των Φυσικών Υδάτων

1. Εισαγωγικές γνώσεις – πληροφορίες
2. Ιδιότητες του ύδατος και των υδάτων
  - 2.1 Ποιότητα και ποσότητα των υδάτων
  - 2.2 Πηγές, χρήσεις και κύκλοι του νερού
  - 2.3 Ιδιότητες του νερού
  - 2.4 Χαρακτηριστικά των υδατικών συστημάτων και υδατική ζωή
  - 2.5 Σύσταση των φυσικών υδάτων – ορισμοί (οξύτητα, αλκαλικότητα, σκληρότητα)
3. Στοιχεία Ανόργανης Υδατικής Χημείας
  - 3.1 Ο κύκλος του CO<sub>2</sub> στα υδατικά συστήματα
  - 3.2 Μεταλλικά ιόντα και οι χημικές τους ισορροπίες (καθίζηση, συμπλοκοποίηση)
  - 3.3 Πολυφωσφωρικές, χουμικές και φουλβικές ενώσεις
4. Αντιδράσεις οξειδο-αναγωγής στα φυσικά ύδατα
  - 4.1 Το pE του νερού
  - 4.2 Διαγράμματα pE / pH
5. Αλληλεπιδράσεις μεταξύ φάσεων στα φυσικά ύδατα
  - 5.1 Χημικές και φυσικοχημικές διεργασίες μεταξύ στερεών, αερίων και νερού
  - 5.2 Σχηματισμός ιζημάτων
  - 5.3 Διαλυτότητα
  - 5.4 Κολλοειδή
  - 5.5 Συσσωμάτωση σωματιδίων



- 5.6 Προσρόφηση χημικών ενώσεων σε στερεά – Μοντέλα προσρόφησης
- 5.7 Ανταλλαγή ιόντων
- 5.8 Ρόφηση αερίων

## **II. Ειδικά Κεφάλαια Υδατικής Χημείας**

### II.α.. Οργανική Υδατική Χημεία

1. Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Χημεία των Οργανικών Ενώσεων.
2. Στοιχεία Υδατικής Μικροβιολογίας και Βιοχημείας
3. Μεθοδολογική προσέγγιση για την πρόβλεψη του γίνεσθαι των οργανικών ενώσεων στο υδατικό περιβάλλον. Σχέσεις δομής/δραστικότητας
4. Προσδιορισμός των φυσικοχημικών παραμέτρων – συντελεστών που καθορίζουν τη κατανομή των οργανικών χημικών ενώσεων στο υδατικό περιβάλλον
  - 4.1 Συντελεστής Λιποφιλίας
  - 4.2 Διαλυτότητα των οργανικών ενώσεων στο νερό
  - 4.3 Συντελεστής προσρόφησης οργανικών ενώσεων σε εδάφη και ιζήματα
  - 4.4 Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης των οργανικών ενώσεων σε οργανισμούς
  - 4.5 Σταθερά του Henry – Εναλλαγές οργανικών ενώσεων μεταξύ ατμόσφαιρας και υδάτων.
5. Μοριακές μετατροπές των οργανικών ενώσεων στο περιβάλλον
  - 5.1 Μετατροπές μέσω μικροβιολογικών διαδικασιών
  - 5.2 Υδρόλυση οργανικών ενώσεων
  - 5.3 Φωτοχημικές μετατροπές

### II.β. Χημεία της Απολύμανσης του Πόσιμου Νερού

1. Υπόγεια και επιφανειακά ύδατα – Ποιοτικά χαρακτηριστικά
2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί
3. Προπομποί παραπροϊόντων απολύμανσης στα πόσιμα νερά (οργανικός άνθρακας, βρωμιούχα ιόντα)
4. Μέθοδοι απολύμανσης και τοξικά παραπροϊόντα τους.
5. Μέθοδοι ανάλυσης τοξικών παραπροϊόντων απολύμανσης
6. Μοντέλα πρόβλεψης σχηματισμού παραπροϊόντων απολύμανσης

## **III. Χρήση Μοντέλων στην Υδατική Χημεία Περιβάλλοντος**

1. Μοντέλα Διεργασιών (process models)
2. Ολοκληρωμένα μοντέλα (integrated models)

## **Βιβλιογραφία**

### Βιβλία:

(Συγγραφείς, «Τίτλος», Εκδοτικός Οίκος)

- 1) W. Stumm and J. Morgan, "Aquatic Chemistry", Wiley
- 2) R. Schwarzenbach, P. Gschwend and D. Imboden, "Environmental Organic Chemistry", Wiley
- 3) P. L. Brezonik, "Chemical Kinetics and Process Dynamic in Aquatic Systems", Lewis
- 4) R. Larson and E. Weber, "Reaction Mechansims in Environmental Organic Chemistry", Lewis
- 5) W. Lyman, W. Reehl and D. Rosenblatt, «Handbook of Chemical Property Estimation Methods», ACS
- 6) R. A. Minear and G. L. Amy, "DBPs in Water treatment: The Chemistry of their formation and control", Lewis, 1996.

Δημοσιεύσεις ερευνητικών και εφαρμοσμένων θεμάτων θα δοθούν κατά κεφάλαιο.

## **I.2. Χημεία και Φυσική της Ατμόσφαιρας**

N. Μιχαλόπουλος (υπεύθυνος μαθήματος), Μ. Κανακίδου  
(Συνυπεύθυνη μαθήματος), Ε. Γ. Στεφάνου, Π.  
Παπαγιαννακόπουλος και Θ. Ευθυμιόπουλος, Π.Κ.

Στα πλαίσια του μαθήματος εντάσσονται ειδικά κεφάλαια Ατμοσφαιρικής Φυσικής τα οποία διδάσκονται υπό μορφή σεμιναρίων από τον Αναπλ. Καθηγητή του Παν/μίου Κρήτης **Θωμά Ευθυμιόπουλο** και μαθήματα

#### Περιεχόμενο μαθήματος

##### **Ενότητα I**

- Δομή της ατμόσφαιρας
- Χημική σύσταση της ατμόσφαιρας
- Ισοζύγιο Ακτινοβολίας (μαύρο, απορρόφηση, εκπομπή ακτινοβολίας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου)
- Μεταβολή του κλίματος της Γης – ενδείξεις
- Ατμοσφαιρική κυκλοφορία (Στρώμα ανάμιξης, Θερμοκρασιακή αναστροφή, Θαλάσσια και ηπειρωτική αύρα, γενική κυκλοφορία, κύκλοι του Hardley, υψηλά χαμηλά βαρομετρικά, μέτωπα, βροχοπτώση, αληγείς άνεμοι, μουσώνες, ανταλλαγές στρατόσφαιρας/τροπόσφαιρας, μουσώνες, Κοιλάδα, Νότια ταλάντευση).

##### **Ενότητα II**

- Θαλάσσια Κυκλοφορία .
- Ο κύκλος του νερού και το κλίμα.
- Σχηματισμός και είδη σύννεφων.

##### **Ενότητα III**

- Ο κύκλος του άνθρακα (διοξείδιο του άνθρακα) και το κλίμα

##### **Ενότητα IV**

- Στρατοσφαιρική χημεία
- A. Μηχανισμός Charman. Καταλυτικοί κύκλοι καταστροφής στρατοσφαιρικού όζοντος (κύκλοι δραστικού υδρογόνου, αζώτου και αλογόνων). Ενώσεις αποθήκευσης και σύζευξη κύκλων
- B. Παρατηρήσεις στη στρατόσφαιρα και προβλέψεις
- i. Η τρύπα του όζοντος (αρκτική και ανταρκτική)
  - ii. Πολικά στρατοσφαιρικά σύννεφα
  - iii. Ετερογενείς αντιδράσεις σε μη πολικές περιοχές της στρατόσφαιρας
  - iv. ODP αλογονούχων ενώσεων
  - v. Επίδραση αεροπλάνων (Supersonic)
  - vi. Το στρώμα του Junge και το COS.

##### **Ενότητα V**

- Τροποσφαιρική χημεία
- A. Όζον/NO<sub>x</sub>/CO- Ισοζύγιο του όζοντος και ο ρόλος των οξειδίων του αζώτου, CH<sub>4</sub>, Ανθρωπογενείς και Βιογενείς NMVOCs, Ελεύθερες ρίζες : OH και NO<sub>3</sub>
- B. Κύκλος του αζώτου και θείου
- (a) Ισότοπα άνθρακα, οξυγόνου και θείου
  - (b) Αλογονούχες ενώσεις στη τροπόσφαιρα
  - (c) Υγρή φάση στην τροπόσφαιρα (Henry's Law Ισορροπίες μεταξύ υγρής και αέριας φάσης στην τροπόσφαιρα, Αντιδράσεις σε υγρή φάση, Air – sea exchanges)
  - (d) Σωματιδιακή φάση στην τροπόσφαιρα (Φυσικές ιδιότητες, Χαρακτηρισμός, Χημική σύσταση, Ατμοσφαιρικές κατανομές στα διάφορα τμήματα της τροπόσφαιρας)
  - (e) Φωτοχημική παραγωγή σωματιδίων, Ετερογενείς αντιδράσεις στην επιφάνεια αιωρούμενων σωματιδίων

- Μετρήσεις ατμοσφαιρικής χημείας με χρήση δορυφόρων

#### Περιεχόμενο μαθήματος

- Δομή της ατμόσφαιρας
- Χημική σύσταση της ατμόσφαιρας
- Ισοζύγιο Ακτινοβολίας (μαύρο, απορρόφηση, εκπομπή ακτινοβολίας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου)
- Μεταβολή του κλίματος της Γης – ενδείξεις
- Ατμοσφαιρική κυκλοφορία
  - (a) Hardley circulation, convection, advection, diffusion
  - (b) Troposphere: stratosphere exchanges
  - (c) Frontal systems

- (d) Στρώμα ανάμιξης
- (e) Θερμοκρασιακή αναστροφή
- (f) Κοιλάδα
- (g) Θαλάσσια και ηπειρωτική αύρα
- Το διοξείδιο του άνθρακα και το κλίμα
- Ο κύκλος του νερού και το κλίμα
- Στρατοσφαιρική χημεία
  1. Μηχανισμός Chapman
  2. Καταλυτικοί κύκλοι καταστροφής στρατοσφαιρικού όζοντος (κύκλοι δραστικού υδρογόνου, αζώτου και αλογόνων)
  3. Ενώσεις αποθήκευσης και σύζευξη κύκλων
  4. Παρατηρήσεις στη στρατόσφαιρα και προβλέψεις
    - vii. Η τρύπα του όζοντος (αρκτική και ανταρκτική)
    - viii. Πολικά στρατοσφαιρικά σύννεφα
    - ix. Ετερογενείς αντιδράσεις σε μη πολικές περιοχές της στρατόσφαιρας
    - x. ODP αλογονούχων ενώσεων
    - xi. Επίδραση αεροπλάνων (Supersonic)
    - xii. Το στρώμα του Junge και το COS.
- Τροποσφαιρική Χημεία
  - A. Όζον/Nox/CO
  - B. Ισοζύγιο του όζοντος και ο ρόλος των οξειδίων του αζώτου
  - Γ. Ελεύθερες ρίζες : OH και NO<sub>3</sub>
  - Δ. CH<sub>4</sub>
  - Ε. Ανθρωπογενείς NMVOCs
  - ΣΤ. Βιογενείς NMVOCs
  - Η. Κύκλος του αζώτου
  - Θ. Κύκλος του Θείου
  - Η. Ισότοπα άνθρακα, οξυγόνου και θείου
  - Ι. Αλογονούχες ενώσεις
  - Κ. Υγρή φάση στην τροπόσφαιρα
    - i. Είδη σύννεφων
    - ii. Henry's Law Ισορροπίες μεταξύ υγρής και αέριας φάσης στην τροπόσφαιρα
    - iii. Αντιδράσεις σε υγρή φάση
    - iv. Air – sea exchanges
  - Λ. Σωματιδιακή φάση στην τροπόσφαιρα
    - i. Φυσικές ιδιότητες
    - ii. Χαρακτηρισμός
    - iii. Χημική σύσταση
    - iv. Ατμοσφαιρικές κατανομές στα διάφορα τμήματα της τροπόσφαιρας
  - Μ. Φωτοχημική παραγωγή σωματιδίων
  - Ν. Ετερογενείς αντιδράσεις στην επιφάνεια αιωρούμενων σωματιδίων
- Ατμοσφαιρικές μετρήσεις με χρήση δορυφόρων

### **Βιβλιογραφία**

- Atmospheric Change: An Earth Perspective, TE Graedel, PJ Crutzen, ISBN 0 7167 2334-4, Freeman and Company, 1993.
- The Physics of Atmospheres, J. T. Houghton, Cambridge University Press, 1986.
- Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change, J. H. Seinfeld and S. N. Pandis, J. Wiley & Sons, 1997.
- Chemistry of Atmospheres, R. Wayne, Oxford, Clarendon Press, 1993.
- Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, B. J. Finlayson-Pitts and J. N. Pitts, Jr. Academic Press, 2000.

### I.3. Μικροβιολογία

Αναστάσιος Οικονόμου, Π.Κ.

#### ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος του μαθήματος είναι η παρουσίαση των μικροοργανισμών που αποτελούν το 90% της βιομάζας του πλανήτη και συμμετέχουν σε ένα τεράστιο εύρος από χημικές διεργασίες που άπτονται της διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος. Το μάθημα προσφέρει βασική γνώση σχετικά με τη βιολογία και τις εφαρμογές των μικροοργανισμών και επιδιώκει να αποτελέσει εισαγωγικό μάθημα για την Εφαρμοσμένη Μικροβιολογία.

Εκτός των παραδόσεων των μαθημάτων, το πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει γραπτές εργασίες των Μεταπτυχιακών Φοιτητών σε ορισμένα κεφάλαια, καθώς και πρακτικές ασκήσεις εφαρμογών. Στα βοηθήματα του μαθήματος περιλαμβάνονται βιβλία, CD-ROM καθώς και μία Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο με video, φωτογραφίες, χρήσιμες διευθύνσεις κλπ

Η αξιολόγηση των Μεταπτυχιακών Φοιτητών θα γίνει κατόπιν προφορικής εξέτασης και βαθμολόγησης των γραπτών εργασιών και αξιολόγηση της επίδοσης στην ανάλυση και δημόσια παρουσίαση ερευνητικών εργασιών.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

1.Εισαγωγή στη Βιολογία των Μονοκύτταρων Οργανισμών. Οι τρεις "χώροι" (Βακτήρια, Αρχαία, Ευκάρυα) της ζωής και αποτελούν την ελάχιστη αυτόνομη μονάδα της.

2.Κυτταρική Χημεία μικροβιακού κυττάρου: τό κύτταρο σαν πολύπλοκη χημική μηχανή:

- 2.1 συστατικά
- 2.2 μακρομοριακές δομές
- 2.3 οργάνωση.

3. Κυτταρική Βιολογία μικροοργανισμών

- 3.1 Μembrάνες/κυτταρικό τοίχωμα των Gram αρνητικών/θετικών βακτηρίων.
- 3.2 Εξωτερική μεμβράνη Gram<sup>-</sup> (λιπο-, εξω-πολυσακχαρίτες, μαστίγια, ινίδια, νημάτια).
- 3.3 Περίπλασμα (πεπτιδογλυκάνη, κυκλικές γλυκάνες).
- 3.4 Κυτταρόπλασμα (πυρηνοειδές, ριβοσώματα, κενοτόπια, ενδοσπόρια).

4. Βακτηριακή Γενετική

- 4.1 Βακτηριακό DNA: οργάνωση (Γονίδιο-Οπερόνιο-Πλασμίδιο-Χρωμόσωμα)
- 4.2 Έκφραση DNA και η ρύθμιση της
- 4.3 Η πλήρης συνταγή της ζωής: το γονιδίωμα δεκαπέντε βακτηρίων (*Haemophilus influenza*, *Mycoplasma genitalium* και *Escherichia coli* κλπ).

5.Μεταβολισμός

- 5.1 Ενέργεια (Δύναμη Κίνησης Πρωτονίων- ATP)
- 5.2 Φάσεις ανάπτυξης.

6. Βακτηριακή ρύθμιση (χημειοτακτισμός, συστήματα δύο στοιχείων, θερμικό πλήγμα).

7. Αύξηση/διαίρεση

- 7.1 σύνθεση πεπτιδογλυκάνης, μεμβρανική περίσφιξη, μεσόσωμα,
- 7.2 διπλασιασμός χρωμοσώματος).

8. Γενετική

- 8.1 Πρόσληψη εξωγενούς DNA.
- 8.2 Μεταλλάξεις, η αντίδραση "απόγνωσης" SOS.

9. Αρχαία:

- 9.1 Κυτταρικό τοίχωμα, μεμβράνες, μεταβολισμός, γενετική.
- 9.2 *Methanococcus jannaschii*: το πλήρες γένωμα.
- 9.3 Υπεραλόφιλα και μετατροπή ηλιακής ενέργειας σε ATP μέσω βακτηριοροδοψίνης. \
- 9.4 Το υπερθερμόφιλο *Methanobacterium*..

10. Ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί.

11. Ιοί:

- 11.1 Δομή, γένωμα και διαδικασία μόλυνσης

- 11.2 Οι βακτηριοφάγοι MS2, φX174, M13, T7 και Mu.
12. Εξέλιξη: ταξινόμια/συστηματική  
12.1 μοριακά χρονόμετρα και 16S rRNA.
13. Μικροβιακή Οικολογία: Βιοφίλμ, όρια θερμοκρασίας, pH, O<sub>2</sub>.
14. Εφαρμογές:  
Βιοτεχνολογία-Περιβάλλον.

#### ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

##### ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

-Ιστοσελίδα Μικροβιολογία και άλλες διευθύνσεις που βρίσκονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος (<http://www.biology.uch.gr/under/courses/microbiology/Index.htm>)  
(θα δοθεί αναλυτικός κατάλογος)

##### CD-ROM

1. Microbes in motion-McGraw-Hill
2. Ingraham, Schaechter and Neidhardt, (1997) "An Electronic Companion to Beginning Microbiology"
3. Mark L. Wheelis (1996) "Microbiology for Majors Electronic Companion"
4. "An Electronic Companion to Genetics"
5. George Johnson, (1996) "Explorations in Cell biology and genetics"

##### BIBΛΙΑ

- o Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Parker, J. (1997) Brock: Biology of microorganisms. 8th edition. Prentice Hall Inc, New Jersey.
- o Beckwith, J and Silhavy, T.J. (1992) The power of bacterial genetics-a literature-based course Cold Spring Harbor Laboratory Press
- o Neidhart, F.C. (ed) (1996) Escherichia coli and Salmonella typhimurium, cellular and molecular biology, 2nd edition. ASM press.
- o Snyder, L. And Champness, W. (1997) Molecular genetics of bacteria. American Society for Microbiology Press, Washington, D.C.

##### ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- o Molecular Microbiology
- o Applied and environmental microbiology
- o Journal of Bacteriology
- o Molecular Biology and Microbiology Reviews
- o Nature
- o Science
- o EMBO JOURNAL
- o CELL

## **I.4. Μικροβιολογία Περιβάλλοντος**

Νικόλαος Πανόπουλος, Π.Κ.

Ο βασικός στόχος του μαθήματος είναι η παρουσίαση των μικροβιολογικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την *βιοαποδόμηση χημικών ρυπαντών στο φυσικό και βιομηχανικό περιβάλλον*. Για να γίνει εφικτή η παρουσίαση αυτών των διεργασιών θα παρουσιαστούν και θα μελετηθούν, κατά τη διάρκεια του μαθήματος: α) η *ερευνητική μεθοδολογία* που χρησιμοποιείται για την μελέτη των μικροβιακών δραστηριοτήτων που *ευθύνονται για τις βιομετατροπές τοξικών ουσιών στο περιβάλλον*, και τη μελέτη της μεταβολικής ποικιλομορφίας των μικροοργανισμών αυτών σε βιοχημικό και γενετικό επίπεδο, β) οι *περιοριστικοί παράγοντες* που επικρατούν στα βεβαρημένα ανθρωπογενή και φυσικά οικοσυστήματα και επηρεάζουν τη μικροβιακή δραστηριότητα και τους ρυθμούς βιοαποδόμησης, γ) η

θεωρητική βάση και πρακτική εμπειρία από την εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης του μικροβιακού οικοσυστήματος για προώθηση της βιοαποδόμησης ρυπαντικών φορτίων σε μολυσμένα εδάφη και βιομηχανικά απόβλητα. δ) η χρήση μικροοργανισμών στην εκμετάλλευση κοιτασμάτων πολυτίμων μετάλλων, ε) οι σύγχρονες εξελίξεις στη μικροβιακή βιοτεχνολογία και γενετική που σχετίζονται με την προσαρμογή του μεταβολικού δυναμικού μικροοργανισμών για την βιοαποδόμηση τοξικών αποβλήτων, και στ) η αξιοποίηση φυτών για σκοπούς διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων.

Εκτός των παραδόσεων των μαθημάτων, το πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει και επισκέψεις σε εργαστήριο, γραπτές εργασίες των Μεταπτυχιακών Φοιτητών σε ορισμένα εξειδικευμένα παραδείγματα, και επιδεικτικές ασκήσεις.μεθοδολογίας. Η αξιολόγηση των Μεταπτυχιακών Φοιτητών θα γίνει κατόπιν προφορικής εξέτασης και βαθμολόγησης των γραπτών εργασιών.

#### ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ

1. Εισαγωγικές γνώσεις – πληροφορίες, βιβλιογραφικές πηγές
2. Μικροοργανισμοί περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος
  - a. Σπουδαιότητα, πηγές και ιδιότητες της ανθρωπογενούς ρύπανσης
  - b. Κατηγορίες, ιδιότητες και ρόλος των μικροοργανισμών στο μεταβολισμό επιλεγμένων τοξικών ουσιών
  - c. Μεθοδολογίες αξιολόγησης της μικροβιακής δραστηριότητας στο εργαστήριο και σε μολυσμένα οικοοσυστήματα
3. Μικροβιακή βιοποικιλότητα
  - a. Μεθοδολογίες και τεχνικές ανίχνευσης, απομόνωσης και διατήρησης μικροοργανισμών
  - b. Καλλιέργεια, ταξινόμηση, και ταυτοποίηση μικροοργανισμών
  - c. Μεταβολικά μονοπάτια αποδόμησης διαφόρων τοξικών ουσιών και απομάκρυνση βαρέων μετάλλων
  - d. Ρόλος και χρήση μικροοργανισμών στην ανάκτηση μετάλλων
4. Μικροβιακή βιοτεχνολογία και περιβαλλοντική ανάπτυξη
  - a. Βιοτεχνολογικά εργαλεία για βελτίωση μικροοργανισμών
  - b. Παραδείγματα, προβλήματα και αναδυόμενες τεχνολογίες περιβαλλοντικής ανάπτυξης
5. Η χρήση των φυτών στην περιβαλλοντική ανάπτυξη

### **I.5. Στατιστική Ανάλυση Περιβαλλοντικών Δεδομένων**

Κ. Λύκα, Π.Κ.

#### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

- ο Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστικής.
- ο Στατιστική Συμπερασματολογία: Εκτιμητική και Έλεγχος Υποθέσεων. Παλινδρόμηση. Ανάλυση Διασποράς.
- ο Εισαγωγή στις Μεθόδους Πολυμεταβλητής Ανάλυσης Οικολογικών Δεδομένων.
- ο Ανάλυση χρονοσειρών
- ο Εργαστηριακές ασκήσεις στα θέματα των διαλέξεων με τη χρήση στατιστικών λογισμικών πακέτων

### **I.6. Μετρήσεις Ρυπαντών στο Περιβάλλον**

Σ. Περγαντής (Υπεύθυνος), Ν.Μιχαλόπουλος, Ε.Στεφάνου, Ν.Χανιωτάκης, Θ. Ευθυμιόπουλος, Π.Κ.

#### ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ

Το μάθημα **Μετρήσεις Ρυπαντών στο Πεδίο και Περιβαλλοντική Αναλυτική Χημεία** έχει σαν στόχο να παράσχει στους φοιτητές την ικανότητα της κατανόησης των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό αναλυτικών προβλημάτων που διέπουν την περιβαλλοντική χημική ανάλυση, καθώς επίσης και τις απαραίτητες γνώσεις, τόσο θεωρητικές όσο και πρακτικές, για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων.

Το μάθημα αποτελείται από τέσσερις κύριες ενότητες, και είναι:

α) Εισαγωγή στην περιβαλλοντική Αναλυτική Χημεία, Δειγματοληψία και προετοιμασία δειγμάτων (Μιχαλόπουλος-Στεφάνου)

β) Σύγχρονες μέθοδοι στην Αναλυτική Χημεία. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα νέα όργανα, μέθοδοι και πρωτόκολλα που αποτελούν την τελευταία λέξη της τεχνολογίας για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στην περιβαλλοντική χημική ανάλυση. Οι απαιτήσεις των αναλύσεων θα αντιπαρατεθούν με τις δυνατότητες των σύγχρονων οργάνων και μεθόδων, και θα συγκριθούν με την προγενέστερη τεχνολογία. Η απαραίτητη για την σωστή ολοκλήρωση περιβαλλοντικών χημικών αναλύσεων οργανολογία θα δοθεί, και θα γίνουν συγκρίσεις κόστους απόδοσης.

Γ) Φυσικοχημικές μέθοδοι στην ποιοτική και ποσοτική ανάλυση. Κατά την διάρκεια της ενότητας αυτής θα αναλυθούν οι μέθοδοι και η απαιτούμενη οργανολογία για την ολοκλήρωση των αναλύσεων που βασίζονται στις φυσικοχημικές ιδιότητες των προς ανάλυση ουσιών. Στην αρχή θα παρουσιαστούν οι μέθοδοι και οι βασικές αρχές των στοιχειακών αναλύσεων (Ατομική Απορρόφηση και Εκπομπή, X-ray φθορισμός, Ανάλυση Ενεργοποίησης, Φασματοσκοπία Μάζας), και στην συνέχεια αυτές της ειδικής μοριακής και μακρομοριακής ανάλυσης (UV-Vis, IR & Raman, MS και συνδυασμοί)

Δ) Τεχνικές διαχωρισμού

Ε) Αισθητήρες Βιοαισθητήρες στις περιβαλλοντικές μετρήσεις. Το κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθεί με τις δυνατότητες για άμεσες και επιτόπου (in vivo) μετρήσεις που παρέχουν οι χημικοί αισθητήρες και βιοαισθητήρες. Οι βασικές αρχές λειτουργίας θα δοθούν, ενώ θα παρουσιαστούν και εφαρμογές σε περιβαλλοντικά δείγματα.

Στ) Τεχνικές Συνεχούς και άμεσης μέτρησης

Ε) Στατιστική Επεξεργασία Αποτελεσμάτων Περιβαλλοντικών Μετρήσεων

Εκτός των παραδόσεων των μαθημάτων, το πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει γραπτές εργασίες των Μεταπτυχιακών Φοιτητών σε ορισμένα κεφάλαια, καθώς και ασκήσεις εφαρμογών.

Η αξιολόγηση των Μεταπτυχιακών Φοιτητών θα γίνει με γραπτές εξετάσεις, και βαθμολόγησης των γραπτών εργασιών.

## II) Ενότητα Περιβαλλοντικής Μηχανικής

### II.1. Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Γ. Λυμπεράτος (Υπεύθυνος), Μ. Κορνάρος, Παν/μιο Πάτρας

#### ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ

- Επιπτώσεις διάθεσης λυμάτων
- Ποσότητες και σύσταση αποβλήτων
- Κείμενη νομοθεσία
- Στόχοι και μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων
- Αερόβια και αναερόβια ανάπτυξη μικροοργανισμών

- Κινητική ανάπτυξης μικροοργανισμών
- Προεπεξεργασία υγρών αποβλήτων
- Βασικές βιολογικές διεργασίες για την αφαίρεση άνθρακος, αζώτου και φωσφόρου
- Στοιχεία σχεδιασμού μονάδων βιολογικού καθαρισμού
- Εξοπλισμός, μετρήσεις και αυτόματος έλεγχος μονάδων επεξεργασίας λυμάτων
- Ιδιαιτερότητες βιομηχανικών αποβλήτων
- Δυνατότητα συνεπεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων

## II.2. Επεξεργασία Στερεών Αποβλήτων

Γ.Λυμπεράτος (Υπεύθυνος) και Μ.Κορνάρος, Παν/μιο Πάτρας

### ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ

- Ποσότητες και χαρακτηριστικά στερεών απορριμμάτων
- Κείμενη νομοθεσία
- Η έννοια της ολοκληρωμένης διαχείρισης
- Διαχείριση, αποθήκευση και επεξεργασία απορριμμάτων στην πηγή
- Διαλογή στην πηγή - Ανακύκλωση
- Συλλογή στερεών απορριμμάτων
- Μέθοδοι επεξεργασίας και διάθεσης
- Χώροι Υγειονομικής Ταφής
- Καύση με ανάκτηση ενέργειας
- Μηχανικός διαχωρισμός
- Λιπασματοποίηση του οργανικού κλάσματος
- Αναερόβια χώνευση
- Άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας
- Οικονομική σύγκριση τεχνολογιών
- Αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και χωροθέτηση

## II.3. Χρήση Μαθηματικών Μοντέλων Προσομοίωσης Ατμοσφαιρικών Διεργασιών

Μαρία Κανακίδου, Π.Κ.

Ενδεικτικό περιεχόμενο μαθήματος (Θεωρία)

Ορισμός μοντέλου και εφαρμογές – αλληλεπιδράσεις με μετρήσεις, παραδείγματα.

Τύποι μοντέλων (0,1,2,3 διαστάσεων, Eulerian, Lagrangian), ορισμός γεωγραφικής κλίμακας (τοπικά → παγκόσμιας κλίμακας), παραδείγματα.

Μοντέλα ενεργειακού ισοζυγίου – συντελεστές μοριακής απορρόφησης, κβαντική απόδοση – υπολογισμός ταχυτήτων φωτοχημικών αντιδράσεων, επίδραση συννέφων, αιωρούμενων σωματιδίων και απορροφούντων αερίων.

Εξάρτηση των ταχυτήτων αντιδράσεων από την θερμοκρασία και την πίεση, ανταγωνιστικές αντιδράσεις, χρόνοι ζωής ενώσεων και γεωγραφική και χρονική μεταβλητικότητα των ενώσεων.

Αριθμητικές μέθοδοι για την επίλυση συστήματος χημικών ενώσεων.

Ξηρά εναπόθεση αερίων και σωματιδίων.

Υγρή εναπόθεση, διαλυτότητα, σταθερά του Henry.

Αναλλαγή ικνοενώσεων μεταξύ θάλασσας και ατμόσφαιρας.

Επίδραση των οξειδίων του αζώτου στο ισοζύγιο του τροποσφαιρικού όζοντος.



Επίδραση CH<sub>4</sub>/CO και μη μεθανικών υδρογονανθράκων στο ισοζύγιο του όζοντος.  
Επίδραση αζώτου και αλογόνων στο όζον στην τροπόσφαιρα.  
Συμπύκνωση και εξαέρωση.  
Αλληλεπίδραση χημείας και μεταφοράς.  
Μεταβολή του ενεργειακού ισοζυγίου της ατμόσφαιρας λόγω αύξησης αερίων του θερμοκηπίου.  
Στατιστική επεξεργασία δεδομένων: Αριθμητικός / Γεωμετρικός μέσος όρος. Κατανομές. Ανάλυση βασικών παραγόντων.  
- Βασικές γνώσεις υπολογιστικής επιστήμης  
Λογικά διαγράμματα ροής  
Βασική δομή της FORTRAN  
Βασικές αρχές περιβάλλοντος UNIX  
Vi editor

## **II. 4. Χρήση Μαθηματικών Μοντέλων για τη Μελέτη της Διάχυσης και του γίνεσθαι των Ρυπαντών στο Υδατικό Περιβάλλον**

Γ. Κοσιώρης, Π.Κ.

### **Περιγραφή:**

Υδροδυναμική Διασπορά σε Πορώδη Υλικά  
Αριθμητικές Μέθοδοι για την επίλυση των υδροδυναμικών εξισώσεων διασποράς και εξισώσεων μεταφοράς  
Μαθηματικά Μοντέλα ποιότητας υπόγειων υδάτων  
Εφαρμογές των μοντέλων ποιότητας υπόγειων υδάτων

### **Βιβλιογραφία:**

- 1) Mathematical Modeling of Goundwater Pollution, Ne-Zheng Sun, Springer 1996
- 2) Applied Contaminant Transport Modeling, Theory and Practice Ch. Zheng & G. D. Bennet, ITP 1995
- 3) Modeling Groundwater Flow and Pollution, J. Bear & A Verruijt, , Kluwer 1994
- 4) Introduction to Modeling of Transport Phenomena in Porous Media, J. Bear & Yehuda Bachmat, Kluwer 1998
- 5) Environmental Modeling, J. Schnoor, Wiley 1996

## **II. 5. Risk Assessment and Life Cycle Analysis of POPs**

School of Public Health, Harvard University

### **Περιγραφή:**

Session 1: Multimedia Transport and Transformation

- Basics of fugacity and fugacity Models
- Transport and transformation pathways between various environmental media
- Deriving a mass balance, balancing gains and losses

#### Session 2: Multipathway Exposure

- Including multiple exposure pathways
- Case Study: Exposure to contaminated tap water through ingestion, inhalation, and dermal exposure
- Case Study: Dioxin sources, fate and transport, and exposure through food pathway

#### Session 3: Persistent Organic Pollutants

- Measures for characteristic time, characteristic travel distance, and potential for human exposure
- Classification method to determine if a pollutant is likely to persist in the environment
- Model comparison exercise for the characteristic travel distance

#### Session 4: Life Cycle Assessment

- Framework for completing a life cycle assessment
- Illustrative example to demonstrate concepts used in a life cycle assessment
- Life cycle impact assessment, multimedia approach for toxic compounds
- Evaluating toxic release inventories

#### Session 5: Risk Management

- Factors to consider in risk management decisions
- Case Study for cleaning contaminated soil
- Case study with MTBE, a fuel additive

## **II. 6. Ecological Risk Analysis: Pollutants Source Apportionment**

P. Koutrakis and I.G. Kavouras  
School of Public Health, Harvard University

#### **Περιγραφή:**

1. Introductory
2. Matrix Algebra and Vectors
3. Sample Geometry, Random and Defined Sampling
4. Data Transformations
5. The Multivariate Normal Distribution
6. Basic Factor Models
7. Geometry of Factor Models
8. Exploratory Factor Models
9. Confirmatory Factor Models
10. Extraction, Rotation and Interpretation of Factors
11. Factor Scores
12. Relating Factors Across Studies
13. Multivariate Linear Regression Models
14. Clustering, distance methods and ordination
15. Applications on Environmental Datasets

## **III) Ενότητα Οικονομικών, Νομικών και Κοινωνικών Επιστημών Περιβάλλοντος**

## III.1. Διαχείριση και Οικονομικά Περιβάλλοντος

Αναστάσιος Ξεπαπαδέας, Π.Κ.

### Περιγραφή:

#### ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ

Σκοπός του μαθήματος είναι να εφοδιάσει τους φοιτητές των Επιστημών Περιβάλλοντος με βασικές γνώσεις Περιβαλλοντικής Πολιτικής. Εφόσον το Μάθημα δεν απευθύνεται σε οικονομολόγους, θα δοθεί έμφαση στο συνδυασμό βασικών οικονομικών γνώσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση της Περιβαλλοντικής πολιτικής, με παρουσιάσεις βασικών θεμάτων περιβαλλοντικής πολιτικής. Το μάθημα θα συμπληρωθεί με αρκετά παραδείγματα διαχείρισης ποσότητας και ποιότητας νερού.

Συγκεκριμένα το μάθημα θα χωριστεί σε τρία μέρη:

Εισαγωγικό μέρος που θα καλύψει βασικές οικονομικές έννοιες, όπως PARETO OPTIMALITY, market failures και ιδιοκτησιακά δικαιώματα τα οποία σχετίζονται άμεσα με την εμφάνιση των προβλημάτων σχετικών με την προστασία του περιβάλλοντος.

Το δεύτερο μέρος θα αφιερωθεί στην ανάλυση της διάθρωσης της περιβαλλοντικής πολιτικής. Νομοθεσία και Νομολογία που αφορούν την περιβαλλοντική πολιτική θα παρουσιαστούν, καθώς επίσης και κάποια παραδείγματα των εφαρμογών τους. Σε αυτό το μέρος θα γίνει εισαγωγή διαχείρισης υδατικών πόρων με έμφαση στην πολιτική για συνδυασμένη διαχείριση ποιότητας και ποσότητας των υδατικών πόρων.

Το τρίτο μέρος θα αποτελείται από μικρό αριθμό παραδειγμάτων με θέμα «Διαχείριση ποσότητας και ποιότητας υδατικών πόρων στην αρδευτική γεωργία. Έμφαση θα δοθεί στην έκθεση της μεθοδολογίας για το συνδυασμό οικονομικών και φυσικών συστημάτων για την ανάπτυξη πολιτικών διαχείρισης.

Στις ανάγκες του μαθήματος περιέχεται ένα μικρό paper βασισμένο σε θέμα που θα έχει συζητηθεί κατά τη διάρκεια του μαθήματος και ακόμα γραπτές τελικές εξετάσεις. Η τελική αξιολόγηση θα είναι συνδυασμός των βαθμών από το paper και τις εξετάσεις.

Περιγραμμο του μαθήματος

### Εισαγωγή

Βασικές Οικονομικές Έννοιες

Αποτελεσματικότητα και η έννοια του κατά Pareto βέλτιστου

Ανταγωνιστικές αγορές

Αποτυχίες της αγοράς: Εξωτερικές επιδράσεις και δημόσια αγαθά

Ιδιοκτησιακά δικαιώματα (property rights)

Ανάγκη παρέμβασης-Οικονομική πολιτική

Περιβαλλοντικά προβλήματα

Τοπικά και παγκόσμια προβλήματα

Φαινόμενο θερμοκηπίου, όξινη βροχή

Βασική Περιβαλλοντική Πολιτική

Βιομηχανική μόλυνση και μέσα περιβαλλοντικής πολιτικής

Διαπραγματεύσεις και το θεώρημα Coase

Εφαρμογές περιβαλλοντικής πολιτικής

Stock Externalities, Στοιχεία διαχείρισης φυσικών πόρων

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και διαχείριση υδάτινων πόρων

Διαχείριση ποσότητας και ποιότητας στη γεωργία

### Παραδείγματα

Ποιότητα και ποσότητα των υπογείων νερών: Μια εφαρμογή στην αρδευόμενη γεωργία στο Ηράκλειο Κρήτης

Ρυθμιζοντας την ποιότητα και ποσότητα των υδάτων στην αρδευόμενη γεωργία: The Kern County Water Bank, California

### **Βιβλιογραφία**

- Baumol, W.J. and W.E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, Second Edition, Cambridge: Cambridge University Press.
- Cropper, M. and W.E. Oates (1992), "Environmental Economics: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 30, 675-740.
- Dinar, A and A. Xepapadeas "Regulating Water Quantity and Quality in Irrigated Agriculture", *Journal of Environmental Management*, forthcoming.
- Hanley, N., J.F. Shogren and B. White (1997), *Environmental Economics in Theory and Practice*, London: Macmillan Press Ltd.
- Nordhaus, W.D. (1991), "To Slow or not to Slow The Economics of the Greenhouse Effect", *Economic Journal*, 101, 920-37.
- OECD (1994), *Managing the Environment: The Role of Economic Instruments*, Paris, OECD.
- Tietenberg, T.H. (1996), *Environmental and Natural Resource Economics*, Fourth Edition, HarperCollins College Publishers.
- Xepapadeas, A. (1992), "Environmental Policy Design and Dynamic Nonpoint-Source Pollution", *Journal of Environmental Economics and Management*, 23 (1), 22-39.
- Xepapadeas, A. (1996), "Quantity and Quality Management of Groundwater: An application to Irrigated Agriculture in Iraklion, Crete", *Environmental Modeling and Assessment*, Vol. 1, 25-35.
- Xepapadeas, A. (1997), *Advanced Principles in Environmental Policy*, Edward Elgar Publishers.

## **III.2. Δίκαιο περιβάλλοντος**

Αγγελική Χαροκόπου

### **Περιγραφή:**

Πρόγραμμα διδασκαλίας Δικαίου Περιβάλλοντος στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος" του Παν/μίου Κρήτης

### **Εισαγωγή**

I.

Κατ' αρχήν θα πρέπει να γίνει μία πολύ σύντομη αναφορά σε βασικές έννοιες όπως :

1. Δίκαιο,δικαίωμα.
2. Κοινοτικό δίκαιο, κανονισμός, οδηγία, όργανα: Επιτροπή, Συμβούλιο Υπουργών, Ευρωπ. Κοινοβούλιο, Δικαστήριο.  
Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον,  
Διατάξεις για το περιβάλλον στο πρωτογενές κοιν. Δίκαιο.
3. Διεθνές δίκαιο, διεθνείς συμβάσεις, υπογραφή-κύρωση, θέση σε ισχύ(Διακήρυξη του Ρίο 1992, Στοκχόλμης, Σύμβαση για την Βιοποικιλότητα, Agenda 21) .

II .

1. Διοικητικά όργανα,
  - α) Διοίκηση, Υπουργός, Περιφερειακός Διευθυντής, Γεν Γραμματέας Περιφέρειας,
  - β) Νομάρχης, Δήμος, Κοινότητα- Συνοικιακό συμβούλιο
- 2 . Σύνταγμα, νόμος, προεδρικό διάταγμα, υπουργική απόφαση, απόφαση ιεραρχικά κατωτέρων οργάνων.
- 3 . Αντισυνταγματικότητα, νομοθετική εξουσιοδότηση, γνωμοδότηση.
- 4 . Υπηρεσίες και όργανα με αρμοδιότητα στο περιβάλλον: ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ.Υγείας,Υπ.Γεωργίας και Υπ.Ανάπτυξης (ΥΒΕΤ και Τουρισμού), Ρυθμιστικός Οργανισμός Αθήνας, Θεσσαλονίκης, κλπ.
- 5 . Αστικό, ποινικό και διοικητικό δίκαιο,δικονομία και δικαστήρια, νομολογία.

Η εισαγωγή αυτή θα είναι σύντομη και η αναφορά θα είναι επιγραμματική και θα αποσκοπεί :

- να γίνουν γνωστές έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν στις επόμενες παραδόσεις π.χ. όταν θα αναφερθούμε σε μέτρα που ρυθμίζονται με προεδρικό διάταγμα ή με υπουργική απόφαση, θα είναι σκόπιμο οι φοιτητές να γνωρίζουν ήδη, ότι το προεδρικό διάταγμα καθυστερεί να εκδοθεί , αλλά έχει περάσει από νομοτεχνική επεξεργασία και έλεγχο συνταγματικότητας και γενικότερα νομιμότητας από το Συμβούλιο Επικρατείας σε αντίθεση με την Υπ. Απόφαση.
- Να δημιουργηθεί στους μεταπτυχιακούς φοιτητές το θεωρητικό πλαίσιο και ο σκελετός, στα οποία θα μπορούν να εντάξουν τις γνώσεις των μεταγενέστερων παραδόσεων.

### III. Γενικές Διατάξεις

Η επόμενη ενότητα θα περιλαμβάνει τις βασικές ρυθμίσεις περιβαλλοντικού δικαίου κατά ιεραρχική κατάταξη:

#### 1 . Σύνταγμα:

θα γίνει αναφορά στο άρθρο 24 και 117, αλλά και συντομότερη αναφορά στα υπόλοιπα άρθρα που έχουν (για διάφορους λόγους) σημασία για το περιβάλλον , όπως π.χ. το άρθρο 17 για την ιδιοκτησία και την απαλλοτρίωση, το άρθρο 18 με τις ειδικότερες ρυθμίσεις για μεταλλεία, ορυχεία, λίμνες, υπόγεια ύδατα, το άρθρο 21 παρ. 3 για την υποχρέωση προστασίας της υγείας, το άρθρο 106 παρ. 2 για την οικονομική ανάπτυξη κλπ.

2 . Διατάξεις του αστικού κώδικα που αφορούν το περιβάλλον (περιληπτικά)

3 . Διατάξεις του ποινικού κώδικα που αφορούν το περιβάλλον (περιληπτικά)

4 . Νόμος (πλαίσιο) 1650/86 “για την προστασία του περιβάλλοντος” και η σημασία του εν συνδυασμό και προς άλλους βασικούς νόμους (νόμοι χωροταξικοί - πολεοδομικοί, νόμοι για την διαχείριση των υδατικών πόρων, για την θάλασσα, τις αρχαιότητες). Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην τομεακή του κατάταξη, στις κυρώσεις και στους ορισμούς.

5 . Αρχές του δικαίου περιβάλλοντος (Βιώσιμη ανάπτυξη, πρόληψη, προφύλαξη, ο Ρυπαίνων πληρώνει, integration, συμμετοχή –πληροφόρηση).

### IV . Οριζόντια μέτρα:

Ιδιαίτερη μνεία θα γίνει για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Αυτά τα δύο συναφή μεταξύ τους θέματα, θα απαιτήσουν ιδιαίτερη ενασχόληση και ανάλυση.

#### 1 . Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων:

Η οδηγία 85/337 και οι τροποποιήσεις της από την 97/11.

Η ελληνική νομοθεσία: ν. 1650/86, ΚΥΑ 69269/90, 75308/90, και οι ειδικότερες υπ. Αποφάσεις με την τροποποίηση των αρμοδιοτήτων και τις ειδικότερες ρυθμίσεις.

Η προέγκριση χωροθέτησης

Η έγκριση περιβαλλοντικών όρων

Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η εξέταση των εναλλακτικών λύσεων.

#### 2 . Η ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης:

Η οδηγία 96/61 (IPPC) και το υφιστάμενο σύστημα αδειοδοτήσεων έργων και δραστηριοτήτων του εσωτερικού δικαίου (πρόσφατη νομοθεσία για την ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων).

3 . Αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες (Οδηγία Σεβέζο, όπως ισχύει μετά τις αλληπάλληλες τροποποιήσεις).

4 . Δυνατότητα πρόσβασης των ιδιωτών σε στοιχεία που κατέχει η Διοίκηση : οδ. 90/313 και εσωτερική νομοθεσία.

### V . Ειδικά θέματα-Ρύπανση

#### 1 . Ατμόσφαιρα

Εκπομπές από βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αυτοκίνητα, μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης

Καν. 3093/94 για τις ουσίες που καταστρέφουν το όζον

Δ.Σ. Κιότο για την κλιματική αλλαγή, φαινόμενο του θερμοκηπίου

Απ. 93/389, CO2 emissions

- 2 . Ύδατα :
  - N.1739/87 για την διαχείριση των υδατικών πόρων
  - Ισχύον καθεστώς για το πόσιμο νερό
  - Απορρίψεις συγκεκριμένων ουσιών στο υδατικό περιβάλλον
  - Ρέματα, λίμνες, υπόγεια ύδατα
  - Νιτρικά οδ. 91/676,
  - Τελική πρόταση της Ε.Επιτροπής για την έκδοση οδηγίας-πλαισίου για τα ύδατα
- 3 . Έδαφος:
  - Υγ.δ/ξη Ε1β/65 για τις απορρίψεις στο έδαφος,
  - Οδ. 86/278 για την χρησιμοποίηση ιλύος στη γεωργία
  - Προστασία ακτών
- 4 . Θάλασσα:
  - Εσωτερικό δικαίο: ν. 743/77, και τα εκτελεστικά μέτρα του
  - Κυρωμένες διεθνείς συμβάσεις: Βρυξελλών, Μαργολ, Montego Bay, Βαρκελώνης με όλο το πλέγμα πρωτοκόλλων και παραρτημάτων.
  - Οδ. 76/160 για τα ύδατα κολύμβησης.
- 5 . Επικίνδυνες χημικές ουσίες και παρασκευάσματα:
  - Ταξινόμηση, επισήμανση, χρήση, αποθήκευση, εμπορία, (οδ. 67/548 , όπως έχει τροποποιηθεί)
  - Αμιάντος: οδ. 87/217, 91/659
  - Risk assessment και Ορθή εργαστηριακή πρακτική
- 6 . Απόβλητα:
  - Οδ.75/442 (91/156) για τη διαχείριση των αποβλήτων, όπως ενσωματώθηκε με την υπ. Απ. 69728/96 και τις ειδικότερες διατάξεις για το τεχνικό πλαίσιο διαχειρίσεις και τις τεχνικές προδιαγραφές
  - Χωματερές, υγειονομική ταφή ( τελική πρόταση της ΕΕ για σχέδιο οδηγίας)
  - Οδ. 91/689 για τα επικίνδυνα απόβλητα, όπως ενσωματώθηκε και οδ. 259/93 για τη μεταφορά επικινδύνων αποβλήτων.
  - Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια (Οδ. 75/439 ,87/101)
  - Οδ. 91/271 για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων , όπως έχει τροποποιηθεί και όπως έχει ενσωματωθεί στην εθνική έννομη τάξη
  - Οι ειδικές ρυθμίσεις για τα PCBs και PCTs (Οδ. 96/59)
- 7 . Θόρυβος
- 8 . Οχλούσες δραστηριότητες και ειδικότεροι αναφορά σε ορισμένες από αυτές

#### VI . Ειδικά θέματα- Προστασία της φύσης

- 1 . Δάση-δασικές εκτάσεις (N.998/79, βοσκότοποι, δασολόγιο)
- 2 . Προστατευόμενες περιοχές (εθνικοί δρυμοί, habitats, υγροβιότοποι - συνθήκη Ραμόν)
- 3 . Προστατευόμενα είδη χλωρίδας – πανίδας( οδηγία 92/43, 338/97 για τα απειλούμενα είδη και 79/409 για τα πτηνά)
- 4 . Ειδικές περιβαλλοντικές μελέτες

#### VI I . Ειδικά θέματα - Ανθρωπογενές περιβάλλον

- 1 . Χωροταξία (ν.360/76)
- 2 . Πολεοδομία:
  - πολεοδομικός σχεδιασμός: ν.1337/83 και τα εκτελεστικά του διατάγματα, ν. 2508/97 για την βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη, ΖΟΕ, ΖΑΠΑΔ, παραδοσιακοί οικισμοί, οικοδομικές άδειες.
- 3 . Δημόσια έργα – μελέτες :
  - Ορισμοί και κατηγορίες δημόσιου-δημοτικού έργου και μελέτης, φορείς
  - Νομοθετικό πλαίσιο: ν.1418/84 και 716/77(π.δ.609/ 85, 171/87 , 28/80), κοινοτικό δικαίο.
  - Διαδικασία: τρόποι ανάθεσης (απευθείας επιλογή και ανάθεση με διαγωνισμό), σύναψη σύμβασης.
  - Μελετητές.
- 4 . Αρχαιότητες και νεώτερα μνημεία:
  - Νομοθετικό πλαίσιο : 5351/32, 1469/50

Αρχαιολογικοί χώροι, ζώνες, όροι και περιορισμοί, αισθητική.

VIII . Ειδικά θέματα : Ενέργεια και νέες τεχνολογίες

- 1 . Ενέργεια και ήπιες μορφές της , νομοθετικό πλαίσιο, ν. 2289/95 υδρογονάνθρακες, ν. 2165/93 ρύθμιση θεμάτων παραγωγής ηλ. ενέργειας, αυτοπαραγωγοί, ν. 2244/94.
- 2 . Ραδιενέργεια: απόβλητα, μετρήσεις, ενημέρωση πληθυσμού.
- 3 . Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες: κινητή τηλεφωνία, ραντάρ, γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης.
- 4 . Βιοτεχνολογία: γενετικώς τροποποιημένοι οργανισμοί -οδ. 90/220 όπως έχει τροποποιηθεί, ελευθέρωση-θέση στην αγορά GMOs, προϋποθέσεις.

### III.3: Κοινωνία και Περιβάλλον

Μ. Κούση, Π.Κ.

#### **Περιγραφή:**

Κύριος σκοπός του μαθήματος είναι να παρουσιάσει τα περιβαλλοντικά ζητήματα μέσω της κοινωνιολογικής προσέγγισης. Αυτό θα γίνει χρησιμοποιώντας κλασικές και σύγχρονες κοινωνιολογικές θεωρίες, έννοιες και μελέτες που αναπτύσσονται γύρω από θέματα όπως: πληθυσμός, πείνα, ενέργεια, φυσικοί πόροι, βιώσιμη ανάπτυξη, περιβαλλοντικά κινήματα, περιβαλλοντική πολιτική, τεχνολογία, και εναλλακτικές λύσεις. Ειδική βαρύτητα θα δοθεί στη πολυδιάστατη σχέση μεταξύ επιστήμης, κοινωνίας και τεχνολογίας.

## IV) Κύκλος Σεμιναρίων Περιβαλλοντικής Υγιεινής (Environmental Health)

### IV.1. Οικοτοξικολογία: Επίδραση των ρυπαντών στους οργανισμούς

Δ.Γανωτάκης, Π.Κ.

#### **Περιγραφή:**

Σκοπός του συγκεκριμένου μαθήματος είναι να εξετασθούν τα επιβλαβή αποτελέσματα της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης στους βιολογικούς οργανισμούς. Οι ενότητες που θα καλυφθούν θα είναι οι εξής:

#### **A) Σύντομη εισαγωγή στα βιολογικά συστήματα.**

Περιγραφή αναπνευστικής και φωτοσυνθετικής αλυσίδας και ευαισθησία των λειτουργιών σε εξωγενείς παράγοντες.

#### **B) Επίδραση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης στην φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών.**

Στην ενότητα αυτή θα γίνει μια γενική εισαγωγή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και μετά θα συζητηθεί το φαινόμενο της «Φωτοαναστολής». Συγκεκριμένα θα εξετασθούν οι καταστρεπτικές συνέπειες της υψηλής θερμοκρασίας και της ακτινοβολίας UV στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό και κατ'επέκταση στην παραγωγικότητα των φυτικών οργανισμών.

### Γ) Οικοτοξικολογία

Θα γίνει μια εισαγωγή στις βασικές αρχές της οικοτοξικολογίας και θα εξετασθούν οι επιδράσεις των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα. Έμφαση θα δοθεί στην συμπεριφορά και τον ρόλο των διαφόρων μικροοργανισμών.

## IV.2. Σεμινάρια Δημόσιας Υγείας: Η επίδραση παραγόντων, του περιβάλλοντος, στην υγεία

Α. Φιλαλήθης, Π.Κ.

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Η υγεία προσδιορίζεται από πέντε μεγάλες ομάδες παραγόντων: τους βιολογικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς παράγοντες, τον τρόπο ζωής (life-style) και τις υπηρεσίες υγείας. Η επίδραση κοινωνίας και υγείας ενισχύεται από το γεγονός ότι οι υπηρεσίες υγείας (δηλαδή ο τρόπος που παρέχεται η ιατρική φροντίδα) διαμορφώνονται από τις κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές συνθήκες που επικρατούν. Το Ελληνικό «παράδοξο της υγείας» συνίσταται στο ότι οι εξω-ιατρικοί προσδιοριστές της υγείας έχουν συντελέσει καθοριστικά στην επίτευξη άριστων δεικτών υγείας του πληθυσμού, ενώ οι υπηρεσίες υγείας, παρά την εμφανή έλλειψη ικανοποιητικής οργάνωσης, φαίνεται να είναι αποτελεσματικές.

## V) Εργαστήρια

### Εργαστήριο 1: Μετρήσεις Πεδίου με Ειδικά Επιστημονικά Όργανα

Ν.Μιχαλόπουλος (Υπεύθυνος), και Γ. Παπαδάκης Π.Κ.

#### Περιγραφή:

Μετρήσεις πεδίου (Monitoring) - Σταθμός Ατμοσφαιρικών Μετρήσεων Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Χημικών Διεργασιών Π.Κ. στη Φινοκαλιά

Οι Φοιτητές θα εξοικιωθούν με τις μετρήσεις στο πεδίο των ρυπαντών της ατμόσφαιρας NO<sub>x</sub>, όζον, Αιθάλη, νιτρικές ρίζες, SO<sub>2</sub>. Για τις μετρήσεις αυτές θα χρησιμοποιηθούν από τους Φοιτητές τα παρακάτω επιστημονικά όργανα:

- Συσκευές μέτρησης ρυπαντών τύπου THEPMO (NO<sub>x</sub>, όζον)
- Differential Optical Absorption Spectrometry (DOAS) (Νιτρικές ρίζες, όζον, SO<sub>2</sub>)
- Αιθαλόμετρο (Αιθάλη)
- Μετρητής Ραδονίου

Όλες οι ασκήσεις περιλαμβάνουν τις εξής φάσεις:

1. Θεωρητική εισαγωγή
2. Μελέτη των τεχνικών εγχειριδίων των οργάνων
3. Προετοιμασία από τους Φοιτητές (μελέτη και βιβλιογραφική έρευνα των συγκεκριμένων μετρήσεων)
4. Εφαρμογή στο πεδίο
5. Γραπτή αναφορά

### Εργαστήριο 2. Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας Περιβάλλοντος



Σ. Περγαντής (Υπεύθυνος), Ε. Γ. Στεφάνου, Α. Κουβαράκης και Γ. Παπαδάκης, Π.Κ.

#### **Περιγραφή:**

#### **Δειγματοληψία και εργαστηριακή ανάλυση ατμοσφαιρικών δειγμάτων**

Οι φοιτητές θα μάθουν να χρησιμοποιούν και να εφαρμόζουν δειγματοληπτικές τεχνικές και σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης, αερίων, αιωρημάτων, βρόχινου νερού. Η κύρια αναλυτική τεχνική είναι η Ιοντική Χρωματογραφία.

#### **Εργαστηριακές τεχνικές στην περιβαλλοντική ανάλυση οργανικών ενώσεων**

Περιγραφή:

Οι φοιτητές θα μάθουν να χρησιμοποιούν και να εφαρμόζουν αναλυτικές μεθόδους για την ανάλυση των οργανικών ρυπαντών στον αέρα, νερό και έδαφος ή δείγματα ιζημάτων.

Αυτές οι τεχνικές περιλαμβάνουν:

Τριχοειδής αέρια χρωματογραφία με διαφορετικούς ανιχνευτές, όπως FID, ECD, NPD.

Τριχοειδής αέρια χρωματογραφία / φασματογραφία μάζας. Τεχνικές φασματογραφίας μάζας περιλαμβάνοντας σύγκρουση ηλεκτρονίων, Ιοντισμό, MS/MS κτλ. θα χρησιμοποιηθούν σε σχέση με την κατηγορία των συστατικών για ανάλυση.

Υψηλής απόδοσης υγρή χρωματογραφία με UV(DAD) και ανιχνευτές φθορισμού θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των υδρολυτικών οργανικών συστατικών σε δείγματα νερού.

Δείγματα που αναλύονται με τις παραπάνω τεχνικές χρησιμοποιούνται για ειδικό εμπλουτισμό μίγματος.(LL ή LS εκκύλιση, χρωματογραφία στήλης, clean up, etc.)

Οι Φοιτητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν εγχειρίδια για να μάθουν τις τεχνικές και το πρόγραμμα για την συλλογή δεδομένων και επεξεργασία. Θα εξεταστούν για τις γνώσεις τους σε κάθε όργανο και θα εφαρμόσουν κάθε τεχνική σε αναλύσεις συγκεκριμένων δειγμάτων.

Στο τέλος κάθε πειράματος θα παραδοθεί μια έγγραφη αναφορά.

### **Εργαστήριο 3. Αριθμητική Προσομοίωση Περιβαλλοντικών Διεργασιών**

Μαρία Κανακίδου, Π.Κ.

- Ενδεικτικό περιεχόμενο μαθήματος (Εργαστήριο)
- Ορισμός μοντέλου και εφαρμογές – αλληλεπιδράσεις με μετρήσεις, παραδείγματα.

Τύποι μοντέλων (0,1,2,3 διαστάσεων, Eulerian, Lagrangian), ορισμός γεωγραφικής κλίμακας (τοπικά → παγκόσμιας κλίμακας), παραδείγματα.

- Μοντέλα ενεργειακού ισοζυγίου – συντελεστές μοριακής απορρόφησης, κβαντική απόδοση – υπολογισμός ταχυτήτων φωτοχημικών αντιδράσεων, επίδραση σύννεφων, αιωρούμενων σωματιδίων και απορροφούντων αερίων.
- Εξάρτηση των ταχυτήτων αντιδράσεων από την θερμοκρασία και την πίεση, ανταγωνιστικές αντιδράσεις, χρόνοι ζωής ενώσεων και γεωγραφική και χρονική μεταβλητικότητα των ενώσεων.
- Αριθμητικές μέθοδοι για την επίλυση συστήματος χημικών ενώσεων.
- Ξηρά εναπόθεση αερίων και σωματιδίων.
- Υγρή εναπόθεση, διαλυτότητα, σταθερά του Henry.
- Ανταλλαγή ικνοενώσεων μεταξύ θάλασσας και ατμόσφαιρας.
- Επίδραση των οξειδίων του αζώτου στο ισοζύγιο του τροποσφαιρικού όζοντος.
- Επίδραση CH<sub>4</sub>/CO και μη μεθανικών υδρογονανθράκων στο ισοζύγιο του όζοντος.
- Επίδραση αζώτου και αλογόνων στο όζον στην τροπόσφαιρα.
- Συμπύκνωση και εξαέρωση.
- Αλληλεπίδραση χημείας και μεταφοράς.

- Μεταβολή του ενεργειακού ισοζυγίου της ατμόσφαιρας λόγω αύξησης αερίων του θερμοκηπίου.
- Στατιστική επεξεργασία δεδομένων: Αριθμητικός / Γεωμετρικός μέσος όρος. Κατανομές. Ανάλυση βασικών παραγόντων.
- Βασικές γνώσεις υπολογιστικής επιστήμης

Λογικά διαγράμματα ροής

Βασική δομή της FORTRAN

Βασικές αρχές περιβάλλοντος UNIX

Vi editor

## VI) Ειδικά Σεμινάρια

**Ο κατάλογος των σεμιναρίων είναι προσωρινός**

- |   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| 1 | Φυτοφάρμακα και Περιβάλλον: Οικοτοξικολογία και Μελέτη του Γίνεσθαι<br>διαφόρων Κατηγοριών Φυτοφαρμάκων στο Περιβάλλον | Αναπλ. Καθ/τής Τ.<br>Αλμπάνης  |
| 2 | Biochemical and Evolutionary Diversity of Microbial Degradation of<br>Organic Chemicals                                | Prof. Dr. Alexander<br>Zehnder |
| 3 | Bioavailability Controlling Biodegradation of Organic Chemicals  | Prof. Dr. Alexander<br>Zehnder |
| 4 | The Importance of Tropics in Atmospheric Chemistry   | Prof. Dr. Paul J.<br>Crutzen   |
| 5 | Τεχνολογίες πρόληψης ρύπανσης και απορρύπανσης   | Καθ/τής Κ. Βαγενάς             |
| 6 | Γενετική Μηχανική – Βιολογική Καταπολέμηση   | Καθ/τής Χ. Σαββάκης            |

# ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

## ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ

### ΚΡΗΤΗΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΑΕΙ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ

#### Εισαγωγή

Η ανάγκη δημιουργίας και λειτουργίας διεπιστημονικών προγραμμάτων με θέμα το Περιβάλλον κατέστη γνωστή πριν από 15 έτη στις Η.Π.Α. και ίσως την τελευταία δεκαετία στην Ευρώπη. Έτσι μεταπτυχιακά διεπιστημονικά προγράμματα σπουδών λειτουργούν με αρκετή επιτυχία και στις Η.Π.Α. και στην Ευρώπη. Το στίγμα των μεταπτυχιακών αυτών προγραμμάτων καθορίζεται κυρίως από την παράδοση και το ακαδημαϊκό περιεχόμενο των σπουδών των Τμημάτων που τα θεραπεύουν. Στις Η.Π.Α. τα πρώτα προγράμματα δημιουργήθηκαν και λειτούργησαν σε Σχολές Μηχανικών (κυρίως Τμήματα Πολιτικών Μηχανικών) και φέρουν κυρίως το στίγμα της Μηχανικής Περιβάλλοντος. Στην Ευρώπη ανάλογα προγράμματα υπάρχουν και σε σχολές των λεγόμενων Θετικών Επιστημών και ως εκ τούτου φέρουν το αντίστοιχο στίγμα των Επιστημών ή της Μηχανικής Περιβάλλοντος.

Επιλέξαμε για την προετοιμασία του μεταπτυχιακού προγράμματος "Επιστήμες και Μηχανική Περιβάλλοντος", αλλά και για την αποτίμησή του σ' αυτή την πιλοτική περίοδο λειτουργίας του, αντίστοιχα προγράμματα που λειτουργούν σε Ακαδημαϊκά Ιδρύματα του εξωτερικού που θεωρούνται επιτυχημένα. Τα εν λόγω προγράμματα περιλαμβάνουν προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιστήμες και την περιβαλλοντική μηχανική.

Εξετάσαμε ενδεικτικά τα ακόλουθα προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών:

- **UNIVERSITY OF EAST ANGLIA**, School of Environmental Sciences, MSc Course, Environmental Impact Assessment and Auditing, MSc Course, Environmental Sciences, MSc Course, Atmospheric Sciences Imperial College (University of London), Environmental Engineering.
- **UNIVERSITY OF SUSSEX**, Environmental Science Major Courses
- **IMPERIAL COLLEGE** (University of London), Environmental Engineering.
- **ETH-ZURICH**, Diploma of Environmental Science and Engineering Institute for Aquatic Sciences and Water Pollution Control (IGW)
- **STANFORD UNIVERSITY**, Postgraduate course Environmental Science and Engineering
- **UNIVERSITY OF CALIFORNIA LOS ANGELES (UCLA)**, Environmental Engineering Postgraduate Program
- **UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA**, Department of Environmental Sciences and Engineering Program.

Η επιλογή των προαναφερόμενων προγραμμάτων έγινε σύμφωνα με την επιτυχία τους και τη φήμη τους.

Παραθέτουμε για την αποτελεσματικότερη σύγκριση δύο Πίνακες. Στον πρώτο Πίνακα γίνεται σύγκριση του Προγράμματός μας με τα αντίστοιχα Ευρωπαϊκών Παν/μίων ενώ στο δεύτερο με τα αντίστοιχα Παν/μίων των Η.Π.Α. Οι πίνακες αυτοί είναι αναλυτικοί και περιέχουν τα μαθήματα του κάθε προγράμματος.

	1	2	3	4
	<b>UNIVERSITY OF CRETE</b> Departments of Chemistry and Biology Environmental Sciences and Engineering	<b>UNIVERSITY OF EAST ANGLIA,</b> School of Environmental Sciences, MSc Course, Environmental Sciences	<b>UNIVERSITY OF SUSSEX</b> Environmental Science Major Courses	<b>Environmental Engineering –</b> <b>Imperial College / University of London</b>
Duration	4 semesters	46 weeks		3 semester
Topics				
<b>A</b> Introductory and Research courses and seminars	Introduction to Environmental Sciences and Engineering  Seminars in Research Methodology <i>*Reduction of Organic Pollutants under Iron- and Sulfate Reducing Conditions: Coupling of Biogeochemical Processes and Pollutant Transformation</i> <i>*Assessing the Input and the Dynamic Behavior of Organic Pollutants in Lakes</i> <i>*Global Change in the Environment</i> <i>*Pesticides : How to use them, Side effects and Concentration levels in the Natural Environment</i> <i>*Pesticides in the Environment</i> <i>*Biochemical and Evolutionary Diversity of Microbial Degradation of Organic Chemicals</i> <i>*Bioavailability Controlling Biodegradation of Organic Chemicals</i>	Research skills	Environmental Issues Analytical Techniques  Analytical Techniques Laboratory	Chemistry for environmental engineers

	<p><i>“Environmental Fate Of Detergent Chemicals: Monitoring Studies In Sewage Effluents, Sewage Sludge In Ambient Waters”</i></p> <p><i>*Managing the Environment</i></p> <p><i>*The biochemical cycle of Sulfur</i></p> <p><i>*The Importance of Tropics in Atmospheric Chemistry</i></p> <p><i>*Stratospheric Ozone</i></p>			
<b>B Atmosphere</b>	<p>Atmospheric Chemistry</p> <p>Computing in Atmospheric Sciences</p> <p>Field Monitoring Techniques and Environmental Analytical Chemistry for Atmospheric pollutants</p> <p>Computing and Modeling of Environmental Processes</p>	<p>The Climate system</p> <p>Global Warming I Basic Science</p> <p>Climate change and Africa</p> <p>Global Warming II Basic Science</p>	<p>Atmospheric Chemistry</p> <p>Environmental Modelling and Policy making</p> <p>Environmental Cycles</p>	<p>Computer programming</p>
<b>C Water</b>	<p>Aquatic Chemistry</p> <p>Environmental Organic Chemistry and Geochemistry</p> <p>Environmental Analytical Chemistry of Organic Pollutants</p>	<p>Groundwater pollution and Modelling</p>	<p>Organic Chemistry for environmental Science Majors</p> <p>States of Matter</p> <p>Earth Surface processes</p> <p>Surfaces, Coloids And Natural Phenomena</p>	<p>Water quality modelling</p> <p>Hydrogeology</p>
<b>D Microbiology</b>	<p>Microbiology</p> <p>Ecotoxicology</p>		<p>Biology for environmental Scientists</p> <p>Ecotocology</p>	<p>Microbiology for environmental engineers</p>

	Applied Environmental Microbiology Genetic Engineering Environmental Applications		Elements and compounds in the environment  Biochemical Environment	
<b>E Engineering</b>	Wastewater treatment Integrated Solid Waste Management Techniques of pollution prevention and rehabilitation	Advances in Risk Management  Waste management	Energy of Biomass	Water supply and distribution Urban Hydrology and wastewater collection systems Introduction to water/wastewater systems Introduction to waste management and landfill engineering Industrial wastewater treatment Advanced water and wastewater treatment Contaminated land and landfill Hazardous and industrial waste management Alternatives to landfill for municipal solid waste management Open channel flow Water, wastes and health in developing countries
<b>F Environmental Management, Economics and Law</b>	Environmental economics, policy and legislation	Advances in Risk Management Introduction to EIA, Auditing and Environmental Management Systems Environmental Impact Assessment	Introduction to Environmental Economics	Design project  Air pollution control

		Introduction to the Economics of the Environment Ecological Economics		
<b>G</b>	<b>OTHER</b>	Practical Use of GIS  Physical Oceanography Statistics for Research	Energy Atmospheric and Oceanographic Physics The physicochemical Environment Karstic systems Periglacial Environments Inorganic Geochemistry	Ground water hydraulics Mathematical and statistical modelling in water engineering
<b>H</b>	<b>European Environmental Issues (Socrates)</b>		Biodiversity and environmental Management Metal ions in Environment	
	<i>*Seminars attended by the students</i>			



	1	5	6	7
	<b>UNIVERSITY OF CRETE</b> Departments of Chemistry and Biology Environmental Sciences and Engineering	<b>STANFORD Postgraduate course</b> Environmental Science and Engineering	<b>Environmental Engineering</b> <b>UCLA Postgraduate Program</b>	<b>University of North Carolina</b> <b>Department of Enviromental</b> <b>Sciences and Engineering</b>
Duration	4 semesters	3-4 semesters	3-4 semesters	4 semesters
Topics				
<b>A</b> <b>Introductory and</b> <b>Research courses and</b> <b>seminars</b>	<p>Introduction to Environmental Sciences and Engineering</p> <p>Seminars in Research Methodology</p> <p><i>*Reduction of Organic Pollutants under Iron- and Sulfate Reducing Conditions: Coupling of Biogeochemical Processes and Pollutant Transformation</i></p> <p><i>*Assessing the Input and the Dynamic Behavior of Organic Pollutants in Lakes</i></p> <p><i>*Global Change in the Environment</i></p> <p><i>*Pesticides : How to use them, Side effects and Concentration levels in the Natural Environment</i></p> <p><i>*Pesticides in the Environment</i></p> <p><i>*Biochemical and Evolutionary Diversity of Microbial Degradation of Organic Chemicals</i></p>	Physical and chemical processes	<p>Fundamentals of environmental engineering science</p> <p>Indroduction to water resources engineering</p> <p>Introduction to environmental engineering science</p>	

		<p><i>*Bioavailability Controlling Biodegradation of Organic Chemicals</i></p> <p><i>“*Environmental Fate Of Detergent Chemicals: Monitoring Studies In Sewage Effluents, Sewage Sludge In Ambient Waters”</i></p> <p><i>*Managing the Environment</i></p> <p><i>*The biochemical cycle of Sulfur</i></p> <p><i>*The Importance of Tropics in Atmospheric Chemistry</i></p> <p><i>*Stratospheric Ozone</i></p>			
<b>B</b>	<b>Atmosphere</b>	<p>Atmospheric Chemistry</p> <p>Computing in Atmospheric Sciences</p> <p>Field Monitoring Techniques and Environmental Analytical Chemistry for Atmospheric pollutants</p> <p>Computing and Modeling of Environmental Processes</p>	<p>Air pollution modelling</p> <p>Climate theory, modelling, applications and implications</p> <p>Air pollution physics and chemistry</p> <p>Atmospheric aerosols</p> <p>Kinetics of environmental processes</p>	<p>Environmental chemistry laboratory</p> <p>Environmental monitoring and data analysis</p> <p>Introduction to atmospheric chemistry and air pollution</p>	<b>*Aquatic and atmospheric Sciences</b>
<b>C</b>	<b>Water</b>	<p>Aquatic Chemistry</p> <p>Environmental Organic Chemistry and Geochemistry</p> <p>Environmental Analytical Chemistry of Organic Pollutants</p>	<p>Surface and Near-Surface Hydrologic Response</p> <p>Transport and Mixing in surface water flows</p>	<p>Introduction to environmental aquatic chemistry</p> <p>Water quality control laboratory</p>	

		Contaminant Hydrogeology Modelling Environmental flows Estimation methods in ground water modelling Aquatic chemistry Movement fate and effects of contaminants in surface waters and groundwater Water chemistry laboratory Water quality control process I + II		
<b>D Microbiology</b>	Microbiology Ecotoxicology Applied Environmental Microbiology Genetic Engineering Environmental Applications	Biological processes Environmental Microbiology I Environmental Microbiology II Environmental Microbiology laboratory		
<b>E Engineering</b>	Wastewater treatment  Integrated Solid Waste Management  Techniques of pollution prevention and rehabilitation	environmental policy design and implementation  Water treatment process design Hazardous wastemanagement and remediation Environmental engineering seminar Water resources seminar	Unit operations and processes for water and wastewater treatment  Design of water treatment plants Design of wastewater treatment plants	
<b>F Environmental Management, Economics and Law</b>	Environmental economics, policy and legislation	Environmental management and policy analysis		*Environmental management and policy
<b>G OTHER</b>		Stochastic Hydrology	Design of water resource structures	*Air, radiation and industrial

		Hydrodynamics Numerical weather prediction Mathematical methods in groundwater mechanics Advanced topics in subsurface transport Physical Hydrogeology Sustainable water resources development	Hazardous waste site investigation and remediation	hygiene *Environmental Health Sciences *Water resources engineering
<b>H</b>	<b>European Environmental Issues (Socrates)</b>	Mechanics of Stratified flows		
	<i>*Seminars attended by the students</i>			