

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ ΤΡΟΥΛΗ ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΩΝ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.**

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Ι. ΘΕΟΔΩΡΟΥ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6827/1

Ημερ. Εισ.: 14-01-2009

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΙΥΠ

2006

ΤΡΟ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Α.Ι. ΘΕΟΔΩΡΟΥ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Σ. ΚΛΑΟΥΔΑΤΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Π.ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την συμπαράσταση τους. Τον καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Αθανάσιο Ι. Θεοδώρου για την κατανόηση του και τη βοήθεια του. Την επίκουρο καθηγήτρια κ. Παναγιωτάκη Παναγιώτα και τον καθηγητή κ. Κλαουδάτο Σπυρίδωνα του ιδίου τμήματος για τη βοήθεια και τις συμβουλές τους.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ	01
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	02
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	03

ΜΕΡΟΣ 1^ο

ΤΗ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	06
ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	07
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	08
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	09
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΔΙΑΔΩΝ	09
-ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΑΝΗΓΜΑΤΟΣ	10
- ΔΕΛΤΑ	10
-ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ	10
-ΦΙΟΡΔ	11
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	11
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΑΛΑΤΩΔΟΥΣ ΣΦΗΝΑΣ	12
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΜΕ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΚΑΤΩΦΛΙ (ΤΥΠΟΥ ΦΙΟΡΔ)	12
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΕΛΑΦΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ	12
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ	13
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΕΝΤΟΝΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ	13
-ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	14

ΜΕΡΟΣ 2^ο

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	17
-ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ	17
-ΒΙΟΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	17
-ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ	18
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΑΝΤΩΝ	18
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ	19
ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	19
- ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ	20
- ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	21
- ΘΡΕΠΤΙΚΑ	22
ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΟΥ	22
-ΠΗΓΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	23
-ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	24
-ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ	24
-ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	26
ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	28

-ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ	28
-ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ	30
ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (ΟΡΓΑΝΟΧΛΩΡΙΔΙΑ)	30
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ	31
-ΟΡΓΑΝΟΧΛΩΡΙΚΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ	31
-D.D.T. ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	32
-ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ (PCB _S)	33
-ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	34
-ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ	34
ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	34
-ΕΙΔΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	35
-ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΗΓΕΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	36
-ΚΥΚΛΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	36
-ΠΥΡΗΝΙΚΕΣ ΕΚΡΗΞΕΙΣ	37
-ΤΥΠΟΙ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	37
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ	38
-ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ	38
-ΣΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	38

ΜΕΡΟΣ 3^ο

ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	41
ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΕΡΑ	41
ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	44
ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ	45
ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΟ- ΛΟΥΘΟΥΜΕΝΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	46
-ΔΕΛΤΑ ΕΒΡΟΥ	46
-ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ	46
-ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ	46
-ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ	47
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ- ΕΙΚΟΝΩΝ	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49
ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	51

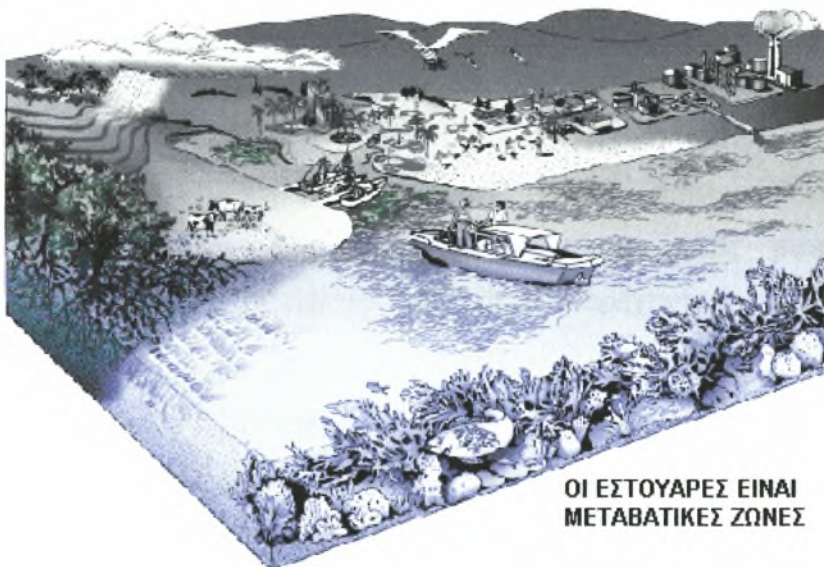
ΜΕΡΟΣ 1^ο

ΤΗ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο εστούαρινα οικοσυστήματα χαρακτηρίζουμε όλες τις σχετικά μικρού βάθους στάσιμες ή ρέουσες παράκτιες υδάτινες συγκεντρώσεις, καθώς επίσης και τις περιοχές όπου ο ορίζοντας του υπόγειου νερού βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους καθώς και τις χερσαίες εκτάσεις που τις περιβάλλουν. Το σύνολο σχεδόν των εστούαρινων οικοσυστημάτων δημιουργηθήκαν τα τελευταία 18.000 χρόνια ως αλληλεπίδραση της ξηράς και του υδατίνου περιβάλλοντος κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο.

Στην ευρύτερη 'οικογένεια' των εστούαρινων οικοσυστημάτων περιλαμβάνονται τα ρηχά θαλάσσια νερά, οι ποταμόκολποι, τα δέλτα και τα εκβολικά συστήματα, τα αλμυρά έλη, οι λιμνοθάλασσες και τα μαγγρόβεια δάση. Λόγω του σχετικά μικρού βάθους των υδάτων που χαρακτηρίζει τις περιοχές αυτές και της σημαντικής εγγύτητας των περιοχών αυτών με την ξηρά όλες οι φυσικοχημικές ιδιότητες των περιοχών αυτών επηρεάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις διάφορες χερσογενείς φυσικές και ανθρωπογενείς αλλαγές.



Σχήμα 1.1. Οι εστούαρες είναι μεταβατικές ζώνες

Οι εστούαρες παραδοσιακά αντιμετωπίζονται σαν μεταβατικές περιοχές ανάμεσα στην γη και τη θάλασσα ή ανάμεσα στο γλυκό και το αλμυρό νερό. Στις περιοχές αυτές το αλμυρό νερό του ωκεανού αναμειγνύεται με το γλυκό νερό που προέρχεται από τα ποτάμια και τα ρέματα. Η αλατότητα

του γλυκού νερού είναι κοντά στο μηδέν ενώ του θαλασσίου είναι περίπου 35. Για το λόγω αυτό το νερό που προκύπτει από την ανάμιξη των παραπάνω στις εστούρες ονομάζεται υφάλμυρο και έχει αλατότητα που κυμαίνεται από 0,5 έως και 35 . Η αλατότητα των εστουάρινων νερών διαφέρει από εστούαρα σε εστούαρα και μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα ανάλογα με τις παλίρροιες, τον καιρό και άλλους παράγοντες. Ως κεφαλή μιας εστούαρης χαρακτηρίζεται η περιοχή εισόδου σε αυτή του γλυκού νερού (π.χ. εισροές ποταμών), ενώ ως στόμιο αναφέρεται η περιοχή επικοινωνίας με την θαλάσσια μάζα. Μια εστούαρα μπορεί να έχει περισσότερες από μία κεφαλές και περισσότερα από ένα στόμια. Επίσης μπορεί να μην διαθέτει ορατή κεφαλή (υπόγειες εισροές γλυκών νερών) ή τα στόμια της να έχουν καταστραφεί από φυσικές ή μη διεργασίες.

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι εστούρες είναι αξιοσημείωτες φυσικές περιοχές. Μπορούν και παρέχουν τόσο αγαθά όσο και υπηρεσίες οι οποίες είναι και οικονομικά και οικολογικά δυσαναπλήρωτες. Οι εστούρες, οι οποίοι πολύ συχνά αναφέρονται και σαν τροφοί των θαλασσών προσφέρουν ζωτικής σημασίας περιοχές φωλιάσματος και τροφής για ένα μεγάλο αριθμό υδρόβιων ζώων και φυτών. Τα περισσότερα βρώσιμα είδη που καταναλώνονται από τον άνθρωπο περνούν τουλάχιστον ένα τμήμα της ζωής τους σε εστούαρινα οικοσυστήματα. Οι εστούρες βοηθούν επίσης στην καθαριότητα των ωκεάνιων νερών, φιλτράροντας τα ιζήματα και τους ρυπαντές που προέρχονται από τα ποτάμια και τα ρέματα παρέχοντας καθαρότερο νερό στους ωκεανούς.

Οι εστούρες προσφέρουν σημαντικά ενδαιτήματα για διάφορα είδη τα οποία έχουν μεγάλη οικονομική, πολιτισμική και αναπαραγωγική αξία. Η περιβαλλοντική αξία των περιοχών αυτών φαίνεται άλλωστε από την ποικιλία τις ζωής την οποία συναντάμε σε αυτές. Πολλά είδη χρησιμοποιούν τα εστούαρινα οικοσυστήματα σαν μόνιμο περιβάλλον διαβίωσης ενώ άλλα είδη πρέπει να βρεθούν σε ένα τέτοιο σύστημα για ολοκληρώσουν κάποιο στάδιο της ανάπτυξής τους. Επίσης τα εστούαρινα οικοσυστήματα αποτελούν πολύ συχνά στάσεις για τα αποδημητικά πτηνά.

Οι εστούαρες αποτελούν αρκετά συχνά το κέντρο οικονομικής δραστηριότητας στις παράκτιες περιοχές. Η αλιευτική δραστηριότητα στις περιοχές αυτές είναι έντονη και απασχολούν μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού των περιοχών αυτών. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα έσοδα από την αλιεία στις εστούαρες μόνο στις Η.Π.Α. ανέρχεται στα 4,3 δισεκατομμύρια δολάρια.

Οι εστούαρες αποτελούν αρκετά συχνά ελκυστικούς τουριστικούς προορισμούς με τους επισκέπτες στις περιοχές αυτές να ανέρχονται σε εκατομμύρια.. Επίσης η διαμόρφωση των εστούαρινων οικοσυστημάτων είναι τέτοια που επιτρέπει τη δημιουργία και λειτουργία λιμανιών και εμπορικών σταθμών που προσφέρουν θέσεις εργασίας και ανάπτυξης.

Παράλληλα με της οικονομικές, πολιτιστικές και οικολογικές υπηρεσίες που προσφέρουν τα εστούαρινα οικοσυστήματα είναι υπεύθυνα και για δύο πολύ σημαντικές περιβαλλοντικές διεργασίες. Το φιλτράρισμα του νερού και την προστασία οικοσυστημάτων.

Τα οικοσυστήματα που συνδέονται με τις εστούαρες είναι κυρίως τα μαγγρόβια δάση και τα αλμυρά έλη. Καθώς το νερό περνά από αυτές τις περιοχές η έντονη βλάστηση παρακρατεί τους ρυπαντές τις φερτές ύλες και τα θρεπτικά φιλτράροντας έτσι το νερό πριν αυτό βγει στην ανοικτή θάλασσα. Λόγω της παραπάνω διαδικασίας (παρακράτηση θρεπτικών) τα εστούαρινα οικοσυστήματα είναι οι πλέων παραγωγικές περιοχές του πλανήτη μας. Ουσιαστικά η παραπάνω διαδικασία είναι μέρος ενός φαύλου κύκλου σύμφωνα με τον οποίο η παρακράτηση θρεπτικών οδηγεί σε αυξημένη παραγωγικότητα η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε αυξημένη παρακράτηση θρεπτικών.

Αντίθετα με τις οικονομικές και πολιτιστικές υπηρεσίες οι οποίες είναι και οικονομικά και στατιστικά μετρίσιμες οι προσφορά των εστούαρινων οικοσυστημάτων στα επιμέρους οικοσυστήματα δεν είναι εύκολα κοστολογισιμες παρόλα αυτά είναι απαραίτητες για τη ζωή και για το λόγω αυτό θεωρούνται ανεκτίμητες.

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι ιδιότητες ενός εστούαρινου οικοσυστήματος καθορίζονται από την γεωλογία της περιοχής και επηρεάζονται άμεσα από της φυσικές, χημικές και κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Για τον λόγω αυτό

οι ποταμόκολποι κατατάσσονται με βάση δυο κριτήρια τη γεωλογία τους και τον τρόπο με τον οποίο αναμειγνύονται τα νερά τους.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Τυπικά τα εστούρινα οικοσυστήματα κατατάσσονται με βάση την υπάρχουσα γεωλογική τους κατάσταση ή τη γεωλογική τους προέλευση. Οι πέντε κύριες κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται οι εστούρες σύμφωνα με την γεωλογία τους είναι , των παράκτιων πεδιάδων, οι περιορισμένου ανοίγματος, τα δέλτα των ποταμών, οι τεκτονικές και τα φιόρδ.

ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΔΙΑΔΩΝ

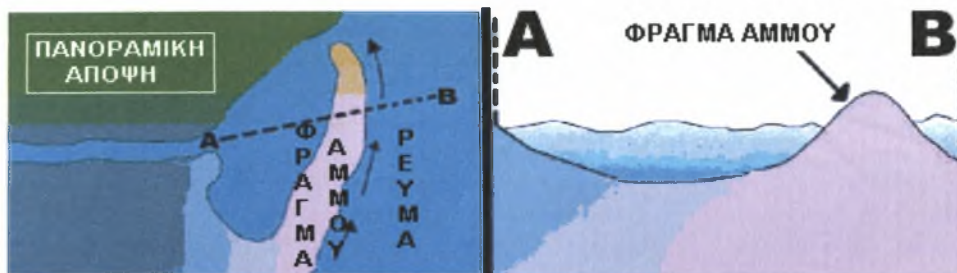
Γεωγραφικά μια παράκτια πεδιάδα ορίζεται ως μια επίπεδη χαμηλή πεδιάδα κοντά σε μία ακτογραμμή που χωρίζεται από τις γύρω περιοχές με ευδιάκριτα χαρακτηριστικά. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου υπολογίζεται ότι η στάθμη του θαλάσσιου νερού βρισκόταν τουλάχιστον 135 m χαμηλότερα από την σημερινή. Με το τέλος της παγετώδους περιόδου και την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης οι παράκτιες πεδιάδες πλημμύρισαν. Ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής οι κατακλυσθείσες πεδιάδες με το πέρασμα του χρόνου μετατραπήκαν σε λιμνοθάλασσες , αλμυρά έλη και μαγγρόβεια δάση.



Σχήμα1.2. Πανοραμική και πλάγια όψη μιας Εστούρας Παράκτιας Πεδιάδας ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ

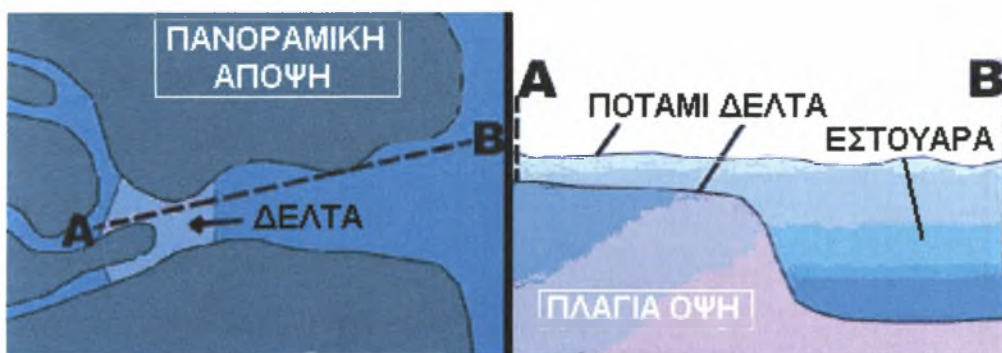
Οι εστούρες περιορισμένου ανοίγματος σχηματίζονται όταν σχηματίζονται αμμοφράγματα από την δράση των κυμάτων και των ρευμάτων κοντά σε περιοχές που εκβάλλουν ποτάμια και ρέματα. Τυπικά τα ποτάμια και τα ρέματα αυτά έχουν πολύ μικρή παροχή καθ'όλη την διάρκεια του χρόνου. Σε αυτή την περίπτωση τα αμμοφράγματα μπορούν να μεγαλώσουν και να σχηματίσουν αμμώδης παραλίες και να αποφράξουν τελείως τις εστούρες. Οι περιοχές

ανάμεσα στην στεριά και στα αμμοφράγματα είναι προστατευμένες και με μικρό κυματισμό



Σχήμα 1.3. Πανοραμική και πλάγια όψη μιας Εστουάρας Περιορισμένου Ανοίγματος ΔΕΛΤΑ

Τα Δέλτα σχηματίζονται στις εκβολές μεγάλων ποταμών όταν τα ιζήματα που μεταφέρονται από αυτούς αντί να μεταφερθούν από τα ρεύματα και τον κυματισμό καθιζάνουν. Με τον καιρό σχηματίζονται με τον τρόπο αυτό περίπλοκοι σχηματισμοί με κανάλια, αμμοφράγματα και βάλτους στην εκβολή του ποταμού. Πολλές φορές η καθίζηση είναι τόσο έντονη που μπορεί να αλλάξει ακόμα και τη ροή του ποταμού. Η ονομασία Δέλτα οφείλεται στο σχήμα που παρουσιάζει η πλέον γνωστή ποτάμια εκβολή, το Δέλτα του Νείλου (Δ).



Σχήμα 1.4. Πανοραμική και πλάγια όψη ενός Δέλτα ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΣΤΟΥΑΡΕΣ

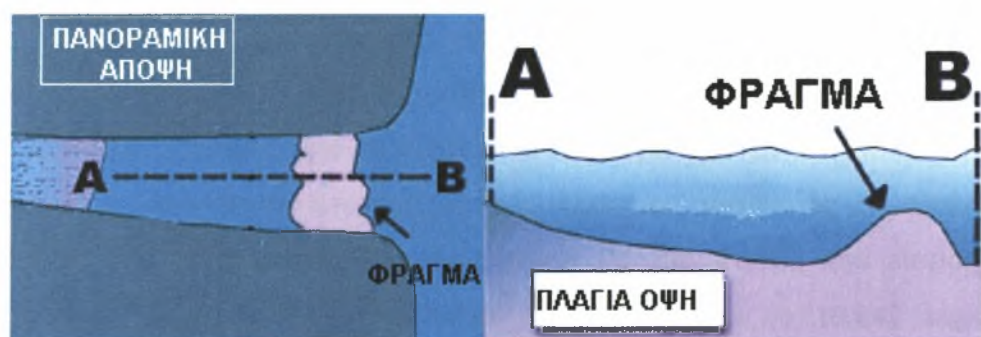
Οι τεκτονικές εστουάρες σχηματίζονται σε δύο στάδια. Καταρχήν μεγάλα κομμάτια γης βυθίζονται ως αποτέλεσμα τεκτονικών διεργασιών (σεισμοί, μετακίνηση λιθοσφαιρικών πλακών). Αν το κοίλωμα που θα δημιουργηθεί είναι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας τότε το θαλάσσιο νερό μπορεί να εισέλθει και να γεμίσει το κοίλωμα αυτό. Τέλος οι διεργασίες που σχηματίζουν το κοίλωμα σχηματίζουν και κανάλια που μεταφέρουν γλυκό νερό από παρακείμενες λίμνες ή ποτάμια. Η ανάμιξη των γλυκών και αλμυρών υδάτων στην λεκάνη αυτή δημιουργεί μια τεκτονική εστουάρα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τεκτονικής εστουάρας αποτελεί ο Όρμος του Αγίου Φραγκίσκου.



Σχήμα 1.5. Πανοραμική και πλάγια όψη μίας Τεκτονικής εστουάρας ΦΙΟΡΔ

Τα φιόρδ είναι μακριές και στενές πεδιάδες που έχουν δημιουργηθεί από την κίνηση των παγετώνων. Οι παγετώνες καθώς προχωρούν προς τη θάλασσα ‘χαράσσουν’ τη γη δημιουργώντας βαθιά κανάλια. Όταν οι παγετώνες υποχωρήσουν το θαλασινό νερό εισέρχεται στα κανάλια αυτά δημιουργώντας εστουάρες. Τα φιόρδ τις περισσότερες φορές έχουν πολύ μικρή κυκλοφορία νερού και ως εκ τούτου τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν ανοξικές συνθήκες.



Σχήμα 1.6. Πανοραμική και πλάγια όψη ενός Φιόρδ. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

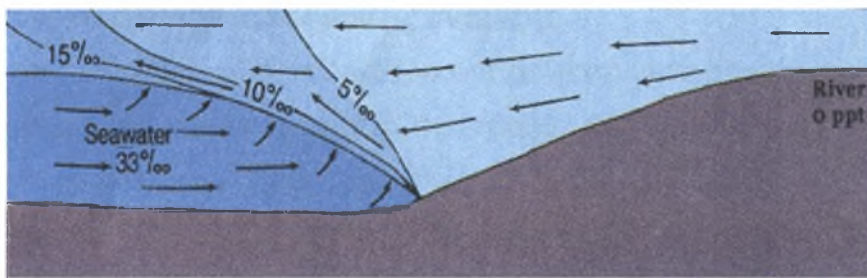
Η κίνηση του νερού μέσα σε μία εστουάρα μεταφέρει οργανισμούς και ανακυκλώνει σε μεγάλο βαθμό το οξυγόνο και τα θρεπτικά. Επίσης μεταφέρει τα διάφορα λύματα και ιζήματα. Όπως καταλαβαίνουμε ο τρόπος με τον οποίο τα νερά σε μία εστουάρα αναμιγνύονται είναι πολύ σημαντικός. Για το λόγω αυτό οι επιστήμονες κατατάσσουν τις εστουάρες και με βάση την κυκλοφορία του νερού.

Οι κύριες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι εστουάρες με βάση την κυκλοφορία του νερού είναι οι εστουάρες αλατούχου σφήνας, οι εστουάρες με υποθαλάσσιο κατώφλι (τύπου φιόρδ), οι ελαφρώς στρωματοποιημένες, οι

κατακόρυφης ανάμιξης , οι έντονα στρωματοποιημένες και οι εστούρες ανάστροφης κυκλοφορίας.

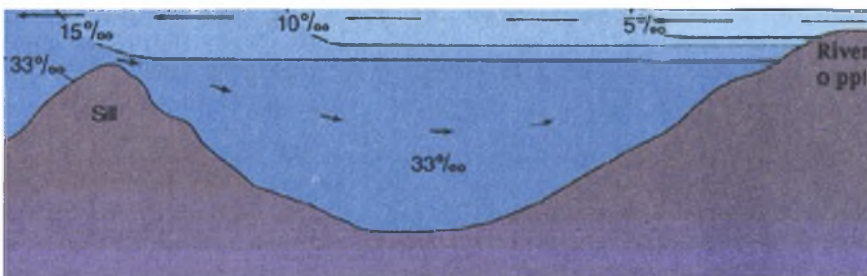
Εστούρα αλατώδους σφήνας

Οι εστούρες αλατώδους σφήνας προκύπτουν όταν μεγάλες ποσότητες γλυκών νερών εκβάλουν με μεγάλη ταχύτητα σε θαλάσσιες περιοχές με μικρές ταχύτητες ρευμάτων και μικρή ή μηδαμινή παλιρροιακή συμπεριφορά. Καθώς το γλυκό νερό είναι λιγότερο πυκνό και επομένως ελαφρότερο από το θαλάσσιο πλέει πάνω από αυτό. Έτσι δημιουργείται ένα κεκλιμένο επίπεδο επαφής με μορφή σφήνας με το γλυκό νερό από πάνω και θαλάσσιο από κάτω.



Σχήμα 1.7. Σχηματική αναπαράσταση αλατώδους σφήνας
Εστούρες με υποθαλάσσιο κατώφλι (Τύπου Φιόρδ)

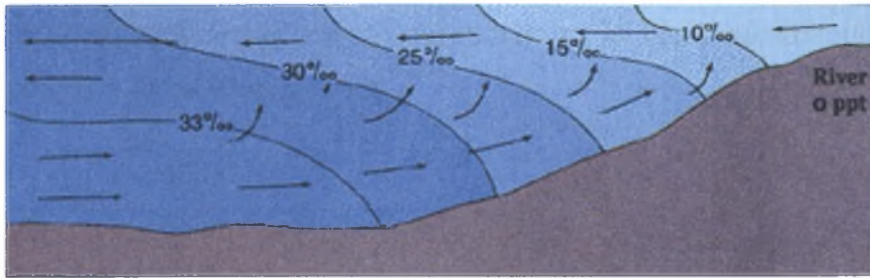
Ως υποθαλάσσιο κατώφλι χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε σχηματισμό εμποδίζει ή απομονώνει μία εστούρα από την ανοικτή θάλασσα. Τυπικές εστούρες με υποθαλάσσιο κατώφλι είναι τα φιόρδ γιατί οι παγετώνες που τα σχημάτισαν εναπόθεσαν στα στόμια τους τεράστιες ποσότητες ιζημάτων. Στις εστούρες αυτές το κατώφλι εμποδίζει σε μεγάλο βαθμό την εισροή του θαλάσσιου νερού από τον πυθμένα με αποτέλεσμα το πυκνό νερό να παραμένει εγκλωβισμένο και να μην ανανεώνεται.



Σχήμα 1.8. Σχηματική αναπαράσταση εστούρας τύπου Φιόρδ
Εστούρες ελαφρά στρωματοποιημένες

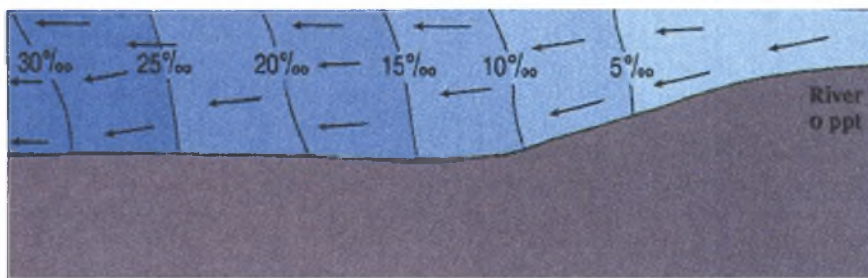
Στις ελαφριά στρωματοποιημένες εστούρες το γλυκό και το αλμυρό νερό αναμιγνύονται σχεδόν σε όλα τα βάθη. Το πυκνότερο θαλάσσιο νερό

εισέρχεται στην εστούαρά κάτω από το ελαφρύτερο υφάλμυρο το οποίο εξέρχεται από αυτή. Πάντως τυπικά τα βαθύτερα στρώματα κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα από τα επιφανειακά και κατά συνέπεια είναι πιο αλμυρά από αυτά.



Σχήμα 1.9. Σχηματική αναπαράσταση ελαφριάς στρωματοποιημένης εστούαρς
Εστούαρς πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης

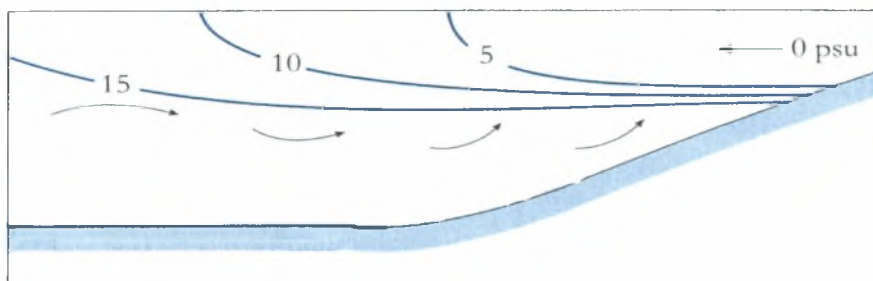
Στις εστούαρς αυτές τα παλιρροϊκά ρεύματα είναι αρκετά ισχυρά ώστε το θαλάσσιο νερό και το νερό από τις εκβολές των ποταμών αναμιγνύονται πλήρως. Η ροή που προκύπτει είναι ασθενής και έχει φορά προς την θάλασσα.



Σχήμα 1.10 Σχηματική περιγραφή εστούαρς πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης.

Εστούαρς έντονα στρωματοποιημένες

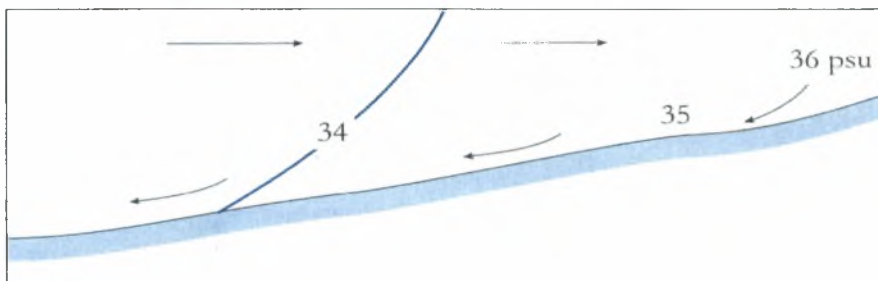
Οι εστούαρς αυτές σχηματίζονται όταν νερά σχετικά μικρής ταχύτητας εκβάλουν σε θαλάσσιες περιοχές με έντονα ρεύματα. Η αλατότητα στις εστούαρς αυτές είναι σταθερή από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα.



Σχήμα 1.11 Σχηματική περιγραφή εστούαρς έντονα στρωματοποιημένης

Εστούρες ανάστροφης κυκλοφορίας

Στις εστούρες ανάστροφης κυκλοφορίας παρουσιάζεται ένα ενδιαφέρον φαινόμενο. Λόγω της εντονότατης εξάτμισης το νερό της εστούρας είναι αρκετά αλμυρότερο και πυκνότερο από το θαλάσσιο με αποτέλεσμα ως πυθμενική ροή να εμφανίζονται τα νερά της εστούρας ενώ ως επιφανειακή τα θαλάσσια.



Σχημα 1.12 Σχηματική περιγραφή εστούρας ανάστροφης ροής



ΜΕΡΟΣ 2^ο

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εστούρες και γενικότερα τα υδάτινα οικοσυστήματα χρησιμοποιούνταν ευρέως ως τελικοί αποδέκτες των ανθρώπινων λυμάτων για πολλές δεκαετίες. Με την αύξηση της χρήσης τους ως αποθήκες ενός πλήθους ρυπαντών κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα οι ρηχές εστούρες και τα παράκτια οικοσυστήματα άρχισαν να παρουσιάζουν σημαντικές επιδράσεις. Η συνειδητοποίηση της κοινής γνώμης, για την επίδραση των ρυπαντών στην υγεία των υδάτινων οικοσυστημάτων κατά την περίοδο των δεκαετιών του 60 και του 70 οδήγησαν και στη συνειδητοποίηση της αξίας των περιοχών αυτών. Η πολύ υψηλή παραγωγικότητα σε συνδυασμό με τις αναπτυσσόμενες υδατοκαλλιέργειες οδήγησαν τους ερευνητές να δώσουν μεγαλύτερη έμφαση στις περιοχές αυτές.

Μπορούμε να πούμε ότι οι ρυπαντές εισέρχονται στις περιοχές αυτές από «γνωστές» πηγές. Ποιο συγκεκριμένα από τις αποχετεύσεις αστικών και βιομηχανικών περιοχών, από τα απόβλητα των πλοίων, από την εισροή ποταμών, την ατμοσφαιρική απόθεση την απόπλυση των εδαφών. Οι πιο συχνά απαντόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι τα αστικά και βιομηχανικά λύματα τα οποία περιέχουν βαρέα μέταλλα, συνθετικές ύλες, άνθρακα, θρεπτικά και παθογόνους μικροοργανισμούς .

Οι παραπάνω εισροές ρυπαντών σχεδόν πάντα είναι ελεγχόμενες (με την έννοια ότι γνωρίζουμε τις ποσότητες των ρυπαντών που περιέχονται) υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που η εισροή των ρυπαντών είναι αποτέλεσμα ατυχημάτων. Οι μη ελεγχόμενες αυτές εισροές αν και σπάνιες προκαλούν πολύ μεγάλες καταστροφές. Για παράδειγμα οι πετρελαιοκηλίδες είναι υπεύθυνες για την καταστροφή και υποβάθμιση πολύ σημαντικών οικοσυστημάτων. Τα συνθετικά του πετρελαίου είναι τοξικά και τα περισσότερα είναι μεταλλαξιογόνα και καρκινογόνα. Πάντως αν και οι περιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων κάνουν έντονη την παρουσία τους λόγω της προβολής των ΜΜΕ μόνο το 8,75% της συνολικής ποσότητας πετρελαίου που εισέρχεται στη θάλασσα ετησίως προέρχεται από ατυχήματα. Το 45% προέρχεται από τα αστικά λύματα και μολυσμένους ποταμούς ενώ ένα 20% προέρχεται από φυσικές δραστηριότητες.

Τα επιστημονικά προγράμματα σύντομα έδειξαν αλλαγές στις βιοκοινότητες των υπό μελέτη περιοχών. Οι περιβαλλοντικές καταστροφές

όπως η δηλητηρίαση από υδράργυρο στην παραλία Minimata της Ιαπωνίας ανέπτυξαν τη φοβία ότι η αλόγιστη ρύπανση των υδάτων κάποια στιγμή αποτελέσει σοβαρό υγειονομικό κίνδυνο για τον άνθρωπο. Η συνειδητοποίηση αυτή οδήγησε στην θέσπιση νόμων και κανόνων για την διαχείριση των αποβλήτων και την προστασία των θαλασσών.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΒΙΟΣΗΣΣΩΡΕΥΣΗ

Τα περισσότερα θαλάσσια είδη έχουν τη δυνατότητα να συσσωρεύουν τους ρυπαντές στους ιστούς και τη σάρκα τους σε συγκεντρώσεις πολύ μεγαλύτερες από αυτές που υπάρχουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ακολουθώντας τη διαδρομή της τροφικής αλυσίδας παρουσιάζεται έντονο το πρόβλημα της βιομεγέθυνσης η οποία είναι υπεύθυνη για πολλή σημαντικές ασθένειες και θανάτους τόσο ζώων όσο και ανθρώπων.

Η βιοδιαθεσιμότητα των περισσοτέρων ρυπαντών στις εστούρες και τα υδάτινα οικοσυστήματα εξαρτάται από τις φυσικοχημικές και βιολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή οι οποίες είναι και οι ίδιες που ρυθμίζουν τη συγκέντρωση των ρυπαντών στις περιοχές αυτές. Το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη βιοδιαθεσιμότητα των ρυπαντών.

Όταν ο ρυθμός λήψης ενός χημικού από έναν οργανισμό υπερβεί το ρυθμό αποβολής αυτού τότε αρχίζει η διαδικασία της βιοσυσσώρευσης. Η απορρόφηση των ρυπαντών μπορεί να ακολουθήσει διάφορες οδούς, όπως η απορρόφηση από το δέρμα, από το πεπτικό σύστημα ή την αναπνευστική οδό. Η απορρόφηση αυτή εξισορροπείται μερικώς από την αποβολή μέρους των ουσιών αυτών μέσω παθητικών μηχανισμών.

Οι πλαγκτονικοί οργανισμοί έχουν μελετηθεί διεξοδικά και έχει αποδειχθεί η βιοσυσσώρευση ενός πλήθους ρυπαντών (DDT, PCBs) στους οργανισμούς αυτούς.

ΒΙΟΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο βιομετασχηματισμός ορίζεται από τους Lech και Vodichnik ως '... η βιολογικά καταλυμένη μετατροπή ενός χημικού σε ένα άλλο.' Ο μετασχηματισμός ουσιαστικά είναι η διαδικασία με την οποία ένας οργανισμός μετατρέπει μία ουσία που δεν μπορεί να μεταβολίσει σε μια πιο εύκολα

μεταβολήσιμη ένωση με σκοπό την απομάκρυνση της αρχικής ουσίας από τον οργανισμό. Η διαδικασία αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός του βιομετασχηματισμού τόσο μικραίνει η πιθανότητα να προκληθεί ζημιά στους ιστούς του οργανισμού από τις επικίνδυνες ουσίες.

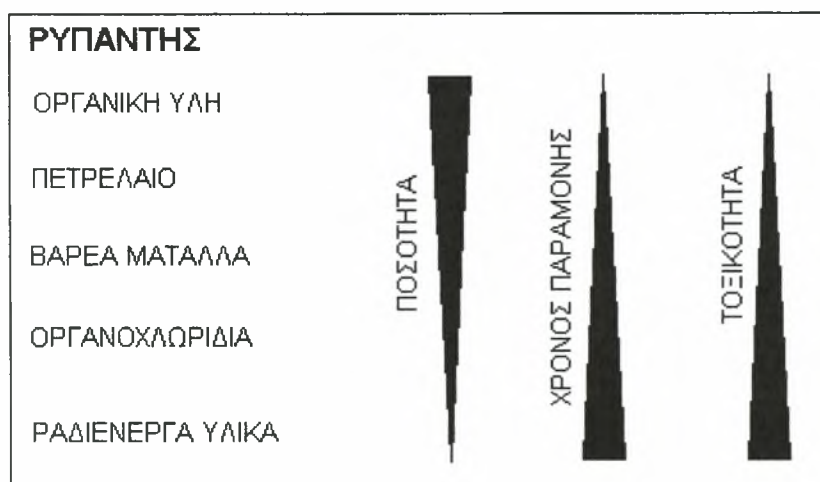
ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

Η τοξικότητα των ρυπαντών για τους εστούαρινους και παράκτιους οργανισμούς είναι ένας τομέας που προσελκύει ένα μεγάλο μέρος των επιστημονικών δραστηριοτήτων σήμερα λόγω των συνεχώς αυξανόμενων ποσοτήτων πιθανώς επιβλαβών ουσιών που διατίθενται στις περιοχές αυτές.

Οι Rand και Petrocelli ορίζουν την τοξικότητα σαν την σχετική ικανότητα μιας ουσίας να βλάπτει έναν ζώντα οργανισμό. Οι ίδιοι ερευνητές δηλώνουν ότι η τοξικότητα μιας ουσίας προς έναν οργανισμό σχετίζεται άμεσα από τη συγκέντρωση της ουσίας και τον χρόνο έκθεσης σε αυτή την ουσία.

Η τοξική δράση μιας ουσίας μπορεί να εκδηλωθεί είτε με τον θάνατο του οργανισμού είτε με άλλης φύσεως συμπτώματα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΑΝΤΩΝ



Ο Wilson κατατάσσει τους ρύπους που απορρίπτονται στις εστούαρες και τα παράκτια συστήματα σε πέντε κύριες κατηγορίες. Στην

Σχήμα 2.1. Κατηγορίες ρυπαντών και ιδιότητες τους

οργανική ύλη, στο πετρέλαιο και τα προϊόντα του, στα βαρέα μέταλλα, στα οργανοχλωρίδια και στους ραδιενεργούς ρύπους.

Στο σχήμα 11 οι πέντε αυτές κατηγορίες παρουσιάζονται με τη σειρά σημαντικότητας τους με βάση τρεις συνιστώσες, την ποσότητα, την διάρκεια παραμονής και την τοξικότητα που παρουσιάζουν για τους οργανισμούς.

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ

Η σημασία της εισροής θρεπτικών και ανθρακικών ενώσεων στα εστούρινα και παράκτια οικοσυστήματα αποτελεί αντικείμενο μελέτης για πολλές δεκαετίες. Αυτό κυρίως συμβαίνει λόγω της δυσκολίας απομόνωσης των συνεπειών που προκύπτουν από τον συνεχή εμπλουτισμό των οικοσυστημάτων με θρεπτικά.

Η δυνατότητα ενός οικοσυστήματος να δέχεται εμπλουτισμό θρεπτικών χωρίς την εμφάνιση περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι πεπερασμένη. Εισαγωγή θρεπτικών σε μικρές ποσότητες πάνω από τη δυνατότητα αυτή συχνά ωθεί την παραγωγικότητα του συστήματος ενώ σε πολύ μεγάλες ποσότητες εισροής θρεπτικών παρατηρείται αλλαγή της σύνθεσης του οικοσυστήματος, της βιοποικιλότητας και της δυναμικής του συστήματος.

ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

Τα αστικά λύματα και τα σχετικά θρεπτικά εισέρχονται στα εστούρινα οικοσυστήματα από τρεις κύριες οδούς, τις αποχετεύσεις, της ποτάμιες απορροές και την απόθεση λυματολάσπης.

Αν και οι ποτάμιες απορροές δεν μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες λυμάτων σε σχέση με τις αποχετεύσεις μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα των εστούρινων οικοσυστημάτων ειδικά αν συνδυαστούν με τα λύματα μεγάλων πόλεων.

Μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στα ποτάμια απόβλητα και των αποβλήτων των αποχετεύσεων είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα νιτρικά άλατα. Στις ποτάμιες απορροές τα νιτρικά άλατα προέρχονται κυρίως από την φυτική βιομάζα και την μικροβιακή αποικοδόμηση και τείνουν να είναι σε μεγάλο βαθμό οξυνόμενα. Σε αντίθεση τα νιτρικά των αποχετεύσεων στο μεγαλύτερο βαθμό τους δεν είναι οξυνόμενα και κατά συνέπεια είναι πιο τοξικά.

Η απόρριψη της λυματολάσπης στα παράκτια οικοσυστήματα επηρεάζει άμεσα τον βυθό και τις βενθικές κοινότητες. Επιπλέον το νερό πάνω από τις αποθέσεις λυματολάσπης είναι εμπλουτισμένο με μεγάλες ποσότητες νιτρικών και φωσφορικών αλάτων καθώς και με μεγάλο βακτηριακό φορτίο που μπορούν να οδηγήσουν τόσο σε ευτροφισμό όσο και στη δημιουργία ατοξικών συνθηκών.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Στο παρελθόν τα αστικά λύματα διατήθονταν ανεπεξέργαστα στα εστουάρια και παράκτια οικοσυστήματα. Σύμφωνα με τους Perkins και Klein η διαδικασία επεξεργασίας των αστικών λυμάτων θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής στάδια.

1. κοσκίνισμα που παρακρατεί τα μεγαλύτερα στερεά λύματα
2. κονιτροποίηση των παραμενόντων στερεών
3. ιζηματοποίηση
4. χλωρίωση του ιζήματος (λυματολάσπης)
5. αερόβια επεξεργασία του ιζήματος
6. απόρριψη της λυματολάσπης

Μέχρι και την δεκαετία του 70 οι περισσότερες πόλεις δεν προχωρούσαν την επεξεργασία των αποβλήτων πέρα από το δεύτερο στάδιο κατεργασίας που αναγράφεται παραπάνω. Αυτός ο τρόπος επεξεργασίας ναί μεν δεν παρήγαγε λυματολάσπη αλλά τα υγρά απόβλητα που διατήθονταν ήταν πλούσια σε τοξικές ουσίες. Με την αφύπνιση της κοινής γνώμης οι υπεύθυνοι πείστηκαν για την κατασκευή πληρέστερων μονάδων επεξεργασίας λυμάτων. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί πως ενώ όλοι οι πολίτες ευαισθητοποιήθηκαν και ζητούν την κατασκευή μονάδων επεξεργασίας λυμάτων κανένας από αυτούς δεν επιθυμεί η μονάδες να βρίσκονται κοντά στην περιοχή τους.

Οι Caruzzo και Duedall περιγράφουν την σύνθεση της λυματολάσπης. Σύμφωνα με αυτούς η λυματολάσπη αποτελείται από ένα μείγμα υγρών και στερεών αποβλήτων. Αυτά περιέχουν διάφορες μη οικοδομήσιμες ενώσεις όπως PCGs και βαρέα μέταλλα. Καταλαβαίνομαι λοιπόν ότι η συγκέντρωση της λυματολάσπης μπορεί να αποβεί υπερβολικά τοξική για ένα οικοσύστημα. Επιπροσθέτως, κατά την διάρκεια επεξεργασίας των ανθρώπινων αποβλήτων, στη λυματολάσπη εισέρχονται αρκετά παθογόνοι μικροοργανισμοί επικίνδυνοι για την δημόσια υγεία.

Πίνακας 2.1. Παθογόνα που συνδέονται με την λυματολάσπη

ΒΑΚΤΗΡΙΑ	ΙΟΙ	ΠΡΩΤΟΖΩΑ	ΕΛΜΙΝΘΕΣ
Salmonella spp	Hepatitis A	Entamoeba listilytica	Taenia sagita
Vibrio spp	Norwalk	Acanthamoeba spp	Fasciola hepatica
Clostridium sp.	Parvovirus	Giardia spp.	Toxocara canis

ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Οι περισσότερες εστούρες στον κόσμο δέχονται τεράστιες ποσότητες θρεπτικών ουσιών από τα απόβλητα που καταλήγουν σε αυτές. Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά των βιομηχανικών λυμάτων μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα αν συγκριθεί με την περιεκτικότητα σε θρεπτικά που περιέχονται στα αστικά λύματα. Ενώ οι ποσότητες των θρεπτικών που εισέρχονται από μη σημειακές πηγές και απορροές ποταμών είναι ικανή να επισκιάσει όλες τις άλλες πηγές. Για τον λόγω αυτό αν θέλουμε να εξετάσουμε τις συνέπειες της απορροής ενός ποταμού υποχρεούμαστε να εξετάσουμε όχι μόνο το σώμα του ποταμού αλλά και ολόκληρη την λεκάνη απορροής του.

Ο ευτροφισμός αναφέρεται ως ο σταδιακός εμπλουτισμός των νερών λόγω παροχής μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών ουσιών. Παρόλο που μικρές επιπλέον ποσότητες μπορούν απλώς να αυξήσουν την παραγωγικότητα μεγάλες ποσότητες μπορούν να οδηγήσουν σε ανθήσεις φυτοπλαγκτού και τελικά στην εμφάνιση ατοξικών συνθηκών. Στην παραπάνω επίδραση ποιο επιρρεπή εμφανίζονται οι ρηχές παραθαλάσσιες περιοχές με μικρά παλιρροιακά εύρη, κακή κυκλοφορία νερών και μικρό κυματισμό.

Τα οικοσυστήματα ανάλογα με τον βαθμό ευτροφισμού τους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- α) Ατροφικά συστήματα τα οποία έχουν έλλειψη των αναγκαίων θρεπτικών και μειωμένη παραγωγικότητα.
- β) Φυσιολογικά συστήματα με βιολογικά υγιείς αναλογίες θρεπτικών και παραγωγικότητας.
- γ) Ευτροφικά συστήματα με μεγάλη παραγωγικότητα χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου και ανεπιθύμητες βιοκοινότητες .

δ) Υπερτροφικά συστήματα με πολύ υψηλή παραγωγικότητα και σχεδόν ανοξικές συνθήκες.

ΘΡΕΠΤΙΚΑ

Τα μακροθρεπτικά άζωτο(N), φώσφορος(P) και το πυρίτιο (Si) είναι τα βασικά στοιχεία που ελέγχουν την ευτροφική ή μη συμπεριφορά ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Παρόλο που το άζωτο φαίνεται να είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας στα υδάτινα οικοσυστήματα τόσο ο φώσφορος όσο και το πυρίτιο μπορούν να δράσουν ως περιοριστικά στοιχεία υπό ορισμένες συνθήκες. Για την ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών τα τρία αυτά στοιχεία δεν είναι τα μόνα απαραίτητα. Για την ανάπτυξη τους χρειάζονται μια πληθώρα άλλων μειζόνων στοιχείων (οξυγόνο ασβέστιο), ελάσσονα στοιχεία και μικροθρεπτικά (κοβάλτιο, σίδηρος) καθώς και οργανικές ουσίες όπως οι βιταμίνες. Αν και τα παραπάνω θεωρούνται απαραίτητα για την ανάπτυξη των οργανισμών συνήθως δεν περιορίζουν την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος η έλλειψη τους όμως έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και τον τρόπο ανάπτυξης των οργανισμών. Για τον λόγο αυτό όταν τα μακροθρεπτικά άζωτο, φώσφορος και πυρίτιο βρίσκονται σε περίσσια και δεν περιορίζουν την παραγωγή όλα τα υπόλοιπα στοιχεία εξαντλούνται με σημαντικές συνέπειες για τους οργανισμούς.

Το πώς ένα εστουάρινο οικοσύστημα αντιδρά στην προσθήκη θρεπτικών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες αλλά κυρίως από την κινητική των νερών του. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι υψηλές ταχύτητες και καλή ανάμιξη των νερών μπορούν να οδηγήσουν ένα εστουάρινο οικοσύστημα να εξυγιανθεί από την προσθήκη θρεπτικών.

Για την περιγραφή της «υγείας» ενός εστουάρινου οικοσυστήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ένα πλήθος φυσικών, βιολογικών και οικολογικών παραμέτρων.

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΟΥ

Ανάμεσα στις σημαντικότερες ανθρωπογενής επιδράσεις στα εστουάρινα οικοσυστήματα είναι η ρύπανση αυτών με πετρελαϊκά παράγωγα. Το πετρέλαιο όχι μόνο σκοτώνει τους οργανισμούς με τους οποίους έρχεται

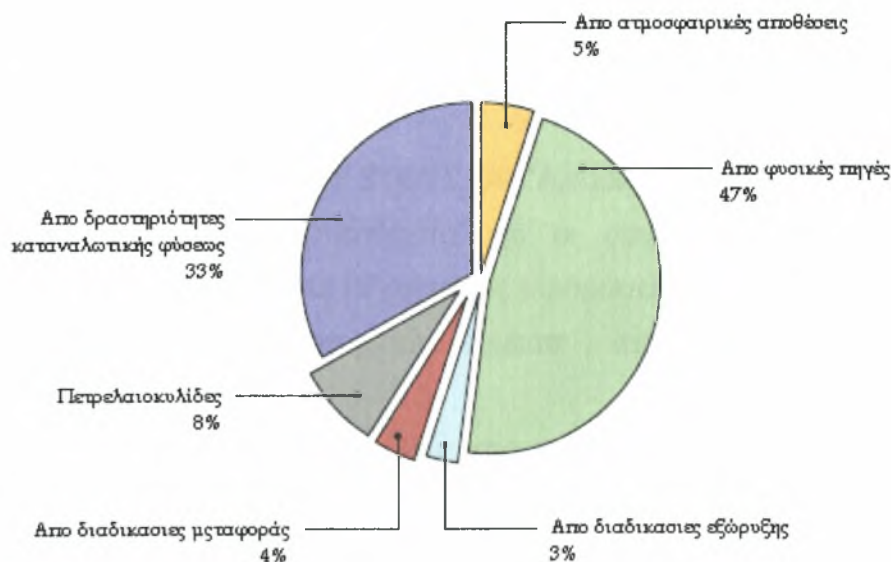
σε επαφή αλλά βλάπτει σοβαρά ή και καταστρέφει ολοκληρωτικά σημαντικές οικοθέσεις και ενδιαίτηματα των εστούαρινων οικοσυστημάτων.

Η εικόνα που έχει ο μέσος πολίτης για την ρύπανση από πετρέλαιο επικεντρώνεται κυρίως στα διάφορα ατυχήματα που προκαλούν πετρελαιοκηλίδες. Αν και η δημιουργία πετρελαιοκηλίδων είναι όντως καταστροφική για τα υδάτινα οικοσυστήματα στην πραγματικότητα το πετρέλαιο που εισέρχεται στα οικοσυστήματα αυτά με την μορφή των πετρελαιοκηλίδων είναι μόνο ένα μικρό μέρος του πετρελαίου που εισέρχεται στα υδάτινα οικοσυστήματα.

ΠΗΓΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η εκτίμηση των ποσοτήτων του πετρελαίου που εισέρχονται στα εστούαρινα οικοσυστήματα είναι πολύ δύσκολη υπόθεση γιατί τα στατιστικά στοιχεία δεν διακρίνουν της ποσότητες του πετρελαίου που εισέρχονται στις εστούαρες από αυτές που εισέρχονται γενικότερα στο υδάτινο περιβάλλον. Πιστεύεται πάντως ότι περίπου το 33% της συνολικής ποσότητας του πετρελαίου που εισέρχεται στα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορεί δυνητικά να εισέλθει και στα εστούαρινα οικοσυστήματα.

Οι κυριότερες πηγές πετρελαϊκής ρύπανσης και τα ποσοστά κατά τα οποία συνεισφέρουν φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

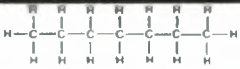
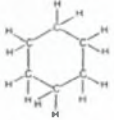
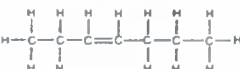
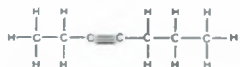
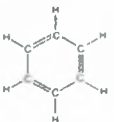


Σχήμα 2.2. Μέση εισροή πετρελαίου ανά πηγή (1990-99)

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το αργό πετρέλαιο αποτελείται από ένα περίπλοκο μείγμα αερίων, υγρών και στερεών ενώσεων του άνθρακα οι οποίες αποτελούν μέχρι και το 75% της μάζας του πετρελαίου ενώ το 25% αποτελείται από μη οργανικές ενώσεις. Οι κυριότερες κλάσεις χημικών ενώσεων που αποτελούν το πετρέλαιο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.2. Κυρίες κλάσεις συστατικών του πετρελαίου

ΚΛΑΣΗΣ	ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΔΟΜΗ
ΑΛΚΑΝΙΑ	C_nH_{2n+2}	
ΚΥΚΛΟΑΛΚΑΝΙΑ	C_nH_{2n}	
ΑΛΚΕΝΙΑ	C_nH_{2n}	
ΑΛΚΙΝΙΑ	C_nH_{2n-2}	
ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ	C_nH_n	

Το αργό πετρέλαιο περιέχει έναν μεγάλο αριθμό τοξικών ουσιών. Ενδεικτικά αναφέρεται η βενζίνη, η ξυλίνη, οργανικά και ανόργανα οξέα και οι φαινόλες. Οι ουσίες αυτές είναι ιδιαίτερα τοξικές με τα μικρότερα μόρια κάθε κλάσης να είναι και τα πιο τοξικά της κλάσης αυτής.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Τα εστούαρινα οικοσυστήματα και οι οργανισμοί που βρίσκουν καταφύγιο στις περιοχές αυτές δέχονται τις επιδράσεις του πετρελαίου άμεσα, από τις τοξικές του ιδιότητες, είτε έμμεσα, από την καταστροφή των ενδιαιτημάτων.

Οι επιδράσεις του πετρελαίου στις βιοκοινότητες των εστούαρινων οικοσυστημάτων ποικίλουν λόγω της τεράστιας ποικιλίας ενώσεων που αυτό περιέχει και τον διαφορετικό βαθμό τοξικότητας της κάθε ουσίας για κάθε οργανισμό. Από τη στιγμή που ένα πετρελαϊκό παράγωγο εισέλθει σε έναν

οργανισμό μπορεί να ακολουθήσει τρεις διαδρομές. Μπορεί να μεταβολιστεί από τον οργανισμό, μπορεί να αποθηκευτεί στους ιστούς του οργανισμού ή τέλος μπορεί να αποβληθεί αυτούσιο από τον οργανισμό.

Τα εστουάρια οικοσυστήματα είναι περιοχές με μικρή δυναμική και τείνουν να παγιδεύουν το πετρέλαιο που εισέρχεται σε αυτά. Για το λόγω αυτό η εξυγίανση των περιοχών αυτών είναι εξαιρετικά δύσκολη αφού το πετρέλαιο αποθηκεύεται στα ιζήματα και επαναρυπαίνει το σύστημα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Λόγω της άμεσης επαφής τους με το πετρέλαιο οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι γενικότερα πιο ευαίσθητοι στα τοξικά συστατικά του πετρελαίου. Αν και οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί πλήττονται δραματικά από το πετρέλαιο, λόγω της μεγάλης πυκνότητας και δυνατότητας πολλαπλασιασμού ανακάμπτουν σχετικά γρήγορα.

Η πυκνότητα του πετρελαίου παίζει σημαντικό ρόλο στη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών. Έχει αποδειχθεί ότι συγκέντρωση υδρογονανθράκων στο πετρέλαιο μικρότερη από $50^{mg}/g$ αυξάνει την φωτοσυνθετική ικανότητα ενώ η μεγαλύτερη συγκέντρωση την μειώνει.

Οι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία αντιδράσεων στην επαφή τους με το πετρέλαιο. Πολλά είδη πεθαίνουν μέσα σε πέντε ημέρες από την επαφή τους με τα πετρελαϊκά παράγωγα ενώ άλλα όχι μόνο επιβιώνουν αλλά έχουν και την δυνατότητα να τρέφονται από αυτό. Τα κοπίποδα για παράδειγμα φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη σε περιοχές ρυπασμένες από πετρέλαιο. Ουσιαστικά η αφομοίωση του πετρελαίου από τους οργανισμούς είναι ένας ενδιάμεσος σταθμός στη διαδικασία απομάκρυνσης του πετρελαίου από τα οικοσυστήματα που προσβάλλει.

Οι νηκτικοί οργανισμοί στο σύνολο τους έχουν την δυνατότητα να μπορούν να αποφεύγουν τις ρυπασμένες περιοχές εφόσον έχουν την δυνατότητα να κινούνται αυτοβούλως και δεν εξαρτώνται από την κίνηση του νερού. Πάντως λόγω και του σχετικά μεγάλου σώματος (σε σχέση με τους πλαγκτονικούς οργανισμούς) που διαθέτουν έχουν τη δυνατότητα να μεταβολίζουν και να αποθηκεύουν στους ιστούς τους μεγάλες ποσότητες παραγωγών του πετρελαίου. Για το λόγω αυτό πολλοί νηκτικοί οργανισμοί

που διαβιούν σε ρυπασμένες με πετρέλαιο περιοχές παρουσιάζουν μεγάλες συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων στους ιστούς τους. Αυτή η δυνατότητα αφομοίωσης δεν απαλλάσσει σε καμία περίπτωση τους νηκτικούς οργανισμούς από τις αρνητικές συνέπειες του πετρελαίου. Πολλοί πληθυσμοί μετά την επαφή τους με πετρελαϊκά παράγωγα εμφανίζουν μορφολογικές ανωμαλίες και ανωμαλίες συμπεριφοράς.

Τα αλμυρά έλη και τα μαγγρόβια δάση είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην ρύπανση από πετρέλαιο λόγω των μεγάλων ζημιών που προκαλεί αυτό στη χλωρίδα τους. Το πετρέλαιο και τα παράγωγα του είναι ιδιαίτερα τοξικά για τους φυτικούς οργανισμούς και καταστρέφουν πολλά είδη ενδιαιτημάτων που υπάρχουν στις περιοχές αυτές. Μια σημαντική παρατήρηση που αφορά όλα τα εστούρινα οικοσυστήματα είναι η τάση αυτών των οικοσυστημάτων αρχικά να αποθηκεύουν τα πετρελαϊκά παράγωγα στα ιζήματα τους και στη συνέχεια η επαναμόλυνση των υδάτων από τα ιζήματα αυτά.

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Από τη στιγμή που το πετρέλαιο εισέρχεται σε ένα εστούρινο οικοσύστημα (και γενικότερα σε οποιοδήποτε υδάτινο οικοσύστημα) ένας πολύπλοκος μηχανισμός, που αποτελείται από διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, τίθεται σε 'λειτουργία' για την απομάκρυνση του από το νερό.

Οι κυριότερες διαδικασίες του μηχανισμού αυτού μέσω του οποίου το πετρέλαιο απομακρύνεται από ένα υδάτινο οικοσύστημα είναι οι ακόλουθες:

- I. *Η εξάπλωση του πετρελαίου.* Τα επιφανειακά ρεύματα, η επιφανειακή τάση και η βαρυντική δύναμη είναι κύριες συνιστώσες που επηρεάζουν την εξάπλωση του πετρελαίου στην επιφάνεια του νερού. Υπό την επήρεια των συνιστωσών αυτών το αρχικό στρώμα πετρελαίου κερδίζει σημαντικά σε έκταση ενώ το πάχος του μειώνεται δραστικά. Η διαδικασία αυτή είναι κρίσιμη γιατί αποτελεί προϋπόθεση για να δράσουν οι υπόλοιποι μηχανισμοί απομάκρυνσης.
- II. *Η εξάτμιση.* Είναι η διαδικασία απομάκρυνσης των μορίων με μικρό μοριακό βάρος που περιέχονται στο πετρέλαιο. Είναι από τις πλέον σημαντικές διαδικασίες γιατί αποκρίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα τις ελαφρότερες και κατά συνέπεια τις τοξικότερες ουσίες που

περιέχονται στο πετρέλαιο. Σύμφωνα με τους νόμους που διέπουν την διαδικασία της εξάτμισης αυτή είναι ανάλογη με την εξάπλωση του πετρελαίου.

- III. *Φωτοχημική οξείδωση.* Τα βαρύτερα μόρια που περιέχονται στο πετρέλαιο είναι ιδιαίτερα δυσδιάλυτα στο νερό. Τα μόρια αυτά μπορούν να διαλυθούν μέσω της φωτοχημικής οξείδωσης. Φωτοχημική οξείδωση ονομάζουμε τη διαδικασία με την οποία τα μόρια που περιέχονται στο πετρέλαιο αντιδρούν με οξυγόνο υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας για να παράγουν ευδιάλυτα στο νερό μόρια. Η φωτοχημική οξείδωση είναι αντιστρόφως ανάλογη με το πάχος του στρώματος του πετρελαίου.
- IV. *Διάλυση του πετρελαίου.* Κάποια από τα συστατικά του πετρελαίου είναι υδρόφιλα και σαν αποτέλεσμα μπορούν να διαλυθούν στο νερό. Η διαδικασία της διάλυσης είναι ανάλογη με την έκταση του πετρελαϊκού στρώματος. Πάντως η διάλυση των συστατικών αυτών στο νερό δεν είναι επιθυμητή γιατί με τον τρόπο αυτό περνούν στην τροφική αλυσίδα.
- V. *Γαλακτοματοποίηση.* Το πετρέλαιο στο υδάτινο περιβάλλον μπορεί να σχηματίσει δυο τύπους γαλακτωμάτων. Ένα με βάση το νερό και ένα με βάση το πετρέλαιο. Αν και η δημιουργία γαλακτώματος μπορεί να βοηθήσει στην απομάκρυνση του πετρελαίου σε μεμονωμένες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί όξυνση του προβλήματος.
- VI. *Ιζηματοποίηση.* Οι διάφορες ουσίες του πετρελαίου με ή χωρίς επεξεργασία μπορούν να καθιζάνουν και να αποθηκευτούν στο βένθος από τα ιζήματα.
- VII. *Μικροβιακή υποβάθμιση.* Η βιουποβάθμιση του πετρελαίου είναι ιδιαίτερα σημαντική ειδικά εάν αυτό βρίσκεται στο υδάτινο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην διαδικασία της βιουποβάθμισης παίρνουν μέρος ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών (κυρίως βακτηριδίων και μυκήτων). Η διαδικασία της βιουποβάθμισης ξεκινάει περίπου μία εβδομάδα μετά την είσοδο του πετρελαίου στο οικοσύστημα.

ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Η αύξηση των ποσοτήτων βαρέων μετάλλων στα εστούρινα οικοσυστήματα είναι άμεσα συνυφασμένη με την αύξηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις περιοχές αυτές. Εξαιτίας της επιμονής της τοξικότητας τους και της ιδιότητας τους να παγιδεύονται στους ιστούς των οργανισμών τα βαρέα μέταλλα είναι εξαιρετικά επικίνδυνα όχι μόνο για τα οικοσυστήματα αλλά και για τον άνθρωπο ο οποίος είναι ουσιαστικά ο τελικός καταναλωτής της τροφικής αλυσίδας των εστούρινων και υδάτινων οικοσυστημάτων.

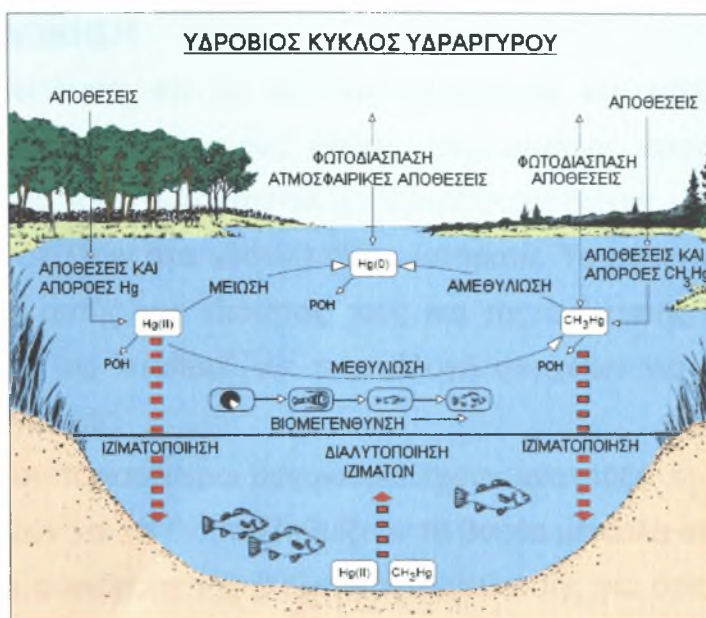
Σύμφωνα με τον Viaengo τα βαρέα μέταλλα είναι στοιχεία με ατομικά βάρη από 63,546 έως 500,590 με παρόμοιες ηλεκτρονικές συμπεριφορές. Από την κατηγορία αυτή εξαιρούνται τα αλκαλικά μέταλλα, οι ακτινίδες και οι λανθανίδες οι οποίες σε μικρές συγκεντρώσεις κρίνονται απαραίτητες για την διαδικασία του μεταβολισμού και συνεπώς της ανάπτυξης των οργανισμών.

Τα βαρέα μέταλλα οφείλουν την τοξικότητα τους στην δυνατότητα που έχουν να δρουν ως αναστολείς ένζυμων. Τα σημαντικότερα από άποψη τοξικότητας βαρέα μέταλλα είναι το κάδμιο (Cd), το χρώμιο (Cr), ο υδράργυρος (Hg), ο μόλυβδος (Mo), το σελήνιο (Se), το αρσενικό (As) και το αντιμόνιο (Sb).

ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να εισέλθουν στα εστούρινα οικοσυστήματα από τις παρακάτω οδούς:

- i. Από τις εισροές των ποταμών
- ii. Από τις ατμοσφαιρικές αποθέσεις
- iii. Από ανθρωπογενής παροχές
- iv. Από τη χρήση αντιρρυπαντικών χρωμάτων
- v. Από την απόρριψη λυμάτων



Σχήμα 2.3. Υδροβίος κύκλος του υδραργύρου

ΠΟΤΑΜΙΕΣ ΑΠΟΡΡΟΕΣ

Οι ποτάμιες απορροές είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή βαρέων μετάλλων στα εστούρινα οικοσυστήματα μετά τις ανθρωπογενής παροχές. Τα βαρέα μέταλλα βρίσκονται στα ποτάμια ως διαλύματα, κolloειδή αιωρήματα και μοριακές φάσεις.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ

Αν και είναι βέβαιο ότι οι ατμοσφαιρικές αποθέσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον εμπλουτισμό των εστούρινων οικοσυστημάτων με βαρέα μέταλλα δεν υπάρχει καμία μελέτη που να αποδεικνύει αυτή την υπόθεση.

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΕΣ

Τα βαρέα μέταλλα εισέρχονται στα εστούρινα οικοσυστήματα μέσω πολλών ανθρωπίνων δραστηριοτήτων όπως καύση ορυκτών καυσίμων, αποθέσεις λυματολάσπης και πολλές βιομηχανικές δραστηριότητες.

ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΩΜΗΣΗ

Οι εστούρινοι και οι υδάτινοι οργανισμοί και ειδικά τα μαλάκια μπορούν να συγκρατούν στους ιστούς τους μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων. Για το λόγω αυτό αποτελούν εξαιρετικούς δείκτες για την παρουσία των βαρέων μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα. Τα μύδια για παράδειγμα ακριβώς λόγω αυτής της ιδιότητας τους και της ευρύτατης διάδοσης τους έχουν προταθεί ως 'σταθμοί' για τη συλλογή στοιχείων για την μελέτη της παράκτιας ρύπανσης.

Αν και οι περισσότεροι οργανισμοί έχουν αναπτύξει τη δυνατότητα να βιοαποικοδομούν και να βιουποβαθμίζουν τα βαρέα μέταλλα σε ορισμένα είδη εμφανίζεται το φαινόμενο της βιολογικής μεγέθυνσης για ορισμένα στοιχεία. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει κοντά στις περιοχές ρύπανσης και μειώνεται σημαντικά όσο απομακρυνόμαστε από αυτές.

Η μορφή και η βιοδιαθεσιμότητα του εκάστοτε βαρέου μετάλλου ρυθμίζουν σε μεγάλο βαθμό την διαδικασία της βιοαποικοδόμησης στα εστούρινα οικοσυστήματα. Η μορφή στην οποία βρίσκεται το εκάστοτε βαρέο μέταλλο ρυθμίζει σε μεγάλο βαθμό την τοξικότητα του ενώ η συνολική συγκέντρωση του μετάλλου παίζει ελάχισονα ρόλο στην εμφάνιση της τοξικότητας. Από την άλλη η βιοδιαθεσιμότητα οργανικών ενώσεων και οι παράγοντες που την επηρεάζουν παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στο κατά πόσο τα διαθέσιμα βαρέα μέταλλα θα ληφθούν από τους υδατίλους οργανισμούς.

ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (ΟΡΓΑΝΟΧΛΩΡΙΔΙΑ)

Οι εστούρες είναι περιοχές στις οποίες καταλήγουν αρκετά συχνά μεγάλες ποσότητες χλωριωμένων υδρογονανθράκων (οργανοχλωρίδια). Τα οργανοχλωρίδια είναι ουσίες εξαιρετικά δυσδιάλυτες στο υδάτινο περιβάλλον ενώ πολύ εύκολα προσκολλούνται στις στερεές και λιπώδης επιφάνειες. Για το λόγω αυτό και παραμένουν στα εστούρινα οικοσυστήματα για πολλά χρόνια είτε αποθηκευμένα στα ιζήματα είτε στους ιστούς των ζωντανών οργανισμών.

Η μελέτη της κατανομής των χλωριωμένων υδρογονανθράκων είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω των πολύ σοβαρών επιπτώσεων που προκαλούν στην υγεία των ζωντανών οργανισμών. Ορισμένα οργανοχλωρίδια έχουν

συνδεθεί με την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων, την εμφάνιση αναιμίας και διαταραχές στην σεξουαλικότητα των οργανισμών. Επίσης τα οργανοχλωρίδια έχουν την δυνατότητα να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο υδάτινο περιβάλλον σε συνδυασμό με την τάση τους να αποθηκεύονται στους ζωντανούς ιστούς καθίστανται εξαιρετικά τοξικά λόγω του φαινομένου της βιομεγέθυνσης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

Οι σημαντικότερες κατηγορίες χλωριωμένων υδρογονανθράκων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον όσο αφορά τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούν στα εστούαρινα οικοσυστήματα είναι:

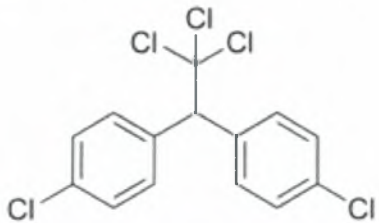
1. Τα οργανοχλωρικά φυτοφάρμακα
2. Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια.

ΟΡΓΑΝΟΧΛΩΡΙΚΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα οργανοχλωρικού φυτοφαρμάκου είναι χωρίς αμφιβολία το DDT. Το DDT (Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane) είναι το πρώτο μοντέρνο οργανικό φυτοφάρμακο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου για την καταπολέμηση της μαλάριας, του τύφου και άλλων ασθενειών που προκαλούνταν από έντομα. Η παραγωγή και η χρήση του DDT παρουσίασε

θεαματική αύξηση μέχρι και τη δεκαετία του 60 όπου και οι τρομερές συνέπειες από την χρήση του άρχισαν να κάνουν την εμφάνιση τους. Το 1962 η Αμερικανίδα βιολόγος Rachel Carson έκδωσε το βιβλίο της ' Σιωπηλή Άνοιξη'. Το βιβλίο αποτελούσε καταγγελία για τις συνέπειες από την χρήση του DDT και των παραγόντων του DDD και DDE στα πτηνά και είχε σαν αποτέλεσμα την ευαισθητοποίηση ενός σημαντικού αριθμού ατόμων

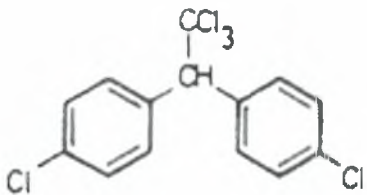
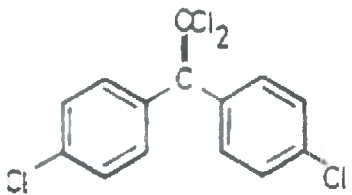
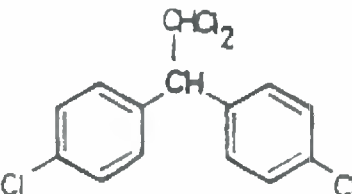
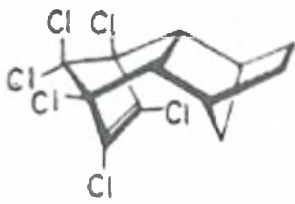
Πίνακας 2.4 Φυσικές Ιδιότητες του DDT

DDT	
<u>ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ</u>	C ₁₄ H ₉ Cl ₅
<u>ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ</u>	354.49 g/mol
<u>ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΞΗΣ</u>	108.5 °C
<u>ΣΗΜΕΙΟ ΒΡΑΣΜΟΥ</u>	260 °C
	

Η συνειδητοποίηση του κοινού για της βλαβερές συνέπειες από την χρήση του DDT είχε σαν αποτέλεσμα την απαγόρευση της χρήσης φυτοφαρμάκων που περιείχαν DDT. Πάντως παρότι το DDT δεν χρησιμοποιείται από το 1972 ίχνη του ανιχνεύονται στους ζωντανούς οργανισμούς μέχρι και της μέρες μας.

Αλλά πολύ κοινά οργανοχλωρικά φυτοφάρμακα που απαντώνται ως ρυπαντές στα εστούαρινα οικοσυστήματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 2.3 Οργανοχλωρικά φυτοφάρμακα

ΟΝΟΜΑ	ΔΟΜΗ
DDT	
DDE	
DDD	
ALDRIN	

D.D.T. ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

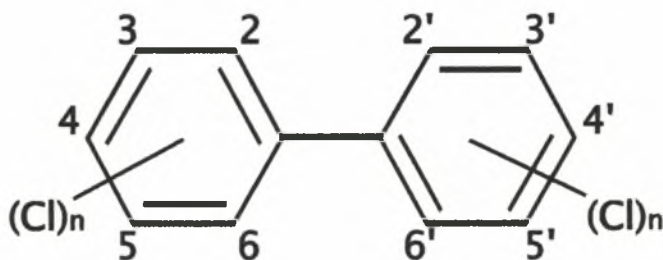
Το D.D.T. είναι ένας εξαιρετικά επίμονος ρυπαντής με αναφερόμενο χρόνο ημιζωής στο έδαφος από 2 έως 25 χρόνια. Στα υδάτινα οικοσυστήματα το D.D.T. έχει χρόνο ημιζωής 56 ημέρες σε λιμνάζοντα νερά και 28 ημέρες στα ποτάμια νερά. Οι κυριότερες διεργασίες απομάκρυνσης είναι η φωτοδιάσπαση, η ενυδάτωση και η ιζιματοποίηση.

Η Γραμματεία περιβαλλοντικής προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών έχει χαρακτηρίσει το D.D.T. ως τοξικό χημικό δεύτερης τάξης. Ο άνθρωπος μπορεί να εκτεθεί σε αυτό μέσω τις τροφικής αλυσίδας. Η χρόνια έκθεση στο D.D.T. προκαλεί σημαντικά προβλήματα στο νευρικό σύστημα στο δέρμα και το συκώτι.

Το D.D.T. έχει αποδεικτική ιδιαίτερα τοξικό στους υδρόβιους οργανισμούς αφού συγκεντρώσεις μερικών μόνο $\mu\text{g/L}$ είναι ικανά να προκαλέσουν το θάνατο σε πολλά είδη.

ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ (PCBs)

Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) είναι μία κλάση οργανικών ενώσεων με 1 έως 10 άτομα χλωρίου ενωμένα με ένα διφαινίλιο και συντακτικό τύπο $\text{C}_{12}\text{H}_{10-x}\text{Cl}_x$. Τα περισσότερα μέλη της κλάσης αυτής είναι



Σχημα 2.4 Δομή των PCBs

άοσμα, άχρωμα κρυσταλλικά στερεά με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και μεγάλη διαλυτότητα σε οργανικούς διαλύτες, λίπη και έλαια.

Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια που προορίζονται για εμπορική χρήση είναι κυρίως μείγματα διαφόρων ισομερών με διαφορετικούς βαθμούς χλωρίωσης. Τα μείγματα των PCBs καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως υδραυλικά υγρά, λιπαντικά, μπογιές, πλαστικά, υγρά μπαταρίας και μετασχηματιστών.

Στα τέλη του 1970 η χρήση των PCBs μειώθηκε δραστικά για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος. Τα PCBs είναι επίμονοι οργανικοί ρυπαντές και εισέρχονται στο περιβάλλον τόσο με τη χρήση τους όσο και με την απόρριψη τους. Για το λόγω αυτό παρόλο τα δραστικά μέτρα που έχουν παρθεί τα PCBs παραμένουν ένας υπαρκτός περιβαλλοντικός κίνδυνος.

ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Η τοξικότητα των PCBs διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα μέλη της κλάσης. Μία κλάση τα μη-ορθόPCBs έχουν ιδιότητες που παρομοιάζουν με τις διοξίνες.

Τα κυριότερα συμπτώματα που παρουσιάζουν άνθρωποι με χρόνια έκθεση στα PCBs είναι δερματοπάθειες, βλάβες στο συκώτι και αλλαγές στη σύσταση του αίματος. Έγκυες γυναίκες που έχουν τραφεί με ψάρια που περιέχουν στους ιστούς τους PCBs γενούν βρέφη με μειωμένο βάρος. Επίσης έχει αποδεικτική πειραματικά ότι τα PCBs μεταβάλουν σημαντικά τα επίπεδα οιστρογόνων στο σώμα με αποτέλεσμα προβλήματα αναπαραγωγής.

Μελέτες που έχουν γίνει σε εργάτες υποδεικνύουν συσχέτισμό της χρόνιας έκθεσης σε PCBs και μετρικούς τύπους καρκίνου όπως αυτός του συκωτιού.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ

Η επεξεργασία και απόρριψη των πολυχλωριωμένων μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες:

A) Φυσικές μέθοδοι καταστροφής: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τη ελεγχόμενη καύση, το θάψιμο σε εγκεκριμένες τοποθεσίες και η διάσπαση με υπερήχους.

B) Μικροβιακές μέθοδοι καταστροφής: Έχει αποδειχθεί πειραματικά πως ορισμένα βακτήρια μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα PCBs ως πηγή άνθρακα. Παρόλ'αυτα η μέθοδος αυτή αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα στη μεταφορά του στο περιβάλλον.

Γ) Χημικές μέθοδοι καταστροφής: Υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος χημικών αντιδράσεων στις οποίες συμμετέχουν τα PCBs η πιο σημαντική είναι αναμφίβολα η αντίδραση Schwartz η οποία έχει και τα περισσότερα πλεονεκτήματα έναντι των περισσότερων χημικών αντιδράσεων.

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Το 1939 θεωρείται η ημερομηνία ορόσημο της ανακάλυψης της πυρηνικής σύντηξης και των πιθανών χρήσεων της. Πυρηνική σύντηξη ονομάζουμε την αυθόρμητη διάσπαση ενός στοιχείου σε δύο άλλα με ταυτόχρονη έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. Πυρηνικά απόβλητα

ονομάζουμε τα 'προϊόντα' που παράγονται από την διαδικασία της σύντηξης και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω. Η φυσική αυτή ιδιότητα ορισμένων στοιχείων πολύ γρήγορα τέθηκε στην υπηρεσία του ανθρώπου ο οποίος έκανε άμεση χρήση της ενέργειας που παραγόταν από την σύντηξη. Η εκτεταμένη χρήση της πυρηνικής σύντηξης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και την παραγωγή οπλικών συστημάτων παρήγαγε ταυτόχρονα και σημαντικές ποσότητες ραδιενεργών αποβλήτων. Τα απόβλητα αυτά βρίσκονται σε αέρια, υγρά ή και στερεά μορφή και τις περισσότερες φορές κατέληγαν σε κοντέϊνερ στα βάθη της θάλασσας.

Η διαχείριση των αποβλήτων τράβηξε έντονα την προσοχή του κοινού κατά την διάρκεια των δεκαετιών του 60 και του 70. Σαν αποτέλεσμα της ανησυχίας αυτής το 1972 η Διεθνής Συνθήκη για την Πρόληψη της Θαλάσσιας Ρύπανσης από τη Απόκρυψη Αποβλήτων απαγόρευσε την ρίψη των ραδιενεργών αποβλήτων στις θάλασσες.

ΕΙΔΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Σωματίδια-α

Ουσιαστικά τα σωματίδια-α είναι πυρήνες ηλίου που προκύπτουν κατά την πυρηνική σύντηξη. Είναι το βαρύτερο και το πιο αργό προϊόν της σύντηξης αλλά περιέχει μεγάλα ποσά ενέργειας. Τα σωματίδια-α δεν μπορούν να εισχωρούν σε μεγάλο βάθος στους ιστούς των οργανισμών όμως λόγω τον μεγάλων ποσών ενέργειας που περιέχουν οι ιστοί οι οποίοι εκθέτονται επηρεάζονται πολύ περισσότερο από άλλες πηγές ακτινοβολίας.

Σωματίδια-β

Τα σωματίδια-β πρόκειται για πυρηνικά σωματίδια και μπορεί να είναι είτε θετικά φορτισμένο(ποζιτρόνιο) είτε αρνητικά φορτισμένο (νεγκατρόνιο). Τα σωματίδια-β έχουν μικρότερη ενέργεια από τα σωματίδια-α αλλά έχουν μεγαλύτερη διεισδυτικότητα.

Νετρόνια

Τα νετρόνια είναι πυρηνικά σωματίδια τα οποία απελευθερώνονται από την αλληλεπίδραση των ατόμων με την κοσμική ακτινοβολία είτε ως παράγωγα της σύντηξης. Χαρακτηρίζονται από μεγάλη διεισδυτικότητα και εκπέμπονται σε μεγάλες ποσότητες από τα ραδιενεργά απόβλητα.

Ακτίνες-γ

Πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με πολύ μεγάλη δυνατότητα διείσδυσης στους ιστούς και εξαιρετικές δυνατότητες ιονισμού.

ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΗΓΕΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Οι κυριότερες ανθρωπογενής πηγές ραδιενεργών αποβλήτων στα εστουάρια και γενικότερα στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι τα παράγωγα του κύκλου παραγωγής ραδιενεργών καυσίμων και οι υποθαλάσσιες δοκιμές πυρηνικών όπλων.

ΚΥΚΛΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Για να μπορέσουν να λειτουργήσουν τα πυρηνικά εργοστάσια πρέπει πρώτα η πρώτη ύλη (ουράνιο) να κατεργαστεί κατάλληλα. Τα στάδια της προετοιμασίας του ουρανίου ονομάζονται κύκλος παραγωγής ραδιενεργών καυσίμων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια.

1. Εξόρυξη ουρανίου: Πρόκειται για την διαδικασία αφαίρεσης του ορυκτού ουρανίου από ορυχεία. Η διαδικασία αυτή συνήθως απελευθερώνει διάφορα αέρια και σκόνη ουρανίου.
2. 'Άλεσμα': Το ορυκτό ουράνιο περνάει μια σειρά από στάδια για να παραχθεί το U_3O_8 το οποίο είναι γνωστό και ως κίτρινο κέικ. Τα απόβλητα της διαδικασίας αυτής είναι μικρές ποσότητες αερίων, σκόνη ουρανίου, Ράδιο και Θόριο ^{230}Th .
3. 'Μετατροπή': Το αλεσμένο Ουράνιο (κίτρινο κέικ) μετατρέπεται σε UF_6 . Ανάλογα με την μεθοδολογία που χρησιμοποιείται τα παραγόμενα απόβλητα μπορεί να είναι στερεά ή υγρά τα οποία περιέχουν θόριο, ράδιο και ουράνιο.
4. 'Εμπλουτισμός' ουρανίου: Το UF_6 όταν θερμανθεί παράγει ένα αέριο από το οποίο είναι μπορεί να δημιουργηθεί το ^{235}U το οποίο είναι και το καύσιμο των πυρηνικών αντιδραστήρων.
5. Παρασκευή καυσίμου : Το εμπλουτισμένο UF_6 μετατρέπεται σε διοξείδιο του ουρανίου το οποίο παίρνει τη μορφή ράβδων οι οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται στους αντιδραστήρες.
6. Λειτουργία πυρηνικών αντιδραστήρων : Η κάθε ράβδος ουρανίου είναι αποτελεσματική πυγή καυσίμου μόνο για μια περίοδο 4-5 ετών. Μετά

το τέλος της περιόδου αυτής οι ράβδοι συγκεντρώνονται και απορρίπτονται.

7. 'Επαναεπεξεργασία' Τα μη χρησιμοποιημένα καύσιμα ξεχωρίζονται από τα προϊόντα της τήξης και ανακυκλώνονται

ΠΥΡΗΝΙΚΕΣ ΕΚΡΗΞΕΙΣ

Σημαντική πυγή ραδιενεργών αποβλήτων στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι η δοκιμές και οι χρήσεις πυρηνικών οπλικών συστημάτων. Οι επιθέσεις στις πόλεις Χιροσίμα και Ναγκασάκι σε συνδυασμό με τις 1200 δοκιμές πυρηνικών όπλων που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο 1945-1980 είχαν σαν αποτέλεσμα την είσοδο μεγάλων ποσοτήτων τεχνικών ραδιενεργών υλικών στα εστούρινα και υδάτινα οικοσυστήματα.

Τα κύρια υλικά που εισήλθαν στα υδάτινα οικοσυστήματα ως αποτέλεσμα της χρήσης πυρηνικών οπλικών συστημάτων είναι τα ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{137}Cs και ^{131}I .

ΤΥΠΟΙ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα ραδιενεργά απόβλητα χωρίζονται σε 6 κατηγορίες.

- 1) Απόβλητα Υψηλού Επιπέδου: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι χρησιμοποιημένες ράβδοι ουρανίου που έχουν εξαντλήσει τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους. Τα απόβλητα αυτά αποθηκεύονται σε ειδικές εγκαταστάσεις κάτω από το έδαφος.
- 2) Τρανσουρανικά Απόβλητα: πρόκειται κυρίως για απόβλητα που προκύπτουν από την επεξεργασία πλουτωνίου για την παραγωγή πυρηνικών όπλων.
- 3) Απόβλητα Χαμηλού Επιπέδου: χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που περιέχουν λιγότερα από 370Bq g^{-1} τρανσουρανικών ρυπαντών. Τα απόβλητα απορρίπτονται κυρίως στην θάλασσα ή σε εγκαταστάσεις κάτω από το έδαφος.
- 4) Απόβλητα από την εξόρυξη και το άλεσμα του ουρανίου. Πρόκειται για την σκόνη ουρανίου που παράγεται από τις εργασίες αυτές και η οποία συνήθως στοιβάζονται σε λόφους έξω από τα ορυχεία.
- 5) Απόβλητα απορρύπανσης: Πρόκειται για κομμάτια πυρηνικών αντιδραστήρων που έχουν σταματήσει την λειτουργία τους και έχουν

μολυνθεί από τη ραδιενέργεια. Ανάλογα από το τμήμα του αντιδραστήρα τα τμήματα αντιμετωπίζονται ως απόβλητα υψηλού ή χαμηλού κινδύνου.

- 6) Αέρια απόβλητα: Τα αέρια αυτά παράγονται σε όλα τα στάδια επεξεργασίας ραδιενεργών υλικών και απελευθερώνονται ελεγχόμενα στην ατμόσφαιρα.

Η απόρριψη των αποβλήτων χαμηλού επιπέδου γίνεται κυρίως με την συσκευασία τους σε μεταλλικά δοχεία τα οποία στη συνέχεια εμβαπτίζονται με τσιμέντο και απορρίπτονται σε θαλάσσιες τοποθεσίες. Αν και είναι βέβαιο πως τα απόβλητα αυτά θα ελευθερωθούν λόγω διάβρωσης των δοχείων που τα περιέχουν πιστεύετε πως ο χρόνος που μεσολαβεί είναι αρκετός για την μείωση του κινδύνου λόγω ραδιενεργής μετάπτωσης.

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ

Η λήψη ραδιενεργών υλικών από τους εστούαρινους οργανισμούς έχει μεγάλη σημασία και για τον άνθρωπο λόγω της αποθήκευσης των ουσιών αυτών στους ιστούς των οργανισμών και την είσοδο με αυτόν τον τρόπο των ουσιών αυτών στην τροφική αλυσίδα. Αν και τα υλικά αυτά συμπεριφέρονται χημικά με τον ίδιο τρόπο με τα φυσικά ισότοπα η παρακολούθησή τους είναι πολύ σημαντική λόγω της βιομεγέθυνσης που παρουσιάζεται στην πρόοδο της τροφικής αλυσίδας.

Οι μικροί οργανισμοί όπως οι πλαγκτονικοί οργανισμοί λόγω της μεγάλης σχετικής επιφάνειας που διαθέτουν απορροφούν σχετικά γρήγορα μεγάλες ποσότητες ραδιενεργών υλικών. Οι μεγαλύτεροι οργανισμοί αν και λαμβάνουν μικρότερες ποσότητες από το περιβάλλον έχουν τη τάση να αποθηκεύουν τα υλικά αυτά σε συγκεκριμένους ιστούς. Για το λόγο αυτό ακόμα και μικρές ποσότητες ραδιενεργών υλικών μπορούν να αποδειχθούν επικίνδυνες.

ΣΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως έχει αποδειχθεί από διάφορες μελέτες οι σύνθετοι οργανισμοί έχουν μικρότερες ανοχές στη ραδιενέργεια από τους ποιο απλούς. Η σειρά των οργανισμών με βάση την ανοχή τους στην ραδιενεργή ακτινοβολία είναι :

Βακτήρια-Πρωτόζωα-Άλγη-Μαλάκια-Καρκινοειδή-Ιχθύς-Θηλαστικά Ανάμεσα στους οργανισμούς αυτούς η φονική δόση ραδιενεργής ακτινοβολίας μπορεί να διαφέρει έως και τρεις τάξης μεγέθους.

Τα αποτελέσματα της έκθεσης σε ραδιενέργεια μπορούν να γίνουν ορατά από λίγες ημέρες έως και μήνες μετά την έκθεση του οργανισμού στη ραδιενέργεια.

Περιπτώσεις χρόνιας έκθεσης των εστούαρινων οργανισμών σε ραδιενέργεια δεν οδηγούν πάντα στο θάνατο του οργανισμού λόγω των λειτουργιών αποκατάστασης των οργανισμών. Ουσιαστικά γίνεται ένας διαγωνισμός ανάμεσα στις βλάβες που προκαλεί η ραδιενέργεια και στη προσπάθεια του οργανισμού να επισκευάσει τους κατεστραμμένους ιστούς του.

Οι Woodhead και Pond δηλώνουν ότι '... οι κυριότερες αιτίες θανάτου από έκθεση σε μεγάλα ποσά ραδιενέργειας είναι ...

A. Βλάβη στο κεντρικό νευρικό σύστημα

B. Βλάβη στη πεπτική οδό

Γ. Βλάβη στο κυκλοφοριακό σύστημα.

Πάντως σχεδόν όλες οι μελέτες που αφορούν την χρόνια έκθεση υδάτινων οργανισμών σε ραδιενεργά υλικά δεν μπορούν να εξάγουν καθαρά συμπεράσματα για τις επιδράσεις της χρόνιας έκθεσης των οργανισμών στη ραδιενέργεια.

Το μόνο σίγουρο συμπέρασμα είναι ότι εφόσον οι συγκεντρώσεις ραδιενεργών υλικών είναι μεγαλύτερες στα ιζήματα από ότι στην υδάτινη στήλη άρα και οι πελαγικοί οργανισμοί επηρεάζονται λιγότερο από τους βενθικούς.

ΜΕΡΟΣ 3^ο

ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ελληνικός πολιτισμός είναι άμεσα συνηφασμένος με το υγρό στοιχείο. Από τη αρχαιότητα οι Ελληνικές κοινωνίες (πόλεις-κράτη) που αναπτύσσονταν κοντά στο υδάτινο περιβάλλον γνώριζαν αξιοσημείωτη οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη. Οι επιρροές από το υγρό στοιχείο πέρασαν μέσα από τους αιώνες στην λαογραφία του Ελληνισμού και είναι εμφανείς ακόμα και σήμερα μέσα στις παραδόσεις που κληρονομήσαμε από τους προγόνους μας.

Στις παραδόσεις αυτές εξέχουσα θέση έχουν οι υγρότοποι της Ελλάδος οι οποίοι όπως φαίνεται αποτελούσαν φόβητρο για τους αρχαίους Έλληνες. Για αυτούς οι υγρότοποι θεωρούνταν τόποι ανοίκειοι γεμάτοι προκαταλήψεις και κινδύνους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της άγνοιας και της 'άδικης' αντιμετώπισης των υγροτόπων από τους αρχαίους Έλληνες είναι ο μυθολογικός άθλος του Ηρακλή ο οποίος στάλθηκε να διώξει τα πτηνά από την λίμνη Στυμφαλία.

Οι παραδόσεις αυτές σε συνδυασμό με τις διάφορες ασθένειες του περασμένου αιώνα που σχετίζονται με τους υγρότοπους (ελονοσία) είχαν σαν αποτέλεσμα οι υγρότοποι να αντιμετωπίζονται ως άχρηστες και επικίνδυνες περιοχές για τη δημόσια υγεία.

Έτσι το 1922 χωρίς ενδοιασμούς ξεκίνησε μια τιτάνια προσπάθεια αποξήρανσης των Ελληνικών υγροτόπων για να καταπολεμηθούν οι ασθένειες και να δημιουργηθούν νέες καλλιεργήσιμες εκτάσεις για να τραφούν τα κύματα προσφύγων από τη Μικρά Ασία και τις υπόλοιπες Βαλκανικές χώρες. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής υπολογίζεται ότι αποξηραθήκαν τουλάχιστον τα 2/3 των Ελληνικών υγροτόπων.

Ήταν πολύ μετά το β' Παγκόσμιο Πόλεμο που οι οικολογικές συνέπειες των αποξηράνσεων αυτών έγιναν ορατές και η κοινή γνώμη συνειδητοποίησε ότι οι υγρότοποι αποτελούν σημαντικό οικονομικό και οικολογικό κεφαλαίο για μία χώρα.

ΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΕΡΑ

Το 1991 μετά από πρόταση του Ελληνικού Κράτους και με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ιδρύθηκε το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) σαν παράρτημα του Μουσείου Φυσικής

Ιστορίας Γουλανδρή. Σκοπός του ΕΚΒΥ ήταν να προωθήσει την αειφορική διαχείριση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων της Ελλάδος.

Με την ίδρυση του ΕΚΒΥ έγινε φανερό ότι ήταν αδύνατο να γίνει οποιαδήποτε προσπάθεια διαχείρισης των ελληνικών υγροτόπων εάν προηγουμένως δεν είχαν απογραφεί τόσο οι ίδιοι όσο και τα προβλήματα που αυτοί αντιμετωπίζουν τόσο συλλογικά όσο και μεμονωμένα.

Για το λόγω αυτό το 1991 ξεκίνησε η απογραφή των Ελληνικών Υγροτόπων η οποία και ολοκληρώθηκε το 1993. Σύμφωνα με την απογραφή αυτή στον Ελληνικό χώρο υπάρχουν 378 υγρότοποι συνολικού εμβαδού 2.000.000 στρεμμάτων από τους οποίους οι 214 (70,5% του συνολικού εμβαδού) είναι χαρακτηριστικά εστουάρια οικοσυστήματα (εκβολές, λιμνοθάλασσες κ.α.)

Πίνακας 3.1 Αριθμητική Παρουσίαση Των Ελληνικών Υγροτόπων. (Με Κόκκινο Σημειώνονται Τα Εστουάρια Οικοσυστήματα)

ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ	% ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (ΣΤΡ.)	% ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΜΒΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ (Κm.)
ΔΕΛΤΑ	12	3,2	680.300	33,58	-
ΕΛΗ	75	19,8	58.326	2,88	-
ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ	60	15,9	287.665	14,20	-
ΕΚΒΟΛΕΣ	42	11,1	42.646	2,10	-
ΤΕΧΝΗΤΕΣ					
ΛΙΜΝΕΣ	25	6,6	358.235	17,68	-
ΛΙΜΝΕΣ	56	14,8	596.673	29,50	-
ΠΗΓΕΣ	17	4,5	1331	0,06	-
ΠΟΤΑΜΟΙ	91	24,1	-	-	4.268
ΣΥΝΟΛΟ	378	100	2.026.176	100	4.268

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3.2 που ταξινομεί τους Ελληνικούς υγρότοπους ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα οι πλουσιότερες σε υγρότοπους και εστουάρια οικοσυστήματα περιοχές της Ελλάδος είναι οι Βόρειες και οι Δυτικές. Περιοχές των οποίων η τοπογραφία ευνοεί τη δημιουργία μεγάλων λεκανών απορροής και περίπλοκων δικτύων μεταφοράς και αποθήκευσης υδάτινων όγκων. Τα νησιά του Αιγαίου πελάγους παρουσιάζουν ποσοτικά λίγα εστουάρια οικοσυστήματα τα οποία όμως όπου υπάρχουν κρίνονται ως μεγάλης οικολογικής σημασίας.

Πίνακας 3.2 Τύπος, Αριθμός, Ανό Τύπου Και Επιβαδόν Υδροτόπων Ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα

	δείκτη		έλη		λίμνες		λίμνοθάλασσες		πηγές		επιβάσεις		τεχνητές λίμνες		ποταμιοί		ΣΥΝΟΛΟ		
	αριθμός υδροτόπων	Επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	αριθμός υδροτόπων	επιβαδόν (στρ.)	
																			αριθμός υδροτόπων
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ-ΘΡΑΚΗ	2	230.000	-	-	2	45.400	2	40.200	3	530	-	-	-	-	13	720	22	316.130	720
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	2	62.000	9	10.450	6	186.800	5	22.900	3	100	7	30.340	2	73.330	9	524	43	385.640	524
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	-	-	-	-	6	136.844	-	-	-	-	-	-	3	76.600	7	493	16	213.444	493
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	1	26.000	13	2.019	3	970	4	685	3	96	2	156	3	29.330	8	649	37	39.276	649
ΗΠΕΙΡΟΣ	4	247.500	2	650	13	32.140	3	2.130	1	85	1	400	2	34.000	8	466	34	336.803	466
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	-	-	2	484	3	144	10	21.145	-	-	4	236	-	-	2	20	21	22.009	20
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	1	66.500	5	6.345	8	166.450	9	170.000	1	80	5	3.870	2	30.500	10	350	41	443.745	350
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	1	30.300	6	2.768	4	21.330	4	5.615	4	300	4	1.160	5	87.030	11	496	39	138.911	496
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	1	18.000	7	11.300	4	6.400	6	4.300	1	60	3	345	1	1.430	7	276	30	41.853	276
ΑΤΤΙΚΗ	-	-	2	660	3	145	1	830	-	-	-	-	1	3.400	-	-	7	5.035	-
ΝΗΣΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	-	-	12	16.360	-	-	6	13.350	-	-	2	750	1	2.000	1	8	22	32.660	8
ΝΗΣΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	-	-	11	3.902	3	430	7	2.520	-	-	-	-	2	220	6	63	29	7.072	63
ΚΡΗΤΗ	-	-	6	3.190	1	600	3	3.990	1	80	14	5.389	3	315	9	201	37	13.564	201

ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Όπως αναφέρεται στην απογραφή των Ελληνικών υγροτόπων, που αναφέρθηκε προηγουμένως, ως κύριες αιτίες αλλοιώσεων των Ελληνικών υγροτόπων καταγραφήκαν είναι οι εξής :

- Στραγγίσεις
- Αμμοληψίες
- Εκχερσώσεις
- Επιχωματώσεις
- Υπεραντλήσεις
- Αλλαγή ροής των υδάτων
- Κατασκευή φραγμάτων
- Κατασκευή αρδευτικών έργων
- Κατασκευή οδικού δικτύου
- Κατασκευή σιδηροδρομικού δικτύου
- Κατασκευή και επέκταση αερολιμένων
- Κατασκευή και επέκταση ιπποδρομιών
- Ίδρυση νέων οικισμών
- Ίδρυση νέων βιομηχανιών
- Ίδρυση νέων τουριστικών εγκαταστάσεων
- Επέκταση αγροτικών καλλιεργειών
- Αλόγιστη διάνοιξη γεωτρήσεων

Στην ίδια απογραφή αναφέρονται και οι κυριότεροι ρύποι, που είναι υπεύθυνοι για τις αλλοιώσεις των Ελληνικών Υγροτόπων. Ως κυριότεροι ρύποι φαίνονται οι εξής:

- Υγρά απόβλητα οικισμών.
- Στερεά απόβλητα οικισμών.
- Υγρά απόβλητα βιοτεχνιών –βιομηχανιών.
- Στερεά απόβλητα βιοτεχνιών –βιομηχανιών.
- Υγρά απόβλητα τουριστικών εγκαταστάσεων.
- Στερεά απόβλητα τουριστικών εγκαταστάσεων.
- Απόβλητα στάβλων- εκτροφείων.
- Μη σημειακή ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες.
- Εισαγομένη ρύπανση από άλλη χώρα.

Στον Πίνακα 3 δίνονται τα στοιχεία από την απογραφή του ΕΚΒΥ που μας δίνουν μία σαφή εικόνα για τα σημαντικότερα αίτια υποβάθμισης των Ελληνικών υγροτόπων.

Πίνακας 3.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Στους Ελληνικούς Υγροτόπους

	ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΛΥΜΑΤΑ & ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	ΜΗ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	ΑΠΩΛΕΙΑ ΕΚΤΑΣΗΣ
ΔΕΛΤΑ	25,6%	22,2%	13,0%	20,6%	18,6%
ΕΚΒΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	31,7%	20,6%	8,8%	16,5%	22,4%
ΕΛΗ	25,9%	22,5%	2,5%	17,5%	31,6%
ΛΙΜΝΕΣ	23,2%	24,7%	10,3%	25,9%	15,9%
ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ	32,2%	18,9%	2,6%	20,5%	25,8%
ΠΗΓΕΣ	43,1%	14,3%	19,1%	17,2%	6,3%
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ	30,6%	18,1%	16,1%	29,0%	6,2%
ΠΟΤΑΜΟΙ	30,1%	18,6%	26,8%	21,0%	3,5%

Στον Πίνακα 4 αναφέρετε το ποσοστό των υγροτόπων που πλήττονται από συγκεκριμένα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Πίνακας 3.4 Ποσοστό Υγροτόπων που πλήττονται Από Συγκεκριμένα Προβλήματα.

α/α	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	% ΠΟΣΟΣΤΟ
1	Ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες	62,5
2	Ρύπανση από βιομηχανίες και βιοτεχνίες	46
3	Ρύπανση από αστικά λύματα ή απορρίμματα	75
4	Ρύπανση από κτηνοτροφικές δραστηριότητες	12,5
5	Εκχερσώσεις	37,5
6	Υλοτομήσεις	33
7	Στραγγίσεις	8
8	Ανεξέλεγκτη άντληση	37,5
9	Άλλα εγγειοβελτιωτικά έργα	33
10	Επιχωματώσεις	17
11	Ανεξέλεγκτες αμμοληψίες	21
12	Αυθαίρετη δόμηση	21
13	Διάνοιξη δρόμων	17
14	Άλλα έργα (επέκταση αερολιμένων)	21
15	Υπερβολική αύξηση καλαμώνων	8
16	Αλλοίωση του χαρακτήρα των βιοτόπων	33
17	Πτώση της στάθμης των λιμνών	25
18	Πρόσχωση	21
19	Ανεξέλεγκτη βόσκηση	33
20	Παράνομο κυνήγι	54
21	Υπεραλίευση	12,5

ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων έχει καθιερώσει τον συστηματικό έλεγχο υγροτόπων που προστατεύονται από διεθνείς συμβάσεις και προγράμματα (συνθήκη RAMSAR, δίκτυο NATURA, σύμβαση Βαρκελώνης κ.α.). Μέσω της διεργασίας αυτής σήμερα παρακολουθούνται 24 μεγάλης οικολογικής σημασίας υγροτόποι από τους οποίους οι 9 είναι εστουάρια οικοσυστήματα με τεράστια οικονομική και οικολογική αξία.

Πίνακας 3.5 Παρακολουθούμενα Εστουάρια Οικοσυστήματα

Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΕΣΤΟΥΑΡΑΣ
1	Δέλτα Έβρου
2	Δέλτα Νέστου
3	Δέλτα Αξιού
4	Αμβρακικός κόλπος
5	Δέλτα Πηνειού
6	Δέλτα Σπερχειού
7	Δέλτα Καλαμά
8	Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου
9	Λιμνοθάλασσα Κοτύχι

ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΟΥΜΕΝΑ ΕΣΤΟΥΑΡΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΕΛΤΑ ΈΒΡΟΥ

- ✓ Ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα (Βουλγαρία, Τουρκία, Ελλάδα).
- ✓ Ρύπανση από αστικά λύματα (Βουλγαρία, Τουρκία, Ελλάδα).
- ✓ Κατάλοιπα γεωργικών φαρμάκων και κτηνοτροφικά απόβλητα (Βουλγαρία, Τουρκία, Ελλάδα).
- ✓ Διατάραξη των υδρολογικών συνθηκών από την διάνοιξη υδρευτικών έργων
- ✓ Ανεξέλεγκτη βόσκηση
- ✓ Υλοτομία
- ✓ Κατασκευή αυθαίρετων κτισμάτων
- ✓ Παράνομο κυνήγι.

ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ

- ✓ Παρακράτηση φερτών υλών από τα φράγματα που έχουν κατασκευαστεί.
- ✓ Επέκταση του αερολιμένα Καβάλας.
- ✓ Δεντροφύτευση πεύκων σε παράκτιες εκτάσεις.
- ✓ Κατασκευή ναυπηγείου σε ευαίσθητη περιοχή.

ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ

- ✓ Ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα (Γιουγκοσλαβία, Ελλάδα)

- ✓ Ρύπανση από αστικά λύματα (Γιουγκοσλαβία, Ελλάδα)
- ✓ Ρύπανση από υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων
- ✓ Υπεράντληση υδάτων.
- ✓ Υλοτομία
- ✓ Ανεξέλεγκτες αμμοληψίες
- ✓ Ανεξέλεγκτη βόσκηση
- ✓ Παράνομο κυνήγι

ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

- ✓ Διατάραξη των υδρολογικών συνθηκών εξ' αιτίας των φραγμάτων του Λούρου και Πουρναρίου.
- ✓ Υπεράντληση υδάτων.
- ✓ Υλοτομία
- ✓ Ανεξέλεγκτες αμμοληψίες
- ✓ Ανεξέλεγκτη βόσκηση
- ✓ Παράνομο κυνήγι

Όπως παρατηρούμαι τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα Ελληνικά εστούαρινα οικοσυστήματα είναι σε μεγάλο βαθμό κοινά και σχετίζονται κατά κύριο λόγω με παράνομες ανθρώπινες δραστηριότητες (παράνομο κυνήγι, υλοτομία, βόσκηση κ.α.).

Επίσης γίνεται εύκολα κατανοητό ότι το μεγαλύτερο μέρος περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα Ελληνικά εκβολικά οικοσυστήματα των βόρειων περιοχών οφείλεται στην 'εισαγομένη' από άλλες χώρες ρύπανση. Χαρακτηριστικά τέτοια παραδείγματα αποτελούν τα δέλτα των ποταμών Έβρου, Αξιού και Στρυμόνα. Στο τρίτο μέρος της παρούσας εργασίας θα μελετήσουμε την επίδραση της 'εισαγομένης' ρύπανσης στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του Στρυμονικού κόλπου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ 1^ο

ΕΙΚΟΝΕΣ:

Σχήμα 1.2 Οι εστούρες είναι μεταβατικές ζώνες	06
Σχήμα 1.2 Πανοραμική και πλάγια όψη μιας εστούρας παράκτιας πεδιάδας	09
Σχήμα 1.3 Πανοραμική και πλάγια όψη μιας εστούρας περιορισμένου Ανοίγματος	10
Σχήμα 1.4 Πανοραμική και πλάγια όψη ενός Δέλτα	10
Σχήμα 1.5 Πανοραμική και πλάγια όψη μίας Τεκτονικής εστούρας	11
Σχήμα 1.6 Πανοραμική και πλάγια όψη ενός Φιόρδ.	11
Σχήμα 1.7 Σχηματική αναπαράσταση αλατώδους σφήνας	12
Σχήμα 1.8 Σχηματική αναπαράσταση εστούρας τύπου Φιόρδ	12
Σχήμα 1.9 Σχηματική αναπαράσταση ελαφριάς στρωματοποιημένης εστούρας	13
Σχήμα 1.10 Σχηματική περιγραφή εστούρας πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης.	13
Σχήμα 1.11 Σχηματική περιγραφή εστούρας έντονα στρωματοποιημένης	13
Σχήμα 1.12 Σχηματική περιγραφή εστούρας ανάστροφης ροής	14

ΜΕΡΟΣ 2^ο

ΕΙΚΟΝΕΣ:

Σχήμα 2.1 Κατηγορίες ρυπαντών και ιδιότητες τους	18
Σχήμα 2.2 Μέση εισροή πετρελαίου ανά πηγή (1990-99)	23
Σχήμα 2.3 Υδροβίος κύκλος του υδραργύρου	29
Σχήμα 2.4 Δομή των PCBs	33

ΠΙΝΑΚΕΣ:

Πίνακας 2.4 Παθογόνα που συνδέονται με την λυματολάσπη	21
Πίνακας 2.5 Κυρίες κλάσης συστατικών του πετρελαίου	24
Πίνακας 2.6 Φυσικές Ιδιότητες του DDT	31
Πίνακας 2.7 Οργανοχλωρικά φυτοφάρμακα	32

ΜΕΡΟΣ 3^ο

ΠΙΝΑΚΕΣ:

Πίνακας 3.1 Αριθμητική Παρουσίαση Των Ελληνικών Υγροτόπων.(Με Κόκκινο Σημειώνονται Τα Εστούρινα Οικοσυστήματα)	42
Πίνακας 3.2 Τύπος, Αριθμός Ανά Τύπο και Εμβαδόν Υγροτόπων Ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα.	43
Πίνακας 3.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Στους Ελληνικούς Υγροτόπους	45
Πίνακας 3.4 Ποσοστό Υγροτόπων που πλήττονται Από Συγκεκριμένα Προβλήματα.	45
Πίνακας 3.5 Παρακολουθούμενα Εστούρινα Οικοσυστήματα	46

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θεοδώρου Ι. Αθανάσιος. Ωκεανογραφία. Εισαγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον. 2004
- Μπέλλος Χ. Δημήτριος. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων- βαρέων μετάλλων και ραδιοκαισίου στο νερό-ίζημα και υδρόβια φυτά του ποταμού πηνειού. 2004
- Φιλής Α. Γιάννης. Λουκάς Μιχάλης. Πυργιωτάκης Ιωαννής. Λέκκας Θεμιστοκλής. *Το Ελληνικό Περιβάλλον*. 1996
- A. Alvera Azcarate, J.G. Ferreira, J.P. Nunes. 2003. *Modelling eutrophication in mesotidal and macrotidal estuaries. The role of intertidal seaweeds*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 57 (2003) 715–724
- ANSTO/ Australian Government. *Annual Report 2003-04*. 2005
- Birtwell, I.K., and C.D. McAllister. 2002. *Hydrocarbons and their effects on aquatic organisms in relation to offshore oil and gas exploration and oil well blowout scenarios in British Columbia, 1985*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2391: 52p.
- Bryan W.G., Langston J.W., and Hummerstone G.L. *The use of biological indicators of heavy metal contamination in estuaries*. Marine Biological Association Of The United Kingdom. Occasional Publication Number 1
- California Public Interest Research Group Charitable Trust. *Waste lands. The threat of toxic fertilizer*. 2001
- Carvalho M.L, Ferreira J. G., Amorim P., Marques M.I.M., & Ramos M.T. *Study of heavy metals and other elements in macrophyte algae using energy-dispersive X-rays fluorescence*.
- Ecological Society of America. *Issues In Ecology. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen*. Vol. 3 1998
- ENSR. *Environmental, Health & Safety Audit Protocol Demonstration*. 1998
- Epstein R. Paul, Selber Jesse. 2002. *Oil. A life cycle analysis of it's health and environmental impacts*. The Center for Health and the Global Environment Harvard Medical School. 2002

- I. Fetzer Z H.J. Hirche Z E.G. Kolosova. *The influence of freshwater discharge on the distribution of zooplankton in the southern Kara Sea*. Polar Biol (2002) 25: 404–415
- IPCS-INCHEM. *Environmental Health Criteria. DDT and its derivatives-environmental aspects*. World Health Organization. Geneve, 1989.
- Kennish J. Michael, *Ecology of Estuaries : Anthropogenic Effects*, CRC Press 1992
- NOAA .1992. *Oil spill case histories 1967-1991*. HMRAD 92-11. Washington. 1992
- Pakdeesusuk Usarat, Pulat Mahmut and Huddleston M. George III. *Environmental fate evaluation of DDT, Chlordane and Lindane. Using the Exposure Analysis Modeling System(EXAMS)*. Environmental Organic Chemistry., Spring 1998
- Peterson H. Charles, Rice D. Stanley, Short W. Jeffrey, Eslen Daniel, Bodkin L. James Ballachey C. Brenda, Irons B. David 2003. *Long-Term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill*. Science vol. 302 p.2082-2086 2003
- Rebecca Hoff, Philippe Hensel, Edward C. Proffitt ,Patricia Delgado Gary Shigenaka, Ruth Yender, Rebecca Hoff, Alan J. Mearns.2002. *Oil spills in mangroves*. Office of Response and Restoration, NOAA Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, Washington
- SFEI. *Pulse of the estuary. Monitoring and managing contamination in the San Francisco estuary 1993-99*. Vol.2 2001.
- USGS. *Mercury contamination of aquatic ecosystems*. U.S. Department of the Interior. Fact Sheet FS-216-95.
- Willem Jan, Storm van Leeuwen and Smith Plilip. *Nuclear Power: The energy balance*.2006

ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- <http://www.ukmarinesac.org.uk>
- <http://www.estuaries.gov>
- <http://www.onr.navy.mil>
- <http://oceanservice.noaa.gov>
- <http://www.sfwmd.gov>
- <http://en.wikipedia.org>
- <http://scnc.sc.edu>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097463

