

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

12

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ - ΤΜΗΜΑ
ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ
ΔΙΦΑΙΝΥΔΙΩΝ (PCBs) ΣΤΟΥΣ
ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΥΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Στατιστική Επεξεργασία Χρονοσειρών Συγκεντρώσεων
Εκτίμηση Ποιότητας

ΚΟΡΩΝΑΙΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ
ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



00140658

ΑΘΗΝΑ, Μάρτιος 2001

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	
ΑΡ. ΕΙΣ.	40658
ΟΜΠ.	27543
ΤΑΞΙΝ.	363 ΚΟΡ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδες

Κατάλογος Πινάκων

Κατάλογος Σχημάτων – Διαγραμμάτων

Κατάλογος Συντομογραφιών

Περίληψη

1-2

Κεφάλαιο 1 : Περιγραφή, Χημική Δομή και Ονοματολογία

3-9

1.1 Ορισμός

1.2 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)

1.3 Πολυχλωριωμένες Διβενζο-π-διοξίνες και Πολυχλωριωμένα
Διβενζοφουράνια (PCDDs και PCDFs)

Κεφάλαιο 2 : Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες

10-16

2.1 Γενικά

2.2 Εμπορικά Προϊόντα PCBs

2.1.2 Διακριτά Συμπαράγωγα PCBs

Κεφάλαιο 3 : Τοξικότητα

17-31

3.1 Εισαγωγή

3.2 Τοξικές Επιδράσεις

3.2.1 Γενικές Παρατηρήσεις επί του Συνόλου των Επιδράσεων

3.2.2 Καρκινογόνος Δράση

3.2.3 Λοιπές Μη Καρκινογόνες Επιδράσεις

3.3 Μηχανισμός Τοξικής Δράσης

3.4 Ποσοτικοποίηση Τοξικότητας και Αρχή του Τοξικά Ισοδυνάμου
(TEFs-TEQs)

Κεφάλαιο 4 : Πηγές

32-48

- 4.1 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)
 - 4.1.1 Εισαγωγή
 - 4.1.2 Πρόσφατα Ευρήματα
 - 4.1.3 Παραγωγή και Πωλήσεις Εμπορικών Προϊόντων PCBs
 - 4.1.4 Εφαρμογές και Χρήσεις
 - 4.1.4.1 Τυπικές Εφαρμογές σε Ανοικτά Συστήματα
 - 4.1.4.2 Τυπικές Εφαρμογές σε Κλειστά Συστήματα
 - 4.1.5 Εκλύσεις PCBs από Συσκευές εν Λειτουργία λόγω Ατυχημάτων
- 4.2 Πολυχλωριωμένες Διβενζο-π-διοξίνες και Πολυχλωριωμένα Διβενζοφουράνια (PCDDs και PCDFs)
- 4.3 Φυσικές Δεξαμενές Αποθεμάτων PCDDs, PCDFs και Παρόμοιων-με-Διοξίνη PCBs

Κεφάλαιο 5 : Κύκλος Ζωής

49-53

Κεφάλαιο 6 : Επίπεδα Συγκενρώσεων-Κατανομή στο Περιβάλλον

54-61

- 6.1 Αναλυτική Μεθοδολογία
- 6.2 Συγκενρώσεις “Διοξινών” στο Περιβάλλον και στα Τρόφιμα
- 6.3 Ποσότητες PCBs στο Περιβάλλον σε Παγκόσμια Κλίμακα
- 6.4 Σημερινά Επίπεδα Συγκενρώσεων

Κεφάλαιο 7 : Έκθεση του Ανθρώπου

62-67

- 7.1 Επίπεδα Έκθεσης Υποβάθρου του Γενικού Πληθυσμού
- 7.2 Ομάδες Υψηλού Κινδύνου
- 7.3 Σημερινά Επίπεδα Έκθεσης

Κεφάλαιο 8 : Έκθεση και Κίνδυνοι στο Εργασιακό Περιβάλλον - 68-87
Μεγάλα ατυχήματα

- 8.1 Εισαγωγή
- 8.2 Τρόποι Εισόδου
- 8.3 Ιστορικό Συμβάντων-Συμπτωματολογία
 - 8.3.1 Ατυχήματα Yusho και Yu-Sheng
 - 8.3.2 Ατύχημα Seveso
 - 8.3.3 Λοιπά Ατυχήματα
 - 8.3.4 Κάτοικοι και Βετεράνοι του Βιετνάμ
 - 8.3.5 Μελέτες σε Εργαζόμενους
 - 8.3.6 Περίπτωση Βελγίου
 - 8.3.7 Βομβαρδισμοί στη Γιουγκοσλαβία
- 8.4 Σύγκριση μεταξύ Εκτεθειμένων Εργασιακά Πληθυσμών και Γενικού Πληθυσμού
- 8.5 Όρια Έκθεσης των Εργαζομένων
- 8.6 Μέτρα Υγιεινής & Ασφάλειας -Πρώτες Βοήθειες
 - 8.6.1 Ιατρική Επίβλεψη
 - 8.6.2 Μέσα Ατομικής Προστασίας
 - 8.6.3 Γενικοί Κανόνες Ατομικής Προστασίας
 - 8.6.4 Πρώτες Βοήθειες

Κεφάλαιο 9 : Εκτίμηση Επικινδυνότητας 88-92

- 9.1 Προβλήματα κατά την Εκτίμηση Επικινδυνότητας
- 9.2 Σημερινή Κατάσταση
- 9.3 Εκτίμηση Επικινδυνότητας για Κακοήθη Νεοπλάσματα

Κεφάλαιο 10 : Ισχύον Νομοθετικό Πλαίσιο σε Διεθνή Κλίμακα 93-106

- 10.1 Γενικά
- 10.2 Η.Π.Α
- 10.3 Ο.Ο.Σ.Α

- 10.4 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ, Ε.Ε
- 10.4.1 Γενικά
- 10.4.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τη Διαχείριση Υδάτων

Κεφάλαιο 11 : Η Κατάσταση στην Ελλάδα

107-123

- 11.1 Ιστορικό Δράσεων
- 11.2 Παραγωγή και Υφιστάμενη Διαχείριση
- 11.3 Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού και PCBs
- 11.4 Ελληνική Νομοθεσία και Επεξήγησή της
 - 11.4.1 Εισαγωγή
 - 11.4.2 Γενικά Θέματα
 - 11.4.3 Προστασία και Διαχείριση Υδάτων
 - 11.4.4 Στερεά Απόβλητα
 - 11.4.5 Τοξικά και Επικίνδυνα Απόβλητα
 - 11.4.6 Διασυνοριακές Μεταφορές
 - 11.4.7 Εργασιακά
- 11.5 Στόχοι Εθνικού Σχεδιασμού
- 11.6 Δράσεις

**Κεφάλαιο 12 : Εθνικό Δίκτυο Ποιότητας Νερών του ΥΠΕΧΩΔΕ –
Εργαστήρια Επιφανειακών Νερών της Ελλάδας**

124-133

- 12.1 Γενικά
- 12.2 Τύπος και Σκοπός του Προγράμματος
- 12.3 Δίκτυο Παρακολούθησης της Ρύπανσης των Επιφανειακών Νερών
 - 12.3.1 Σχεδιασμός Δικτύου
 - 12.3.2 Επεξεργασία Δειγμάτων-Αναλυτικές Μέθοδοι Προσδιορισμού PCBs
- 12.4 Γενικά Στοιχεία των Επιφανειακών Αποδεκτών της Ελλάδας
 - 12.4.1 Εβρος
 - 12.4.2 Νέστος
 - 12.4.3 Στρυμόνας
 - 12.4.4 Αξιός

**Κεφάλαιο 13 : Παρακολούθηση Επιπέδων PCBs στους Διασυνοριακούς
Υδάτινους Αποδέκτες της Ελλάδας** 134-153

- 13.1 Εισαγωγή
- 13.2 Στατιστική Επεξεργασία Χρονοσειρών Μετρήσεων
 - 13.2.1 Περίπτωση : ΕΒΡΟΣ
 - 13.2.2 Περίπτωση : ΝΕΣΤΟΣ
 - 13.2.3 Περίπτωση : ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ
 - 13.2.4 Σύγκριση Ποταμών
 - 13.2.5 Εκτίμηση Ποιότητας
 - 13.2.5.1 Σύγκριση με Διεθνώς Ισχύοντα Πρότυπα & Οριακές Τιμές
 - 13.2.5.2 Εκτίμηση Επικινδυνότητας
- 13.3 Σχολιασμός – Συμπεράσματα - Προτάσεις

Βιβλιογραφία

- Παράρτημα I** Αριθμοί IUPAC
- Παράρτημα II** Εκτιμώμενες Αέριες Εκπομπές Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, ανά πηγή εκπομπής, σε Δ. Γερμανία, Αυστρία, Η. Βασίλειο, Ολλανδία, Ελβετία και Η.Π.Α.
- Παράρτημα III** Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Νομοθεσία
- Παράρτημα IV** “Οδηγίες για Κατόχους και Χρήστες Μετασχηματιστών- Ολα όσα πρέπει να γνωρίζετε για τα Πολυχλωρωμένα Διφαινύλια, PCBs”, ΥΠΕΧΩΔΕ
- Παράρτημα V** Ελληνική Περιβαλλοντική Νομοθεσία
- Παράρτημα VI** Σταθμοί Δειγματοληψίας του Εθνικού Δικτύου Ποιότητας Νερών, του ΥΠΕΧΩΔΕ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

		<u>Σελίδες</u>
Πίνακας 1-1	Πλήθος Πιθανών Ισομερών και Συμπαραγώγων PCBs	5
Πίνακας 1-2	Πλήθος Πιθανών Ισομερών και Συμπαραγώγων PCDDs και PCDFs	7
Πίνακας 1-3	Ονοματολογία των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων	9
Πίνακας 2-1	Σύνθεση Τυπικών Εμπορικών Προϊόντων PCBs	12
Πίνακας 2-2	Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες των Aroclors	13
Πίνακας 2-3	Περιοχές Τιμών των Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων των PCBs	15
Πίνακας 3-1	Σύνολο Επιδράσεων της 2, 3, 7, 8 - TCDD και των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων	31
Πίνακας 3-2	Εξέλιξη των TEFs αναφορικά με τις PCDDs, τα PCDFs και τα Παρόμοια-με-Διοξίνη PCBs	28
Πίνακας 3-3	Συμπαράγωγα PCBs Υψίστης Σημασίας	30
Πίνακας 4-1	Εμπορικές Ονομασίες Προϊόντων PCBs, ανά παραγωγό εταιρεία	34
Πίνακας 4-2	Εγχώριες Πωλήσεις και Εξαγωγές PCBs (σε 10 ⁶ Kg), από την εταιρεία Monsanto (1957-1979)	36
Πίνακας 4-3	Πωλήσεις προϊόντων Aroclors στις Η.Π.Α (σε 10 ⁶ Kg), από την εταιρεία Monsanto (1957-1975)	37
Πίνακας 4-4	Ετήσια παραγωγή PCBs (σε τόννους), στη Δ.Ευρώπη (1973-1984)	38
Πίνακας 4-5	Κατανάλωση PCBs (σε τόννους), σε χώρες του Ο.Ο.Σ.Α., ανά κατηγορία εφαρμογής (1973-1980)	41
Πίνακας 4-6	Συνολικές Πωλήσεις PCBs (σε 10 ⁶ Kg), στις Η.Π.Α, ανά εφαρμογή (1935-1975)	41
Πίνακας 4-7	Χρήσεις PCBs και Τυπικά Μίγματα Aroclors	42
Πίνακας 6-1	Τυπικές συγκεντρώσεις (pg/m ³) της 2,3,7,8-τετρα-χλωρο-διβενζο-παρα-διοξίνης (TCDD) και του 2,3,7,8- τετρα-χλωρο-διβενζο-φουρανίου (TCDF), σε ατμοσφαιρικά δείγματα	56

	<u>Σελίδες</u>	
Πίνακας 6-2	Παγκόσμιο Ισοζύγιο Μάζας PCBs στο Περιβάλλον	58
Πίνακας 6-3	Τυπικές συγκεντρώσεις ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PCBs, σε ατμοσφαιρικά δείγματα	60
Πίνακας 7-1	Λήψεις Υποβάθρου Παρόμοιων- με-Διοξίνη Ενώσεων, ανά οδό έκθεσης	64
Πίνακας 8-1	Μέσες Ημερήσιες και Συνολικές Λήψεις στο Yusho, Ιαπωνία 1968	71
Πίνακας 8-2	Συνολικές Λήψεις και Συγκεντρώσεις στο αίμα ασθενών στο Yusho, Ιαπωνία 1968 και Yu-Sheng, Ταϊβάν 1979	71
Πίνακας 8-3	Κλινική Συμπτωματολογία: Yusho 1968-1970	72
Πίνακας 8-4	Ατυχήματα PCBs, 1981-1983	76
Πίνακας 8-5	Οριακές Τιμές Έκθεσης σε Χλωροδифαινύλια (42% & 54%) και σε 2,3,7,8-TCDD	83
Πίνακας 10-1	Μέθοδοι Διάθεσης των PCBs και των Συσκευών/Αντικειμένων που περιέχουν PCBs	101
Πίνακας 10-2	Θεσμοθετημένα, από την ΕΡΑ, Ορια για την Ποιότητα Του Πόσιμου Νερού	96
Πίνακας 10-3	Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για την Ποιότητα του Αέρα	102
Πίνακας 10-4	Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τη Διαχείριση Αποβλήτων	103
Πίνακας 10-5	Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για την Ποιότητα των Υδάτων	104
Πίνακας 10-6	Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τα Οικιακά & Βιομηχανικά Απόβλητα	105
Πίνακας 10-7	Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τον Έλεγχο της Βιομηχανικής Ρύπανσης και τη Διαχείριση Επικινδυνότητας	106
Πίνακας 11-1	Αριθμός Συσκευών που περιείχαν PCBs, το 1991	108
Πίνακας 11-2	Οριακές Τιμές Έκθεσης Εργαζομένων	122
Πίνακας 12-1	Συμπαράγωγα PCBs, που παρακολουθούνται στο πλαίσιο του Εθνικού Δικτύου Ποιότητας Νερών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε	129
Πίνακας 12-2	Χρήσεις των επιφανειακών υδάτων στην Ελλάδα σε εκατοστιαία αναλογία	130
Πίνακας 12-3	Φυσικά χαρακτηριστικά των διασυνοριακών ποταμών της Ελλάδας	131

Πίνακας 13-1	Σύνολο διαθέσιμων μετρήσεων ανά διασυνοριακό ποτάμι	135
Πίνακας 13-2	Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα ΕΒΡΟΥ	137
Πίνακας 13-3	Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στον Εβρο (Δεκ. 1996-Νοεμ. 1998)	138
Πίνακας 13-4	Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα ΝΕΣΤΟΥ	140
Πίνακας 13-5	Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Νέστο (Δεκ. 1996-Νοεμ. 1998)	141
Πίνακας 13-6	Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα ΣΤΡΥΜΟΝΑ	143
Πίνακας 13-7	Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Στρυμόνα (Ιαν. 1998-Νοεμ. 1998)	144
Πίνακας 13-8	Συγκριτικός πίνακας, που αφορά και στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες	145
Πίνακας 13-9	Εκτίμηση κινδύνου, ανά οδό έκθεσης	150

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

		<u>Σελίδες</u>
Σχήμα 1-1	Χημική Δομή Πολυχλωριωμένων Διφαινυλίων	3
Σχήμα 1-2	Χημική Δομή Πολυχλωριωμένων Διβενζο-π-διοξινών & Διβενζοφουρανίων	6
Σχήμα 4-1	Ροές των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών μέσων και των φυσικών δεξαμενών	48
Σχήμα 5-1	Κύκλος Ζωής των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων	52
Σχήμα 5-2	Ροές των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών μέσων και των φυσικών δεξαμενών	53
Σχήμα 12-1	Χάρτης Υδατικών Διαμερισμάτων	126
Διάγραμμα 13-1	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 22334455PCB	
Διάγραμμα 13-2	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 2234455PCB	
Διάγραμμα 13-3	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 2234456PCB	
Διάγραμμα 13-4	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 223445PCB	
Διάγραμμα 13-5	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 22345PCB	
Διάγραμμα 13-6	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 224455PCB	
Διάγραμμα 13-7	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 22455PCB	
Διάγραμμα 13-8	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 2255PCB	
Διάγραμμα 13-9	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 23344PCB	
Διάγραμμα 13-10	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 23445PCB	
Διάγραμμα 13-11	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 244PCB	
Διάγραμμα 13-12	ΕΒΡΟΣ: Συγκεντρώσεις 334455PCB	
Διάγραμμα 13-13	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 2234455PCB	
Διάγραμμα 13-14	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 2234456PCB	
Διάγραμμα 13-15	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 223445PCB	
Διάγραμμα 13-16	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 22345PCB	
Διάγραμμα 13-17	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 224455PCB	
Διάγραμμα 13-18	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 22455PCB	

Διάγραμμα 13-19	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 2255PCB
Διάγραμμα 13-20	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 233445PCB
Διάγραμμα 13-21	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 23344PCB
Διάγραμμα 13-22	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 23445PCB
Διάγραμμα 13-23	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 244PCB
Διάγραμμα 13-24	ΝΕΣΤΟΣ: Συγκεντρώσεις 334455PCB
Διάγραμμα 13-25	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 2234456PCB
Διάγραμμα 13-26	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 223445PCB
Διάγραμμα 13-27	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 22345PCB
Διάγραμμα 13-28	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 224455PCB
Διάγραμμα 13-29	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 2255PCB
Διάγραμμα 13-30	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 233445PCB
Διάγραμμα 13-31	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 23344PCB
Διάγραμμα 13-32	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 23445PCB
Διάγραμμα 13-33	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 244PCB
Διάγραμμα 13-34	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ: Συγκεντρώσεις 334455PCB
Διάγραμμα 13-35	Μέγιστες συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στους τρεις διασυννοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας, που αναφέρονται
Διάγραμμα 13-36	Πλήθος συγκεντρώσεων, που ανιχνεύθηκαν στους τρεις διασυννοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας, που αναφέρονται

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ADI	Adult Daily Intake
AhR	Aryl hydrocarbon Receptor
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BACT	Best Available Control Technology
BEIs	Biological Exposure Indices
CAA	Clean Air Act
CFR	Code of Federal Regulations
CWA	Clean Water Act
EPA	Environmental Protection Agency
IARC	International Agency for Research on Cancer
MACT	Maximum Achievable Control Technology
MCL	Maximum Contaminant Level
MCLG	Maximum Contaminant Level Goal
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NTP	National Toxicology Program
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCBs	Polychlorinated biphenyls
PCDDs	Polychlorinated dibenzo dioxins
PCDFs	Polychlorinated dibenzo furans
PCTs	Polychlorinated terphenyls
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act
SDWA	Safe Drinking Water Act
TCDD	Tetrachlorodibenzo-p-dioxin
TDI	Tolerable Daily Intake
TEF	Toxic Equivalent Factor
TEQ	Toxic Equivalent Quantity
TLVs	Threshold Limit Values
TSCA	Toxic Substances Control Act
WHO	World Health Organization

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τίτλο “ Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος”, υπό την επίβλεψη της κας. Α.Χαλουλάκου, λέκτορος του Τμήματος Χημικών Μηχανικών, του ΕΜΠ, την οποία ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη συμβολή και καθοδήγησή της. Το εν λόγω ΜΠΣ πραγματοποιείται από το Τμήμα Τεχνολογίας και Συστημάτων Παραγωγής, του Πανεπιστημίου Πειραιώς και από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών, του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου.

Στόχος της εργασίας είναι η κατά το δυνατόν πιο λεπτομερής και σύγχρονη παρουσίαση των ιδιοτήτων, της συμπεριφοράς και των επιπτώσεων των PCBs στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Τα θέματα αυτά, καλύπτονται διεξοδικά στα Κεφάλαια 1 έως και 9. Στο Κεφάλαιο 10 παρουσιάζεται το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο, σε διεθνή κλίμακα ενώ, στο Κεφάλαιο 11, που ακολουθεί, παρατίθεται το τι έχει γίνει στην Ελλάδα, έως σήμερα, καθώς και η σχετική ελληνική νομοθεσία.

Στο πλαίσιο της προσπάθειάς μας για εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων, που αφορούν στον ελληνικό χώρο, καταβλήθηκε σύντονη προσπάθεια για τον εντοπισμό και την απόκτηση διαθέσιμων δεδομένων από δημόσιους φορείς, ερευνητικά κέντρα και ακαδημαϊκά ιδρύματα.

Στα υπόλοιπα κεφάλαια της εργασίας, παρουσιάζονται και αναλύονται τα επίπεδα συγκεντρώσεων των 15 συνολικά συμπαραγωγών PCBs, που παρακολουθούνται από το 1996 σε μηνιαία βάση από το Εθνικό Δίκτυο Ποιότητας Νερών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Αφορούν, δε, στις μετρήσεις που έγιναν σε 11 συνολικά σταθμούς δειγματοληψίας στους 3 διασυνοριακούς ποταμούς της Ελλάδος (Εβρος, Νέστος, Στρυμόνας), οι οποίοι πηγάζουν από τη γείτονα χώρα της Βουλγαρίας και αποτελούν τους τρεις μεγαλύτερους ελληνικούς υδάτινους αποδέκτες.

Μετά την ενοποίηση των σχετικών συγκεντρώσεων σε μια κοινή βάση δεδομένων, ακολούθησε η κατάλληλη-για το χαρακτήρα των χρονοσειρών- στατιστική επεξεργασία με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων, αναφορικά με την ποιότητα των υδάτων, τη φύση των πηγών απελευθέρωσης των PCBs και την πιθανότητα εισαγόμενης ρύπανσης.

Από την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση, που πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στον ελληνικό χώρο σε συστηματικές χρονοσειρές μετρήσεων PCBs σε υδάτινους αποδέκτες, διαπιστώθηκαν, συνοπτικά, τα εξής:

- Η ύπαρξη και στους τρεις αποδέκτες ανιχνεύσιμων συγκεντρώσεων διαφόρων συμπαραγώγων PCBs, που όμως δεν υπερβαίνουν θεσμοθετημένες οριακές τιμές, για το πόσιμο νερό
- Η υψηλή πιθανότητα εισαγόμενης ρύπανσης
- Η πιθανή φύση των πηγών προέλευσής τους.

Το εύρος και η φύση των διαθέσιμων χρονοσειρών δεν επέτρεψαν τον εντοπισμό στατιστικά σημαντικών διαφορών στις συγκεντρώσεις κάθε συμπαραγώγου ανά σταθμό και αποδέκτη, καθώς και πιθανής περιοδικότητας και εποχικότητας.

Η εργασία ολοκληρώθηκε με ορισμένες προτάσεις που, συμπερασματικά, διατυπώνονται μετά τη συστηματική ενασχόλησή μας με το θέμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

1.1 Ορισμός

Με τον όρο “διοξίνες” περιγράφεται μία ομάδα εκατοντάδων χημικών ενώσεων, που έχουν παρόμοια χημική δομή, ιδιότητες, τρόπο δράσης και είναι άκρως ανθεκτικές στο περιβάλλον. Το μεγαλύτερο ποσοστό τους προέρχεται από ανθρωπογενείς πηγές (US EPA, 2000; Dioxin and Health ιστοσελίδα).

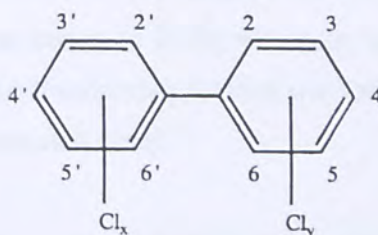
Η πιο τοξική ένωση, μεταξύ αυτών, είναι η 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζο-*p*-διοξίνη (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin) ή απλούστερα TCDD, που, όπως θα δούμε αναλυτικά στη συνέχεια, αποτελεί και τη βάση υπολογισμού της τοξικότητας όλων των υπολοίπων μελών της ευρύτερης αυτής οικογένειας (Dioxin Homepage ιστοσελίδα).

Στην παρούσα εργασία, θα ασχοληθούμε ιδιαίτερα με τις χλωριωμένες ενώσεις, που συμμετέχουν στην οικογένεια των διοξινών και όχι τόσο με τις αντίστοιχες βρωμιωμένες ενώσεις (PBDDs, PBDFs και PBBs), διότι τα -έως σήμερα-σχετικά δεδομένα είναι πολύ πιο περιορισμένα και έχουν αξιολογηθεί και εκτιμηθεί πολύ λιγότερο.

1.2 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)

Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (polychlorinated biphenyls) ή PCBs, όπως θα αναφέρονται εφεξής εν συντομία, είναι μια ομάδα συνθετικών χλωριωμένων αρωματικών υδρογονανθράκων, που περιλαμβάνει **209** διακριτές ενώσεις, τα λεγόμενα “**συμπαράγωγα**” (congeners), με την ακόλουθη γενική χημική δομή και τύπο (US EPA, 2000):

Σχήμα 1-1 Χημική Δομή Πολυχλωριωμένων Διφαινυλίων



όπου, $x = 0 \div 5$, $y = 0 \div 5$ και $x+y \geq 1$.

Όπως φαίνεται και στο ανωτέρω σχήμα, τα μόρια των πολυχλωρωμένων διφαινυλίων περιέχουν δύο αρωματικούς δακτυλίους άνθρακα, που ενώνονται μεταξύ τους με ένα χημικό δεσμό, συνδέοντας, κατ' αυτόν τον τρόπο, ένα άτομο άνθρακα του ενός μορίου με ένα άτομο άνθρακα από το άλλο μόριο (US EPA, 1996).

Παρά το γεγονός ότι τα PCBs μπορούν να παραχθούν και με φυσικές διαδικασίες στο περιβάλλον, τα υπάρχοντα PCBs-σχεδόν στο σύνολό τους-παρασκευάστηκαν με συνθετικούς τρόπους, στο παρελθόν (Boyce, 1997)

Συγκεκριμένα, παράγονται με χλωρίωση του μορίου του διφαινυλίου, το οποίο έχει, συνολικά, δέκα (10) διαθέσιμες θέσεις για την προσθήκη ατόμων χλωρίου (θέσεις 2 έως 6 και 2' έως 6').

Οι υποκαταστάσεις (substitutions) των ατόμων υδρογόνου από άτομα χλωρίου, στις θέσεις 2,2',6 και 6' αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως *ortho*, αυτές στις θέσεις 3,3',5 και 5' αναφέρονται ως *meta* και αυτές στις θέσεις 4 και 4' ως *para* (US EPA, 1996).

Σημειώνεται ότι, οι δύο αρωματικοί δακτύλιοι του διφαινυλίου είναι ελεύθεροι να περιστρέφονται, γύρω από τον κεντρικό άξονα που τους ενώνει. Τα PCBs χαρακτηρίζονται “**συνεπίπεδα**” (coplanar) όταν οι δύο δακτύλιοι ευθυγραμμίζονται στο ίδιο επίπεδο. Η ύπαρξη ατόμων χλωρίου στις θέσεις *ortho* εμποδίζει αυτήν την ομοεπίπεδη ευθυγράμμιση των δακτυλίων (US EPA, 1996).

Έχει αποδειχτεί ότι τα συνεπίπεδα ή αλλιώς “**μη-ορθο υποκατεστημένα**” (non-ortho substituted) PCBs διαθέτουν φυσικές, χημικές και τοξικολογικές ιδιότητες, που είναι παρόμοιες με τις αντίστοιχες της TCDD (“παρόμοιες-με-διοξίνη” ιδιότητες) και γι' αυτό, αυτά τα PCBs ονομάζονται “παρόμοια-με-διοξίνη” PCBs (Safe,1990,1994).

Ο όρος “**συμπαράγωγο**” αποδίδεται σε οποιοδήποτε από τα 209 πιθανά PCBs ενώ, ο όρος “**ισομερές**” χρησιμοποιείται για εκείνα τα PCBs που έχουν το ίδιο πλήθος ατόμων χλωρίου και το ίδιο μοριακό βάρος, αλλά διαφορετική διάταξη των ατόμων χλωρίου στο δακτύλιο του διφαινυλικού μορίου (ίδιο συντακτικό τύπο).

Για παράδειγμα, υπάρχουν τρία διαφορετικά ισομερή μονοχλωροδιφαινυλίου (monochlorobiphenyl isomers), 46 διαφορετικά ισομερή πενταχλωροδιφαινυλίου (pentachlorobiphenyl isomers), κ.λ.π, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1-1, που ακολουθεί.

Το πλήθος των ατόμων χλωρίου και η θέση τους στο διφαινύλιο καθορίζουν τη δομή και την ονοματολογία του καθενός από τα συμπαράγωγα, τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες, καθώς και τη σοβαρότητα των τοξικολογικών τους επιδράσεων (Guidelines for Polychlorinated Biphenyls ιστοσελίδα; US EPA, 1996; Boyce, 1997).

Μια συστηματική αρίθμηση, που προτάθηκε από τους Ballschmiter και Zell (Κρόκος, 1999) κατέταξε τα 209 PCBs με αύξουσα αριθμητική σειρά και τους απέδωσε αριθμούς από το 1 (2-χλωροδιφαινύλιο) έως το 209 (10-χλωροδιφαινύλιο). Συχνά αναφέρονται και ως αριθμοί “BZ”, λόγω των Ballschmiter και Zell ή “IUPAC”, λόγω της υιοθέτησής τους από την International Union of Pure and Applied Chemists, IUPAC (βλ. Παράρτημα Ι)

Από τα συνολικά 209 πιθανά συμπαράγωγα PCBs, μόνο τα 182 απαντώνται σε εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα PCBs, όπως φαίνεται και στον κάτωθι Πίνακα 1-1.

Πίνακας 1-1 Πλήθος Πιθανών Ισομερών και Συμπαράγωγων PCBs *

Χλωροδιφαινύλιο	Χημικός Τύπος	Πλήθος Πιθανών Ισομερών PCBs	Πλήθος Ισομερών που συναντώνται σε Εμπορικά Προϊόντα PCBs
Μονοχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_9Cl$	3	3
Διχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_8Cl_2$	12	12
Τριχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_7Cl_3$	24	23
Τετραχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_6Cl_4$	42	41
Πενταχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_5Cl_5$	46	39
Εξαχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_4Cl_6$	42	31
Επταχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_3Cl_7$	24	18
Οκταχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}H_2Cl_8$	12	11
Εννιαχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}HCl_9$	3	3
Δεκαχλωροδιφαινύλιο	$C_{12}Cl_{10}$	1	1
<i>ΣΥΝΟΛΟ PCBs</i>		<i>209</i>	<i>182</i>
<i>ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΩΝ</i>			

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995; US EPA, 2000

Στις Η.Π.Α, τα μίγματα των PCBs που παρασκευάζονταν από την εταιρεία Monsanto Chemical Co., τη βασική παραγωγό εταιρεία ανά τον κόσμο, έφεραν το όνομα **Aroclors** και χαρακτηρίζονταν από έναν τετραψήφιο αριθμό.

Τα δύο πρώτα ψηφία χαρακτηρίζαν το είδος του μορίου (12=πολυχλωριωμένο διφαινύλιο) ενώ, τα δύο τελευταία δήλωναν το ποσοστό χλωρίωσης κατά βάρος. Για παράδειγμα, το **Aroclor 1242** ήταν το μίγμα διαφόρων μελών της οικογένειας των PCBs, που περιείχε 42% χλώριο κατά βάρος ενώ, το **Aroclor 1260** περιείχε 60% χλώριο κατά βάρος. Εξαιρεση αποτέλεσε το **Aroclor 1016**, το οποίο περιείχε περίπου 41% χλώριο.

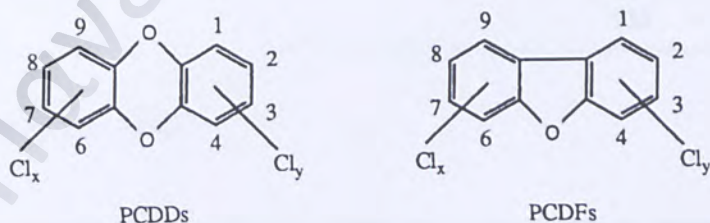
Στη Γερμανία και Ιαπωνία, τα αντίστοιχα ονόματα για παρόμοια μίγματα ήταν **Clophens** και **Kanechlors**. Αυτές οι σειρές προϊόντων είχαν τη δική τους αριθμηση. Για παράδειγμα, τα Clophen A60 και Kanechlor 600 υποδήλωναν μίγματα εξαχλωροδιφαινυλίων (Davis et Cornwell, 1998).

Γενικά, τα μίγματα των PCBs, που κυκλοφόρησαν ευρύτατα στο εμπόριο, είχαν ποσοστό χλωρίου μεταξύ 18 και 79% (Davis et Cornwell, 1998).

1.3 Πολυχλωριωμένες Διβενζο-π-διοξίνες και Πολυχλωριωμένα Διβενζοφουράνια (PCDDs και PCDFs)

Οι πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες (**polychlorinated dibenzo-p-dioxins**), ή PCDDs και τα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (**polychlorinated dibenzofurans**), ή PCDFs, ανήκουν στην κατηγορία των τρικυκλικών χλωριωμένων αρωματικών υδρογονανθράκων. Η δομή τους, φαίνεται κατωτέρω (US EPA, 2000):

Σχήμα 1-2 Χημική Δομή Πολυχλωριωμένων Διβενζο-π-διοξινών & Διβενζοφουρανίων



όπου, $x = 0 \div 4$, $y = 0 \div 4$ και $x+y \geq 1$.

Τα διάφορα μέλη και των δύο ομάδων δημιουργούνται με υποκαταστάσεις, από άτομα χλωρίου, στις ελεύθερες θέσεις των δακτυλίων (θέσεις 1 έως 4 και 6 έως 9). Η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι, οι διοξίνες περιέχουν δύο δεσμούς οξυγόνου αντί ενός, που περιέχουν τα φουράνια.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, προκύπτουν συνολικά **75** χημικές ενώσεις διοξινών και **135** χημικές ενώσεις φουρανίων. Οι όροι “**συμπαράγωγα**” και “**ισομερή**” χρησιμοποιούνται όπως και στην περίπτωση των PCBs και καθορίζονται από το πλήθος και τη θέση των υποκαταστάσεων από άτομα χλωρίου, που με τη σειρά τους, καθορίζουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του καθενός από τα συμπαράγωγα, καθώς και τη σοβαρότητα των τοξικολογικών τους επιδράσεων. Στον κάτωθι Πίνακα 1-2 παρατίθενται τα πιθανά ισομερή και συμπαράγωγα των PCDDs και PCDFs.

Πίνακας 1-2 Πλήθος Πιθανών Ισομερών και Συμπαραγώγων PCDDs και PCDFs *

Υποκαταστάσεις Αλογόνου	Πλήθος Πιθανών Ισομερών	
	PCDDs	PCDFs
Μονο	2	4
Δι	10	16
Τρι	14	28
Τετρα	22	38
Πεντα	14	28
Εξα	10	16
Επτα	2	4
Οκτα	1	1
Εννια	0	0
Δεκα	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	75	135

*Στοιχεία από US EPA, 2000

Μέχρι σήμερα, καμμία διοξίνη δεν έχει βρεθεί να σχηματίζεται με φυσικές διαδικασίες στο περιβάλλον. Οι διοξίνες ποτέ δεν παρήχθησαν για εμπορικό σκοπό. Εμφανίζονται μόνο ως ανεπιθύμητα παραπροϊόντα διαφόρων βιομηχανικών διαδικασιών και, κυρίως, διαδικασιών παραγωγής και καύσης, που θα δούμε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι διοξίνες παράγονται κατά τη διάρκεια διαδικασιών, στις οποίες συμμετέχει ένα ευρύ φάσμα χημικών ενώσεων όπως:

- ◆ τριχλωροφαινόλες (trichlorophenols)
- ◆ πενταχλωροφαινόλες (pentachlorophenols)
- ◆ πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs)
- ◆ συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα, κ.α.

Οι οργανικές αυτές ενώσεις, κάτω από μη-κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας, πίεσης, συγκέντρωσης και χρόνου αντίδρασης, οδηγούν συχνά στο σχηματισμό πολύ μικρών συγκεντρώσεων διοξινών και φουρανίων (Fawcett, 1988).

Ωστόσο, η πιο βασική πηγή των διοξινών είναι η παραγωγή της 2,4,5-τριχλωροφαινόλης (TCP) και της 2,4,5-T (2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid). Και οι δύο ενώσεις είναι ζιζανιοκτόνα και κύρια συστατικά του πολυσυζητημένου **Agent Orange**, που χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα, ως αποφυλλωτικό, στον πόλεμο του Βιετνάμ (Fawcett, 1988; Stelmann, ed, 1998).

Έχει αποδειχτεί, από αναρίθμητες μελέτες, ότι η πλέον τοξική συνθετική χημική ουσία είναι η TCDD, η οποία ονομάζεται και “**διοξίνη Seveso**”, μια και μεγάλες ποσότητες της απελευθερώθηκαν κατά το γνωστό ατύχημα στο Seveso της Ιταλίας (Boyce, 1997).

Αν και η TCDD αναφέρεται-κάποιες φορές- και απλά “**διοξίνη**”, με τον όρο “**διοξίνες**” έχει καθιερωθεί στη σχετική βιβλιογραφία να περιγράφονται τόσο οι πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες και τα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια, όσο και τα “παρόμοια-με-διοξίνη” PCBs.

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο, παραθέτουμε στον Πίνακα 1-3 τους όρους ή/και συμβολισμούς, που χρησιμοποιούνται στη διεθνή βιβλιογραφία για τις υπό εξέταση ενώσεις, με τους αντίστοιχους ορισμούς τους.

Πίνακας 1-3. Ονοματολογία των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων

Οροζ/Συμβολισμός (Term/Symbol)	Ορισμός (Definition)
Συμπαράγωγο	Οποιοδήποτε από τα μέλη της ίδιας χημικής οικογένειας (π.χ υπάρχουν συνολικά 75 συμπαράγωγα χλωριωμένων διβενζο-π-διοξινών)
Ομάδα Συμπαράγωγων	Ομάδα συγγενών, ως προς τη δομή, χημικών ενώσεων, που έχουν τον ίδιο βαθμό χλωρίωσης (π.χ υπάρχουν 8 τέτοιες ομάδες CDDs, από μονο- έως οκτα-χλωριωμένες διοξίνες)
Ισομερές	Ενώσεις που ανήκουν στην ίδια ομάδα συμπαράγωγων (π.χ 22 ισομερή αποτελούν την ομάδα συμπαράγωγων των TCDDs)
Συγκεκριμένο Ισομερές	Το ισομερές που προσδιορίζεται από τη συγκεκριμένη χημική ονοματολογία του (π.χ το 2,4,8,9-τετραχλωροδιβενζοφουράνιο αναφέρεται και ως 2,4,8,9-TCDF)
D	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τις διβενζο-π-διοξίνες
F	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα διβενζοφουράνια
M	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα μονο- (μία υποκατάσταση από αλογόνο)
D	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα δι- (δύο υποκαταστάσεις από αλογόνο)
Tr	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα τρι- (τρεις υποκαταστάσεις από αλογόνο)
T	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα τετρα- (τέσσερις υποκαταστάσεις από αλογόνο)
Pe	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα πεντα- (πέντε υποκαταστάσεις από αλογόνο)
Hx	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα εξα- (έξι υποκαταστάσεις από αλογόνο)
Hp	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα επτα- (επτά υποκαταστάσεις από αλογόνο)
O	Σύμβολο, που χαρακτηρίζει τα οκτα- (οκτώ υποκαταστάσεις από αλογόνο)
CDD	Χλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες, με αλογόνα σε οποιαδήποτε θέση
CDF	Χλωριωμένα διβενζοφουράνια, με αλογόνα σε οποιαδήποτε θέση
PCB	Πολυχλωριωμένα διφαινύλια
2378	Υποκαταστάσεις από αλογόνα, στις θέσεις 2,3,7 & 8

* Στοιχεία από US EPA 2000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.1 Γενικά

Η γνώση και κατανόηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των ενώσεων που μας απασχολούν στην παρούσα εργασία είναι απολύτως απαραίτητη, προκειμένου να γίνουν κατανοητοί οι μηχανισμοί που διέπουν τη μεταφορά τους από το ένα περιβαλλοντικό μέσο στο άλλο και γενικότερα τον κύκλο ζωής τους στο περιβάλλον, τον οποίο θα περιγράψουμε αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 5.

Παρ' όλα αυτά, οι σχετικές έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα σ' αυτόν τον τομέα είναι περιορισμένες, με μόνες εξαιρέσεις την 2,3,7,8-TCDD (βλ. παράγραφο 1.3), η οποία έχει μελετηθεί εκτενέστατα, καθώς και τα συμπαράγωγα των διοξινών και φουρανίων που φέρουν άτομα χλωρίου στις θέσεις 2,3,7 και 8.

Σε περίπτωση που κάποιος θελήσει να προχωρήσει περαιτέρω τη σχετική ερευνητική εργασία, συνιστάται η παραπομπή στην πιο πρόσφατη επισκόπηση επί του θέματος (US EPA, 2000), όπου έχει γίνει καταγραφή και επεξεργασία όλων των διαθέσιμων μελετών και στοιχείων, ανά συμπαράγωγο.

Σε γενικές γραμμές, το σύνολο των PCBs, PCDDs και PCDFs παρουσιάζει:

- χαμηλές υδατοδιαλυτότητες
- χαμηλές τάσεις ατμών
- μέτριες τιμές της σταθεράς Henry και
- υψηλούς συντελεστές κατανομής οκτανόλης-νερού K_{ow} (octanol-water partition coefficient).

Στις ανωτέρω ιδιότητες οφείλεται η υψηλή τους λιποφιλικότητα, που συντελεί καταλυτικά στη βιοσυσσώρευσή τους στην τροφική αλυσίδα και, κυρίως, στην κορυφή αυτής.

Οι βασικές διεργασίες και οι μηχανισμοί αποικοδόμησης, που διέπουν τα μίγματα των ενώσεων αυτών όπως συναντώνται στο περιβάλλον και καθορίζουν τον κύκλο ζωής τους, είναι η φωτόλυση, η οξειδωση, η υδρόλυση, η μικροβιακή αποικοδόμηση, η εξάτμιση και η

τάση προσρόφησης από διάφορα υλικά, όπως το έδαφος, το ξύλο, τα πλαστικά και το γυαλί (US EPA, 2000).

Οι τάσεις να υποστούν τις ανωτέρω διεργασίες, ποικίλουν ανάλογα με το περιεχόμενο των ενώσεων σε χλώριο. Αν και οι μέχρι σήμερα σχετικές μελέτες είναι πάρα πολύ περιορισμένες και απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να προσδιοριστούν επακριβώς οι ρυθμοί και οι μηχανισμοί που διέπουν τα επιμέρους συμπαράγωγα, η επιστημονική κοινότητα έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι, τα τέτρα- και τα υψηλότερα χλωριωμένα συμπαράγωγα είναι εξαιρετικά σταθερά, κάτω από τις περισσότερες συνθήκες.

Η φωτοοξειδωση και η φωτόλυση αποτελούν τους πιο βασικούς μηχανισμούς αποικοδόμησης των ενώσεων αυτών στο περιβάλλον, που οδηγούν στο σχηματισμό λιγότερο χλωριωμένων (και πιθανά πιο τοξικών) συμπαραγώγων. Ωστόσο, οι συγκεκριμένες έρευνες είναι ακόμα υπό εξέλιξη (US EPA, 2000).

Με δεδομένο, δε, ότι στη συνέχεια της παρούσας εργασίας (Κεφάλαιο 13) θα ασχοληθούμε με την επεξεργασία χρονοσειρών μετρήσεων που αφορούν διάφορα συμπαράγωγα PCBs σε ελληνικούς υδάτινους αποδέκτες, κρίθηκε σκόπιμο να δούμε πιο διεξοδικά τις ιδιότητές τους, όπως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν αναφερόμαστε στα εμπορικά τους προϊόντα ή στα διακριτά τους συμπαράγωγα που συναντώνται στη φύση.

2.2 Εμπορικά Προϊόντα PCBs

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των εμπορικών προϊόντων PCBs διαφέρουν, πολλές φορές, σημαντικά από αυτές των ανεξάρτητων συμπαραγώγων και εξαρτώνται πολύ από την παρουσία των ισομερών και συμπαραγώγων στο τελικό μίγμα.

Για παράδειγμα, ενώ τα περισσότερα συμπαράγωγα PCBs είναι στερεά, στην καθαρή τους μορφή, τα μίγματά τους που κυκλοφόρησαν στο εμπόριο είναι, συνήθως, υγρά, με ιξώδες που αυξάνει με το ποσοστό χλωρίωσης του μίγματος (Silberhorn, 1995).

Η σύνθεση διαφόρων τυπικών εμπορικών προϊόντων φαίνεται στον Πίνακα 2-1.

Πίνακας 2-1 Σύνθεση Τυπικών Εμπορικών Προϊόντων PCBs *

Χλωροδифαινύλιο	Ποσοστό Ισομερούς σε Aroclor				Ποσοστό Ισομερούς σε Clophen			Ποσοστό Ισομερούς σε Kanechlor		
	1016	1242	1248	1254	1260	A30	A60	300	400	500
Μονοχλωροδифαινύλιο	2	1								
Διχλωροδифαινύλιο	19	13	1			20		17	3	
Τριχλωροδифαινύλιο	57	45	21	1		52		60	33	5
Τετραχλωροδифαινύλιο	22	31	49	15		22	1	23	44	26
Πενταχλωροδифαινύλιο		10	27	53	12	3	16	1	16	55
Εξαχλωροδифαινύλιο			2	26	42	1	51		5	13
Επταχλωροδифαινύλιο				4	38		28			
Οκταχλωροδифαινύλιο					7		4			
Εννιαχλωροδифαινύλιο					1					
Δεκαχλωροδифαινύλιο										
Ποσοστό χλωρίωσης (κατά βάρος)	41	40-42	48	52-54	60	40-42	60	40-42	48	52-54
Μοριακό βάρος (περίπου)		261	288	327	372	261	372	261	288	327

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995; US EPA, 1996

Τα στοιχεία υποδηλώνουν ότι, τα συμπαράγωγα που κυριαρχούν στο Aroclor 1242 είναι τα τριχλωροδифαινύλια ενώ, τα πιο συνήθη στο Aroclor 1254 είναι τα πενταχλωροδифαινύλια.

Αυτή η διαφορά οδηγεί σε υψηλότερο μέσο ποσοστό χλωρίωσης, όσον αφορά στο Aroclor 1254, καθώς και σε διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες από εκείνες του Aroclor 1242, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2-2.

Πίνακας 2-2 Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες των Aroclors *

Ιδιότητα	Aroclors					
	1221	1232	1242	1248	1254	1260
Εμφάνιση	Clear, mobile oil	Clear, mobile oil	Clear, mobile oil	Clear, mobile oil	Light yellow viscous liquid	Light yellow viscous liquid
% Cl (κ.β)	20.5-21.5	31.4-32.5	40-42	48	52-54	60
Μοριακό Βάρος	200.7	232.2	266.5	299.5	328.4	377.5
Ειδικό Βάρος	1.182	1.266	1.380	1.445	1.538	1.620
Σημείο Ανάφλεξης, °C	141-150	152-154	176-180	193-196	Ntb**	Ntb**
Συντελεστής K_{ow}	12000	35000	380000	1300000	1070000	14000000
Υδατοδιαλυτότητα (mg/L)	15.0	1.45	0.24	5.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.7×10^{-3}
Σταθερά Henry ($\text{atm} \cdot \text{m}^3 / \text{mol} \cdot 20^\circ \text{C}$)	0.157×10^{-3}	-	0.227×10^{-3}	0.288×10^{-3}	0.180×10^{-3}	0.210×10^{-3}
Τάση Ατμών (mm Hg 25 °C)	6.7×10^{-4}	4.06×10^{-3}	4.06×10^{-4}	4.94×10^{-4}	7.71×10^{-4}	4.05×10^{-4}

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

** Κανένα μέχρι το σημείο βρασμού (None to boiling point)

Όλα τα μίγματα των PCBs είναι πιο πυκνά από το νερό, με ειδικά βάρη που ποικίλλουν από 1,18 (Aroclor 1221) έως 1,62 (Aroclor 1260). Οι διηλεκτρικές σταθερές κυμαίνονται από 2,5 (Aroclor 1268) έως 5,8 (Aroclor 1242).

Επιπλέον, είναι άκρως ανθεκτικά στη φωτιά, μια και τα σημεία ανάφλεξης (flash points) και οι θερμοκρασίες αυτανάφλεξης (fire points) των περισσοτέρων Aroclors είναι υψηλότερα των αντίστοιχων σημείων βρασμού.

Τα μίγματα των PCBs παρουσιάζουν χαμηλές υδατοδιαλυτότητες, με τάση μείωσης όσο αυξάνει το μέσο ποσοστό χλωρίωσης του μίγματος.

Παρά τις χαμηλές τάσεις ατμών, ο ρυθμός εξάτμισης των PCBs από συγκεκριμένες πηγές του περιβάλλοντος (π.χ. νερό) μπορεί να είναι σημαντικός και, πολύ συχνά, αποτελεί τη βασική οδό μεταφοράς και διανομής των PCBs στο περιβάλλον (Silberhorn, 1995).

Οι μέτριες, δε, τιμές της σταθεράς Henry που εμφανίζουν τα Aroclors, ενισχύουν τον ισχυρισμό ότι ο ρυθμός εξάτμισης των PCBs από το νερό είναι σημαντικός. Η σταθερά αυτή αντιπροσωπεύει την αναλογία της συγκέντρωσης των PCBs στην ατμόσφαιρα, ως προς την αντίστοιχη συγκέντρωσή τους στο νερό, υπό συνθήκες ισορροπίας.

Τα μίγματα των PCBs είναι διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες, λάδια και λίπη. Η υψηλή τους λιποφιλικότητα αντανακλάται στον υψηλό συντελεστή κατανομής οκτανόλης-νερού Kow. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2-2, οι τιμές του κυμαίνονται από 12.000 (Aroclor 1221) έως 14.000.000 (Aroclor 1260) και δείχνουν ότι τα PCBs έχουν μεγάλη τάση να βιοσυγκεντρώνονται και να βιοσυσσωρεύονται στις τροφικές αλυσίδες.

2.1.2 Διακριτά Συμπαράγωγα PCBs

Οι νομοθετικές Αρχές και οι περιβαλλοντολόγοι παραδέχτηκαν, πρόσφατα, ότι η σύνθεση των PCBs στα περισσότερα δείγματα που λαμβάνονται από το περιβάλλον δεν μοιάζει με τις συνθέσεις των εμπορικών προϊόντων (Safe, 1994). Επίσης, στην επιστημονική κοινότητα είναι σαφές πλέον το πόσο σημαντικό είναι να αναγνωριστεί το γεγονός ότι τα PCBs, στα οποία οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν, είναι πολύ πιθανό να διαφέρουν κατά πολύ από τα αρχικά, λόγω αλλαγών που υφίστανται τα συμπαράγωγα στο περιβάλλον (ATSDR, 1993).

Συγκεκριμένα, τα PCBs συναντώνται στο περιβάλλον ως μίγματα συμπαράγωγων, με σύνθεση που διαφέρει από τα εμπορικά μίγματα, διότι, μετά από την απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον, η σύνθεση των μιγμάτων αλλάζει με το χρόνο, μέσω διαμερισμού, χημικού μετασχηματισμού και επιλεκτικής βιοσυσσώρευσης (US EPA, 1996). Επίσης, άλλοι λόγοι είναι οι διαφορετικοί ρυθμοί βιοαποικοδόμησης και φωτοαποικοδόμησης, που εμφανίζουν τα διάφορα συμπαράγωγα των PCBs (US EPA, 2000).

Η αναγνώριση αυτής της διαφοροποίησης μεταξύ εμπορικών και περιβαλλοντικών μιγμάτων PCBs, άνοιξε το δρόμο σε περαιτέρω μελέτες σχετικά με τις ιδιότητες των διακριτών συμπαράγωγων τους, οι οποίες συνεχίζονται έως και σήμερα.

Στον Πίνακα 2-3 παρουσιάζονται οι περιοχές τιμών αρκετών ιδιοτήτων, που διέπουν τις διάφορες ομάδες συμπαραγώγων (congener groups) των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων και σχετίζονται με τον κύκλο ζωής τους στο περιβάλλον.

Πίνακας 2-3 Περιοχές Τιμών των Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων των PCBs*

Χλωροδιφαινύλιο	Χημικός Τύπος	Κατά προσέγγ. M.B.	Υδατοδιαλυτότητα (mg/L)	Τάση Ατμών (Pa 20°C)	Log K _{ow}
Μονοχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₉ Cl	188.0	1.3-7	2.2x10 ⁻³ -9.2x10 ⁻²	4.6-4.7
Διχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₈ Cl ₂	222.0	0.06-0.79	3.7x10 ⁻² -7.5x10 ⁻¹	5.2-5.3
Τριχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₇ Cl ₃	256.0	0.01-0.64	1.1x10 ⁻² -1.3x10 ⁻¹	5.7-6.1
Τετραχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₆ Cl ₄	289.9	0.02-0.17	4-1.8	5.9-6.7
Πενταχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₅ Cl ₅	323.9	0.0045-0.012	5.3-0.8	6.4-7.5
Εξαχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₄ Cl ₆	357.8	0.0004-0.0009	1.9-0.2	6.4-7.6
Επταχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₃ Cl ₇	391.8	0.0005	0.53-4.8x10 ⁻²	7.0-7.7
Οκταχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ H ₂ Cl ₈	425.8	0.0002-0.0003	7.8x10 ⁻² -9x10 ⁻³	7.0-7.6
Εννιαχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ HCl ₉	459.7	0.0001	3.2x10 ⁻² -1.1x10 ⁻³	7.7-7.9
Δεκαχλωροδιφαινύλιο	C ₁₂ Cl ₁₀	493.7	0.00002	5.6x10 ⁻³	8.4

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

Αναφορικά, δε, με τα παρόμοια-με-διοξίνη συμπαραγώγα των PCBs, πρέπει να σημειωθεί ότι διαφέρουν κατά μία έως και δύο τάξεις μεγέθους, ως προς την υδατοδιαλυτότητά τους, τις πιέσεις ατμών, τις K_{ow} τιμές και τις τιμές της σταθεράς Henry.

Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί ότι, τα PCBs στο σύνολό τους έχουν πλήθος επιπρόσθετων ιδιοτήτων που, όχι μόνο αποδεικνύουν την καταλληλότητά τους για διαφορετικές εφαρμογές, αλλά επηρεάζουν επίσης τη μεταφορά και τον κύκλο ζωής τους στο περιβάλλον.

Κάτω από τις περισσότερες συνθήκες, τα PCBs είναι αρκετά σταθερά σε θερμική και χημική διάσπαση. Ωστόσο, τα χλωροδιφαινύλια είναι δυνατόν να αποικοδομηθούν με αποτέφρωση, κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, που δεν βρίσκονται στην περιοχή μεταξύ 300 °C και 1.000 °C, μια και τέτοιες θερμοκρασίες οδηγούν στη γρήγορη διάσπασή τους, με ταυτόχρονη δημιουργία διοξινών και φουρανίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται στην πράξη υψηλότερες θερμοκρασίες. (ΔΕΗ, 1990).

Είναι ανθεκτικά στην οξειδωση, καθώς και στην “επίθεση” των περισσότερων οξέων και βάσεων. Ωστόσο, είναι ευαίσθητα στη φωτοαποικοδόμηση (αποχλωρίωση), υπό συγκεκριμένες εργαστηριακές συνθήκες (Silberhorn, 1995).

Χλωροδιφαινύλια με υψηλότερο περιεχόμενο σε χλώριο τείνουν να υποστούν φωτόλυση γρηγορότερα από αυτά με μικρότερο περιεχόμενο σε χλώριο, αν και οι θέσεις που κατέχουν τα άτομα του χλωρίου επηρεάζουν, επίσης, την αποσύνθεσή τους. Για παράδειγμα, PCBs που φέρουν άτομα χλωρίου στις λεγόμενες **meta** θέσεις είναι σε δεσμενέστερη θέση.

Επιπλέον της φωτοαποικοδόμησης, έχουν αναφερθεί η βιοαποικοδόμηση και ο μεταβολισμός των PCBs τόσο από αερόβιους, όσο και από αναερόβιους μικροοργανισμούς (Silberhorn, 1995). Σε αντίθεση με αυτό που έχει παρατηρηθεί κατά την φωτοαποικοδόμηση, η αποσύνθεση (αναγωγική αποχλωρίωση) των PCBs από μικρόβια ήταν μεγαλύτερη στα λιγότερο χλωριωμένα διφαινύλια.

Αν και η βιοαποικοδόμησή τους επιδείχθηκε τόσο στο εργαστηριακό, όσο και στο φυσικό περιβάλλον, αρκετές μελέτες απέτυχαν να καταδείξουν την αποχλωρίωση των PCBs και έτσι, είναι πιθανό τα PCBs να μην υποστούν μικροβιακό μετασχηματισμό σε πολλά ήδη ρυπασμένα περιβαλλοντικά μέσα.

Τέλος, μια άλλη ιδιότητα που σχετίζεται με τον κύκλο ζωής τους στο περιβάλλον είναι η τάση προσρόφησης. Τα PCBs προσροφώνται ταχύτατα και σε μεγάλο βαθμό από πολλά υλικά, όπως το έδαφος, το ξύλο, τα πλαστικά και το γυαλί (Silberhorn, 1995). Γενικά, η τάση προσρόφησης αυξάνεται με το ποσοστό χλωρίωσης του διφαινυλίου.

Πριν κλείσουμε αυτό το κεφάλαιο, πρέπει να επισημάνουμε ότι, λόγω όλων των προαναφερθέντων, ο συνήθης χαρακτηρισμός των περιβαλλοντικών μιγμάτων με βάση τα Aroclors δεν είναι πάντοτε κατάλληλος και ακριβής, μια και μπορούν να προκύψουν ποιοτικά και ποσοτικά λάθη, κατά την σύγκριση των κορυφών ενός αέριου χρωματογραφήματος με εκείνες των διαφόρων Aroclors (US EPA, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

3.1 Εισαγωγή

Παρά το γεγονός ότι, η εκτίμηση των κινδύνων για τον άνθρωπο από την έκθεσή του σε δυνητικά τοξικούς παράγοντες του περιβάλλοντος έχει κάνει τα τελευταία χρόνια σημαντικά βήματα, λόγω της προόδου στην κατανόηση των μοριακών μηχανισμών της τοξικότητας, εξακολουθεί να είναι μια διαδικασία γεμάτη αβεβαιότητες και παγίδες.

Εάν, λοιπόν, η εκτίμηση των τοξικών κινδύνων είναι γενικά δύσκολη και αβέβαιη, στην περίπτωση της οικογένειας των “διοξινών”, που περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό χημικά συγγενών ουσιών, γίνεται ακόμη δυσκολότερη (Κυρτόπουλος, 1999).

Οι βιολογικές και τοξικολογικές ιδιότητες των “διοξινών” έχουν διερευνηθεί σε βάθος, μια και έχουν αποτελέσει το αντικείμενο περισσότερων από 5.000 δημοσιεύσεων και περιλήψεων, από τη στιγμή που βρέθηκε ότι η πιο τοξική αυτών, η TCDD (βλ. παράγραφο 1.3), προκαλεί χλωρακμή (US EPA, 2000).

Κύρια αφορμή αποτέλεσε η συμπτωματολογία των πληθυσμιακών ομάδων που υπέστησαν υψηλές εκθέσεις, όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια των μεγάλων ατυχημάτων στο **Yusho**, της Ιαπωνίας, στο **Yu-Cheng**, της Ταϊβάν, στο **Seveso**, της Ιταλίας, κλπ, των οποίων το ιστορικό θα το δούμε, αναλυτικότερα, στο Κεφάλαιο 8.

Λόγω της υψηλής της τοξικότητας, η TCDD είναι η ουσία που έχει μελετηθεί περισσότερο από όλα τα εκατοντάδες μέλη της οικογένειας των “διοξινών” και αποτελεί την **ουσία αναφοράς** για αυτήν την ομάδα ενώσεων, μια και είναι η πιο τοξική, με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες (Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999; Silberhorn, 1995).

Από τοξικολογική άποψη, έχει βρεθεί ότι μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ενώσεις που μοιάζουν στερεοχημικά με την TCDD. Κατά συνέπεια, από το σύνολο των **75 PCDDs**, **135 PCDFs** και **209 PCBs**, μόνο οι **7 PCDDs**, **10 PCDFs** και **13 PCBs** θεωρούνται ότι παρουσιάζουν τοξικότητα τύπου διοξίνης (dioxin-like toxicity) (Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999).

Οι 17 αυτές διοξίνες και φουράνια έχουν υποκατάσταση χλωρίου τουλάχιστον στις θέσεις 2,3,7 και 8 ενώ, τα 13 αυτά PCBs, που έχουν συνολικά 4 ή περισσότερα άτομα χλωρίου,

έχουν το πολύ ένα (1) ή κανένα άτομο χλωρίου σε θέση *ortho* και, κατά συνέπεια, μπορούν να αποκτήσουν επίπεδη διαμόρφωση, λόγω της οποίας συχνά αναφέρονται και ως **συνεπίπεδα** (coplanar) ή **μη-ορθο υποκατεστημένα** (non-ortho substituted) (US EPA, 2000; Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις ανωτέρω ουσίες είναι "παρόμοιες-με-διοξίνη" ουσίες (dioxin-like compounds).

Όλες οι ανωτέρω ενώσεις πιστεύεται ότι επάγουν τοξικές επιδράσεις με παρόμοιο τρόπο, που στηρίζεται σε κοινό μηχανισμό τοξικής δράσης. Αυτό, σε συνδυασμό με την εμφάνισή τους στο περιβάλλον με τη μορφή σύνθετων μιγμάτων, είχε ως αποτέλεσμα, τόσο η EPA όσο και άλλοι οργανισμοί, να υιοθετήσουν την αρχή των λεγόμενων **Τοξικά Ισοδυνάμων** (βλ. παράγραφο 3.4), προκειμένου να εκτιμήσουν την επίδραση αυτών των σύνθετων μιγμάτων, στα οποία και τελικά εκτίθεται ο άνθρωπος.

Ειδικά όσον αφορά στα PCBs, πρέπει να πούμε ότι η τοξικολογία, αρχικά, βασιζόταν σε μελέτες επί των διαθέσιμων εμπορικών προϊόντων (π.χ Aroclors, Clophens, κλπ). Ωστόσο, οι επιστήμονες παραδέχτηκαν, εδώ και καιρό, ότι εξαιτίας των διαφορετικών ρυθμών μεταφοράς και αποικοδόμησης στο περιβάλλον, τα μίγματα των PCBs- όπως συναντώνται στο περιβάλλον - δεν είναι ίδια με εκείνα που παρήχθησαν αρχικά και χρησιμοποιήθηκαν στο εμπόριο.

Προκειμένου, λοιπόν, να προσδιοριστεί η δυνητική τοξικότητα των σύνθετων μιγμάτων PCBs, που υπάρχουν στο περιβάλλον και σε χώρους επικίνδυνων αποβλήτων, οι τοξικολόγοι εκπόνησαν μελέτες σε ανεξάρτητα συμπαράγωγα PCBs, αναφορικά με τη χημική δομή και την τοξική δράση τους, σύμφωνα με τις οποίες και τα υπόλοιπα μέλη της οικογενείας των PCBs, δηλαδή τα "**μη-παρόμοια-με-διοξίνη PCBs**" (non-dioxin-like PCBs) προκαλούν σημαντικότερες επιδράσεις (US EPA, 2000; Silberhorn, 1995; Safe, 1990, 1994).

3.2 Τοξικές Επιδράσεις

3.2.1 Γενικές Παρατηρήσεις επί του Συνόλου των Επιδράσεων

Όπως προαναφέρθηκε, από το 1957 που βρέθηκε ότι η 2,3,7,8-TCDD προκαλεί χλωρακμή, πάνω από 5.000 δημοσιεύσεις έχουν ασχοληθεί διεξοδικά με τις βιολογικές και τοξικολογικές της ιδιότητες, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι τόσο αυτή, όσο και οι παρόμοιες-με-διοξίνη ενώσεις προκαλούν ένα ευρύ φάσμα τοξικών επιδράσεων, οι περισσότερες από τις

οποίες έχουν παρατηρηθεί σε πειραματόζωα ενώ, κάποιες άλλες έχουν παρατηρηθεί και σε ανθρώπους (US EPA, 2000; Fawcett, 1989; Silberhorn, 1995; Κυρτόπουλος, 1999).

Στον Πίνακα 3-1, που ακολουθεί στο τέλος του Κεφαλαίου, παρουσιάζεται το σύνολο των επιδράσεων αυτών, στις διάφορες ομάδες ζώων οργανισμών, στις οποίες έχουν παρατηρηθεί.

Κάποιες από τις επιδράσεις, όπως η επαγωγή ενζύμων (enzyme induction) και οι αλλαγές στα επίπεδα των ορμονών, παρατηρήθηκαν τόσο σε πειραματόζωα, όσο και σε ανθρώπους σε επίπεδα πολύ κοντά σε αυτά που εκτίθεται ο γενικός πληθυσμός. Άλλες επιδράσεις, ανιχνεύονται μόνο σε υψηλά εκτεθειμένους πληθυσμούς και έτσι δεν είναι γνωστό εάν μπορούν να προκληθούν σε ανθρώπους, που εκτίθενται σε χαμηλότερα επίπεδα.

Τέλος, υπάρχουν επιδράσεις οι οποίες μπορεί να εξαρτώνται από το αποτέλεσμα της έκθεσης στη συνολική σωματική επιβάρυνση (body burden) και οι οποίες σχετίζονται με παροδικές αυξήσεις του επιπέδου των διοξινών στο αίμα, λόγω βραχυπρόθεσμης υψηλής έκθεσης (π.χ κατά τη διάρκεια βιομηχανικών ατυχημάτων ή κατά τη σπάνια επαφή με πολύ μολυσμένα μέσα του περιβάλλοντος).

Κάνοντας χρήση τόσο των μοντέλων που αναπτύχθηκαν με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα σε πειραματόζωα, όσο και της περιορισμένης βάσης δεδομένων για ανθρώπους, η επιστημονική κοινότητα-βασισόμενη και στην εμπειρία της-κατέληξε στο ότι οι επιδράσεις στους ανθρώπινους πληθυσμούς ποικίλουν ευρέως.

Όσον αφορά στην **ευαισθησία**, είναι γνωστό ότι τα διάφορα είδη παρουσιάζουν διαφορετικούς βαθμούς ευαισθησίας, ανά είδος επίδρασης. Με βάση τα μέχρι σήμερα στοιχεία, **οι άνθρωποι βρίσκονται μάλλον στο μέσον της κλίμακας ευαισθησίας**, που παρουσιάζουν τα ζώα, παρά στα άκρα της. Με άλλα λόγια, δεν είναι ούτε υπερβολικά ευαίσθητοι, ούτε μη-ευαίσθητοι στις επιμέρους επιδράσεις των διοξινών, συγκριτικά με τα ζώα.

Πριν περάσουμε στην παράθεση των βασικότερων από τις επιδράσεις αυτές, πρέπει να πούμε ότι, δυστυχώς, επειδή τα περισσότερα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα αφορούν σε πληθυσμιακές ομάδες που υπέστησαν μεγάλες εκθέσεις, είτε κατά την εργασία, είτε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων, η εκτίμηση των μη-καρκινογόνων επιδράσεων στο γενικό πληθυσμό δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι, όταν μελετήθηκαν ομάδες ανθρώπων και ζώων που εκτέθηκαν σε υψηλά επίπεδα διοξινών (π.χ. **Yusho, Yu-Cheng**), παρατηρήθηκε ένα μεγάλο φάσμα επιδράσεων.

3.2.2 Καρκινογόνος Δράση

Όσον αφορά στην εμφάνιση καρκίνου σε πειραματόζωα λόγω της έκθεσής τους σε διοξίνες, υπάρχει μια πολύ εκτεταμένη βάση δεδομένων, σύμφωνα με την οποία η TCDD προκαλεί καρκίνο σε διάφορα είδη πειραματοζώων και σε διάφορα όργανα (π.χ. συκώτι, θυρεοειδής αδένας, κλπ).

Ωστόσο, οι υπόλοιπες PCDDs, τα PCDFs και τα παρόμοια-με-διοξίνη PCBs δεν έχουν ακόμα μελετηθεί επαρκώς, ως προς την καρκινογόνο δράση τους, σε μακροπρόθεσμη βάση. Μέσα στο πλαίσιο του αμερικάνικου National Toxicology Program (NTP), εξετάζονται στις ημέρες μας τέσσερα (4) παρόμοια-με-διοξίνη συμπαράγωγα (PeCDF, PeCDD, PCB 118 & PCB 126), ως προς τη δυνητική τους τοξικότητα, τόσο μόνα τους όσο και σε συνδυασμό.

Όσον αφορά, δε, στις διαθέσιμες επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπινους πληθυσμούς, εξακολουθούν να είναι κατά πολύ λιγότερες από εκείνες σε πειραματόζωα, παρά το γεγονός ότι εμπλουτίστηκαν σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως με μια σειρά νέων μελετών θνησιμότητας που ολοκληρώθηκαν και δημοσιεύτηκαν πρόσφατα. Ένα μέρος αυτής της πρόσφατης πληροφόρησης, δημοσιεύτηκε από το Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο (International Agency for Research on Cancer) (IARC, 1997) και την Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 1999a).

Στην πιο πρόσφατη μελέτη της EPA (US EPA, 2000), έγινε επισκόπηση όλων των διαθέσιμων έως σήμερα μελετών, που έχουν εκπονηθεί σε διάφορες χώρες και σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες (εν εξελίξει μελέτες σε εργαζόμενους, μελέτες ελέγχου του γενικού πληθυσμού και άλλες, όπως αυτές που έχουν γίνει σε βετεράνους του Βιετνάμ και σε πληθυσμούς που εκτέθηκαν σε υψηλές δόσεις κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων στο Seveso, την Ιαπωνία και την Ταϊβάν).

Ιδιαίτερη σημασία είχαν πέντε (5) εκτενείς μελέτες σε πάνω από 25.000 άτομα, που έδειχναν καρκίνο σε ανθρώπους, που είχαν εκτεθεί σε διοξίνες, είτε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων, είτε κατά τη συνηθισμένη καθημερινή εργασία τους σε εργοστάσια παραγωγής χημικών και, κυρίως, φαινοξικών ζιζανιοκτόνων (phenoxy herbicides) και χλωροφαινολών.

Ωστόσο, οι μελέτες σε ανθρώπους, στο σύνολό τους, δεν έχουν δώσει ξεκάθαρα αποτελέσματα, αναφορικά με την καρκινογόνο δράση των διοξινών. Πρέπει να τονίσουμε, εδώ, ότι οι περισσότερες από αυτές αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της μικτής έκθεσης, μια και τα υπό μελέτη άτομα είχαν υποστεί έκθεση σε πολλούς παράγοντες και όχι μόνο σε διοξίνες, όπως θα δούμε αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 8.

Ενδεικτικά, αναφέρουμε ότι οι επιδημιολογικές μελέτες, όσον αφορά στο ατύχημα που συνέβη το 1976 στην πόλη **Seveso**, της Ιταλίας, δεν έχουν δείξει αύξηση του συνόλου των καρκίνων ενώ, μικρής κλίμακας μελέτες έχουν αναφέρει ενδείξεις για αύξηση συγκεκριμένων μορφών καρκίνου. Ωστόσο, λόγω του μικρού τους μεγέθους και του σχετικά μικρού χρονικού διαστήματος, που έχει μεσολαβήσει από το ατύχημα, δεν μπορούν να θεωρηθούν ενδεικτικές (Bertazzi et al, 1993, 1997; Κυρτόπουλος, 1999).

Από την άλλη, στην περίπτωση της **Ιαπωνίας**, το 1968, όπου η έκθεση ήταν πολύ υψηλή, μετά από 22 χρόνια η συχνότητα του καρκίνου του ήπατος βρέθηκε αυξημένη κατά 1,4 φορές, συγκριτικά με αυτή του γενικού πληθυσμού. Αντίθετα, στην περίπτωση της **Ταϊβάν**, το 1979, δεν παρατηρήθηκε ανάλογη αύξηση, μετά από 12 χρόνια (Κυρτόπουλος, 1999).

Κάνοντας, όμως, έναν απολογισμό ως προς τα αποτελέσματα των μελετών σε επαγγελματικές ομάδες, φαίνεται ότι υπάρχει μια αύξηση στη συχνότητα του καρκίνου, σε συγκεκριμένους ιστούς και όργανα.

Σύμφωνα με την τελευταία μελέτη της IARC, η 2,3,7,8-TCDD έχει καταταχθεί ως καρκινογόνος ουσία για τον άνθρωπο (Group 1: Carcinogenic to Humans), μαζί με τον αμίαντο, το βενζόλιο και άλλους 75 παράγοντες καρκινογόνου δράσης στον άνθρωπο. Ωστόσο, οι υπόλοιπες χλωρο-υποκατεστημένες διβενζο-παρα-διοξίνες και τα πολυχλωρο-διβενζο-φουράνια δεν έχουν ακόμα ταξινομηθεί για την καρκινογόνο δράση τους στον άνθρωπο (Group 3: Not classifiable as to its carcinogenicity to humans).

Τα, δε, PCBs στο σύνολό τους, έχουν ταξινομηθεί ως πιθανά καρκινογόνα για τον άνθρωπο (Group 2A: Probably Carcinogenic to Humans), μια και τα παρόμοια-με-διοξίνη συμπράγωγα έχουν αποδεδειγμένα παρόμοια βιολογική δράση με τις διοξίνες ενώ, τα μη-παρόμοια-με-διοξίνη είναι γνωστό ότι προκαλούν καρκίνο στα ζώα. Η καρκινογόνος δράση των PCBs είναι υπό διερεύνηση (IARC, 1997; Σιταράς και Σίσκος, 1999).

Αντίστοιχα, η τελική εκτίμηση της EPA, που βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της τελικής διατύπωσης, προτείνει ότι η TCDD πρέπει να χαρακτηριστεί "**human carcinogen**" ενώ, οι

λοιπές συγγενείς ενώσεις (οι υπόλοιπες διοξίνες, τα φουράνια και τα παρόμοια-με-διοξίνη PCBs) πρέπει να θεωρούνται ως πιθανές να προκαλέσουν καρκίνο σε ανθρώπους, δηλαδή “**likely human carcinogens**” (US EPA, 2000).

Οι ανωτέρω όροι είναι, περίπου, σε αντιστοιχία με τους όρους “**known human carcinogen**” και “**probable human carcinogen**”, που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη έκδοση αυτών των οδηγιών (US EPA, 2000). Τα μη-παρόμοια-με-διοξίνη PCBs, θεωρούνται καρκινογόνα για τα ζώα και από την EPA.

Πριν κλείσουμε την παράγραφο, πρέπει να πούμε ότι η TCDD δεν είναι γενετοξική. Με άλλα λόγια, δεν προκαλεί βλάβες στο DNA, οδηγώντας σε μεταλλάξεις, όπως τα περισσότερα καρκινογόνα (US EPA, 2000; Κυρτόπουλος, 1999).

Αν και ο μηχανισμός της καρκινογόνου δράσης παραμένει αδιευκρίνιστος, είναι πολύ πιθανό ότι η TCDD δρα ως **προαγωγέας της καρκινογένεσης** (cancer promoter). Προωθεί, δηλαδή, στην πλήρη εξέλιξή της την πορεία εκείνων των κυττάρων, που έχουν ήδη μπει στην καρκινογενετική διαδικασία, ως αποτέλεσμα άλλων γενετοξικών καρκινογόνων παραγόντων, είτε ενδογενούς είτε, εξωγενούς προέλευσης (US EPA, 2000; Κυρτόπουλος, 1999).

3.2.3 Λοιπές Μη Καρκινογόνες Επιδράσεις

Αξίζει να σημειωθεί ότι, η πρώτη σχετική τοξικολογική παρατήρηση έγινε το 1897 από τον Herxheimer, σε ανθρώπους που είχαν εκτεθεί σε PCBs και παρουσίαζαν δερματικές εκδηλώσεις από τους σμηγματογόνους αδένες, που αργότερα περιγράφηκαν με τον όρο χλωρακμιά (Χατζής, 1992).

Η χλωρακμιά αποτελεί την πρώτη ασθένεια που συνδέθηκε με την έκθεση σε διοξίνες. Εμφανίστηκε σε εργασιακούς χώρους τη δεκαετία του '30, κυρίως ανάμεσα σε εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής παρασιτοκτόνων και PCBs. Ωστόσο, η αιτία της δεν είχε εντοπιστεί, μέχρι το 1960, περίπου.

Πρόκειται για εξάνθημα του δέρματος που, συνήθως, χαρακτηρίζεται από υποκίτρινες κύστες. Σε σοβαρές περιπτώσεις, μπορεί να παρατηρηθούν βλατίδες και φλύκταινες. Η περιοχή που πλήττεται, συνήθως, είναι το πρόσωπο, κάτω από τα μάτια και πίσω από τα αυτιά. Το σύμπτωμα αυτό, υπάρχει πιθανότητα να διαρκέσει μέχρι και 15 χρόνια από τη στιγμή της έκθεσης (Fawcett, 1988).

Μοιάζει με κακή έκδοση της εφηβικής ακμής, με τη διαφορά ότι οι πληγές μπορεί να αναπτυχθούν σε όλο το σώμα. Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η άσχημη πλευρά της ασθένειας, παρατίθεται η μαρτυρία του ιατρού Dr. R.Suskind, σχετικά με έναν λευκό άνδρα, που εργαζόταν στο εργοστάσιο της Monsanto, το 1949 και ασθένησε: «... εγκατέλειψε όλες τις κοινωνικές και αθλητικές συναναστροφές και παρέμενε έγκλειστος στο σπίτι του, σύμφωνα με τις περιγραφές του, για μήνες. Πάρα πολλές φορές, τον είχαν περάσει για Νέγρο (σε λεωφορεία, θέατρα, κλπ), με αποτέλεσμα να αναγκαστεί να προσαρμοστεί στις εκδηλώσεις ρατσισμού, της περιοχής του» (Dioxin and Health ιστοσελίδα).

Εκτός, όμως, από την χλωρακμή, με βάση την πληθώρα των μελετών σε πειραματόζωα, αλλά και των περιορισμένων επιδημιολογικών δεδομένων που προαναφέρθηκαν, έχει αποδειχτεί ότι η TCDD και οι λοιπές συγγενείς προς αυτήν ενώσεις προκαλούν, μεταξύ άλλων, και τις εξής επιδράσεις:

- ◆ Τοξικότητα του αναπαραγωγικού συστήματος (δηλαδή, βλάβες στα έμβρυα, που εκδηλώνονται μετά τη γέννησή τους, ως μορφολογικές ανωμαλίες ή ανωμαλίες στην ανάπτυξη και λειτουργία του νευρικού συστήματος)
- ◆ Ανωμαλίες στην ανάπτυξη μετά από έκθεση τόσο in utero, όσο και σε μεγαλύτερη ηλικία
- ◆ Ενδομητρίωση και Ελλειψη Ανδρογόνων-Μείωση σπέρματος
- ◆ Τοξικότητα του ανοσολογικού και ενδοκρινικού συστήματος
- ◆ Διαταραχές του γαστρεντερικού συστήματος
- ◆ Ηπατοτοξικότητα (ίκτερος, ηπατομεγαλία & λοιπές βλάβες των λειτουργιών του ήπατος)
- ◆ Πορφυρία
- ◆ Διαταραχές στη λειτουργία του θυρεοειδούς αδένου
- ◆ Διαβήτης
- ◆ Καρδιοπάθειες
- ◆ Λοιπές Δερματικές βλάβες

Μολονότι στα Κεφάλαια 7 & 8 θα ασχοληθούμε πιο διεξοδικά με τις ομάδες υψηλού κινδύνου, αξίζει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο κάποια ενδεικτικά στοιχεία του εύρους των τοξικών επιδράσεων των διοξινών.

Ετσι λοιπόν, μεγάλη σημασία έχει το γεγονός ότι, οι επιδράσεις σε πειραματόζωα, μετά από in utero έκθεση, εμφανίζονται και στις χαμηλότερες δόσεις έκθεσης και, για αυτό το λόγο, το αναπτυσσόμενο έμβρυο μπορεί να θεωρηθεί **το πιο ευαίσθητο είδος, αναφορικά με τις διοξίνες.**

Επιδημιολογικές μελέτες στις Η.Π.Α και στην Ολλανδία έδειξαν την πρόκληση ανωμαλιών στην ανάπτυξη του νευρικού συστήματος παιδιών, που οι μητέρες τους είχαν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις διοξινών στο γάλα τους (μέσες συγκεντρώσεις 30,2 pg TEQ/g lipid, αναφορικά με την Ολλανδία).

Πολύ πρόσφατα, ανακοινώθηκε η παρατήρηση, στην Φινλανδία, ανωμαλιών στην ανάπτυξη των δοντιών παιδιών, που είχαν θηλάσει μητρικό γάλα (μέση συγκέντρωση περίπου 50 pg TEQ/g lipid).

Όλες αυτές οι παρατηρήσεις, αναδεικνύουν το **ουσιαστικότερο πρόβλημα των διοξινών**, που δεν είναι τίποτε άλλο από την ύπαρξη επίδρασης στην ανάπτυξη των εμβρύων και των παιδιών, ακόμα και στην περίπτωση πληθυσμών, που υφίστανται τα συνήθη επίπεδα έκθεσης!!!

Στην περίπτωση του **Seveso**, παρά την υψηλή έκθεση, δεν παρατηρήθηκαν με βεβαιότητα αξιοσημείωτες βλάβες σε παιδιά, παρά μόνο παροδικές αλλοιώσεις στα επίπεδα ορισμένων ενζύμων και άλλων παραμέτρων, αβέβαιης βιολογικής σημασίας.

Αντίθετα, στην περίπτωση της **Ταϊβάν**, όπου υπήρξε **εξαιρετικά υψηλή έκθεση**, παρατηρήθηκαν μορφολογικές ανωμαλίες εκ γενετής, καθώς και ανωμαλίες στην ανάπτυξη του νευρικού συστήματος.

Όσον αφορά στους **ενήλικες**, οι επιδημιολογικές μελέτες σε επαγγελματικές ομάδες υψηλής έκθεσης, έχουν δείξει κυρίως βιοχημικές αλλοιώσεις, αβέβαιης σημασίας. Στο **Seveso**, οι επιδημιολογικές μελέτες δεν έχουν δώσει, μέχρι σήμερα, καθαρά και συνεπή αποτελέσματα, παρά το γεγονός ότι έχουν αναφέρει αύξηση της συχνότητας καρδιακών παθήσεων. Τέλος, στις ομάδες, που εκτέθηκαν στα ατυχήματα της **Ιαπωνίας** και της **Ταϊβάν**, έχουν παρατηρηθεί δερματικές παθήσεις και αύξηση θανάτων από καρκίνο του ήπατος.

3.3 Μηχανισμός Τοξικής Δράσης

Πλήθος μελετών δείχνει ότι, μεγάλος αριθμός των σημαντικότερων βιολογικών και τοξικολογικών δράσεων των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων βασίζεται σε κοινό μηχανισμό δράσης, που στηρίζεται στην ικανότητά τους να προσδένονται στο, λεγόμενο, **υποδοχέα των αρυλ-υδρογονανθράκων** (aryl hydrocarbon receptor, AhR). Ο υποδοχέας αυτός, δεν είναι τίποτε άλλο από μια πρωτεΐνη, ή καλύτερα μια οικογένεια πρωτεϊνών, με λιπόφιλο κέντρο

σύνδεσης, στο οποίο προσδένονται- με διαφορετική συγγένεια- αρυλικές ενώσεις (Κρόκος, 1999;Κυρτόπουλος, 1999; Health Effects of Dioxins ιστοσελίδα).

Η TCDD, λοιπόν, προσδέεται σε κάποιο μέλος της οικογένειας των AhR, με εξαιρετικά μεγάλη σταθερά πρόσδεσης, γεγονός που εξηγεί την ικανότητά της να επιφέρει τοξικές επιδράσεις σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις-χαμηλότερες από οποιαδήποτε άλλη ουσία- και δικαιολογεί, επίσης, το χαρακτηρισμό της ως *η ισχυρότερη τοξική ουσία*, που γνωρίζουμε.

Τα άλλα μέλη της οικογένειας, προσδένονται στον AhR με σταθερά πρόσδεσης που είναι μικρότερη από εκείνη της TCDD, με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερες τοξικές επιδράσεις.

Ο AhR, μετά την πρόσδεση σε αυτόν ενός συγγενούς παράγοντα, αρχίζει και δρα, πλέον, ως παράγοντας μεταγραφής, δηλαδή προσδέεται-με τη σειρά του- σε ρυθμιστικές περιοχές του DNA και αυξάνει ή μειώνει την έκφραση μιας πλειάδας γονιδίων. Μεταξύ αυτών των γονιδίων, συμπεριλαμβάνονται και γονίδια ενζύμων, που είναι κρίσιμα για τον μεταβολισμό ή τη ρύθμιση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού και της διαφοροποίησης.

Επίσης, εμπλέκεται στις διαδικασίες της εσωκυτταρικής μεταβίβασης μηνυμάτων. Τέλος, μπορεί να οδηγήσει σε απορρύθμιση του ενδοκρινικού συστήματος, γεγονός που μπορεί να εξηγεί τις επιδράσεις της διοξίνης στην λειτουργία του αναπαραγωγικού συστήματος.

Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι οι επιδράσεις των μη-παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs δεν βασίζονται στο μηχανισμό δράσης, που περιγράφηκε ανωτέρω. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι σχετικές έρευνες συνεχίζονται (US EPA, 2000).

3.4 Ποσοτικοποίηση Τοξικότητας και Αρχή του Τοξικά Ισοδυνάμου (TEFs-TEQs)

Οι παρόμοιες-με-διοξίνη ενώσεις απαντώνται σχεδόν παντού στο περιβάλλον ως σύνθετα μίγματα. Όπως είδαμε ήδη, οι ενώσεις αυτές έχουν ικανότητα - που ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων μελών της οικογένειας - να προκαλούν πληθώρα τοξικών επιδράσεων. Για λόγους εκτίμησης επικινδυνότητας, αναπτύχθηκε η αρχή του **Τοξικά Ισοδυνάμου** (Toxic Equivalent Quantity, **TEQ**), προκειμένου να περιγράψει τη συνολική τοξικότητα των μιγμάτων αυτών (US EPA, 2000; US EPA, 1996; Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999).

Η αρχή αυτή, χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες τοξικολογικές και βιολογικές πληροφορίες (in vivo και in vitro αποκρίσεις, από την απενεργοποίηση ενζύμων έως την πρόκληση καρκίνου), σε συνδυασμό με τη γνώση σχετικά με τη χημική δομή, την παρατεταμένη παραμονή στο

περιβάλλον και την αντίσταση των ενώσεων αυτών στο μεταβολισμό, προκειμένου να παράγει ένα σύνολο συντελεστών βαρύτητας, των λεγόμενων **Συντελεστών Τοξικής Ισοδυναμίας** (Toxic Equivalency Factors, **TEFs**) (US EPA, 2000; US EPA, 1996; Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999; Σιταράς και Σίσκος, 1999).

Με απλά λόγια, οι παράγοντες TEFs δεν είναι τίποτε άλλο παρά εκτιμήσεις της τοξικότητας των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων, αναφορικά με την τοξικότητα της TCDD, στην οποία αντιστοιχεί TEF ίσο με 1, που αποτελεί και τη μέγιστη τιμή TEF (US EPA, 2000).

Προκειμένου να υπολογίσουμε το τοξικό ισοδύναμο μιας ουσίας, σε ένα συγκεκριμένο δείγμα, πολλαπλασιάζουμε τη συγκέντρωση της ουσίας με τον αντίστοιχο TEF. Σε περίπτωση μίγματος ουσιών στη μονάδα δείγματος, η ολική τοξικότητα του μίγματος υπολογίζεται με τη βοήθεια της κάτωθι εξίσωσης:

$$\text{Total Toxic Equivalency (TEQ)} = \sum_{n=i}^k \text{TEF}_n \times C_n,$$

όπου C_n , η συγκέντρωση της επιμέρους τοξικής ουσίας n και TEF_n , ο αντίστοιχος TEF (US EPA, 2000).

Επισημαίνεται ότι, η ανωτέρω εξίσωση ισχύει με την παραδοχή της αθροιστικής δράσης των επιμέρους ουσιών, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη τις τυχόν συνέργειες ή ανταγωνιστικές δράσεις (Κρόκος, 1999).

Κάνοντας χρήση αυτών των παραγόντων και των αναλυτικών μετρήσεων για ανεξάρτητα συμπαράγωγα διοξινών, μπορεί να εκτιμηθεί η "ισοδύναμη" τοξικότητά τους.

Στον Πίνακα 3-2 παρατίθενται τα διάφορα σχήματα TEFs, που αναπτύχθηκαν από το 1987 έως σήμερα, από πληθώρα ειδικών επιστημόνων, που αξιολογούν τα διαθέσιμα, κάθε φορά, δεδομένα.

Ετσι, λοιπόν, στη διεθνή βιβλιογραφία μπορούμε να συναντήσουμε τις κάτωθι συντιμήσεις (US EPA, 2000):

- ♦ **I-TEQ**, που αναφέρεται στους Διεθνείς (International) TEFs, σχήμα που υιοθέτησε η EPA, το 1989. Το συγκεκριμένο σχήμα περιελάμβανε μόνο 7 PCDDs και 10 PCDFs, χωρίς να γίνεται μνεία στα "παρόμοια-με-διοξίνη" PCBs και αποτελεί την εξέλιξη του

προσωρινού σχήματος, που υιοθετήθηκε το 1987, μετά από μια 3-ετή μελέτη, που εκπόνησε το NATO. Στη διεθνή βιβλιογραφία εμφανίζονται, συνήθως, είτε ως I-TEQ είτε ως I-TEQ_{DF}

- ♦ **TEQ-WHO₉₄**, που αναφέρεται στο σχήμα που υιοθέτησε η WHO, το 1994, προκειμένου να συμπεριλάβει στο ανωτέρω σχήμα και τα 13 παρόμοια-με-διοξίνη PCBs. Στη διεθνή βιβλιογραφία εμφανίζονται, συνήθως, είτε ως TEQ-WHO₉₄ είτε ως TEQ_{DFP}-WHO₉₄
- ♦ **TEQ-WHO₉₈**, που αναφέρεται στο σχήμα που υιοθέτησε η WHO, το 1998, προκειμένου να ενημερώσει το προηγούμενο σχήμα, λαμβάνοντας υπόψη τα νέα δεδομένα. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3-2, υπήρξαν αλλαγές τόσο στα I-TEQs, αναφορικά με τις διοξίνες και τα φουράνια, όσο και στα TEQ-WHO₉₄, αναφορικά με τα “παρόμοια-με-διοξίνη” PCBs. Στη διεθνή βιβλιογραφία εμφανίζονται, συνήθως, είτε ως TEQ-WHO₉₈ είτε ως TEQ_{DFP}-WHO₉₈

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται, κάποιες φορές, στην ανωτέρω ονοματολογία, έχουν στόχο να υποδηλώσουν την οικογένεια των ενώσεων, που συμπεριλαμβάνονται σε οποιοδήποτε υπολογισμό TEQ. Έτσι, λοιπόν, το D υποδηλώνει διοξίνες, το F φουράνια και το P τα PCBs, όπως έχει ήδη παρουσιαστεί στον Πίνακα 1-3, του Κεφ. 1. Παραδείγματος χάριν, το “TEQ_{DF}-WHO₉₈” θα χρησιμοποιούταν για να περιγράψει ένα μίγμα, στο οποίο συμμετέχουν μόνο διοξίνες και φουράνια και για το οποίο γίνεται χρήση των TEQ-WHO₉₈.

Επισημαίνεται ότι, τα TEQ_{DF}-WHO₉₄ και I-TEQ_{DF} είναι εναλλάξιμα, μια και τα TEFs για τις διοξίνες και τα φουράνια παραμένουν ίδια στα δύο σχήματα. Τέλος, όπου τα I-TEQ εμφανίζονται χωρίς τους δείκτες D και F, ο υπολογισμός του αντίστοιχου TEQ έχει συμπεριλάβει και τις δύο οικογένειες.

Από τα ανωτέρω βλέπουμε ότι, αν και αναγκαία για την ποσοτικοποίηση της τοξικότητας ενός μίγματος διοξινών, η χρήση των TEQs εισάγει, οπωσδήποτε, πρόσθετες περιπλοκές και αβεβαιότητες, σε μια ήδη σύνθετη διαδικασία.. Με δεδομένο ότι η αρχή του Τοξικά Ισοδυνάμου αποτελεί κρίσιμη παράμετρο στην εκτίμηση της επικινδυνότητας αυτών των ενώσεων, η WHO έχει προτείνει την επανεξέτασή τους κάθε 5 χρόνια, προκειμένου να λαμβάνονται υπόψη τα τυχόν νέα δεδομένα (US EPA 2000).

Πίνακας 3-2 Εξέλιξη των TEFs, αναφορικά με τις PCDDs, τα PCDFs και τα “παρόμοια-με διοξίνη” PCBs *

Συμπαράγωγο		EPA/87	NATO/89	WHO/94	WHO/97
PCDDs					
2,3,7,8-TCDD		1	1		1
1,2,3,7,8-PeCDD		0.5	0.5		1
1,2,3,4,7,8-HxCDD		0.04	0.1		0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD		0.04	0.1		0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD		0.04	0.1		0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		0.001	0.1		0.01
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD		0	0.001		0.0001
PCDFs					
2,3,7,8-TCDF		0.1	0.1		0.1
1,2,3,7,8-PeCDF		0.1	0.05		0.05
2,3,4,7,8-PeCDF		0.1	0.5		0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF		0.01	0.1		0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF		0.01	0.1		0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF		0.01	0.1		0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF		0.01	0.1		0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF		0.001	0.01		0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		0.001	0.01		0.01
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF		0	0.001		0.0001
PCBs					
IUPAC No	Χημική Δομή				
77	3,3',4,4'-TCB			0.0005	0.0001
81	3,4,4',5-TCB			-	0.0001
105	2,3,3',4,4'-PeCB			0.0001	0.0001
114	2,3,4,4',5-PeCB			0.0005	0.0005
118	2,3',4,4',5-PeCB			0.0001	0.0001
123	2',3,4,4',5-PeCB			0.0001	0.0001
126	3,3',4,4',5-PeCB			0.1	0.1
156	2,3,3',4,4',5-HxCB			0.0005	0.0005
157	2,3,3',4,4',5'-HxCB			0.0005	0.0005
167	2,3',4,4',5,5'-HxCB			0.00001	0.00001
169	3,3',4,4',5,5'-HxCB			0.01	0.01
170	2,2',3,3',4,4',5-HpCB			0.0001	-
180	2,2',3,4,4',5,5'-HpCB			0.00001	-
189	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB			0.0001	0.0001

* Στοιχεία από US EPA, 2000

Αξίζει να σημειωθεί ότι, από τις συνολικά **30** παρόμοιες-με-διοξίνη ενώσεις που συμμετέχουν στα ανωτέρω σχήματα TEFs, **πέντε μόνο** από αυτές αποτελούν το **70%** των συγκεντρώσεων (σε TEQ), που έχουν βρεθεί σε δείγματα ανθρώπινων ιστών και προϊόντων διατροφής (TCDD, 1,2,3,7,8-PCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDD, 2,3,4,7,8-PeCDF & PCB 126).

Επίσης, για λόγους σύγκρισης, αξίζει να σημειώσουμε ότι το πιο τοξικό συμπαράγωγο PCB (3,3',4,4',5-PeCB) έχει TEF **0,1**, δηλαδή δέκα (10) φορές λιγότερο από την 2,3,7,8-TCDD!!!

Ωστόσο, πρέπει να πούμε ότι ένας από τους περιορισμούς που θέτει η αρχή των TEFs είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στο ευρύ φάσμα βιολογικών και βιοχημικών επιδράσεων, που προκαλείται από τα υπόλοιπα μη-τοξικά PCBs, δηλαδή τα μη-παρόμοια-με-διοξίνη PCBs, τα οποία έχουν επιδείξει επιδράσεις που δεν βασίζονται στο μηχανισμό πρόσδεσης στον Ah υποδοχέα. (US EPA, 2000; Κρόκος, 1999).

Αυτά τα PCBs, που δεν συμπεριλαμβάνονται στα σχήματα των TEFs, δεν είναι μια απλή ομάδα ενώσεων μια και, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, επιφέρουν πολλαπλές τοξικές επιδράσεις, που διέπονται από ξεχωριστές σχέσης δομής-τοξικής δράσης. Δυστυχώς, όμως, οι έρευνες που έχουν μέχρι στιγμής διεξαχθεί σε ανεξάρτητα συμπαράγωγα, δεν επαρκούν για το χαρακτηρισμό ή την ταξινόμησή τους.

Με βάση διάφορα κριτήρια επιλογής, συμπεριλαμβανομένων του δυναμικού τοξικότητας, της παρουσίας τους στο περιβάλλον και της σχετικής αφθονίας τους σε ιστούς ζώων, **36** από τα πιο επιβλαβή για το περιβάλλον συμπαράγωγα PCBs κατατάχθηκαν σε τέσσερις ομάδες κατά σειρά προτεραιότητας, ως φαίνεται στον Πίνακα 3-3.

Πίνακας 3-3 Συμπαράγωγα PCBs Υψίστης Σημασίας*

Υψηλότερη τοξικότητα και αφθονία στο περιβάλλον		Υψηλή τοξικότητα και αφθονία στο περιβάλλον		Αφθονία στο περιβάλλον		Δυνητικά τοξικά	
Ομάδα 1A		Ομάδα 2		Ομάδα 3		Ομάδα 4	
77	3,3',4,4'-T	87	2,2',3,3',4- Pe	18	2,2',5-Tr	37	3,4,4'-Tr
126	3,3',4,4',5-Pe	99	2,2',4,4',5- Pe	44	2,2',3,5'-T	81	3,4,4',5-T
169	3,3',4,4',5,5'-Hx	101	2,2',4,5,5'- Pe	49	2,2',4,5'-T	114	2,3,4,4',5-Pe
		153	2,2',4,4',5,5'-Hx	52	2,2',5,5'-T	119	2,3',4,4',5-Pe
Ομάδα 1B		180	2,2',3,4,4',5,5'-Hp	70	2,3',4',5-T	123	2',3,4,4',5-Pe
105	2,3,3',4,4'- Pe	183	2,2',3,4,4',5,6-Hp	74	2,4,4',5-T	157	2,3,3',4,4',5'-Hx
118	2,3',4,4',5- Pe	194	2,2',3,3',4,4',5,5'-O	151	2,2',3,5',5',6-Hx	158	2,3,3',4,4',6-Hx
128	2,2',3,3',4,4'-Hx			177	2,2',3,3',4,5,6-Hp	167	2,3',4,4',5,5'-Hx
138	2,2',3,4,4',5'-Hx			187	2,2',3,4',5,5',6-Hp	168	2,3',4,4',5',6-Hx
156	2,3,3',4,4',5-Hx			201	2,2',3,3',4,5,5',6'-O	189	2,3,3',4,4',5,5'-Hp
170	2,2',3,3',4,4',5-Hp						

* Στοιχεία από Silberhorn, 1995; US EPA, 1996

Τα συμπαράγωγα της Ομάδας 1, θεωρούνται πιο πιθανά να προκαλούν δυσμενείς επιδράσεις, όπως αυτές που έχουμε ήδη αναφέρει. Η Ομάδα 1A, περιλαμβάνει τα τρία πιο τοξικά συμπαράγωγα PCBs, ενώ η Ομάδα 1B έχει λιγότερο τοξικά συμπαράγωγα PCBs, που όμως απαντώνται πιο συχνά σε δείγματα προερχόμενα από το περιβάλλον.

Η τοξικότητα και συχνότητα εμφάνισης στο περιβάλλον γενικά μειώνονται, καθώς αυξάνει ο αριθμός της ομάδας προτεραιότητας. Ενα σύνολο 25 συμπαράγωγων, από αυτά του Πίνακα, αντανakλούν το 50-75% των συνολικών PCBs που έχουν μετρηθεί σε δείγματα ιστών από ψάρια, ασπόνδυλα, πουλιά και θηλαστικά (US EPA, 1996).

Πίνακας 3-1 Σύνολο Επιδράσεων της 2,3,7,8-TCDD και των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων

Effect	Human	Monkey	Guinea Pig	Rat	Mouse	Hamster	Cow	Rabbit	Chicken	Fish	Asian wildlife	Marine mammals	Mink
Presence of AhR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Binding of TCDD/AHR complex to the ERE enhancer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Enzyme induction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Acute lethality	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasting syndrome	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Teratogenesis: fetal loss, resorptions	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endocrine effects	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Human toxicity	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Immunotoxicity	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Neurotoxicity	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlorogenetic effect	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Polychlorinated dibenzodioxin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hepatic effects	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Human	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Immunotoxicity	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Body marrow (bone marrow)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΗΓΕΣ

4.1 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)

4.1.1 Εισαγωγή

Τα PCBs έχουν βρεθεί σε όλα τα περιβαλλοντικά μέσα, σε όλα τα μέρη της γης. Παρήχθησαν στο παρελθόν σε σχετικά μεγάλες ποσότητες, για χρήση σε εμπορικά προϊόντα όπως, διηλεκτρικά και υδραυλικά υγρά, πλαστικά και χρώματα. Η παραγωγή τους έχει πλέον σταματήσει στις ΗΠΑ και στις περισσότερες χώρες του κόσμου, αλλά εξακολουθούν να απελευθερώνονται στο περιβάλλον, μέσω της χρήσης και διάθεσης των ανωτέρω προϊόντων, που τα περιέχουν. Τα PCBs, επίσης, μπορούν να παραχθούν ως παραπροϊόντα, κατά την παραγωγή συγκεκριμένων οργανικών χημικών ουσιών, καθώς, επίσης, και ως προϊόντα ατελούς καύσης κάποιων αποβλήτων (US EPA, 2000).

4.1.2 Πρόσφατα Ευρήματα

Πριν την έναρξη εφαρμογής των διαφόρων νομοθετικών ρυθμίσεων, που στα τέλη της δεκαετίας του '70 περιόρισαν την παραγωγή, χρήση και διάθεση των PCBs, σημαντικές ποσότητες είχαν διαφύγει στο περιβάλλον, κατά:

- 1) την παραγωγή τους
- 2) την παραγωγή των προϊόντων, που τα περιέχουν και
- 3) τη χρήση και διάθεση, τόσο αυτών των ίδιων, όσο και των υλικών που μπορεί να είχαν μολυνθεί από αυτά.

Μετά τη διακοπή της παραγωγής τους, έπαψαν να υφίστανται οι δύο πρώτες κατηγορίες πηγών. Ωστόσο, σύμφωνα με την πλέον πρόσφατη βιβλιογραφία (US EPA, 2000), η τρίτη κατηγορία εξακολουθεί και, δυστυχώς, θα εξακολουθεί να αποτελεί πηγή απελευθέρωσης PCBs στο περιβάλλον, μέσω τουλάχιστον τεσσάρων (4) οδών:

- ♦ των προϊόντων που περιέχουν ποσότητα PCBs πάνω από 1 kg (π.χ. διηλεκτρικά υγρά σε Μ/Σ και μεγάλους πυκνωτές) και τα οποία διέπονται από κανονισμούς διάθεσης, οι οποίες βέβαια έχουν μειώσει τις διαφυγούσες ποσότητες προς το περιβάλλον

- ♦ της διάθεσης των προϊόντων που περιέχουν μικρές ποσότητες PCBs (π.χ μικροί πυκνωτές, κλπ) και τα οποία διατίθενται ως αστικά στερεά απόβλητα, με αποτέλεσμα να οδηγούν, πιθανά, σε διαφυγές στο ευρύτερο περιβάλλον
- ♦ των διαρροών, που μπορεί να συμβούν σε συσκευές, που εξακολουθούν να είναι σε χρήση και
- ♦ των PCBs, που διατίθενται παράνομα.

Το σίγουρο, όμως, είναι ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφυγές από νεοδημιουργούμενα PCBs.

Σε αντίθεση με τις PCDDs και τα PCDFs, τα PCBs παράγονταν σκόπιμα, στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες, περίπου από το 1929 μέχρι το 1977, οπότε και σταμάτησε η παραγωγή τους. Παρά το γεγονός ότι έχει αποδειχθεί ότι μικρές ποσότητες παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs δημιουργούνται κατά την καύση αποβλήτων, δεν υπάρχουν ισχυρές αποδείξεις ότι παράγονται σε σημαντικές ποσότητες, ως παραπροϊόντα διαδικασιών καύσης ή χημικών διαδικασιών.

Η διαδεδομένη εμφάνισή τους στο περιβάλλον, όχι μόνο στις ΗΠΑ αλλά και γενικότερα, το πιο πιθανόν είναι ότι αντανάκλα τις ποσότητες που απελευθερώθηκαν κατά την περίοδο παραγωγής, χρήσης και διάθεσης των PCBs, θεωρία που ενισχύεται από το γεγονός ότι έχει παρατηρηθεί μείωση των συγκεντρώσεων αυτών, από τη δεκαετία του '80, που άρχισαν να εφαρμόζονται οι σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις.

4.1.3 Παραγωγή και Πωλήσεις Εμπορικών Προϊόντων PCBs

Τα εμπορικά προϊόντα των PCBs παράγονται, όπως προαναφέρθηκε, με χλωρίωση του διφαινυλίου, χρησιμοποιώντας ως καταλύτη, είτε ρινίσματα σιδήρου είτε τριχλωριούχο σίδηρο. Η αντίδραση της χλωρίωσης λαμβάνει χώρα σε ατμοσφαιρική πίεση με θερμοκρασία πάνω από το σημείο τήξης (melting point) του διφαινυλίου, αλλά κάτω από 150 ° C. Κατόπιν απομάκρυνσης των ακαθαρσιών, το προϊόν που προκύπτει είναι ένα σύνθετο μίγμα πολλών χλωροδιφαινυλίων με διαφορετικό αριθμό ατόμων χλωρίου ανά μόριο (Silberhorn, 1995).

Οι συνθήκες της αντίδρασης και κυρίως ο χρόνος παραμονής των χημικών ουσιών που αντιδρούν μπορεί να ποικίλουν, προκειμένου να μεταβάλλεται το ποσοστό χλωρίωσης των

μιγμάτων PCBs και, κατά συνέπεια, οι προκύπτουσες φυσικοχημικές ιδιότητες του προϊόντος.

Τα PCBs έχουν παραχθεί εμπορικά, κατ' αυτόν τον τρόπο, σε περίπου **10 χώρες**. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή, από το 1929, έχει εκτιμηθεί σε **1,5 εκατ. τόννους ($3,3 \times 10^9$ lb)**. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν ως διηλεκτρικά υγρά, σε μετασχηματιστές. Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, άρχισαν να χρησιμοποιούνται συστηματικά σε πληθώρα εφαρμογών, που θα δούμε αναλυτικότερα στην επόμενη παράγραφο (Silberhorn, 1995; US EPA, 2000).

Οι βασικοί, σε παγκόσμια κλίμακα, παραγωγοί προϊόντων PCBs και οι αντίστοιχες εμπορικές τους ονομασίες, ανά παραγωγό εταιρεία, παρατίθενται στον κάτωθι Πίνακα 4-1.

Πίνακας 4-1. Εμπορικές Ονομασίες Προϊόντων PCBs, ανά παραγωγό εταιρεία *

ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
Monsanto	USA	Aroclor, Pyroclor
Monsanto	U.K	Pyroclor
Kanegafuchi	Japan	Kanechlor
Mitsubishi-Monsanto	Japan	Aroclor, Santotherm
Bayer A.G	Former FRG	Clophen, Elaol
Prodelec	France	Phenoclor, Pyralene
Caffaro	Italy	Fenclor, Apirolio, DK
S.A. Cros	Spain	Fenoclor, Pyralene
DSW-VEW	Former GDR	Orophene
Chemko	Former Chechoslovakia	Delor, Delorene
Unknown	Former USS.R	Soval, Sovtol

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

Στις Η.Π.Α, η εμπορική παραγωγή PCBs ξεκίνησε το 1929, από την εταιρεία Swann Research, Inc. (Annington, Alabama), η οποία διακινούσε προϊόντα με την ονομασία **Aroclor**. Το 1935, η εταιρεία εξαγοράστηκε από την εταιρεία Monsanto, αλλά η παραγωγή συνεχίστηκε στο εργοστάσιο της Alabama μέχρις ότου αυτό έκλεισε, το 1971.

Επίσης, παραγωγή PCBs γινόταν και στο εργοστάσιο του Saugert, στο Illinois, μέχρι τα μέσα του 1977, οπότε και εκδόθηκαν οι πρώτοι κανονισμοί (40 CFR 761) από την EPA, σύμφωνα με το Νόμο "Toxic Substances Control Act, TSCA", που περιόρισαν αυστηρά την παραγωγή, εισαγωγή, χρήση και διάθεση των PCBs.

Μεταξύ των προϊόντων που διακινούσε η εταιρεία ήταν, με βάση τις πωλήσεις τους με φθίνουσα σειρά, και τα Aroclor 1242, 1254, 1248, 1260, 1262, 1268, 1221, 1232 και 1016.

Το Aroclor 1016 ήταν εκείνο το προϊόν PCB που περιείχε 41% χλωρίου κατά βάρος, αλλά με μειωμένο περιεχόμενο σε πέντα-, έξα- και έπτα- χλωροδιφαινύλια, σε σύγκριση με άλλα παρόμοια μίγματα PCBs (Silberhorn, 1995). Το Aroclor 1016 ήταν το προϊόν που πουλήθηκε κυρίως μεταξύ 1972 και 1976.

Τα μίγματα των PCBs που διακινήθηκαν πριν το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο από τη Swann και τη Monsanto χρησιμοποιήθηκαν, κυρίως, ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές. Αργότερα, η χρήση τους σε πυκνωτές και ανοικτά συστήματα (λιπαντικά, κλπ) αυξήθηκε σταθερά.

Αν και τα στοιχεία σχετικά με την παραγωγή και τις πωλήσεις τους, κατά τα πρώτα χρόνια εμφάνισής τους, είναι ελλιπή, υπολογίζεται ότι η συνολική παραγωγή στις Η.Π.Α, μεταξύ 1930 και 1975, ανήλθε σε περίπου 635×10^6 kg (Silberhorn, 1995; US EPA, 2000), με εγχώριες πωλήσεις της τάξης των 567×10^6 kg.

Επίσης, στις Η.Π.Α εισήχθησαν $1,4 \times 10^6$ kg, κυρίως από την Ιαπωνία, Ιταλία και Γαλλία ενώ εξήχθησαν $6,8 \times 10^6$ kg (US EPA, 2000).

Μεταξύ 1957 και 1972, η Monsanto παρήγαγε και αρκετά χαρμάνια PCBs και PCTs, με εμπορικό όνομα **Aroclor 2565** και **Aroclor 4465**, για τα οποία δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, όσον αφορά στις παραχθείσες και πωληθείσες ποσότητες (US EPA, 2000).

Οι πωλήσεις μεγιστοποιήθηκαν το 1970, όταν πωλήθηκαν 33×10^6 kg εντός Η.Π.Α ενώ, $6,2 \times 10^6$ kg εξήχθησαν. Δημοσιοποιημένα στοιχεία, αναφορικά με τις πωλήσεις και εξαγωγές της εταιρείας, κατά το διάστημα 1957-1979, δίνονται στον Πίνακα 4-2.

Πίνακας 4-2. Εγχώριες Πωλήσεις και Εξαγωγές PCBs (σε 10^6 Kg), από την εταιρεία Monsanto (1957-1979) *

Ετος	Πωλήσεις στις Η.Π.Α.		
	Σύνολο	Κλειστά Συστήματα **	Εξαγωγές
1957	14.65	13.61	NA
1960	15.97	11.29	NA
1962	17.24	10.57	NA
1963	17.28	10.39	1.63
1964	20.37	12.47	1.86
1970	33.16	18.37	6.21
1972	33.16	11.66	2.90
1975	13.29	14.47	2.59
1976-1979	9.39	-	11.29

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

** Μετασηματιστές και Πυκνωτές

Εξαιτίας της αυξανόμενης κοινωνικής και επιστημονικής αντίδρασης, η Monsanto ξεκίνησε εθελοντικά μείωση της παραγωγής το 1971, με σταδιακή μείωση των πωλήσεων μέχρι το σταμάτημά τους το 1977, οπότε και απεστάλη η τελευταία παρτίδα. Οι πωλήσεις της, παρατίθενται στον Πίνακα 4-3.

Το **Aroclor 1242** ήταν το πιο δημοφιλές προϊόν PCBs της Monsanto, μεταξύ 1957-1975. Οι ετήσιες πωλήσεις του ξεπερνούσαν τα $4,5 \times 10^6$ kg και έφταναν τα 22×10^6 kg, μέχρι που εμφανίστηκε το Aroclor 1016, το 1972.

Το 1970, χρονιά μέγιστων πωλήσεων του **Aroclor 1242**, η παραγωγή του ανήλθε στο 66% του συνόλου. Το επόμενο διάστημα, 1971-1975, που έτσι κι αλλιώς τα PCBs μειώνονταν, οι πωλήσεις αφορούσαν κυρίως στο Aroclor 1016, για χρήση σε πυκνωτές.

Πίνακας 4-3. Πωλήσεις προϊόντων Aroclors στις Η.Π.Α (σε 10^6 Kg), από την εταιρεία Monsanto (1957-1975) *

Ετος	Aroclor					Λοιπά **
	1016	1242	1248	1254	1260	
1957		8.25	0.82	2.04	3.4	0.14
1960	0	8.25	1.27	2.77	3.31	0.36
1964	0	10.70	2.36	2.86	3.86	0.54
1970	0	22.04	1.86	5.62	2.22	1.41
1972	9.48	0.32	0.36	1.59	0.14	0.09
1975	6.62	3.99	0	3.86	0	<0.05

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

** Σύνολο των Aroclors 1221, 1232, 1260 & 1268

Αντίστοιχα, η ετήσια παραγωγή των PCBs στη Δ.Ευρώπη τα έτη 1973 έως 1984 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-4. Η Γαλλία και η πρώην Α. Γερμανία ήταν οι βασικές χώρες παραγωγής PCBs, με όγκους πωλήσεων της τάξης των 6.000 τόννων ετησίως. Συγκεκριμένα:

- ♦ Στη Γαλλία, τα PCBs παράγονταν από τις εταιρείες Rhone-Poulenc και Atochem (πρώην PCUK) και διατίθεντο από την εταιρεία Prodelec, με τις εμπορικές ονομασίες **Phenoclor** και **Pyralene**. Μέχρι το 1989, η γαλλική παραγωγή ανερχόταν σε περίπου 4.000 τόννους ετησίως
- ♦ Στη Δ.Γερμανία, η παραγωγή τους ξεκίνησε στις αρχές του 1930, από την εταιρεία Bayer AG και σταμάτησε το 1983, τα δε προϊόντα έφεραν την ονομασία **Clophen**
- ♦ Στην Ιταλία, αντίστοιχα, ξεκίνησε το 1958 και σταμάτησε το 1983, η εταιρεία ήταν η Caffaro, οι δε ονομασίες **Fenclor** και **Apirolio**
- ♦ Στην Ισπανία η παραγωγή γινόταν με γαλλικό licence, σε ένα εργοστάσιο που ανήκε από κοινού στις εταιρείες SA Cros και Rhone-Poulenc. Μίγματα PCBs επωλούντο με τα ονόματα Pyralene ή Fenoclor από την εταιρεία Rhone-Poulenc Espana

- ♦ Στο Η.Βασίλειο, PCBs παράγονταν από τη Monsanto για την ευρωπαϊκή αγορά. Εναρξη, 1954, λήξη 1977, χρονιά που η παραγωγή PCBs σταμάτησε και στις Η.Π.Α.

Πίνακας 4-4. Ετήσια παραγωγή PCBs (σε τόννους), στη Δ.Ευρώπη (1973-1984) *

Χώρα	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981-84
Γαλλία	9674	9541	7182	7190	7640	7916	NA	6577	14983
Πρώην Δ.Γερμανία	6949	8374	7328	6610	5680	7640	7280	7309	1330
Ιταλία	2519	NA	1868	1933	2343	1767	1414	1479	4388
Ισπανία	NA	1935	2500	2100	1700	1600	1400	1200	3296
Η.Βασίλειο	4067	4818	3274	3013	2830	0	0	0	0

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

Εκτός από την πρώην Σοβιετική Ένωση και τις πρώην Ανατολικές χώρες, χώρες για τις οποίες δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, η Ιαπωνία ήταν μια άλλη χώρα όπου παρήχθησαν σημαντικές ποσότητες PCBs. Συγκεκριμένα, η ντόπια εταιρεία παραγωγής ήταν η Kanegafuchi Chemical Co. ενώ, τα προϊόντα κυκλοφορούσαν με το όνομα **Kanechlor**. Το 1969, η εταιρεία Mitsubishi Monsanto Co. ξεκίνησε, επίσης, παραγωγή PCBs. Και οι δύο σταμάτησαν το 1972.

Ωστόσο, η συνολική παραγωγή της Ιαπωνίας, μεταξύ 1954 και 1972, ανήλθε σε περίπου 59.000 τόννους, από τους οποίους το 96% ανήκει στην Kanegafuchi. Η ετήσια παραγωγή στην Ιαπωνία αυξήθηκε από 0,45x10⁶ kg, το 1955, σε 11x10⁶ kg, το 1970. Μεγιστοποίηση έλαβε χώρα τις χρονιές 1968 έως και 1971, με ετήσιους όγκους να ξεπερνούν τα 45x10⁶ kg.

Πριν προχωρήσουμε παρακάτω, θα σταθούμε λίγο στις ευρύτερες εφαρμογές των PCBs, προκειμένου να γίνει κατανοητό το γιατί έχουν ανιχνευτεί σε όλα τα περιβαλλοντικά μέσα.

4.1.4 Εφαρμογές και Χρήσεις

Παρά το γεγονός ότι, η πρώτη χημική σύνθεση των PCBs έγινε το 1867 από τον Grifs και αρχικά περιγράφηκαν από τους Semit και Schultz το 1889, η μαζική τους παραγωγή και χρήση, σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, ξεκίνησε το 1929 (Silberhorn, 1995; US EPA, 2000; Τολάκη, 1997).

Η ευρύτητα των εφαρμογών τους οφείλεται στις **έξοχες ιδιότητές** τους. Συγκεκριμένα, η χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, η χαμηλή πτητικότητα, η υψηλή θερμική και χημική σταθερότητα, η υψηλή διηλεκτρική αντοχή και θερμοχωρητικότητα, το υψηλό σημείο βρασμού, η χαμηλή υδατοδιαλυτότητα καθώς και το γεγονός ότι είναι άκαυστα, είχε σαν αποτέλεσμα, να θεωρηθούν τόσο κατάλληλα για μια πληθώρα εφαρμογών (Silberhorn, 1995; US EPA, 2000; Τολάκη, 1997; Κρόκος, 1999).

Όπως προαναφέρθηκε, τα πρώτα χρόνια παραγωγής τους, οι περισσότερες **ενώσεις** τους χρησιμοποιούνταν ως ψυκτικά και διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές. Οι εφαρμογές τους σε κλειστά και ανοικτά συστήματα αυξήθηκαν σε μεταγενέστερη φάση.

4.1.4.1 Τυπικές Εφαρμογές σε Ανοικτά Συστήματα

Σε ανοικτά συστήματα, τα PCBs χρησιμοποιήθηκαν σε:

- πλαστικοποιητές
- υδραυλικά υγρά
- carbonless copy paper
- λιπαντικά
- μελάνια
- μέσα εμποτισμού
- χρώματα
- κόλλες
- βερνίκια
- προσθετικά υλικά για τσιμέντο και γύψο
- στεγανοποιητικά ρευστά
- επιβραδυντές πυρκαγιάς
- λάδια εμβαπτίσεως
- ζιζανιοκτόνα

4.1.4.2 Τυπικές Εφαρμογές σε Κλειστά Συστήματα

Σε κλειστά συστήματα, δηλαδή συστήματα που -υπό κανονικές συνθήκες- δεν επιτρέπουν την άμεση επαφή των PCBs με την ατμόσφαιρα, όπως μετασχηματιστές, πυκνωτές,

διακόπτες, αντλίες κενού, στρόβιλοι, εναλλάκτες θερμότητας και εξοπλισμός ορυχείων, τα PCBs χρησιμοποιήθηκαν ως:

- ψυκτικά υγρά - επιβραδυντές πυρκαγιάς
- διηλεκτρικά υγρά
- υδραυλικά υγρά

Ειδικά, όσον αφορά στις εφαρμογές των PCBs σε μετασχηματιστές και πυκνωτές, πρέπει να αναφέρουμε και τα μίγματά τους με τριχλωροβενζόλια, σε αναλογία 65:35, τα οποία κυκλοφόρησαν ευρέως ως πληρωτικά υγρά συγκεκριμένων τύπων Μ/Σ και πυκνωτών και είναι γνωστά με την εμπορική ονομασία **Ασκαρέλ**.

Παρά το μεγάλο αριθμό εφαρμογών σε ανοικτά συστήματα, η πλειοψηφία των PCBs που πουλήθηκαν στις Η.Π.Α. χρησιμοποιήθηκε σε κλειστά συστήματα (Πίνακας 4-2).

Μετά τα μέσα της δεκαετίας του '70, η εφαρμογή αυστηρής νομοθεσίας, τόσο στις Η.Π.Α., όσο και στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, περιόρισε τη χρήση τους σε κλειστά συστήματα, ώστε να μειωθεί η πιθανότητα μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Η κατανάλωση PCBs, σε κάποιες από τις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α.), παρουσιάζεται στον Πίνακα 4-5, όπου φαίνεται ότι, πριν σταματήσει η παραγωγή τους, η πλειοψηφία τους χρησιμοποιήθηκε σε μετασχηματιστές και πυκνωτές.

Πίνακας 4-5. Κατανάλωση PCBs (σε τόννους), σε χώρες του Ο.Ο.Σ.Α., ανά κατηγορία εφαρμογής (1973-1980)*

Χώρα	Μετασχηματιστές	Πυκνωτές	Εναλλάκτες Θερμότητας	Υδραυλικός Εξοπλισμός	Λοιπές Χρήσεις
Καναδάς**	3995	2453	NA	NA	NA
Γαλλία**	17259	22564	309	151	399
Πρώην**	14281	7152	838	5672	0
Δ.Γερμανία					
Ιταλία***	6642	2054	NA	NA	383
Η.Βασίλειο	847	2160	NA	NA	NA
Η.Π.Α.	>17664	42104	NA	NA	>746

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

** Δεν δόθηκαν στοιχεία το 1979 (NA)

*** Δεν δόθηκαν στοιχεία τα έτη 1974, 1977 & 1978

Οι ποσότητες PCBs, που διακινήθηκαν στις Η.Π.Α, κατά τα έτη 1935-1975, παρατίθενται στον Πίνακα 4-6. Οπως βλέπουμε, το μεγαλύτερο μέρος του συνόλου των 635×10^6 kg PCBs πουλήθηκε για χρήση σε πυκνωτές (295×10^6 kg ή 46%) και μετασχηματιστές (152×10^6 kg ή 24%).

Πίνακας 4-6. Συνολικές Πωλήσεις PCBs (σε 10^6 Kg), στις Η.Π.Α, ανά εφαρμογή (1935-1975)*

Εφαρμογή	Συνολικές Πωλήσεις
Πυκνωτές	294.84
Μετασχηματιστές	151.96
Πλαστικοποιητές	52.16
Carbonless copy paper	20.41
Υδραυλικά υγρά και λιπαντικά	36.29
Εναλλάκτες θερμότητας	9.07
Διάφορα	11.34
Συνολική Παραγωγή	635.04

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

Από το 1966 έως το 1974, το 15% της εγχώριας παραγωγής των **Η.Π.Α.** διοχετεύθηκε στην εταιρεία General Electric Co. για χρήση στα εργοστάσια της παραγωγής πυκνωτών.

Οι μοναδικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των διαφόρων εμπορικών μιγμάτων PCBs, τα έκαναν κατάλληλα για μια πληθώρα χρήσεων. Στον Πίνακα 4-7, παρουσιάζονται χρήσεις τυπικών Aroclors, απ' όπου και γίνεται αντιληπτό πόσο δημοφιλή προϊόντα ήταν!

Πίνακας 4-7. Χρήσεις PCBs και Τυπικά Μίγματα Aroclors*

Χρήση PCB	Τυπικό Μίγμα Aroclor
Πυκνωτές	1016,1221,1254
Μετασχηματιστές	1242,1254,1260
Αντλίες κενού	1248,1254
Υδραυλικά υγρά	1232,1242, 1248, 1254, 1260
Ψυκτικά υγρά	1242
Πλαστικοποιητές σε συνθετικές ρητίνες	1248, 1254, 1260, 1262, 1268
Πλαστικοποιητές σε καουτσούκ	1221, 1232, 1242, 1248, 1254, 1268
Λιπαντικά	1221, 1242, 1248, 1254
Μελάνια	1254
Carbonless copy paper	1242
Ζιζανιοκτόνα	1254
Κόλλες	1221, 1232, 1242, 1248, 1254
Βερνίκια	1242, 1254, 1268

*Στοιχεία από Silberhorn, 1995

4.1.5 Εκλύσεις PCBs από Συσκευές εν Λειτουργία λόγω Ατυχημάτων

Επειδή η παραγωγή και χρήση των PCBs σε ανοικτά συστήματα έχει απαγορευτεί στις περισσότερες χώρες τα τελευταία χρόνια, οι οποιεσδήποτε εκλύσεις PCBs στο περιβάλλον περιορίζονται σε τυχαία περιστατικά (ατυχήματα), που μπορεί να συμβούν σε συσκευές εν λειτουργία (US EPA, 2000).

Συγκεκριμένα, οι τυχαίες αυτές εκλύσεις είναι αποτέλεσμα είτε διαρροών, που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια εσφαλμένης λειτουργίας ή/και σπασίματος των συσκευών που περιέχουν

PCBs, είτε ατελούς καύσης που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια τυχαίων πυρκαγιών, στις οποίες συμμετέχουν συσκευές που περιέχουν PCBs.

Για συγκριτικούς λόγους, παρατίθενται κατωτέρω σχετικά στοιχεία, που αφορούν στις απογραφές των ανάλογων συσκευών στις ΗΠΑ (US EPA, 2000).

Διαρροές Στις ΗΠΑ, η πλειοψηφία των συσκευών που ήταν σε λειτουργία έως το 1981 και περιείχαν PCBs, με εξαίρεση τους Μ/Σ και τους μικρούς πυκνωτές, ανήκε στην επιχείρηση ηλεκτρισμού. Περίπου το **70%** των **140.000** Μ/Σ που ήταν σε λειτουργία έως το 1981 και έφεραν PCBs, ανήκαν σε μη-ηλεκτρικές εταιρείες. Από έρευνες που έγιναν, βρέθηκε ότι το **95%** περίπου των συνολικά **177 metric tons**, που είχαν διαφύγει στο περιβάλλον το 1981, ήταν αποτέλεσμα διαρροών από μεγάλους πυκνωτές (>3 lb PCBs).

Οι διαρροές στους Μ/Σ, συνήθως, παρατηρούνται όταν η φλάντζα, που ενώνει την κορυφή με το κυρίως σώμα του Μ/Σ, διαβρωθεί ή αρχίσει να δακρύζει, οπότε και διαφεύγουν τα υγρά PCBs και διασκορπίζονται στον περιβάλλοντα χώρο. Οι διαρροές στους πυκνωτές, από την άλλη, σχετίζονται με τα τυχόν σπασίματα του περιβλήματός τους, που δίνουν την ευκαιρία στα PCBs να διαφύγουν στο περιβάλλον. Οι αποτυχημένες λειτουργίες των συσκευών μπορεί να οφείλονται είτε στις καιρικές συνθήκες (π.χ. κεραυνοί) είτε στο υλικό, καθ' εαυτό (π.χ. γήρανση μετάλλων).

Από τα μέσα του 1988, ο συνολικός πληθυσμός των εν λειτουργία Μ/Σ και μεγάλων πυκνωτών με PCBs στις ΗΠΑ εκτιμάται ότι μειώθηκε από **140.000** σε **110.000** και από **3,3 εκατ.** σε **1,9 εκατ.**, αντίστοιχα, γεγονός που οφείλεται στην απόσυρση, που απαιτήθηκε από την EPA, μεγάλου αριθμού συσκευών, που μπορούσαν να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία (π.χ. Μ/Σ της βιομηχανίας τροφίμων, κλπ).

Η αναλογία των PCBs, που περνά στην ατμόσφαιρα, τα επιφανειακά νερά ή παραμένει μέσα ή πάνω στο έδαφος, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το πόσο πορώδες είναι η επιφάνεια επί της οποίας διέρρευσαν τα PCBs (π.χ. χώμα, μπετόν, κλπ), ποια ισομερή διέρρευσαν, ποιες ατμοσφαιρικές συνθήκες επικρατούσαν (π.χ. θερμοκρασία, ταχύτητα ανέμου, κλπ) και τι καθαρίσμα γίνεται.

Τυχαίες Πυρκαγιές Οι διαθέσιμες πληροφορίες, συνήθως, δεν είναι τέτοιες που να επιτρέπουν μία εκτίμηση των ετήσιων εκλύσεων των PCBs, εξαιτίας τυχαίων πυρκαγιών σε ηλεκτρικό εξοπλισμό.

Ωστόσο, οι ποσότητες που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια πυρκαγιών, όπου συμμετέχουν Μ/Σ και πυκνωτές, εξαρτώνται από την έκταση των πυρκαγιών και από την ταχύτητα αντιμετώπισής τους. Συνήθως, όμως, δεν υπάρχουν πλήρη δεδομένα αναφορικά με τις ακριβείς ποσότητες PCBs που απελευθερώνονται.

Η EPA έχει εφαρμόσει ένα αυστηρό σύστημα αναφοράς, προκειμένου να εξασφαλίσει την άμεση ενημέρωση των αρμόδιων Αρχών, σε περιπτώσεις πυρκαγιών που συμμετέχουν Μ/Σ με PCBs (40 CFR 761). Ο ετήσιος αριθμός τέτοιων πυρκαγιών εκτιμάται σε περίπου 20 ενώ, αντίστοιχη εκτίμηση για τους πυκνωτές δεν υπάρχει. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι, ο συνολικός αριθμός αυτού του είδους των πυρκαγιών θα μειωθεί, μια και αυτές οι συσκευές πλησιάζουν στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, οπότε και θα αποσυρθούν.

4.2 Πολυχλωριωμένες Διβενζο-π-διοξίνες και Πολυχλωριωμένα Διβενζοφουράνια (PCDDs και PCDFs)

Σε αντίθεση με τα PCBs που, όπως προαναφέρθηκε, είχαν μέχρι πρόσφατα ευρύτατες εφαρμογές, οι διοξίνες και τα φουράνια δεν έχουν παραχθεί ποτέ σκόπιμα για εμπορικό σκοπό, ούτε έχει βρεθεί να σχηματίζονται με φυσικές διαδικασίες στο περιβάλλον.

Εμφανίζονται μόνο ως ανεπιθύμητα παραπροϊόντα της καύσης και, γενικότερα, της **θέρμανσης** σε υψηλές θερμοκρασίες κάθε είδους σύνθετης οργανικής ύλης και βιομάζας, στο στάδιο της παραγωγής τους, όταν υπάρχει παράλληλη παρουσία χλωριωμένων ενώσεων. (Κυρτόπουλος, 1999; Σιταράς και Σίσκος, 1999; Dioxin Homepage ιστοσελίδα).

Σύμφωνα με την πλέον πρόσφατη μελέτη της EPA (US EPA, 2000), οι βασικές και προσδιορισμένες πηγές απελευθέρωσης τέτοιων ενώσεων προς το περιβάλλον ομαδοποιούνται σε πέντε (5) ευρύτερες κατηγορίες, που παρατίθενται κατωτέρω:

- ♦ Διαδικασίες Καύσης Αποδεδειγμένα σχηματίζονται διοξίνες και φουράνια, στις περισσότερες διαδικασίες καύσης, όπως:
 - ♦ η αποτέφρωση αποβλήτων (αστικών στερεών αποβλήτων, νοσοκομειακών αποβλήτων και επικίνδυνων αποβλήτων)
 - ♦ η καύση διαφόρων καυσίμων, όπως το κάρβουνο, το ξύλο και τα προϊόντα πετρελαίου

- ◆ άλλες πηγές υψηλών θερμοκρασιών, πχ οι κλίβανοι τύπου cement
- ◆ ανεξέλεγκτες ή ελάχιστα ελεγχόμενες πηγές καύσης, όπως οι πυρκαγιές δασών, οι πυρκαγιές σε κτίρια που υπάρχουν ηλεκτρικές συσκευές που φέρουν PCBs και η καύση απορριμμάτων σε ανοικτό χώρο
- ◆ **Χυτήρια Μετάλλων** Αποδεδειγμένα σχηματίζονται διοξίνες και φουράνια, κατά τη διάρκεια διαφόρων πρωτογενών και δευτερογενών διαδικασιών επεξεργασίας μετάλλων, συμπεριλαμβανομένων της παραγωγής σιδήρου και χάλυβα, καθώς και της ανάκτησης scrap
- ◆ **Χημικές Διαδικασίες** Διοξίνες και φουράνια μπορούν να παραχθούν, ως παραπροϊόντα, κατά τη διάρκεια της παραγωγής
 - ◆ χαρτοπολτού, που έχει λευκανθεί με χρήση χλωρίου
 - ◆ χλωριωμένων φαινολών (π.χ πενταχλωροφαινολών ή PCP)
 - ◆ χλωριωμένων διφαινολίων, PCBs
 - ◆ φαινοξικών ζιζανιοκτόνων (π.χ 2,4,5-T)
 - ◆ προϊόντων PVC
 - ◆ χλωριωμένων αλιφατικών ενώσεων (π.χ διγλωροαιθυλένιο)
- ◆ **Βιολογικές και Φωτοχημικές Διαδικασίες** Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι οι διοξίνες και τα φουράνια μπορούν να σχηματιστούν κάτω από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ composting), από τη δράση μικροοργανισμών επί χλωριωμένων φαινολικών ενώσεων. Επίσης, έχει αναφερθεί ότι σχηματίζονται κατά τη φωτόλυση υψηλά χλωριωμένων φαινολών
- ◆ **Φυσικές Δεξαμενές Αποθεμάτων** Ως δεξαμενές (reservoir) ορίζονται τα υλικά ή οι τοποθεσίες που φέρουν προγενέστερα σχηματισμένες διοξίνες, φουράνια ή/και παρόμοια-με-διοξίνη PCBs και έχουν, κατά συνέπεια, τη δυναμική για επανακατανομή και ανακύκλωση αυτών των ενώσεων στο περιβάλλον. Τέτοιες δυναμικές δεξαμενές αποτελούν τα εδάφη, τα ιζήματα, τα έμβια όντα, τα νερά και κάποιοι ανθρωπογενείς παράγοντες. Οι δεξαμενές αυτές μετατρέπονται σε πηγές, όταν απελευθερώνουν ποσότητες στο περιβάλλον.

Από τα ανωτέρω είναι εμφανές ότι, οι σημερινές ποσότητες διοξινών και φουρανίων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον προκαλούνται, κυρίως, από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την εξέλιξη των συγκεντρώσεών τους τις τελευταίες δεκαετίες (αύξηση γύρω στο 1930, με αποκορύφωμα μεταξύ 1960 και 1970 ενώ, η μείωση ξεκινά από το '70 και πέρα).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αποτέφρωση, γενικά, χλωριωμένων ουσιών αποτελεί τη βασική πηγή (95%), απελευθέρωσης “διοξινών” στο περιβάλλον (Dioxin Homepage ιστοσελίδα).

Όσον αφορά στην επιμέρους συνεισφορά των ανωτέρω πηγών σε TEQ, συνιστάται η αναδρομή στη σχετική αναλυτική βιβλιογραφία (US EPA, 2000; Βαλαβανίδης, 1999; Κυρτόπουλος, 1999). Στο Παράρτημα II παρατίθεται πίνακας με εκτιμώμενες αέριες εκπομπές των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων, ανά πηγή, σε διάφορες χώρες του κόσμου.

4.3 Φυσικές Δεξαμενές Αποθεμάτων PCDDs, PCDFs και Παρόμοιων-με-Διοξίνη PCBs

Αν και ο ορισμός των δεξαμενών δόθηκε παραπάνω, πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι γίνεται ειδική μνεία σε αυτήν την κατηγορία πηγών γιατί, παρά το γεγονός ότι δεν συνεισφέρουν με πρωτότυπες εκλύσεις, αλλά με ανακύκλωση αυτών των ενώσεων στο περιβάλλον, υπάρχει η υποψία ότι **συνεισφέρουν στο βαθμό έκθεσης του ανθρώπου σε αυτές τις ενώσεις.**

Το Σχήμα 4-1 αποτελεί το διάγραμμα των ροών και της ανταλλαγής των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων, που λαμβάνει χώρα μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών μέσων. Όπως φαίνεται, πρόκειται για ένα δυναμικό σύστημα, που περιλαμβάνει ροές εισόδου και εξόδου από την ατμόσφαιρα, καθώς και ανταλλαγές μεταξύ των διαφόρων φυσικών δεξαμενών και της ατμόσφαιρας.

Οι μετακινήσεις μεταξύ των διαφόρων μέσων γίνονται μέσω:

- ◆ εξάτμισης
- ◆ ξηράς και υγρής ατμοσφαιρικής εναπόθεσης των διοξινών σε σωματιδιακή και αέρια φάση
- ◆ προσρόφησης
- ◆ διάβρωσης και απορροής
- ◆ επαναιώρηση εδαφών στον αέρα και

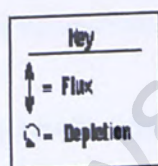
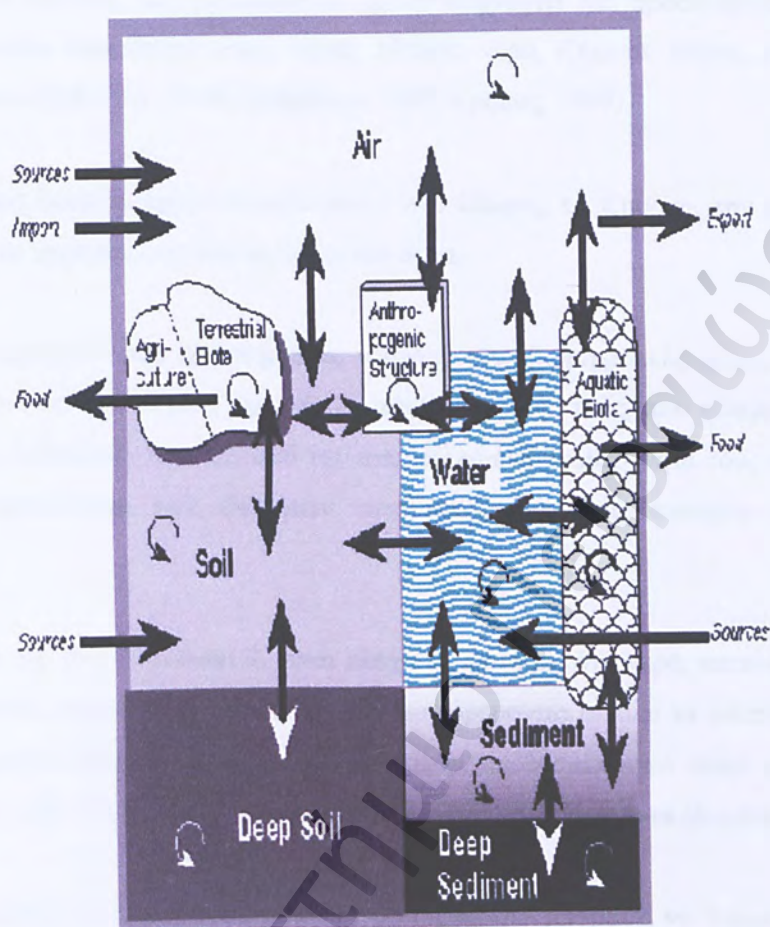
- ♦ επαναιώρηση ιζημάτων στο νερό.

Ο ρυθμός μετακίνησης από το ένα περιβαλλοντικό μέσο στο άλλο χαρακτηρίζεται “ροή” (flux) και αναφέρεται στη διεύθυνση και στο μέγεθος της ανταλλαγής, που συμβαίνει σε συγκεκριμένο χρόνο και χώρο.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Σχήμα 4-1

Ροές των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών μέσων και των φυσικών δεξαμενών



Fluxes Among Dioxin Reservoirs

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ

Τα PCBs, οι διοξίνες και τα φουράνια έχουν ανιχνευτεί και προσδιοριστεί σε πληθώρα περιβαλλοντικών δειγμάτων, όπως αέρας, έδαφος, νερό, ιζήματα, ψάρια, οστρακοειδή και λοιπά προϊόντα (US EPA, 2000; Silberhorn 1995, Κρόκος, 1999).

Τα υψηλότερα επίπεδα έχουν προσδιοριστεί στο έδαφος, τα ιζήματα, την χλωρίδα και την πανίδα ενώ, τα χαμηλότερα, στο νερό και τον αέρα.

Η ευρεία διασπορά τους παρατηρείται, κυρίως, στις βιομηχανικές χώρες και μπορεί να εξηγηθεί τόσο από το πλήθος των πηγών απελευθέρωσής τους, που είδαμε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο, όσο και από την αποδεδειγμένη σταθερότητά τους στο περιβάλλον, που είναι αποτέλεσμα των ιδιοτήτων τους και μιας σειράς φυσικών και βιολογικών διαδικασιών.

Όπως είδαμε και στο Κεφάλαιο 2, είναι ελάχιστα διαλυτές στο νερό, κατατάσσονται γενικά στις ημιπτητικές ενώσεις και τείνουν να βιοσυσσωρεύονται σε όλα τα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας, ειδικά στην κορυφή αυτής, από όπου αποδεσμεύονται πολύ αργά. Ο χρόνος ημίσειας ζωής στον ανθρώπινο οργανισμό είναι, περίπου, **7 ½ χρόνια** (Κυρτόπουλος, 1999).

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι μπορούν να αποικοδομηθούν στο περιβάλλον, θεωρούνται σε γενικές γραμμές ιδιαίτερα επίμονες και “δύστροπες”, με αποτέλεσμα να παραμένουν σχετικά αμετακίνητες από τα εδάφη και τα ιζήματα.

Από τη στιγμή που θα περάσουν στην ατμόσφαιρα είτε άμεσα από απευθείας εκπομπές, είτε έμμεσα, μεταφέρονται μέσω αυτής σε μεγάλες αποστάσεις είτε ως ατμοί, είτε προσκολλημένες στα αιωρούμενα σωματίδια και, στη συνέχεια, εναποτίθενται στα εδάφη, τα νερά, τα φυτά ή άλλες επιφάνειες μέσω ξηράς ή υγρής εναπόθεσης.

Από τα εδάφη και τα νερά, υπάρχει η δυνατότητα να ξαναπεράσουν στην ατμόσφαιρα είτε με τη μορφή ατμών (μέσω εξάτμισης) είτε ως επαναιωρούμενα σωματίδια εδάφους.

Στις δε, υδάτινες επιφάνειες, περνούν πρωταρχικά με απ'ευθείας εναπόθεση από την ατμόσφαιρα ή μέσω της διάβρωσης των εδαφών και της απορροής. Ένας άλλος δρόμος για να περάσουν στα επιφανειακά νερά είναι μέσω των ιζημάτων, απ' όπου στη συνέχεια μπορούν

είτε να εξατμιστούν και να περάσουν στην ατμόσφαιρα, είτε να θαφτούν σε μεγαλύτερα βάθη. Τα μη-μετακινούμενα ιζήματα αποτελούν καταβόθρες για τις ενώσεις αυτές. Τέλος, στα νερά περνούν και με απ' ευθείας εκλύσεις από σημειακές πηγές.

Η ατμοσφαιρική μεταφορά και εναπόθεση θεωρούνται οι πρωταρχικές οδοί που συμβάλλουν στην ευρεία διασπορά αυτών των ενώσεων στο περιβάλλον. Πληθώρα μελετών έχει δείξει ότι απαντώνται ευρέως στα εδάφη, σε όλον τον κόσμο, σε συγκεντρώσεις που είναι συγκρίσιμες στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες. Επίσης, έχουν βρεθεί σε ανιχνεύσιμα επίπεδα και σε μη βιομηχανοποιημένες χώρες, γεγονός που μπορεί να ερμηνευθεί ικανοποιητικά μόνο εάν αποδοθεί στη μεταφορά τους μέσω της ατμόσφαιρας και της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης.

Οι δύο βασικοί δρόμοι για να περάσουν στην τροφική αλυσίδα και στην καθημερινή διατροφή του ανθρώπου είναι:

- ♦ Αέρας-φυτά-ζώα
- ♦ Νερά/ιζήματα-ψάρια

Στην πανίδα περνούν μέσω της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης, σε αέρια και σωματιδιακή φάση και, κατόπιν, από εκεί περνούν στα ζώα, μέσω της τροφής τους, όπου και βιοσυσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς τους, λόγω της λιποφιλικότητάς τους.

Από τη στιγμή που θα περάσουν στα νερά, με οποιονδήποτε από τους τρόπους που προαναφέρθηκαν, περνούν και στους ζώντες θαλάσσιους οργανισμούς. Τα ψάρια συσσωρεύουν αυτές τις ενώσεις είτε μέσω της απ' ευθείας επαφής τους με το νερό, τα αιωρούμενα σωματίδια και τα ιζήματα, είτε μέσω της τροφής τους.

Μέσω της βιοσυσσώρευσής τους κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας, καταλήγουν στον άνθρωπο, 90% της έκθεσης του οποίου προέρχεται από τη διατροφή και, κυρίως, την κατανάλωση ειδών ζωϊκής προελεύσεως (Κυρτόπουλος, 1999).

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι, μελέτη σχετικά με τα υπολείμματα των PCBs σε μια τροφική αλυσίδα έδειξε εκλεκτική βιομεγένθυση από τα χαμηλότερα προς τα υψηλότερα επίπεδα της τάξης του 10^7 (συγκέντρωση PCBs στα δελφίνια, σε σχέση με τη συγκέντρωσή τους στο νερό) (Κρόκος, 1999).

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό πρέπει να επαναλάβουμε αυτό που ειπώθηκε στο Κεφάλαιο 2, δηλαδή ότι η φωτόλυση και η μικροβιακή αποικοδόμηση αποτελούν τις κυριότερες φυσικές

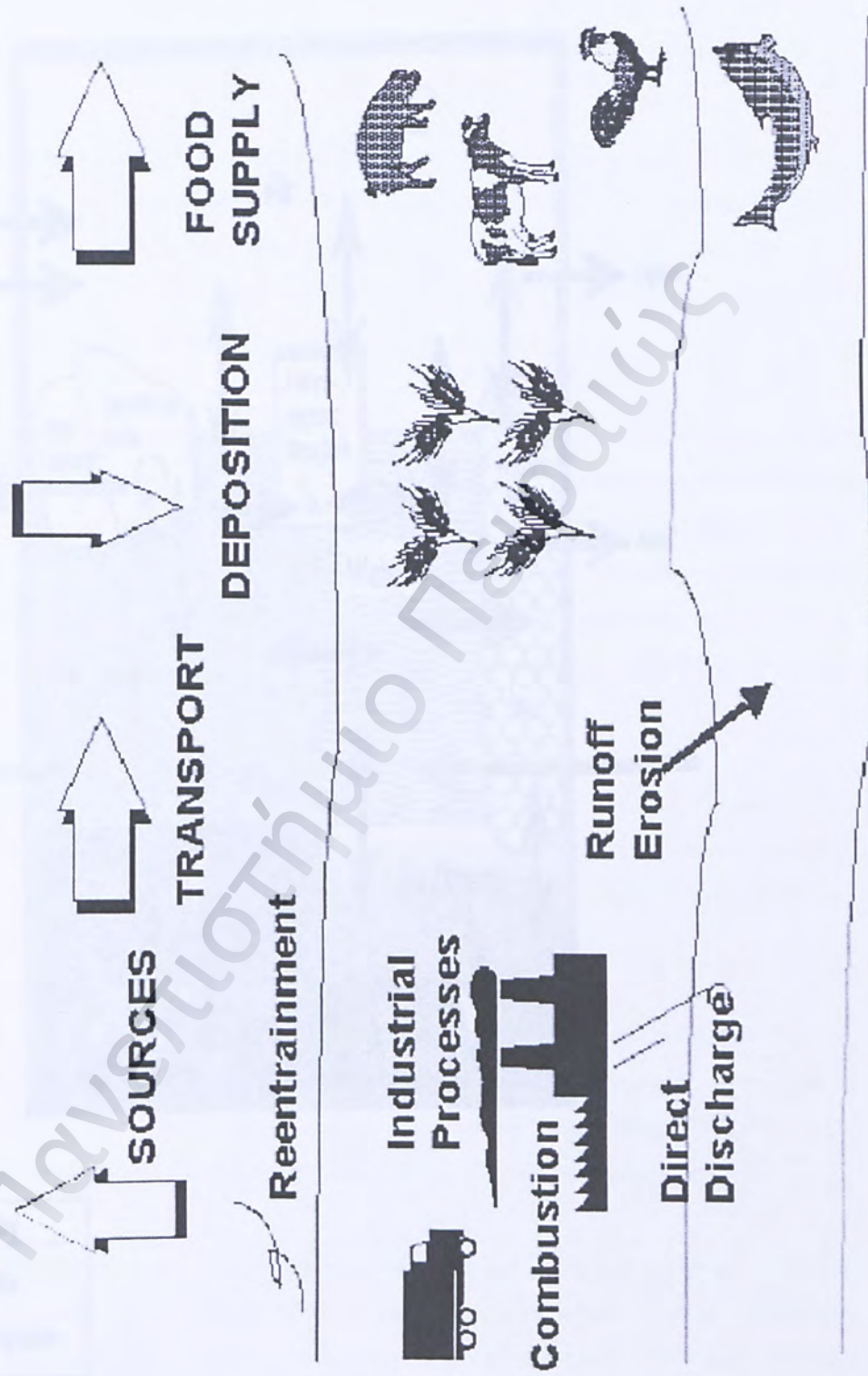
διεργασίες για την απομάκρυνση των ενώσεων αυτών από το περιβάλλον. Ειδικά όσον αφορά στα PCBs, η μικροβιακή (αερόβια και αναερόβια) αποικοδόμησή τους εξαρτάται από το βαθμό χλωρίωσης, καθώς και από τη θέση των ατόμων του χλωρίου στο μόριο του διφαινυλίου (Κρόκος, 1999).

Συγκεκριμένα, αναερόβια βακτήρια ιζημάτων απομακρύνουν εκλεκτικά άτομα χλωρίου, από τις θέσεις *meta* και *para* ενώ, αερόβια βακτήρια απομακρύνουν άτομα χλωρίου από PCBs με χαμηλό βαθμό χλωρίωσης (1 με 4 άτομα χλωρίου) και ανοίγουν τους ανθρακικούς δακτυλίους, μέσω οξειδωσης.

Ωστόσο, αυτές οι διεργασίες λαμβάνουν χώρα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και πρέπει να αναφερθεί ότι η αναερόβια αποικοδόμηση απαιτεί σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις PCBs.

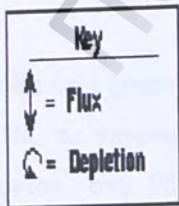
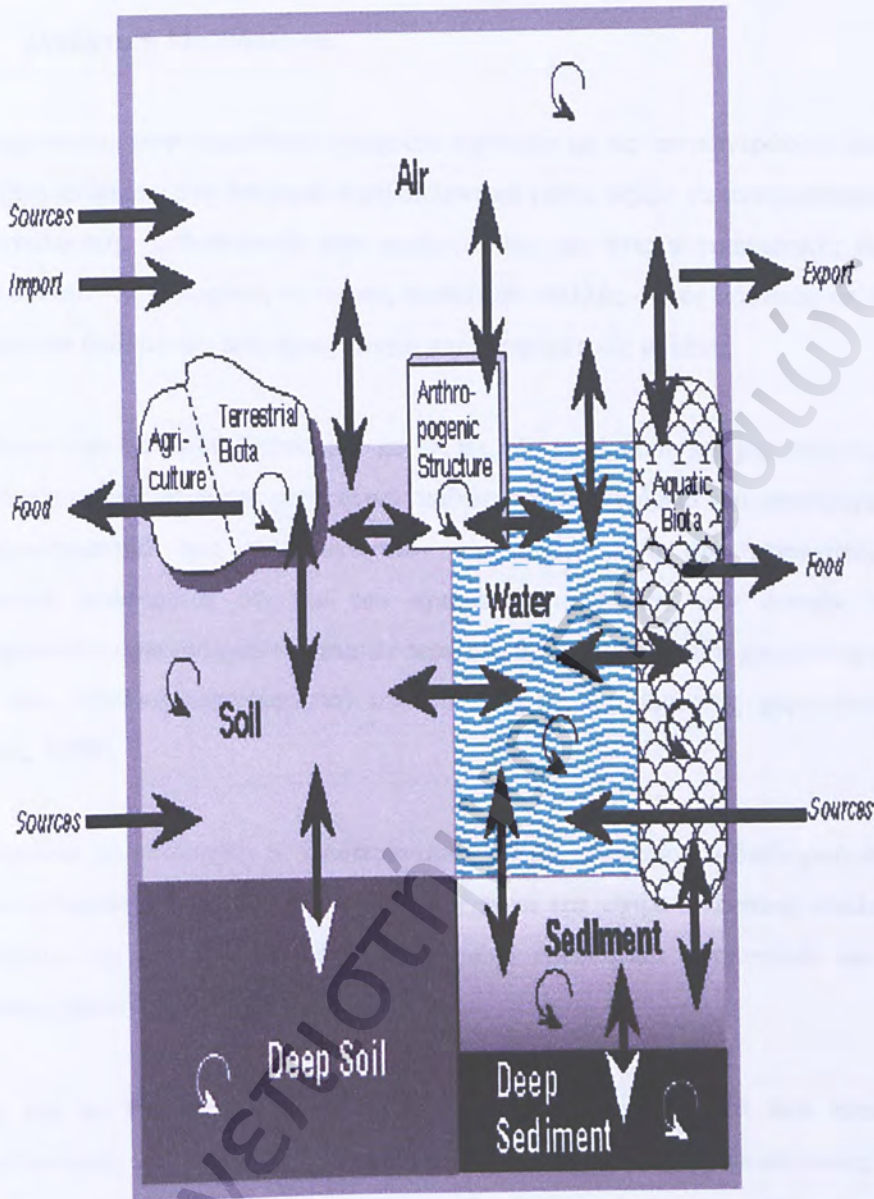
Στα Σχήματα 5-1 και 5-2, που ακολουθούν, αναπαριστάται ο κύκλος ζωής που περιγράφηκε ανωτέρω.

Σχήμα 5-1 Κύκλος Ζωής των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων



Σχήμα 5-2

Ροές των Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών μέσων και των φυσικών δεξαμενών



Fluxes Among Dioxin Reservoirs

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ-ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΟ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.1 Αναλυτική Μεθοδολογία

Πριν περάσουμε στην παράθεση στοιχείων σχετικών με τις συγκεντρώσεις των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων στα διάφορα περιβαλλοντικά μέσα, αξίζει να αναφερθούμε περιληπτικά στην αναλυτική μεθοδολογία που ακολουθείται και στις αντικειμενικές δυσκολίες που εξακολουθούν να υπάρχουν, οι οποίες καθιστούν πολλές φορές αδύνατη τη σύγκριση των αριθμητικών δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικές μελέτες.

Η ανάλυση των διοξινών, φουρανίων και PCBs, τόσο ortho όσο και μη-ortho συμπαραγώγων, είναι ιδιαίτερα δύσκολη και απαιτητική, καθώς απαιτεί ακρίβεια και επαναληψιμότητα κατά τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων της τάξης μέρη στο τρισεκατομμύριο (ppt). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για τον προσδιορισμό αυτών των ουσιών στα τρόφιμα, επιτυγχάνονται όρια ανίχνευσης χαμηλότερα του 0,1 ng/kg, δηλαδή χαμηλότερα των 100 ppt (μέρη στο τετράκις εκατομμύριο) και συντελεστές διακύμανσης χαμηλότεροι του 10% (Κρόκος, 1999).

Προκειμένου να επιτευχθεί το ανωτέρω αποτέλεσμα, απαιτούνται διαδοχικά και απαιτητικά στάδια καθαρισμού πριν την ανίχνευση, σύγχρονα και υψηλού κόστους αναλυτικά όργανα, κατάλληλη τεχνογνωσία, υψηλά εξειδικευμένο ερευνητικό προσωπικό και εμπειρία σε αναλύσεις ιχνών περιβαλλοντικών ρύπων.

Ειδικά για τα PCBs, πρέπει να πούμε ότι, παραδοσιακά, αυτά που προέρχονται από περιβαλλοντικές πηγές έχουν ποσοτικοποιηθεί και εκφραστεί χρησιμοποιώντας τις ονομασίες των μιγμάτων PCBs, στα οποία προσομοιάζουν περισσότερο (π.χ. 10mg/L Aroclor 1242, 3mg/kg Aroclor 1254), προσέγγιση που, όπως έχει ήδη λεχθεί, δεν είναι πάντα σωστή.

Αν και ήδη έχει ξεκινήσει η ανάλυση και ποσοτικοποίηση των ανεξάρτητων συμπαραγώγων των PCBs, το γεγονός ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κανονισμοί που υπάρχουν αναφέρονται στα PCBs ως εμπορικά ή τεχνικά μίγματα, αποτελεί αντικίνητρο για την πραγματοποίηση ανάλυσης συμπαραγώγων στα περιβαλλοντικά δείγματα.

Τέλος, στο στάδιο της ποσοτικοποίησης των συγκεντρώσεων που ανιχνεύονται, υπαισέρχεται πάντα μια σειρά ειδικών συνθηκών και παραδοχών, οι οποίες συνήθως διαφοροποιούνται από

μελέτη σε μελέτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η σύγκριση των δεδομένων, χωρίς προηγούμενη συσχέτιση των συνθηκών διεξαγωγής και των μεθόδων υπολογισμού που έχουν χρησιμοποιηθεί σε κάθε μελέτη. Στην περίπτωση, λοιπόν, που ο αναγνώστης θελήσει να προχωρήσει σε συγκρίσεις τέτοιου είδους, συνιστάται η αναδρομή στη σχετική βιβλιογραφία που παρατίθεται στην παρούσα εργασία.

6.2 Συγκεντρώσεις “Διοξινών” στο Περιβάλλον και στα Τρόφιμα

Συγκριτικά με άλλες παραμέτρους του θέματος, έχουν εκπονηθεί σχετικά λίγες μελέτες αναφορικά με τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των “διοξινών”. Αυτό οφείλεται, εν μέρει, στα πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης, καθώς επίσης και στους σχετικά μεγάλους όγκους περιβαλλοντικού μέσου που απαιτούνται στις αναλυτικές μεθόδους, προκειμένου να επιτευχθεί η ανίχνευση των αναμενόμενων χαμηλών συγκεντρώσεων των ενώσεων αυτών.

Για παράδειγμα, όσον αφορά στον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των διοξινών στον αέρα, απαιτούνται 350-450 m³ ατμοσφαιρικού αέρα επί 24-ώρου βάσεως.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι ενώσεις αυτές έχουν ανιχνευτεί σε όλα τα περιβαλλοντικά μέσα. Λόγω, δε, των ιδιοτήτων τους (χαμηλή υδατοδιαλυτότητα, χαμηλή τάση ατμών, υψηλό συντελεστή K_{ow} , κλπ), τα υψηλότερα επίπεδα έχουν βρεθεί στα εδάφη, τα ιζήματα και σε ομάδες έμβιων οργανισμών σε συγκεκριμένα οικοσυστήματα (από ppt και πάνω) ενώ, έχουν παρατηρηθεί πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στα νερά (από ppq και κάτω) και στον αέρα (pg/m³), όσον αφορά στις Η.Π.Α (US EPA, 2000).

Όσον αφορά στο τι γίνεται στον υπόλοιπο κόσμο, πρέπει να πούμε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ανάλογες μετρήσεις διοξινών στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες- η Ελλάδα εξακολουθεί να παραμένει εξαίρεση- όσον αφορά στο έδαφος, τα νερά, τα τρόφιμα, το γάλα, τα ιζήματα και τον αέρα αστικών και αγροτικών περιοχών, όπου και ανιχνεύθηκαν σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,1 μέχρι 100+ pg/m³ (1 pg = 10⁻¹² g), ιδιαίτερα μετά από πυρκαγιές. Αντίθετα, λόγω της λιποδιαλυτότητάς τους, έχουν βρεθεί συγκεντρώσεις της τάξης των 1 έως 10 ng/Kg κρέατος, γάλακτος και άλλων λιπαρών τροφίμων (1 ng = 10⁻⁹ g).

Με βάση, λοιπόν, τα συλλεχθέντα στοιχεία, βρέθηκε ότι (Βαλαβανίδης, 1999):

- ♦ Στον **αέρα**, οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται στα 1-10 pg/m³, αλλά έχουν ανιχνευτεί και μέχρι 100 pg/m³, όταν υπάρχουν πυρκαγιές ή μεταφορά αερίων μαζών (οι διοξίνες είναι ημιπτητικές ουσίες, που κατακάθονται ή προσροφούνται σε στερεά αιωρούμενα

σωματίδια). Τα επίπεδα αυτά τετραπλασιάζονται, όταν υπάρχουν πυρκαγιές ή καύσεις σκουπιδιών, σύμφωνα με μετρήσεις στη Μ.Βρετανία

- ♦ Στο έδαφος, τα νερά και τα φυτά, όπου κατακάθονται οι διοξίνες, οι συγκεντρώσεις είναι πολύ υψηλότερες, της τάξης των νανογραμμαρίων. Σε περιοχές της Μ.Βρετανίας, αγροτικές και αστικές, έχουν μετρηθεί 300-1.400 ng ΣPCDD/Kg εδάφους ή 10-50 ng ΣTEQ/Kg
- ♦ Σε ιζήματα υγρών αποβλήτων, οι συγκεντρώσεις είναι 4.000-65.000 ng ΣPCDD/Kg ή 30-1.500 ng ΣTEQ/Kg
- ♦ Στα τρόφιμα, οι διοξίνες συσσωρεύονται στα λιπαρά μέρη και, κυρίως, στο κρέας, το γάλα και τα ζωικά τρόφιμα. Οι συγκεντρώσεις στο γάλα είναι της τάξης των 0,5-2,5 pg ΣTEQ/g lipid και αποτελούν ένδειξη πρόσφατων συγκεντρώσεων στον αέρα ενώ, στα άλλα τρόφιμα, η συσσώρευση οφείλεται σε μεγαλύτερες χρονικές περιόδους ρύπανσης.

Στον κατωτέρω Πίνακα 6-1 παρατίθενται τυπικές συγκεντρώσεις της TCDD και της TCDF, όπως έχουν βρεθεί σε ατμοσφαιρικά δείγματα σε διάφορες χώρες του κόσμου (Σιταράς και Σίσκος, 1999).

Πίνακας 6-1 Τυπικές συγκεντρώσεις (pg/m³) της 2,3,7,8-τετρα-χλωρο-διβενζο-παρα-διοξίνης (TCDD) και του 2,3,7,8-τετρα-χλωρο-διβενζο-φουρανίου (TCDF), σε ατμοσφαιρικά δείγματα

Ουσία	Συγκέντρωση	Είδος Δείγματος	Χώρα
TCDD	0,007	Αστική περιοχή	Ιαπωνία, 1993
TCDD	0,02	Αστική περιοχή	Νορβηγία, 1991
TCDD	0,56	Αστική περιοχή	Ρωσία, 1996
TCDF	0,308	Αστική περιοχή	Ιαπωνία, 1993
TCDF	3,75	Αστική περιοχή	Πολωνία, 1995
TCDF	0,65	Αστική περιοχή	Ρωσία, 1996

Επειδή στο Κεφάλαιο 13 θα ασχοληθούμε με την επεξεργασία χρονοσειρών μετρήσεων, που αφορούν διάφορα συμπαράγωγα PCBs, κρίθηκε σκόπιμο να δούμε πιο αναλυτικά τα διαθέσιμα δεδομένα, για αυτήν την επιμέρους οικογένεια ενώσεων.

6.3 Ποσότητες PCBs στο Περιβάλλον σε Παγκόσμια Κλίμακα

PCBs έχουν εντοπιστεί στον αέρα, το έδαφος, τα νερά και τα ζώα, σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη. Μόλις και μετά βίας περνάει μέρα χωρίς να δίνεται στη δημοσιότητα και μια νέα έκθεση, σχετικά με τις συγκεντρώσεις τους στα διάφορα περιβαλλοντικά μέσα.

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή, από το 1929, έχει εκτιμηθεί είτε σε 1,2 εκατ. τόννους, είτε σε 1,5 εκατ. τόννους. Λίγο περισσότερο από το ένα τρίτο αυτής (568.000 τόννοι) χρησιμοποιήθηκε στις ΗΠΑ. Ωστόσο, η χρήση και διάθεση των PCBs σε πολλές χώρες, σε συνδυασμό με την επίμονη φύση τους, οδήγησαν στη “μετακίνησή” τους σε μεγάλες αποστάσεις και στην ευρεία παρουσία τους, σε παγκόσμια κλίμακα (US EPA, 2000).

Παρά το γεγονός ότι η παραγωγή τους έχει σταματήσει σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου, τα PCBs συνεχίζουν να εξαπλώνονται. Οσον αφορά, δε, στα επίπεδά τους, παρατηρείται μέχρι και αύξηση στους ωκεανούς και σε κάποιες μορφές ζωής που κατοικούν σε αυτούς.

Αν και η τελική τους κατάληξη είναι οι ωκεανοί, έχει βρεθεί ότι μεγάλες ποσότητες κυκλοφορούν μεταξύ αέρα και νερών ή είναι παρούσες σε αποθηκευτικούς χώρους εγκαταστάσεων και χώρους ταφής απορριμμάτων, αποτελώντας, έτσι, φυσικές δεξαμενές επαν-απελευθέρωσης PCBs στον αέρα.

Στον Πίνακα 6-2 παρουσιάζεται το παγκόσμιο ισοζύγιο μάζας των PCBs στα διάφορα περιβαλλοντικά μέσα του πλανήτη, μέχρι το 1985.

Πίνακας 6-2 Παγκόσμιο Ισοζύγιο Μάζας PCBs στο Περιβάλλον

Περιβαλλοντικό Μέσο	PCBs (τόννοι)	PCBs (%)	Παγκόσμια Παραγωγή (%)
Terrestrial and Coastal			
Air	500	0.13	
River and lake water	3500	0.94	
Seawater	2400	0.64	
Soil	2400	0.64	
Sediment	130000	35	
Biota	4300	1.1	
Total (A)	143000	39	
Open Ocean			
Air	790	0.21	
Seawater	230000	61	
Sediment	110	0.03	
Biota	270	0.07	
Total (B)	231000	61	
Total Load in Environment (A+B)	374000	100	31
Degraded and incinerated	43000		4
In use or land-stocked	783000		65
World production	1200000		100

*Στοιχεία από US EPA, 2000

Τα δεδομένα δείχνουν ότι, το **31%** της συνολικής παραχθείσας ποσότητας, σε παγκόσμιο επίπεδο, κατέληξε στο περιβάλλον εκείνη την εποχή, με ένα ποσοστό μικρότερο του **5%** να έχει αποικοδομηθεί ή καταστραφεί. Περίπου **65%** των PCBs που παρήχθησαν, είτε χρησιμοποιούνται ακόμα σε παλιά μηχανήματα, είτε βρίσκονται σε περιοχές ταφής απορριμμάτων (χωματερές).

Αυτό το “απόθεμα” των PCBs, που είναι υπερδιπλάσιο της ποσότητας που έχει ήδη διαφύγει στο περιβάλλον, είναι που προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία, σε συνδυασμό με το ότι τα επίπεδα των PCBs στο περιβάλλον είναι απίθανο να ελαττωθούν στο εγγύς μέλλον, λόγω των ιδιοτήτων τους (Κρόκος, 1999).

Αναλυτικότερα, από τα PCBs που διοχετεύθηκαν στο περιβάλλον, πάνω από 60% εντοπίστηκε στους ωκεανούς, διαλυμένο στο θαλασσίνο νερό. Το μεγαλύτερο μέρος των PCBs που υπολείπεται, υπολογίζεται ότι παραμένει στο γλυκό νερό (freshwater) και στα παράλια ιζήματα (coastal sediments).

Από τότε, όμως, που έγιναν αυτές οι εκτιμήσεις, το ποσοστό των PCBs που καταστράφηκε έχει, αδιαμφισβήτητα, αυξηθεί σημαντικά. Ωστόσο, εκτός από περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν εκτενείς καθαρισμοί, τα φορτία και οι συγκεντρώσεις των PCBs δεν έχουν πιθανότατα μειωθεί αισθητά, εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας παραμονής και βιολογικής ημίσειας ζωής αυτών των ενώσεων.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, εκθέσεις που αφορούν στις συγκεντρώσεις των PCBs στο περιβάλλον υπάρχουν πληθώρα. Ωστόσο, όμως, έχουν περιορισμένη αξία διότι πολύ συχνά αφορούν είτε σε τοποθεσίες με ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις είτε σε περιοχές τοπικού ενδιαφέροντος. Τα στοιχεία που ακολουθούν αποτελούν τυπικά μεγέθη μη-μολυσμένων περιοχών, εκτός και αν γίνεται ειδική μνεία (Silberhorn, 1995):

- Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των PCBs κυμαίνονται μεταξύ 0,1 και 10 ng/m³, κοντά σε αστικές περιοχές και μεταξύ 0,1 και 0,5 ng/m³, σε μη-αστικές περιοχές. Σε απομακρυσμένες περιοχές, πάνω από το επίπεδο των ωκεανών, περιορίζονται σε, μόνο, 0,01 και 0,02 ng/m³.
- Στους ίδιους τους ωκεανούς, οι συγκεντρώσεις ανέρχονται σε 0,01 και 0,5 ng/L.
- Δείγματα εδάφους από αστικές περιοχές, παρουσιάζουν επίπεδα PCBs μεταξύ 0,01 και 0,021 μg/g. Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις σε αγροτικά εδάφη ανιχνεύονται σπανίως.
- Ιζήματα από δειγματοληψίες σε ποτάμια, εκβολές ποταμών και λιμάνια δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις των PCBs κυμαίνονται μεταξύ 20 και 50.000 μg/g (wet weight).
- Εξαιτίας της λιποφιλικής τους ιδιότητας, τα PCBs έχουν μια τάση να βιοσυγκεντρώνονται στα λιπίδια (lipid) και το λίπος (fat) των ψαριών, των πουλιών, των

θηλαστικών και των ανθρώπων, με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις τους στα θαλάσσια θηλαστικά (κήτη, φάλαινες, δελφίνια) να κυμαίνονται από, περίπου 5 σε 40 $\mu\text{g/g}$ (wet weight)

- Τα επίπεδα ολικής σωματικής επιβάρυνσης (whole-body) των PCBs στα πουλιά και τα ψάρια των περισσότερων περιοχών είναι χαμηλότερα του 1 $\mu\text{g/g}$ (wet weight), με εξαίρεση τις μολυσμένες περιοχές, όπου οι συγκεντρώσεις μπορεί να είναι μία ή και δύο τάξεις μεγέθους υψηλότερες
- Τα επίπεδα των PCBs σε ανθρώπινα λιπίδια (lipids) βρίσκονται μεταξύ 1 και 10 mg/kg lipid ενώ, αντίστοιχα, στο μητρικό γάλα είναι 1-2 mg/kg lipid.

Στον κατωτέρω Πίνακα 6-3 παρατίθενται τυπικές συγκεντρώσεις PCBs στην ατμόσφαιρα, από διάφορες μελέτες (Σιταράς και Σίσκος, 1999).

Πίνακας 6-3 Τυπικές συγκεντρώσεις (pg/m^3) PCBs, σε ατμοσφαιρικά δείγματα

Είδος Δείγματος	Σ PCBs	Πλήθος Συμπαράγωγων	Στοιχεία Μελέτης
Αστική ατμόσφαιρα	180-844	8 (τα βασικότερα)	Manchester, 1991-92
Αέρια και σωματιδιακή φάση, σε αστική ατμόσφαιρα	40-4.800	49	Bloomington, Indiana, 1993
Ατμόσφαιρα, κοντά σε διυλιστήριο	4.750	102	Taiwan, 1993
Αέρας, απομακρυσμένης περιοχής	380	80	Bermudes, 1992-93

6.4 Σημερινά Επίπεδα Συγκεντρώσεων

Σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση της EPA (US EPA, 2000), όλες οι μέχρι σήμερα σχετικές μελέτες δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις των διοξινών και των παρόμοιων με αυτές ενώσεων παρουσίαζαν ανοδικές τάσεις μέχρι τη δεκαετία του '80, οπότε και άρχισαν να κινούνται

πτωτικά. Το γεγονός αυτό, αποδίδεται στην εφαρμογή σχετικού νομοθετικού πλαισίου, που απέδωσε καρπούς.

Η εκτίμηση είναι ότι οι συγκεντρώσεις μπορούν να μειωθούν περαιτέρω, αρκεί να ληφθούν ακόμα πιο αυστηρά μέτρα, κάτι που όμως έρχεται σε αντίθεση με τα μεγάλα συμφέροντα που διακυβεύονται.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

7.1 Επίπεδα Εκθεσης Υποβάθρου του Γενικού Πληθυσμού

Ο όρος “έκθεση υποβάθρου” (background exposure) χρησιμοποιείται στη βιβλιογραφία για να περιγράψει την έκθεση του γενικού πληθυσμού που δεν εκτίθεται άμεσα σε σημειακές πηγές διοξινών και παρόμοιων με αυτές ενώσεων. Ουσιαστικά, είναι η έκθεση στην οποία υποβάλλεται ο γενικός πληθυσμός, μέσω του αέρα, των νερών, του εδάφους, της τροφής, κλπ, όπου υπάρχουν ήδη συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων οι οποίες προέρχονται από τρεις (3) κατηγορίες “πηγών”:

- ◆ Φυσικές διεργασίες
- ◆ Ανθρωπογενείς πηγές
- ◆ Φυσικές δεξαμενές αποθεμάτων.

Παρά το γεγονός ότι οι ενώσεις αυτές μπορούν να εισέλθουν στους διάφορους οργανισμούς μέσω της αναπνευστικής οδού (εισπνοή), της πεπτικής οδού (κατάποση) και της επαφής με το δέρμα, οι σχετικές μελέτες έχουν δείξει ότι περισσότερο από το **90%** της έκθεσης του ανθρώπου σε αυτές τις ουσίες οφείλεται στη λήψη τροφής και, κυρίως, στην κατανάλωση κρέατος, γαλακτοκομικών προϊόντων και ψαριών (US EPA 2000; US EPA, 1996; ATSDR, 1993; WHO, 1998, 1999; IARC, 1997).

Συγκεκριμένα, μόνο ένα μικρό μέρος της συνολικής έκθεσης προέρχεται από την εισπνοή αέρα που περιέχει ίχνη διοξινών σε σωματιδιακή ή αέρια φάση, από την κατάποση εδάφους μολυσμένου από διοξίνες και από την δερματική απορρόφηση, που λαμβάνει χώρα όταν το δέρμα έρχεται σε επαφή με αέρα, έδαφος ή νερό, που περιέχει πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Αυτές οι οδοί έκθεσης, οδηγούν σε ευρεία, χαμηλού επιπέδου έκθεση του γενικού πληθυσμού, από τις διοξίνες.

Το μεγαλύτερο, λοιπόν, μέρος της συνολικής έκθεσης προέρχεται από τη λήψη τροφής, μιας και λόγω των ιδιοτήτων τους, κατορθώνουν να συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς και να περνούν στο σύνολο της τροφικής αλυσίδας.

Μεταφέρονται στο αίμα και στο μητρικό γάλα και κατ' επέκταση, στο έμβρυο μέσω του πλακούντα και στο νεογέννητο μέσω του θηλασμού. Κατ' αυτόν τον τρόπο, περνούν από

γενεά σε γενεά. Έχει υπολογισθεί ότι η ανίχνευσή τους σε ανθρώπινους ιστούς είναι δυνατή επί έξι συνεχείς γενεές, ακόμα και μετά την παύση της έκθεσης σε οποιαδήποτε συγκέντρωση παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων (Κρόκος, 1999)!

Με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα, τα μέσα συνολικά επίπεδα PCDDs/PCDFs/ παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs, που ανιχνεύθηκαν σε ανθρώπινους ιστούς του ενήλικου γενικού πληθυσμού των ΗΠΑ, κυμάνθηκαν σε **30-80 pg TEQ_{DFF} -WHO₉₈ /g lipid (30-80 ppt)**, με μέσο σημείο τα **55 pg TEQ/g lipid**, στα τέλη της δεκαετίας του '80 (US EPA, 2000).

Οι αντίστοιχες, ωστόσο, μέσες τιμές στα τέλη του '90 παρουσιάζουν πτωτική τάση, ακολουθώντας τις μειώσεις των εκπομπών, που οφείλονται στην εφαρμογή αυστηρότερης νομοθεσίας. Σύμφωνα, λοιπόν, με τη βέλτιστη εκτίμηση της EPA ανέρχονται σε **25 pg TEQ_{DFF} -WHO₉₈/g lipid (25 ppt)**. Συγκρίσιμες είναι και οι τιμές που έχουν βρεθεί και σε άλλες βιομηχανικές χώρες.

Αναφορικά, δε, με τη Μέση Ημερήσια Λήψη Ενήλικα (Average Adult Daily Intake, **Adult ADI**), αυτή υπολογίστηκε για τα τέλη του '90 σε **65 pg TEQ_{DFF} -WHO₉₈ /ημέρα**. Στον κάτωθι Πίνακα 7-1 παρατίθενται οι λήψεις υποβάθρου ανά οδό έκθεσης, όπως υπολογίστηκαν από την EPA στην πρόσφατη επισκόπηση, με βάση τους ρυθμούς εισόδου ανά οδό έκθεσης και τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των PCDDs, PCDFs και των παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs.

Πίνακας 7-1 Λήψεις Υποβάθρου Παρόμοιων- με-Διοξίνη Ενώσεων, ανά οδό έκθεσης *

Οδός Έκθεσης	Ρυθμός Εισόδου	Διοξίνες και Φουράνια		Παρόμοια-με-Διοξίνη PCBs		Συνολική Λήψη (pg TEQ _{DFP} -WHO ₉₈ /Kg-d)
		Συγκέντρωση (TEQ _{DF} -WHO ₉₈)	Λήψη (pg TEQ _{DF} -WHO ₉₈ /Kg-d)	Συγκέντρωση (TEQ _P -WHO ₉₈)	Λήψη (pg TEQ _P -WHO ₉₈ /Kg-d)	
Soil ingestion	50 mg/d	9.4 pg/g	0.0067	NA	NA	0.0067
Soil dermal	12 g/d	9.4 pg/g	0.0016	NA	NA	0.0016
Freshwater fish and shellfish	5.9 g/d	1.0 pg/g	0.084	1.2 pg/g	0.1	0.18
Marine fish and shellfish	9.6 g/d	0.26 pg/g	0.036	0.25 pg/g	0.034	0.07
Inhalation	13.3 m ³ /d	0.12 pg/m ³	0.023	NA	NA	0.023
Milk	175 g/d	0.031 pg/g	0.078	0.016 pg/g	0.040	0.12
Dairy	55 g/d	0.12 pg/g	0.094	0.058 pg/g	0.046	0.14
Eggs	0.24 g/kg-d	0.081 pg/g	0.019	0.10 pg/g	0.024	0.043
Beef	0.67 g/kg-d	0.20 pg/g	0.13	0.094 pg/g	0.063	0.19
Pork	0.22 g/kg-d	0.22 pg/g	0.048	0.009 pg/g	0.0021	0.05
Poultry	0.49 g/kg-d	0.11 pg/g	0.054	0.044 pg/g	0.022	0.076
Vegetable fat	17 g/d	0.056 pg/g	0.014	0.037 pg/g	0.0090	0.023
Water	1.4 L/d	0.0005 pg/L	0.000011	NA	NA	0.000011
TOTAL			0.59 (41 pg/d)		0.34 (24 pg/d)	0.93 (65 pg/d)

*Στοιχεία από US EPA, 2000

Αξίζει να σημειωθεί ότι, η συνεισφορά των PCDDs και των PCDFs στην ανωτέρω τιμή είναι **41 pg** ενώ, η αντίστοιχη των παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs είναι **24 pg**, δηλαδή περίπου το 1/3 της συνολικής έκθεσης.

Η ανωτέρω μέση τιμή είναι κατά δύο με τρεις φορές χαμηλότερη αυτής που έχει υπολογιστεί για τη δεκαετία του '70. Ωστόσο, πρέπει να αναφέρουμε ότι, ακόμη και σήμερα, τα ευρύτερα επίπεδα στα οποία κυμαίνεται η Ημερήσια Λήψη Ενήλικα είναι μέχρι και τρεις φορές μεγαλύτερα της μέσης τιμής, δηλαδή **70-200 pg TEQ_{DFP} -WHO₉₈ /ημέρα**, κυρίως λόγω διαφορετικών συνηθειών διατροφής.

Αυτά τα επίπεδα λήψης οδηγούν, τελικά, σε λήψη της τάξης των

1-3 pg TEQ_{DFF} -WHO₉₈ /kg βάρους σώματος/ημέρα

για έναν ενήλικα 65-70 kgs που ζει σε βιομηχανοποιημένη χώρα (US EPA 2000; WHO, 1998, 1999).

Όσον αφορά στα ανωτέρω επίπεδα έκθεσης του γενικού πληθυσμού, πρέπει να πούμε ότι, περίπου το 80% οφείλεται σε τέσσερα (4) συμπαράγωγα διοξινών και φουρανίων (2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDD & 2,3,4,7,8-PCDF) και ένα (1) συμπαράγωγο πολυχλωριωμένου διφαινυλίου (PCB 126).

Ειδικά για τα PCBs, αξίζει να σημειωθεί ότι η Μέση Ημερήσια Λήψη PCBs (Average Daily Intake, ADI) για τον άνθρωπο έχει υπολογιστεί στα:

- ♦ 100 ng, λόγω εισπνοής και στα
- ♦ 200 ng, λόγω κατανάλωσης πόσιμου νερού (ATSDR, 1993).

Όσον αφορά, δε, στην κατανάλωση τροφίμων, τα 5-15 μg θεωρούνται μια καλή εκτίμηση για τις βιομηχανικές χώρες (WHO, 1993), παρά το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, τις διατροφικές συνήθειες και τη μέθοδο δειγματοληψίας.

7.2 Ομάδες Υψηλού Κινδύνου

Όπως προαναφέρθηκε, τα επίπεδα της έκθεσης υποβάθρου του γενικού πληθυσμού μπορούν να φτάσουν μέχρι και τρεις (3) φορές τη μέση τιμή της ημερήσιας λήψης του ανθρώπου, διακύμανση που έχει αποδοθεί στις ποικίλες διατροφικές συνήθειες. Ωστόσο, η έκθεση που μπορεί να οφείλεται σε άλλους λόγους προστίθεται στην ανωτέρω διακύμανση.

Ετσι, λοιπόν, υπάρχουν είτε μεμονωμένα άτομα είτε ευρύτερες πληθυσμιακές ομάδες, που μπορεί να εκτίθενται στις ενώσεις αυτές μέσω άλλων οδών, τοπικού χαρακτήρα. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι κάτωθι:

- ♦ Τοπικοί πληθυσμοί, που εκτίθενται άμεσα ή έμμεσα σε διακριτές σημειακές πηγές εκπομπής

- ◆ Μεμονωμένα άτομα, που ακολουθούν ακραίες δίαιτες (π.χ υπερβολική κατανάλωση ψαριών, κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων που φέρουν υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων)
- ◆ Τα έμβρυα, τα νήπια και, γενικώς, τα παιδιά (μέσω του γάλακτος θηλασμού)
- ◆ Οι εργαζόμενοι σε χημικές βιομηχανίες, κατά τη διάρκεια της εργασίας τους
- ◆ Τοπικοί πληθυσμοί και εργαζόμενοι, κατά τη διάρκεια βιομηχανικών ατυχημάτων (π.χ Yusho, Yu-Sheng, Seveso, κλπ) ή ατυχημάτων μόλυνσης της τροφικής αλυσίδας (π.χ κοτόπουλα Βελγίου)
- ◆ Άλλες πληθυσμιακές ομάδες (π.χ κάτοικοι και βετεράνοι του Βιετνάμ, λόγω της χρήσης του αποφυλλωτικού Agent Orange).

Στο Κεφάλαιο 8 θα παρουσιάσουμε διεξοδικότερα τις τελευταίες κατηγορίες πληθυσμιακών ομάδων, που προαναφέρθηκαν.

Τα έμβρυα, τα νήπια και τα παιδιά έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να είναι πιο ευαίσθητα στην έκθεση σε διοξίνες, εξαιτίας της ταχείας ανάπτυξης και εξέλιξής τους. Δυστυχώς, τα δεδομένα είναι περιορισμένα και, έτσι, δεν είναι ακόμα γνωστό κατά πόσο η έκθεση σε διοξίνες μπορεί να προκαλεί δυσμενείς επιδράσεις στα παιδιά του γενικού πληθυσμού.

Η συνεχής έκθεση σε διοξίνες, σε συνδυασμό με την αργή αποβολή τους, έχει σα συνέπεια την αρχική αύξηση των ποσοτήτων τους στον οργανισμό και τη σταθεροποίησή τους γύρω στην ηλικία των **20 ετών** (Κυρτόπουλος, 1999).

Σύμφωνα με αναλύσεις μητρικού γάλακτος, από δείγματα που συλλέχθηκαν στη Βρετανία, η **Μέση Συνολική Λήψη PCDDs/PCDFs/ παρόμοιων-με-διοξίνη PCBs**, από βρέφη που θηλάζουν, είναι **170 pg TEQ_{DFP} -WHO₉₈ /kg βάρους σώματος/ημέρα**, τους 2 πρώτους μήνες και ελαττώνεται στα **39 pg TEQ_{DFP} -WHO₉₈ /kg βάρους σώματος/ημέρα** στους 10 μήνες (Κρόκος, 1999).

Αντίστοιχες μετρήσεις στις ΗΠΑ, εκφρασμένες στις ίδιες μονάδες μέτρησης, έχουν αναφέρει επίπεδα της τάξης των **252 pg** αμέσως μετά τη γέννηση, το οποίο πέφτει στα **22 pg**, εντός 12 μηνών. Ο μέσος όρος εντός του έτους υπολογίζεται σε **92 pg** (US EPA, 2000).

Όσον αφορά, δε, στη **Μέση Ημερήσια Λήψη PCBs** (ADI) για βρέφη που θηλάζουν, έχει αναφερθεί ότι ανέρχεται στα

- ◆ 3-11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ βάρους σώματος (WHO, 1993), ή στα
- ◆ 1.5-27 $\mu\text{g}/\text{kg}$ βάρους σώματος (ATSDR, 1993).

Κάνοντας χρήση της “στενότερης κλίμακας”, η λήψη για βρέφος σωματικού βάρους 5 kg αντιστοιχεί σε **15-55 μg** , δηλαδή περίπου τριπλάσια της αντίστοιχης για ενήλικες, που προαναφέρθηκε στην παράγραφο 7.1. Κατά συνέπεια, τα βρέφη αποτελούν μια ομάδα “υψηλού κινδύνου”, όσον αφορά στο βαθμό έκθεσής τους.

Τέλος, έχει υπολογιστεί ότι το 4% έως 12% της συνολικής λήψης, καθ' όλη τη ζωή ενός ατόμου, μπορεί να προέλθει τα πρώτα χρόνια της ζωής του. Ωστόσο, η αρμόδια Επιτροπή της Βρετανίας (Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment) συνέστησε ότι ο θηλασμός θα πρέπει να ενθαρρύνεται, κυρίως λόγω των αναμφισβήτητων πλεονεκτημάτων που προσφέρει στην υγεία και στη σωστή ανάπτυξη των βρεφών (Κρόκος, 1999).

7.3 Σημερινά Επίπεδα Έκθεσης

Όπως προαναφέρθηκε, την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί μείωση των επιπέδων έκθεσης του ανθρώπου σε διοξίνες, σε διάφορες βιομηχανικές χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Γερμανία, η Μ.Βρετανία, κλπ, λόγω της πτωτικής τάσης που παρουσιάζουν οι εκπεμπόμενες ποσότητες διοξινών από ανθρωπογενείς πηγές, αλλά και αλλαγών στις διατροφικές συνήθειες (US EPA, 2000).

Με βάση, για παράδειγμα, υπολογισμούς της κατανάλωσης τροφίμων στη Μ.Βρετανία, βρέθηκε ότι το σύνολο διοξινών που λαμβάνει ο μέσος πολίτης εξελίχθηκε ως εξής (Βαλαβανίδης, 1999):

- ◆ 250 $\text{pg TEQ}_{\text{DFP}} - \text{WHO}_{98}$ / ημέρα, το 1982
- ◆ 145 $\text{pg TEQ}_{\text{DFP}} - \text{WHO}_{98}$ / ημέρα, το 1988
- ◆ 88 $\text{pg TEQ}_{\text{DFP}} - \text{WHO}_{98}$ / ημέρα, το 1992.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΕΚΘΕΣΗ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ- ΜΕΓΑΛΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

8.1 Εισαγωγή

Ο βαθμός έκθεσης των ανθρώπων σε ενώσεις της οικογένειας των διοξινών, είτε κατά τη διάρκεια της εργασίας τους είτε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων, έχει αποτελέσει το αντικείμενο πολλών ερευνητών, οι οποίοι προσπάθησαν να προσδιορίσουν τα επίπεδα σωματικής επιβάρυνσης χρησιμοποιώντας είτε δείγματα αίματος, πλάσματος, λιπιδίων ιστών και ορρού είτε δείγματα δέρματος.

Δυστυχώς, μια σειρά παραμέτρων όπως:

- ◆ Τα μικρά, συνήθως, δείγματα πληθυσμιακών ομάδων, που εξετάζονται
- ◆ Οι ασάφειες στη διάρκεια και την ένταση της έκθεσης (ημερήσια και συνολική δόση)
- ◆ Η οδός της έκθεσης
- ◆ Ο λανθάνων χρόνος εκδήλωσης των συμπτωμάτων
- ◆ Οι ποικίλες μέθοδοι ποσοτικοποίησης και προσδιορισμού των επιμέρους συμπαράγωγων στα δείγματα που εξετάζονται και
- ◆ Η έλλειψη ενιαίων κριτηρίων αξιολόγησής τους

δυσχεραίνουν τον επακριβή προσδιορισμό του βαθμού έκθεσης των ανθρώπων, μια και εγείρουν αμφισβητήσεις εντός της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, αρκετές φορές δεν αναφέρεται καν η μέθοδος υπολογισμού των συγκεντρώσεων που ανιχνεύονται στα διάφορα δείγματα, με αποτέλεσμα να έχουν παρατηρηθεί διαφορές μέχρι και δύο τάξεις μεγέθους! Αυτός είναι και ο λόγος που στην παρούσα εργασία γίνεται πολύ συχνά παραπομπή στη σχετική βιβλιογραφία, χωρίς να παρατίθενται αριθμητικά δεδομένα, εκτός κάποιων ελαχίστων εξαιρέσεων.

Γενικά αποδεκτή είναι η διαπίστωση ότι ο βαθμός έκθεσης του ανθρώπου εξαρτάται από τη διάρκεια και την ένταση αυτής.

8.2 Τρόποι Εισόδου

Οι οδοί μέσω των οποίων οι άνθρωποι προσλαμβάνουν τις ενώσεις αυτές, κατά τη διάρκεια της εργασίας τους ή κατά τη διάρκεια ατυχημάτων, είναι οι κάτωθι (ATSDR, 1993; NIOSH ιστοσελίδα; OSHA ιστοσελίδα):

- ◆ Κατάποση
- ◆ Εισπνοή
- ◆ Απορρόφηση μέσω του δέρματος
- ◆ Επαφή με το δέρμα και τα μάτια

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι, μολονότι έχει αναγνωριστεί ότι αυτοί οι οδοί συμβάλλουν σημαντικά στην έκθεση των ανθρώπων, δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί η σχετική τους συνεισφορά, κυρίως λόγω των διαφορετικών αναλυτικών μεθόδων (είδος δειγμάτων, μέθοδοι προετοιμασίας δειγμάτων, τεχνικές ανάλυσης, κλπ) που χρησιμοποιούνται και οι οποίες, δεν επιτρέπουν την ποσοτική σύγκριση των μετρήσεων διαφορετικών μελετών και, άρα, την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Η εισπνοή μπορεί να αποτελέσει την εναρκτήρια οδό απορρόφησης ενώ, η δερματική επαφή μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη σωματική επιβάρυνση των εργαζομένων, όσον αφορά στην έκθεση σε PCBs (Wolff, 1985).

Από τη στιγμή που γίνεται η απορρόφηση, οι ενώσεις αυτές περνούν στο κυκλοφορικό σύστημα και μεταφέρονται κατά μήκος του σώματος. Η αρχική κατανομή γίνεται στο ήπαρ και στους μύες και κατόπιν, λόγω της λιποφιλικότητάς τους, συσσωρεύονται στα λίπη και το δέρμα.

Οι ενώσεις αυτές αποβάλλονται μέσω του μεταβολισμού, που λαμβάνει χώρα αρχικά στο ήπαρ, με ρυθμούς που μειώνονται όσο αυξάνει το περιεχόμενο σε χλώριο και ανάλογα πάντα με τις διακυμάνσεις από άνθρωπο σε άνθρωπο (US EPA, 1996).

8.3 Ιστορικό Συμβάντων-Συμπτωματολογία

8.3.1 Ατυχήματα Yusho και Yu-Sheng

Το μεγαλύτερο μέρος της υπάρχουσας γνώσης γύρω από τις “διοξίνες” έχει προέλθει από μελέτες που εκπονήθηκαν εξαιτίας των δύο αυτών ατυχημάτων (Rezziani and Bruppacher, 1985).

Στους νομούς Fukuoka και Nagasaki της δυτικής Ιαπωνίας, συνέβη μαζική δηλητηρίαση, το **1968**, η οποία ονομάστηκε “ασθένεια Yusho”. Η ασθένεια προκλήθηκε από την κατάποση ορυζελαίου, που είχε μολυνθεί από ένα γιαπωνέζικο εμπορικό προϊόν PCBs, το Kanechlor 400, το οποίο χρησιμοποιούταν ως πρόσθετο σε λάδια μεταφοράς θερμότητας. Αργότερα, βέβαια, βρέθηκε ότι, το ορυζέλαιο είχε μολυνθεί και από PCDFs και PCQs. Εως το τέλος του 1982 είχαν αναφερθεί **1788 ασθενείς**.

Εντεκα (11) χρόνια μετά, το **1979**, μια παρόμοια μαζική δηλητηρίαση, λόγω κατάποσης μίγματος PCBs, PCDFs και PCQs συνέβη στην κεντρική Ταϊβάν, που ονομάστηκε αντίστοιχα “ασθένεια Yu-Sheng”. Στις αρχές του 1983 είχαν εντοπιστεί **2060 ασθενείς** (Masuda, 1985).

Τα κλινικά συμπτώματα των δύο ατυχημάτων αποτελούν έκτοτε ένα είδος προφίλ αναφοράς για κάθε παρόμοιο περιστατικό, μια και εξακολουθούν να είναι τα πλέον ακριβή, αναφορικά με:

- ◆ Την ημερήσια λήψη
- ◆ Τη διάρκεια της έκθεσης
- ◆ Τη συνολική δόση
- ◆ Το λανθάνοντα χρόνο των επιδράσεων

Συγκεκριμένα, στον Πίνακα 8-1 παρατίθενται οι μέσες ημερήσιες και συνολικές λήψεις των διαφόρων ενώσεων, αναφορικά με το Yusho (Rezziani and Bruppacher, 1985).

Πίνακας 8-1 Μέσες Ημερήσιες και Συνολικές Λήψεις στο Yusho, Ιαπωνία 1968

	Μέση Ημερήσια Λήψη, mg	Μέση Συνολική Λήψη, mg
PCBs	1,9-8,4	500-805
PCDFs	0,01-0,04	3,2-4,4
PCQs	1,7-7,2	450-756

Σύμφωνα με άλλους (Masuda, 1985), μετρήθηκαν οι κάτωθι τιμές:

Πίνακας 8-2 Συνολικές Λήψεις και Συγκεντρώσεις στο αίμα ασθενών στο Yusho, Ιαπωνία 1968 και Yu-Sheng, Ταϊβάν 1979

	Συνολική Λήψη, mg (Yusho)	Συνολική Λήψη, mg (Yu-Sheng)	Συγκεντρώσεις στο αίμα ασθενών, ppb
PCBs	633	973	1-30*
PCDFs	3,4	3,84	3-1156**

* Οι τιμές αντιστοιχούν σε μετρήσεις που έγιναν πέντε (5) χρόνια μετά το ατύχημα

** Οι τιμές αντιστοιχούν σε μετρήσεις που έγιναν ένα (1) χρόνο μετά το ατύχημα

Τα συμπτώματα του Yusho τροποποιήθηκαν ελαφρώς στα επόμενα 15 χρόνια. Τα δερματικά και οφθαλμολογικά προβλήματα, που ήταν πολύ έντονα στην αρχή, υποχώρησαν σταδιακά ενώ, κάποια άλλα γενικά συμπτώματα (π.χ. νευρολογικά και αναπνευστικά) κυριάρχησαν στα επόμενα χρόνια. Παρόμοια συμπτωματολογία εκδηλώθηκε και στο ατύχημα του Yu-Sheng.

Ο λανθάνων χρόνος των κλινικών συμπτωμάτων ήταν περίπου 2 και 2.7 μήνες για το Yusho και το Yu-Sheng, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 8-3 παρατίθεται η κλινική συμπτωματολογία, για την περίπτωση του Yusho (Rezziani and Bruppacher, 1985).

Πίνακας 8-3 Κλινική Συμπτωματολογία: Yusho 1968-1970

Κατηγορίες Συμπτωμάτων	%
Δερματολογικά	82-89
Οφθαλμολογικά	83-88
Νευρολογικά/γαστροεντερικά/μυϊκά	9-39*
Αναπνευστικά/ανοσολογικά	40
Δυσλειτουργίες του ήπατος και του μεταβολισμού	10
Αναπαραγωγικά	60

* Οι τιμές παρουσιάζουν αυτή τη διακύμανση γιατί αναφέρονται σε πλήθος συμπτωμάτων όπως, πονοκέφαλος, ναυτία, έμετος, διάρροια, αδυναμία, κλπ

Αντίστοιχη συμπτωματολογία παρουσιάστηκε και στο ατύχημα της Ταϊβάν.

Πρέπει να αναφέρουμε, επίσης, ότι η γλωρακμή ήταν από τα βασικά συμπτώματα των πρώτων χρόνων μετά τα ατυχήματα. Η χρόνια βροχίτιδα (40%) και η ακανόνιστη έμμηνος ρύση στο 60% των γυναικών ήταν από τα συμπτώματα, που επίσης παρουσιάστηκαν σε μεγάλα ποσοστά.

Αξιοσημείωτα είναι τα συμπτώματα που εμφάνισαν τα νεογέννητα, που οι μητέρες τους είχαν εκτεθεί σε μεγάλο βαθμό. Τέτοια ήταν τα κάτωθι (Rezziani and Bruppacher, 1985):

- ◆ Δερματικές βλάβες (γλωρακμή)
- ◆ Κάποια νευρολογικά συμπτώματα σε μεταγενέστερες ηλικίες (7 με 9 χρονών)
- ◆ Έλλειψη βάρους
- ◆ Επιπεφυκίτιδα
- ◆ Υψηλά επίπεδα χολερυθρίνης
- ◆ Υποπλασίες
- ◆ Μελάχρωση
- ◆ Ακανόνιστο αριθμό και σχήμα δοντιών

Όσον αφορά στους θανάτους, **112** ασθενείς του Yusho πέθαναν, μέχρι το 1982 (6,26%). Από αυτούς, το **35,4%** πέθαναν λόγω διαφόρων ειδών νεοπλασμάτων. Αντίστοιχα, **24** θάνατοι σημειώθηκαν ανάμεσα σε ασθενείς του Yu-Sheng (1,16%) εξαιτίας, κυρίως, κίρρωσης του ήπατος, ηπατομεγαλίας και άλλων ασθενειών του ήπατος (Masuda, 1985).

Οι συγκεντρώσεις των PCBs στο ήπαρ και σε λιπώδεις ιστούς έξι ασθενών του Yusho, που απεβίωσαν μεταξύ το 1969-1972, ήταν **0,1 και 2,5 ppm**, κατά μέσο όρο αντίστοιχα. Οι μέσες συγκεντρώσεις στο αίμα ήταν **6,7 ppb (N=41)**, πέντε χρόνια αργότερα, που όμως είναι μόλις 2-3 φορές υψηλότερες από εκείνες των μη εκτεθειμένων ατόμων.

Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο αίμα ασθενών του Yu-Sheng ήταν **3-1156 ppb**, τον πρώτο χρόνο από το ατύχημα. Η μεγάλη αυτή διαφορά μπορεί να ερμηνευθεί, ίσως, από το χρόνο λήψης των δειγμάτων.

Οι συγκεντρώσεις των PCDFs στο ήπαρ και σε λιπώδεις ιστούς τριών ασθενών του Yusho, που απεβίωσαν μεταξύ το 1969-1972, ήταν **6-13 ppb και 3-25 ppb**, κατά μέσο όρο αντίστοιχα (Masuda, 1985).

Ωστόσο, πριν κλείσουμε αυτήν την παράγραφο, πρέπει να πούμε ότι οι επιστήμονες δεν θεωρούν ότι τα διαθέσιμα δεδομένα είναι τόσα που να μπορούν να δώσουν ξεκάθαρη κλινική εικόνα και, πολύ περισσότερο, να βοηθήσουν στην εκτίμηση των τυχόν μακροχρόνιων επιδράσεων. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι άνθρωποι εκτέθησαν σε μίγματα PCBs, PCDFs και PCQs δυσχεραίνει την εκτίμηση των επιμέρους συνεισφορών.

8.3.2 Ατύχημα Seveso

Στις 10 Ιουλίου 1976, έγινε ένα βιομηχανικό ατύχημα στην πόλη Seveso, της Ιταλίας, περίπου 30 χλμ από το Μιλάνο, στο εργοστάσιο ICMESA, όπου παρασκευαζόταν τριχλωροφαινόλη. Το αποτέλεσμα ήταν η παραγωγή και απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα σημαντικών ποσοτήτων TCDD.

Αν και υπάρχουν διαφωνίες στις εκτιμήσεις, η πιο πρόσφατη επανεκτίμηση αναφορικά με την ποσότητα TCDD που απελευθερώθηκε είναι 34 κιλά (Bertazzi et al, 1998).

Με δεδομένο ότι είχε ήδη αποδειχτεί σε πειραματόζωα ότι ακόμα και μικρές ποσότητες TCDD προκαλούν μια σειρά δυσμενών επιδράσεων (π.χ στο ήπαρ, στην παραγωγή ενζύμων,

κλπ), ξεκίνησε μια σειρά εκτενών ελέγχων και ερευνών, που συνεχίζονται έως και σήμερα, προκειμένου να μελετηθεί τόσο η οξεία όσο και η χρόνια έκθεση.

Συγκεκριμένα, επειδή οι διοξίνες προκάλεσαν ρύπανση, κυρίως, στο έδαφος, μεγάλες ποσότητες αυτού απομακρύνθηκαν και κάηκαν (Βαλαβανίδης, 1999). Δείγματα εδάφους ελέγχονταν για μεγάλο διάστημα (1976-1986). Ο, δε, τοπικός πληθυσμός (32.000 άτομα), παρακολουθείται έκτοτε συνεχώς, όσον αφορά αντιπροσωπευτικές ασθένειες, κακοήθειες νεοπλασίες, τερατογενέσεις, κλπ (Bertazzi et al, 1998; Ideo et al, 1985).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, με αφορμή την έκρηξη, προχώρησε στη λεγόμενη Οδηγία “Seveso” (Οδηγία 82/501/ΕΟΚ), που αφορά στα βιομηχανικά ατυχήματα.

Λίγες μέρες μετά το ατύχημα, παρουσιάστηκαν δερματικές ανωμαλίες (χλωρακμή, σε περίπου 200 άτομα) σε πολλούς κατοίκους των γύρω περιοχών και, κυρίως, σε παιδιά (Bertazzi et al, 1998). Η ευρύτερα μολυσμένη περιοχή χωρίστηκε σε τρεις (3) ζώνες, ανάλογα με τη συγκέντρωση του εδάφους σε TCDD (Ζώνη Α: υψηλή έκθεση, Ζώνη Β: μέτρια έκθεση και Ζώνη Ρ: χαμηλή έκθεση). Οι κάτοικοι της Ζώνης Α μετακινήθηκαν εντός 15 ημερών από το ατύχημα ενώ, εκείνοι στις Ζώνες Β και Ρ παρέμειναν στα σπίτια τους.

Εκτός από τη χλωρακμή που παρατηρήθηκε, ενήλικες και παιδιά των μολυσμένων περιοχών παρουσίασαν σοβαρές μεταβολές σε διάφορους δείκτες (π.χ D-glucuric acid), καθώς και ηπατικές δυσλειτουργίες ακόμα και μετά από παρέλευση 3 χρόνων από το ατύχημα, όσον αφορά στη χρόνια τοξικότητα (Ideo et al, 1985).

Ωστόσο, τα στοιχεία για βλάβες στο ήπαρ, το ανοσοποιητικό σύστημα, το νευρολογικό και το αναπαραγωγικό δεν ήταν επαρκή (Bertazzi et al, 1998).

Μακροπρόθεσμες μελέτες σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού έδειξαν αυξημένη θνησιμότητα από καρδιοπάθειες και ασθένειες του αναπνευστικού, αλλά αυτές οι συνέπειες αποδόθηκαν στις πιθανές ψυχολογικές συνέπειες που προκάλεσε το ατύχημα (Bertazzi et al, 1998).

Επίσης, βρέθηκαν υψηλά ποσοστά διαβήτη και υψηλή θνησιμότητα λόγω καρκίνων του ήπατος και των εντέρων. Τα τελευταία πιστεύεται ότι οφείλονταν στην έκθεση σε διοξίνες (Bertazzi et al, 1998).

Στις καταγεγραμμένες γεννήσεις μετά το ατύχημα (15.291, στην ευρύτερη περιοχή και 26, στη Ζώνη Α), οι στατιστικές αναλύσεις δεν έδειξαν τερατογενέσεις ή βλάβες, πέραν του

κανονικού. Όσον αφορά, ιδιαίτερα, στη Ζώνη Α, δεν παρουσιάστηκαν βλάβες στα νεογέννητα.

Δυστυχώς, τα αποτελέσματα θεωρούνται ανεπαρκή, μια και κάποιοι επιστήμονες πιστεύουν ότι το χρονικό διάστημα που έχει μεσολαβήσει, δεν είναι ικανό για την εξαγωγή συμπερασμάτων, σε συνδυασμό με το μικρό αριθμό περιπτώσεων, που έχουν παρατηρηθεί.

Τέλος, οι τύποι καρκίνων που βρέθηκαν αυξημένοι σε ποσοστά είναι (Βαλαβανίδης, 1999):

- ◆ Σαρκώματα μαλακών ιστών
- ◆ Λευχαιμίες και
- ◆ Λεμφώματα μη-Hodgkin's.

Μολονότι, τα αποτελέσματα θνησιμότητας από το ατύχημα στο Seveso αντιπροσωπεύουν κάποιον αυξημένο κίνδυνο λόγω έκθεσης σε διοξίνες, δεν μπορούμε με βεβαιότητα να υπολογίσουμε τον ακριβή βαθμό κινδύνου.

8.3.3 Λοιπά Ατυχήματα

Μεταξύ 1981 και 1983 καταγράφηκε μια σειρά ατυχημάτων (Rappe et al, 1985; Elo et al, 1985; Schester and Tiernan, 1985), που συνέβησαν στη Σουηδία, τη Φινλανδία και τις ΗΠΑ, τα οποία μπορούν να διακριθούν στις κάτωθι τρεις κατηγορίες:

- A. Αυταναφλέξεις μετασχηματιστών, που περιείχαν ορυκτέλαια με PCBs
- B. Αναφλέξεις μετασχηματιστών, που περιείχαν ορυκτέλαια με PCBs, λόγω εξωτερικής πυρκαγιάς
- C. Εκρήξεις πυκνωτών

Σχετικές πληροφορίες δίνονται στον κάτωθι Πίνακα 8-4.

Πίνακας 8-4 Ατυχήματα PCBs, 1981-1983

Τοποθεσία	Κατηγορία	Ημερομηνία
Binghamton, NY, ΗΠΑ	B	05.02.1981
Stockholm, Σουηδία	C	25.08.1981
Skovde, Σουηδία (Volvo)	A	19.03.1982
Arvika, Σουηδία (Volvo)	C	Μάϊος 1982
Imatra, Φινλανδία	C	02.08.1982
Helsinki, Φινλανδία	C	Αυγ. 1982
Surahammar, Σουηδία	A	23.09.1982
Hallstahammar, Σουηδία	C	08.11.1982
Railway locomotive, Σουηδία	C	Χειμ. 1982/83
Kisa, Σουηδία	C	25.04.1983
San Francisco, CA, ΗΠΑ	B	15.03.1983
Halmstad, Σουηδία	C	15.08.1983

Πέραν αυτών, πρέπει να προσθέσουμε και άλλα 27 ατυχήματα λόγω διαρροών, πυρκαγιών και εκρήξεων σε πυκνωτές που περιείχαν PCBs, που καταγράφησαν στη Φινλανδία μεταξύ Αυγ. 1982 και Αυγ. 1983, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπήρξαν και άλλα, μια και τα μικρής έκτασης συνήθως δεν αναφέρονται στις αρχές (Elo et al, 1985).

Σε όλα τα ανωτέρω ατυχήματα ανιχνεύθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις PCBs και PCDFs και, σε κάποιες περιπτώσεις, PCDDs και PCBPs.

Στην πλειοψηφία των ανωτέρω συμβάντων, οι άνθρωποι που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν τις πυρκαγιές και να καθαρίσουν τους μολυσμένους χώρους δεν χρησιμοποίησαν αμέσως τον κατάλληλο προστατευτικό εξοπλισμό, λόγω άγνοιας γύρω από τους κινδύνους που ενέχει η έκθεση στις ανωτέρω ενώσεις.

Το αποτέλεσμα ήταν να εμφανίσουν κλινικά συμπτώματα, ανάλογα με αυτά που προαναφέρθηκαν.

8.3.4 Κάτοικοι και Βετεράνοι του Βιετνάμ

Στο Βιετνάμ, κατά τη διάρκεια του πολέμου, οι Αμερικάνοι χρησιμοποίησαν για στρατιωτικούς σκοπούς αποφυλλωτικά ζιζανιοκτόνα (κυρίως το Agent Orange) που περιείχαν μικρές ποσότητες διοξινών.

Συγκεκριμένα, το 10% της συνολικής έκτασης του Ν. Βιετνάμ ψεκάστηκε με φαινοξικά ζιζανιοκτόνα, με ένα 34% αυτών των εδαφών να έχουν ψεκαστεί πάνω από μία φορές. Το Agent Orange, που είναι μίγμα 1:1 του 2,4,5-T και του 2,4-D, με μέση συγκέντρωση TCDD της τάξης των **2 mg/kg (2ppm)**, αποτέλεσε το 60% της συνολικής ποσότητας των 72 εκατ. λίτρων που χρησιμοποιήθηκε.

Το 2,4,5-T είναι γνωστό ότι μολύνεται κατά την παραγωγή του με TCDD, σε ποσοστό που εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πίεση της αντίδρασης. Υπολογίζεται ότι στο Βιετνάμ εναποτέθηκαν περί τα **230 κιλά TCDD** (Kramarova et al, 1998).

Μετά από πολλές συζητήσεις και διαφωνίες ως προς τη σχέση μεταξύ της χρήσης ζιζανιοκτόνων που περιέχουν TCDD και της εμφάνισης κακοηθών νεοπλασιών σε μαλακούς ιστούς και λεμφωμάτων τύπου μη-Hodgkin, ξεκίνησαν ταυτόχρονα σχετικές μελέτες.

Συγκεκριμένα, μελέτες σε βετεράνους του Βιετνάμ, δεν έδειξαν αυξημένο κίνδυνο κακοηθών νεοπλασμάτων. Επίσης, από τις πολυάριθμες έρευνες-τόσο Αμερικανών και Καναδών επιστημόνων, όσο και βιετναμέζων επιστημόνων-στο πληθυσμό του Βιετνάμ, δεν κατέστη δυνατόν να τεκμηριωθούν τα αποτελέσματα, με επιδημιολογικά δεδομένα (Βαλαβανίδης, 1999).

Οι βιετναμέζοι γιατροί βρήκαν, μετά από σχετικές μελέτες, αυξημένες τερατογενέσεις, νευρολογικά και δερματικά νοσήματα, αλλά η μεθοδολογία και οι εκθέσεις δεν ήταν πολύ τεκμηριωμένες, για να συγκριθούν με περιοχές που δεν είχαν εκτεθεί σε διοξίνες (Βαλαβανίδης, 1999).

Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι έρευνες αναφορικά με τις συνέπειες στο περιβάλλον και τους κατοίκους από τη χρήση των ζιζανιοκτόνων συνεχίστηκε τα επόμενα χρόνια, χάρη στην προσπάθεια των καθηγητών Westin και Pfeiffer. Δυστυχώς, όμως, σταμάτησε, κατόπιν άρνησης της τοπικής κυβέρνησης να συνεργασθεί, με αποτέλεσμα οι συνέπειες του πολέμου στο Βιετνάμ να παραμένουν μόνο υποθέσεις, χωρίς την ανάλογη τεκμηρίωση!!!

Ωστόσο, όπως θα δούμε στη συνέχεια, μελέτες περιπτώσεων σε αγρότες και εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής PCBs ή/και φαινοξικών ζιζανιοκτόνων, τόσο στις ΗΠΑ όσο και σε άλλες χώρες, έχουν δείξει -από τα τέλη του '70- ότι υπάρχει σχέση ανάμεσα στην έκθεση στις ενώσεις αυτές και την εμφάνιση κακοηθών νεοπλασιών σε μαλακούς ιστούς και λεμφωμάτων τύπου μη-Hodgkin (Kramarova et al, 1998).

Ο ακριβής προσδιορισμός του κινδύνου, βέβαια, συναντά δυσκολίες, εξαιτίας των προαναφερθέντων λόγων.

8.3.5 Μελέτες σε Εργαζόμενους

Σύμφωνα με μελέτη της NIOSH (Wolff, 1985), περίπου **12.000** εργαζόμενοι εκτέθηκαν σε μεγάλο βαθμό στο χώρο της εργασίας τους **στο διάστημα 1970 και 1976**, κατά τη διάρκεια επισκευών ή εργασιών συντήρησης συσκευών που περιέχουν **PCBs** και εξακολουθούν να είναι σε χρήση.

Αναφορικά με τις **διοξίνες**, στο σύνολό τους, έχουν γίνει **36** έρευνες με **21.863** εργαζόμενους και των δύο φύλων, σε χώρες, όπως οι Η.Π.Α, η Αυστραλία, η Μ.Βρετανία, η Γερμανία, η Αυστρία, η Ολλανδία, η Ν.Ζηλανδία, η Σουηδία, η Ιταλία και η Δανία (Βαλαβανίδης, 1999).

Οι εργαζόμενοι αυτοί απασχολούνταν, κυρίως, σε εργοστάσια παρασκευής φαινοξικών ζιζανιοκτόνων και χλωροφαινολών, με αποτέλεσμα τη μακροχρόνια έκθεσή τους στις ουσίες αυτές και, κατ' επέκταση, σε διοξίνες. Τα επίπεδα έκθεσης, που ανιχνεύτηκαν, ποικίλλουν ανάλογα με τη χώρα (McGregor et al, 1998)

Με βάση δείγματα αίματος, οι συγκεντρώσεις TCDD βρέθηκε να κυμαίνονται από **2** έως **3.400 pg/g lipid** (ισοδυναμεί με ppt). Στις Η.Π.Α. οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις, σε κάποιους εργαζόμενους ήταν **2.000 pg/g lipid** κατά την τελευταία περίοδο της επαγγελματικής τους απασχόλησης/έκθεσης ενώ, σε κάποιους άλλους ήταν **10-200 pg/g lipid**.

Οι συγκεντρώσεις στο αίμα είναι οι πλέον αντιπροσωπευτικές, όσον αφορά στη μακροχρόνια έκθεση που υφίστανται οι εργαζόμενοι, λόγω εισπνοής αέρα. Αντιπροσωπευτικές μετρήσεις, σε ορισμένους εργαζόμενους, που δεν είχαν εκτεθεί σε διοξίνες, έδειξαν **2-7 pg/g lipid** (Βαλαβανίδης, 1999).

Λεπτομερή κλινική εικόνα των εργαζομένων σε εργοστάσιο παραγωγής πυκνωτών δίνει ο Fischbein (Fischbein, 1985). Από τα 326 άτομα του δείγματος της συγκεκριμένης εργασίας, το 90% εργαζόταν πάνω από 5 χρόνια ενώ, το 40% εργαζόταν 20 και παραπάνω χρόνια.

Η συμπτωματολογία που αναφέρθηκε κυριαρχείται από δερματικές ανωμαλίες (περίπου 40%). Ωστόσο, παρατηρήθηκαν και μελάχρωση, σκλήρυνση του δέρματος και αποχρωμάτωση των νυχιών, σε μικρότερα ποσοστά (3%).

Το 39% των ανδρών και το 58% των γυναικών εργαζομένων παρουσίασε νευρολογικά συμπτώματα, όπως:

- ◆ Πονοκέφαλοι, Ζαλάδες, Ναυτία
- ◆ Κατάθλιψη
- ◆ Υπνηλία, Κούραση,
- ◆ Νευρικήτητα, Αϋπνία
- ◆ Απώλεια μνήμης

Γαστροεντερικά συμπτώματα, όπως

- ◆ Ανορεξία
- ◆ Απώλεια βάρους
- ◆ Έμετο
- ◆ Κοιλιακοί πόνοι

αναφέρθηκαν από το 13% των ανδρών και το 23% των γυναικών ενώ, το 48% ανέφερε διαταραχές του αναπνευστικού.

Όσον αφορά στον καρκίνο, κατόπιν συγκρίσεως με το γενικό πληθυσμό που δεν έχει υποστεί παρόμοια μακροχρόνια έκθεση, καθώς και με εργαζόμενους που είχαν υποστεί μικρότερες εκθέσεις, οι ερευνητές πιστεύουν ότι, οι εκθέσεις αυτές είναι πιθανό να σχετίζονται με μικρή αύξηση των θανάτων από κακοήθεις νεοπλασίες και ορισμένα είδη καρκίνου, όπως ο καρκίνος του ήπατος (Βαλαβανίδης, 1999).

8.3.6 Περίπτωση Βελγίου

Στις αρχές του 1999 ξέσπασε μια μεγάλη κρίση στο Βέλγιο, με αφορμή τα ρυπασμένα από διοξίνες κοτόπουλα. Η αιτία, ωστόσο, της κρίσης, με βάση στοιχεία που δόθηκαν από τις

Βελγικές Αρχές και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ήταν η παρουσία PCBs σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις σε λίπος, που προοριζόταν για την παραγωγή ζωοτροφών (Περιφερειακά Τμήματα, 1999; Contamination with dioxin of some Belgian food products ιστοσελίδα).

Το λίπος, η ποσότητα του οποίου εκτιμήθηκε σε περίπου **100 τόννους**, είχε ρυπανθεί, πιθανότατα, από τα προϊόντα Aroclor 1254 και 1260, της εταιρείας Monsanto. Τα προϊόντα αυτά, περιέχουν υψηλά ποσοστά PCDFs (μέχρι 10 mg/Kg) και κατά τη θέρμανσή τους σε θερμοκρασίες 600-700°C, παρουσία αέρα, μετατρέπονται σε PCDFs, με απόδοση μέχρι **25%**.

Η εκδοχή της παρουσίας διοξινών στο λίπος και στις ζωοτροφές, εξαιτίας χρήσης ελαίων, που είχαν προηγουμένως χρησιμοποιηθεί για τηγάνισμα πατάτας-πρακτική, που σύμφωνα με τις Βελγικές Αρχές, είναι συνήθης στη χώρα-θεωρήθηκε ότι στερείται επιστημονικής βάσης. Επίσης, η εκδοχή το πρόβλημα να οφείλεται στην προσθήκη ορυκτελαίων αποκλείστηκε, επειδή δεν μπορεί να εξηγήσει την υψηλή περιεκτικότητα των ζωοτροφών και των προϊόντων ζωϊκής προελεύσεως σε τοξικά ισοδύναμα TCDD.

Από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων δειγμάτων λίπους, ζωοτροφών και προϊόντων ζωϊκής προελεύσεως αποδείχθηκε ότι, κατά την κρίσιμη περίοδο από 16 μέχρι 31 Ιανουαρίου 1999, διατέθηκε για παραγωγή ζωοτροφών ποσότητα **54** περίπου τόννων λίπους, που πιθανότατα είχε μολυνθεί σε μεγάλο βαθμό από PCBs και, κατά συνέπεια, από διοξίνες.

Τα στοιχεία, που οι Βελγικές Αρχές έθεσαν υπόψη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έδειξαν ότι:

- ◆ Δείγματα αυγών έφεραν διοξίνες, σε συγκεντρώσεις-εκπεφρασμένες σε τοξικά ισοδύναμα TCDD-μέχρι και 713 pg/g λίπους (περίπου 4.600 pg ανά αυγό)
- ◆ Δείγματα λίπους κοτόπουλου έφεραν αντίστοιχα, συγκεντρώσεις-πάλι εκπεφρασμένες σε τοξικά ισοδύναμα TCDD-μέχρι και 958 pg/g
- ◆ Δείγματα ζωϊκού λίπους, που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή ζωοτροφών, έφερε συγκεντρώσεις μέχρι 2.613 pg/g

Αντίθετα, σε δείγματα αγελαδινού γάλακτος δεν διαπιστώθηκαν συγκεντρώσεις διοξινών υψηλότερες από εκείνες της βιβλιογραφίας, που οφείλονται στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Τα δείγματα υψηλής περιεκτικότητας σε διοξίνες είχαν και υψηλή περιεκτικότητα σε PCBs.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το οξύ πρόβλημα που δημιούργησε η δέσμευση τεράστιων ποσοτήτων προϊόντων ζωϊκής προελεύσεως και με δεδομένο ότι τα PCBs προσδιορίζονται πιο εύκολα και πιο γρήγορα από τις διοξίνες, οι Βελγικές Αρχές πρότειναν η ενδεχόμενη αποδέσμευση συγκεκριμένων παρτίδων να βασισθεί στα αποτελέσματα του προσδιορισμού συγκεκριμένων PCBs και να λαμβάνει χώρα μόνο όταν η συγκέντρωσή τους είναι χαμηλότερη από ορισμένα όρια. Σε αντίθετη περίπτωση, οι παρτίδες θα παρέμεναν δεσμευμένες μέχρι τον προσδιορισμό των διοξινών – εάν υπήρχαν χρονικά περιθώρια- ή την καταστροφή τους.

Η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων, με βάση τοξικολογικά και άλλα δεδομένα, εισηγήθηκε ως όρια συγκέντρωσης των συγκεκριμένων PCBs, τα κάτωθι:

- ◆ Για τα αυγά, τα κοτόπουλα και τα παράγωγα προϊόντα: 200 ng/g λίπους
- ◆ Για το αγελαδινό γάλα: 100 ng/g λίπους

Με την υιοθέτηση των προτάσεων των Βελγικών Αρχών εκτιμήθηκε τότε ότι θα αντιμετωπιζόταν ταχύτερα η κρίση. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν σχετικές επιδημιολογικές μελέτες, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων, αναφορικά με το βαθμό έκθεσης των ανθρώπων, σε τοπικό και ευρύτερο ευρωπαϊκό επίπεδο.

8.3.7 Βομβαρδισμοί στη Γιουγκοσλαβία

Οι αεροπορικές επιθέσεις του NATO στη Γιουγκοσλαβία, πέρα από τις άμεσες απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και την καταστροφή του κοινωνικού και παραγωγικού ιστού, προκάλεσαν μεγάλη και μη αντιστρεπτή καταστροφή του περιβάλλοντος της χώρας, με πιθανές επιπτώσεις και στις όμορες χώρες της Βαλκανικής.

Μεταξύ των ρύπων, που έγιναν επίκαιροι τότε, ήταν και η ευρύτερη οικογένεια των διοξινών (PCBs, PCDDs και PCDFs).

Δυστυχώς, οι μεσο και μακροπρόθεσμες δυσμενείς επιδράσεις, τόσο στο περιβάλλον, όσο και στους ανθρώπους, δεν έχουν ακόμα εκδηλωθεί και, συνεπώς, ποσοτικοποιηθεί. Προς το παρόν, γίνεται προσπάθεια να εκτιμηθούν οι ποσότητες που απελευθερώθηκαν στο περιβάλλον, κατά τη διάρκεια των βομβαρδισμών χημικών βιομηχανιών και εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε ότι αφορά στην Ελλάδα και το βαθμό έμμεσης ρύπανσης που μπορεί να έχει υποστεί ή να υφίσταται, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί και ποσοτικοποιηθεί.

8.4 Σύγκριση μεταξύ Εκτεθειμένων Εργασιακά Πληθυσμών και Γενικού Πληθυσμού

Ενας από τους λόγους που οι σοβαρά εκτεθειμένες πληθυσμιακές ομάδες, που είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους, αποτέλεσαν αντικείμενο πλήθους μελετών ήταν και ο στόχος να βρεθεί ένας τρόπος πρόβλεψης των δυσμενών επιδράσεων, που μπορεί να παρουσιαστούν στον γενικό πληθυσμό, λόγω της έκθεσής του σε μικρότερο βαθμό.

Παρά το γεγονός ότι, έχουν υπάρξει κατά καιρούς και κάποιες μελέτες που δεν βρίσκουν διαφορές (!) μεταξύ του γενικού πληθυσμού και των υψηλά εκτεθειμένων ομάδων, έχει αποδειχτεί ότι ο μέσος βαθμός έκθεσης σε PCBs και γενικότερα διοξίνες, όπως προκύπτει από πλήθος αναλύσεων αίματος, πλάσματος ή ορού εργαζομένων, είναι περίπου **10 με 1000 φορές μεγαλύτερος** εκείνου που έχει παρατηρηθεί σε μη εκτεθειμένους κατά την εργασία τους ανθρώπους (Wolff, 1985; Κυρτόπουλος, 1999).

8.5 Ορια Έκθεσης των Εργαζομένων

Επειδή, όπως είδαμε ανωτέρω, οι εργαζόμενοι είναι δυνατόν να εκτίθενται είτε κατά τη διάρκεια της εργασίας τους είτε κατά τη διάρκεια ατυχημάτων με τοξικές ουσίες, όπως οι διοξίνες, με κίνδυνο να υποστούν οξεία ή χρόνια βλάβη της υγείας τους, έχει καθιερωθεί να προτείνονται σχετικά όρια έκθεσης, ανά είδος ουσίας.

Αυτά τα όρια ενσωματώνονται στην Εθνική Νομοθεσία κάθε χώρας, γεγονός που αποτέλεσε σημαντικό βήμα για την προστασία της υγείας των εργαζομένων, ανά τον κόσμο, μια και ο ακριβής προσδιορισμός της σχέσης δόσης-αποτελέσματος μιας τοξικής χημικής ουσίας για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύ δύσκολος, όπως αναλύσαμε σε προγενέστερα κεφάλαια.

Παρά το γεγονός ότι, γενικά, οι οριακές τιμές έκθεσης μπορεί να διαφέρουν από χώρα σε χώρα, στην περίπτωση των ενώσεων που μας απασχολούν στην παρούσα εργασία δεν διαπιστώθηκε κάτι τέτοιο.

Με βάση όλες τις μέχρι σήμερα διαθέσιμες πληροφορίες για τα μέλη της οικογένειας των διοξινών από τη βιομηχανική εμπειρία, τις επιδημιολογικές μελέτες και τις βιολογικές-τοξικολογικές έρευνες σε πειραματόζωα, που με μια σειρά παραδοχών προεκτείνονται στις

συνθήκες εργασίας, έχουν καθοριστεί οι οριακές τιμές έκθεσης που παρατίθενται στον κάτωθι Πίνακα 8-5.

Πίνακας 8-5 Οριακές Τιμές Έκθεσης σε Χλωροδιφαινύλια (42% & 54%) και σε 2,3,7,8-TCDD

Ουσία	CAS #	OSHA PEL TWA	NIOSH REL TWA	ACGIH TLV	IDLH
Χλωροδιφαινύλιο (42% χλώριο)	53469-21-9	1 mg/m ³ (δέρμα)	0,001 mg/m ³ (Ca)	1 mg/m ³ (δέρμα)	5 mg/m ³ (Ca)
Χλωροδιφαινύλιο (54% χλώριο)	11097-69-1	0,5 mg/m ³ (δέρμα)	0,001 mg/m ³ (Ca)	0,5 mg/m ³ (δέρμα)	5 mg/m ³ (Ca)
2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	Κανένα	Ca	Κανένα	(Ca) Δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί

Η επισήμανση “**δέρμα**” χρησιμοποιείται για να δηλώσει τη σημαντική συμβολή της δερματικής οδού στη συνολική έκθεση, συμπεριλαμβανομένων και των βλεννογόνων ιστών και των οφθαλμών, είτε μέσω επαφής με ατμούς είτε μέσω απ’ ευθείας επαφής με την ουσία.

Η επισήμανση “**Ca**” χρησιμοποιείται για να δηλώσει ότι οι ανωτέρω ουσίες θεωρούνται δυνητικά καρκινογόνα.

Ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων **IDLH** (Immediately Dangerous to Life or Health) αποσκοπεί στο να εξασφαλιστεί η ασφαλής διαφυγή των εργαζομένων από μολυσμένο περιβάλλον, στην περίπτωση αποτυχημένης λειτουργίας των προστατευτικών αναπνευστικών συσκευών.

Για τυχόν περισσότερες πληροφορίες, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση των στοιχείων του Πίνακα 8-5 είναι οι εξής:

- ♦ Η τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Εταιρείας Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) με τίτλο “Threshold Limit Values (TLVs) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices (BEIs)”. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η ελληνική έκδοση “Οριακές Τιμές (TLVs) Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες

Βιολογικής Έκθεσης (BEIs)”, 1999, για την έκδοση της οποίας είναι υπεύθυνο το ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

- ◆ Η ιστοσελίδα του οργανισμού Occupational Safety and Health Administration (OSHA) σε συνδυασμό με το εγχειρίδιο “OSHA Regulated Hazardous Substances”
- ◆ Η ιστοσελίδα του Αμερικάνικου Εθνικού Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγιεινής (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) σε συνδυασμό με το εγχειρίδιο “NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards”

8.6 Μέτρα Υγιεινής & Ασφάλειας -Πρώτες Βοήθειες

8.6.1 Ιατρική Επίβλεψη

Οι εργαζόμενοι που μπορεί να εκτεθούν σε κίνδυνο, λόγω εργασιών με συσκευές που περιέχουν PCBs ή, γενικά, εργασιών που απαιτούν επαφή με αυτά, πρέπει να παρακολουθούνται στενά από ιατρικής σκοπιάς, προς αποφυγή ασθενειών ή τραυματισμών στον εργασιακό χώρο.

Επίσης, οι εργασίες αυτού του είδους πρέπει να γίνονται μόνο από άτομα που έχουν πληροφορηθεί για τον κίνδυνο και γνωρίζουν τον αντίστοιχο τρόπο προστασίας.

Ο ιατρός εργασίας πρέπει να καθορίζει, κατόπιν λεπτομερειακού ιατρικού ελέγχου, ποια άτομα είναι κατάλληλα ή όχι να ασχολούνται σε περιοχές κινδύνου από PCBs, πριν την ανάληψη τέτοιων καθηκόντων. Οι ιατρικές εξετάσεις πρέπει να εστιάζουν στον έλεγχο της κατάστασης και λειτουργίας του ήπατος, του δέρματος και του αίματος.

Ακατάλληλα κρίνονται τα άτομα που πάσχουν από (Χατζής, 1992) :

1. παθήσεις των ανώτερων αεροφόρων οδών
2. δερματοπάθειες
3. χρόνιες συστηματικές παθήσεις.

Ο ιατρός εργασίας πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τη συχνότητα, την ένταση και τη διάρκεια της έκθεσης.

Τέλος, πρέπει να διενεργούνται προληπτικές ιατρικές εξετάσεις, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Όταν δεν υπάρχουν σχετικά standards, συνιστάται έλεγχος κάθε 3-5 χρόνια ή όταν το κρίνει αναγκαίο ο ιατρός εργασίας.

8.6.2 Μέσα Ατομικής Προστασίας

Κατά τη διαχείριση PCBs ή συσκευών που τα περιέχουν είναι αναγκαία η χρήση των κάτωθι ατομικών μέσων προστασίας, ανάλογα με το είδος της εργασίας (Τολάκη, 1997; ΔΕΗ, 1995; OSHA ιστοσελίδα):

- ♦ ειδικές φόρμες μιας χρήσης, ολόσωμες, από πλαστικό, λείας επιφάνειας, αδιάβροχες, ανθεκτικές στα PCBs, με κουκούλα του ίδιου υλικού
- ♦ γάντια, κατά προτίμηση συγκολλημένα στην ανωτέρω φόρμα, από οξεικό PVC
- ♦ καλύμματα, με λάστιχο συγκράτησης, για την κάλυψη των υποδημάτων
- ♦ λευκά γυαλιά, τύπου μάσκας, με πλευρική προστασία, που επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση και γυαλιών απορροφητικών ή διορθωτικών, για προφύλαξη των ματιών από εκτινάξεις σταγονιδίων PCBs
- ♦ μάσκες ημίσεως ή ολοκλήρου προσώπου, με ειδικά χημικά φίλτρα για την κατακράτηση των τοξικών αερίων και ατμών.

8.6.3 Γενικοί Κανόνες Ατομικής Προστασίας

Κατά την εργασία με PCBs, απαιτείται προσοχή ώστε (Χατζής, 1992; OSHA ιστοσελίδα):

- ♦ να αποφεύγεται κάθε επαφή με το δέρμα, τα μάτια και τα ενδύματα, καθώς και η κατάποση ή η εισπνοή ατμών και σκόνης, μέσω της χρήσης των ανωτέρω μέσων ατομικής προστασίας
- ♦ να προστατεύονται τα χέρια, πριν την εργασία, με ειδικές προστατευτικές αλοιφές
- ♦ να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στους γενικούς κανόνες υγιεινής (καθαριότητα σώματος, ενδυμάτων και χώρου εργασίας)

- ♦ να πλένονται καλά το πρόσωπο, ο λαιμός και τα χέρια με ζεστό νερό και σαπούνι, κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων της εργασίας αλλά και στο τέλος αυτής
- ♦ να απαγορεύεται το κάπνισμα στους χώρους εργασίας, η λήψη τροφής ή υγρών, αλλά ακόμα και η φύλαξη τροφίμων στους χώρους αυτούς
- ♦ να αποσύρονται άμεσα τα μολυσμένα ρούχα και να λαμβάνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις για την ασφαλή απομάκρυνση των τοξικών ουσιών από αυτά

8.6.4 Πρώτες Βοήθειες

- **Περίπτωση επαφής με το δέρμα**

Απαιτείται η χρήση άφθονου νερού και κατόπιν πλύσιμο με ζεστό νερό και σαπούνι (OSHA ιστοσελίδα). Εάν ο ερεθισμός επιμένει ακόμα και μετά το πλύσιμο, απαιτείται ιατρική βοήθεια (ΔΕΗ, 1995).

- **Περίπτωση επαφής με τα μάτια**

Απαιτείται άμεση οριζοντίωση του ατόμου και προστασία του μη προσβληθέντος οφθαλμού. Κατόπιν, επιβάλλεται επιμελημένο πλύσιμο, με ειδική φιάλη πλύσεως οφθαλμών (αν υπάρχει) και διάλυμα 3% βορικού οξέος θερμοκρασίας δωματίου ή με διάλυμα 1,3% χλωριούχου νατρίου ή ακόμη και με τρεχούμενο νερό, σε περίπτωση ανάγκης.

Τέλος, απαιτείται άμεση μεταφορά για οφθαλμολογική περίθαλψη, με γνωστοποίηση της βλαπτικής ουσίας (Χατζής, 1992).

- **Περίπτωση εισπνοής ατμών**

Απαιτείται μεταφορά στον καθαρό αέρα και, ενδεχομένως, χορήγηση οξυγόνου (Χατζής, 1992). Το άτομο πρέπει να παραμείνει ζεστό και σε θέση ανάπαυσης, μέχρι να έρθει ιατρός (ΔΕΗ, 1995).

- **Περίπτωση κατάποσης**

Απαιτείται η άμεση κλήση ιατρού. Σε περίπτωση που ο ιατρός καθυστερήσει, συνιστάται η πρόκληση έμετου (ΔΕΗ, 1995).

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

9.1 Προβλήματα κατά την Εκτίμηση Επικινδυνότητας

Η εκτίμηση επικινδυνότητας, αναφορικά με την TCDD και τις λοιπές παρόμοιες-με-διοξίνη ενώσεις, αποτελεί σημαντικό τεχνικό και επιστημονικό πρόβλημα, μια και απαιτεί το συνδυασμό πληθώρας πολύπλοκων δεδομένων.

Όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 3, η TCDD και οι υπόλοιπες παρόμοιες-με-διοξίνη ενώσεις προκαλούν πλήθος καρκινογόνων και μη επιδράσεων στα πειραματόζωα και τους ανθρώπους. Οι ομοιότητες που παρατηρούνται στην τοξικότητά τους οφείλονται στον κοινό μηχανισμό δράσης τους, μέσω της πρόσδεσής τους στον υποδοχέα των αρυλ-υδρογονανθράκων (Ah receptor), όπως είδαμε αναλυτικότερα στην παρ. 3.3.

Ο κοινός αυτός μηχανισμός, σε συνδυασμό με την εμφάνιση των ενώσεων αυτών στο περιβάλλον με τη μορφή σύνθετων μιγμάτων, οδήγησε τη διεθνή επιστημονική κοινότητα στην υιοθέτηση των TEFs (Toxic Equivalency Factors), που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην παρ. 3.4, προκειμένου να εκτιμηθεί η επικινδυνότητά τους.

Οι εξαιρετικά, όμως, χαμηλές εκθέσεις που έχουν παρατηρηθεί τόσο στο φυσικό, όσο και στο εργασιακό περιβάλλον, ο μικρός-συγκριτικά- αριθμός περιπτώσεων κακοηθών νεοπλασιών, καθώς και η μη πλήρης κατανόηση των μηχανισμών της καρκινογόνου δράσης, δυσχεραίνει την προσπάθεια εκτίμησης του κινδύνου (Βαλαβανίδης, 1999).

Το γεγονός, τέλος, ότι η εκτίμηση επικινδυνότητας απαιτεί να λάβει υπόψη της, εκτός από το γενικό πληθυσμό και τις ειδικές πληθυσμιακές ομάδες που είδαμε διεξοδικότερα στο Κεφάλαιο 8, έχει ως αποτέλεσμα να αποτελεί ένα είδος πρόκλησης για τους επιστήμονες, οι οποίοι καλούνται να προχωρήσουν πέρα από τις εμπειρικές παρατηρήσεις και να βγάλουν συμπεράσματα και για διαστάσεις του θέματος, που δεν έχουν πιθανόν ακόμα παρατηρηθεί.

Χαρακτηριστικό δείγμα της πολυπλοκότητας που διέπει τη διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας αποτελούν οι διαφορετικές προσεγγίσεις του προβλήματος, που ακολουθούν οι διάφοροι οργανισμοί και οι οποίες θα συζητηθούν στη συνέχεια.

9.2 Σημερινή κατάσταση

Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα από πειραματικές και επιδημιολογικές μελέτες και στο πλαίσιο των προαναφερθέντων προβλημάτων, η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) προέβη, πρόσφατα, στην επανεκτίμηση της επικινδυνότητας των διοξινών και στον προσδιορισμό της λεγόμενης **Ανεκτής Ημερήσιας Λήψης** (Tolerable Daily Intake, **TDI**) (WHO, 1998; Κυρτόπουλος, 1999).

Η **Ανεκτή Ημερήσια Λήψη** αποτελεί μία εκτίμηση της ποσότητας ενός ρύπου, εκφρασμένη σε βάρος σώματος, που μπορεί να λαμβάνεται καθημερινά από έναν άνθρωπο, κατά τη διάρκεια της ζωής του, χωρίς αξιόλογο κίνδυνο για την υγεία του (Κρόκος, 1999).

Ξεκινώντας από το γεγονός ότι, ο πιο ευαίσθητος δείκτης της τοξικότητας των ενώσεων αυτών (εκτός από τον καρκίνο) είναι η τοξικότητα του αναπαραγωγικού συστήματος, ως TDI για τον άνθρωπο υπολογίσθηκε μία έκθεση μεταξύ

1 έως 4 pg TEQ_{DFP} -WHO₉₈ / kg βάρους σώματος/ημέρα

αντί της προηγούμενης τιμής των **10 pg TEQ_{DFP} -WHO₉₈ /kg βάρους σώματος/ημέρα** (WHO, 1998; Κρόκος, 1999; Κυρτόπουλος, 1999).

Στην τελική έκθεση της WHO (WHO, 1998) επισημαίνεται ότι, η ανωτέρω τιμή αναφέρεται σε συνεχή έκθεση για παρατεταμένη περίοδο, που αντιπροσωπεύει μεγάλο μέρος της συνολικής διάρκειας ζωής, οπότε βραχυχρόνιες αποκλίσεις από αυτά τα όρια δεν αναμένεται να έχουν αξιόλογες επιδράσεις (Κυρτόπουλος, 1999).

Παρά το γεγονός ότι, η EPA στην πρόσφατη μελέτη της (US EPA, 2000) προσεγγίζει τους κινδύνους μέσω του λεγόμενου **Margin of Exposure** (M.O.E), που εκφράζει το βαθμό έκθεσης ως προσθετικό ποσοστό επί της έκθεσης υποβάθρου ενώ, η ATSDR (ATSDR, 1999) χρησιμοποιεί το λεγόμενο **Minimal Risk Level** (M.R.L), τα αντίστοιχα όρια που καθορίστηκαν βρίσκονται σε συμφωνία μεταξύ τους (M.R.L: 1 pg TEQ/ kg βάρους σώματος/ημέρα).

Η χρήση ενός εύρους τιμών, αντανακλά την αβεβαιότητα που υπάρχει αναφορικά με τη σχετική ευαισθησία των διαφόρων ειδών, ως προς την εμφάνιση των επιμέρους τοξικών επιδράσεων. Οι άνθρωποι βρίσκονται στο μέσον, περίπου, της κλίμακας ευαισθησίας, που έχει παρατηρηθεί.

Μολονότι, στα παραπάνω όρια έχει ήδη ενσωματωθεί ένα περιθώριο ασφαλείας, αξίζει να σημειωθεί ότι βρίσκονται ανησυχητικά κοντά στα επίπεδα έκθεσης του γενικού πληθυσμού, που είδαμε στην παράγραφο 7.1 (Average Daily Intake, **ADI**: 1-3 $\mu\text{g TEQ}_{\text{DFP}} - \text{WHO}_{98}$ /kg βάρους σώματος/ ημέρα), μια και κάποιες υποομάδες ή μεμονωμένα άτομα μπορεί να υφίστανται ήδη κάποιες οριακές τοξικές επιδράσεις, γεγονός που επιβάλλει την περαιτέρω μείωση της έκθεσης σε επίπεδα χαμηλότερα του

1 $\mu\text{g TEQ}_{\text{DFP}} - \text{WHO}_{98}$ /kg βάρους σώματος/ ημέρα

με λήψη μακροπρόθεσμων μέτρων.

Ωστόσο, όσον αφορά στα PCBs που αφενός, η τοξικολογική τους δράση δεν βασίζεται στο μηχανισμό πρόσδεσης στον Ah υποδοχέα- οπότε δεν ισχύει το TEF- και αφετέρου, οι περισσότερες σχετικές τοξικολογικές μελέτες έχουν βασιστεί σε εμπορικά σκευάσματα και όχι σε μεμονωμένα συμπαράγωγα, ο ορισμός του TDI δεν έχει πρακτική εφαρμογή.

Θα είχε πρακτική εφαρμογή εάν, η σύσταση των PCBs που βρίσκονται στο περιβάλλον παρουσίαζε ομοιότητες με κάποιο από τα εμπορικά σκευάσματα. Αυτό, όμως, δεν ισχύει λόγω διαφορετικών φυσικοχημικών ιδιοτήτων και σταθερότητας, με συνέπεια ο άνθρωπος να εκτίθεται, τελικά, σε μίγμα PCBs, με διαφορετική σύσταση από εκείνην οποιουδήποτε εμπορικού σκευάσματος.

Κατά συνέπεια, η επικινδυνότητα των περιβαλλοντικών μιγμάτων των PCBs είναι δυνατόν να εκτιμηθεί μόνο εάν συνυπολογιστεί τόσο το εύρος δραστηριότητας των εμπορικών σκευασμάτων, όσο και μια σειρά άλλων παραμέτρων, όπως η παραμονή στο περιβάλλον, η βιοσυσσωρευση, η παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων συμπαράγωγων που έχουν επιδείξει καρκινογόνο δράση, ο αριθμός και η θέση ατόμων χλωρίου στα συμπαράγωγα, κλπ (US EPA, 1996; Κρόκος, 1999).

Στη Βρετανία (Κρόκος, 1999) έχουν θεσπιστεί τα κάτωθι **LOAELs** (Lowest Observed Adverse Effect Levels), αναφορικά με τα εμπορικά προϊόντα PCBs:

- ♦ για επίδραση στο δέρμα και στο ανοσοποιητικό σύστημα 5μg Aroclor 1254/kg βάρους σώματος/ημέρα
- ♦ για επίδραση στο σύστημα αναπαραγωγής 5 έως 30 μg Aroclor 1254 /kg βάρους σώματος/ημέρα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, μέχρι σήμερα δεν έχουν καθιερωθεί, για το σύνολο των διοξινών, τα NOEL και NOAEL όρια (No Observed Effect Level/No Observed Adverse Effect Level) (US EPA, 2000).

9.3 Εκτίμηση Επικινδυνότητας για Κακοήθη Νεοπλάσματα

Όσον αφορά στους κινδύνους καρκινογόνου δράσης, με βάση τις δοσολογικές σχέσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πειραματόζωα και την υπόθεση ότι οι άνθρωποι παρουσιάζουν παρόμοια ευαισθησία, η EPA υπολόγισε ότι η ισόβια έκθεση σε **0,01 pg TEQ_{DFP} –WHO₉₈ /Kg βάρους σώματος/ημέρα** αρκεί να προκαλέσει έναν επιπλέον καρκίνο ανά ένα (1) εκατομμύριο ανθρώπων (Κυρτόπουλος, 1999).

Με χρήση της ανωτέρω τιμής κινδύνου, που βρίσκεται (US EPA, Fact Sheet, Sep. 1999) σε αποδεκτά-κατά την EPA-επίπεδα (αποδεκτές τιμές κινδύνου: 10^{-4} - 10^{-6}), σε συνδυασμό με την ημερήσια λήψη διοξινών μέσω διατροφής, από έναν μέσο ενήλικα πολίτη βιομηχανοποιημένης χώρας (ADI: 1-3 pg TEQ_{DFP} –WHO₉₈ /kg βάρους σώματος/ ημέρα) καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι θα μπορούσαν να προκύψουν **100-300 επιπλέον θάνατοι από καρκίνο**, ανά ένα (1) εκατομμύριο ανθρώπων, σε περίοδο 70 χρόνων, εξαιτίας της έκθεσής τους σε διοξίνες.

Στο σύνολο, λοιπόν, του πληθυσμού των ΗΠΑ-ήτοι 260 εκατ.-ο κίνδυνος υπολογίστηκε σε 26.000-78.000 επιπλέον καρκίνους, για διάρκεια ζωής 70 χρόνων ή 371-1.114 επιπλέον καρκίνους, ανά χρόνο. Κάνοντας χρήση των στοιχείων του 1995, αναφορικά πάντα με τις Η.Π.Α, ήτοι 1.252.000 νέες περιπτώσεις καρκίνου, καταλαβαίνουμε ότι το ποσοστό καρκίνων από πρόσληψη διοξινών μέσω της διατροφής, ανέρχεται σε **0,03 %-0,09%** (Κυρτόπουλος, 1999; Βαλαβανίδης, 1999).

Για συγκριτικούς σκοπούς, παρατίθενται κατωτέρω τα αντίστοιχα ποσοστά καρκίνων από:

- ♦ Λιπαρές τροφές, καρκινογόνες ουσίες του μαγειρέματος, πρόσθετα, ρύποι, κλπ: **40%**
- ♦ Κάπνισμα: **35%**

Πρέπει, ωστόσο, να τονιστεί ότι οι ανωτέρω εκτιμήσεις αυτού του είδους είναι θεωρητικές, μια και οδηγούμαστε σε αυτές μέσω τοξικολογικών στοιχείων από πειραματόζωα, με υψηλές συγκεντρώσεις καρκινογόνων ουσιών. Όσον αφορά, δε, στη μεθοδολογία και τα προβλήματα προέκτασης των αποτελεσμάτων στον άνθρωπο, υπάρχουν ακόμα πολλές αντιρρήσεις και αμφιβολίες ανάμεσα στους επιστήμονες (Βαλαβανίδης, 1999).

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση των επιδράσεων των παρόμοιων-με-διοξίνη ενώσεων στους ανθρώπους, ειδικά όσον αφορά σε εκείνα τα επίπεδα έκθεσης που βρίσκονται πολύ κοντά στα σημερινά επίπεδα της έκθεσης υποβάθρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΙΣΧΥΟΝ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

10.1 Γενικά

Το πρώτο κράτος που εισήγαγε αυστηρό έλεγχο των PCBs, ήταν η Ιαπωνία, με τη θέσπιση και εφαρμογή του Νόμου 117 (Law 117, Law Concerning the Examination and Regulation of Manufacture of Chemical Substances), το 1973. Ακολούθησαν οι Η.Π.Α, το 1978, ο Καναδάς και η Γερμανία, το 1978 και η Μ.Βρετανία, το 1980, με μια σειρά νομοθετικών ρυθμίσεων αναφορικά με τη χρήση και διαχείριση των PCBs και των συσκευών που τα περιέχουν.

Σήμερα, τα περισσότερα μέλη του ΟΟΣΑ (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) διαθέτουν το απαραίτητο νομοθετικό πλαίσιο για τη χρήση και διαχείριση των PCBs (Silberhorn, 1995).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο που αποσκοπεί στον περιορισμό των εκπομπών PCDDs και PCDFs από μια σειρά πηγών (π.χ. η αποτέφρωση αστικών στερεών, νοσοκομειακών και επικίνδυνων αποβλήτων, κλπ), που παρουσιάστηκαν διεξοδικά στην παρ. 4.2, αναπτύχθηκε κατά τη δεκαετία του '80 (US EPA, 2000).

Στις παραγράφους που ακολουθούν, γίνεται προσπάθεια να δοθεί σφαιρικά το ισχύον καθεστώς στις Η.Π.Α και την Ε.Ε. Αναφορά γίνεται και στις ενέργειες που έχουν γίνει έως σήμερα από πλευράς Ο.Ο.Σ.Α.

10.2 Η.Π.Α

Η EPA, το 1978, σε μια προσπάθεια να περιορίσει την παραγωγή, εισαγωγή, χρήση και διάθεση των PCBs και των μολυσμένων-από αυτά- συσκευών και αντικειμένων, εξέδωσε το Νόμο "Toxic Substances Control Act" (TSCA), στο πλαίσιο του οποίου αναπτύχθηκαν οι κανονισμοί **40 CFR, Part 761**.

Οι κανονισμοί αυτοί, κάνουν διάκριση των αποβλήτων PCBs σε τρεις κατηγορίες:

- ♦ τα ίδια τα PCBs
- ♦ τις συσκευές που περιέχουν PCBs (PCB articles), όπως οι μετασχηματιστές, οι πυκνωτές, κλπ
- ♦ τα PCB containers.

Αξίζει να αναφερθεί ότι και στις τρεις ανωτέρω κατηγορίες γίνονται περαιτέρω διακρίσεις, ανάλογα με τις περιεχόμενες συγκεντρώσεις των PCBs. Για παράδειγμα, οι μετασχηματιστές (Μ/Σ) διακρίνονται σε:

- PCBs Μ/Σ, εάν περιέχουν PCBs σε συγκέντρωση 500ppm και πάνω
- Μ/Σ ρυπασμένοι με PCBs, εάν περιέχουν PCBs σε συγκέντρωση μεταξύ 50 και 500 ppm.

Σύμφωνα με το νόμο TSCA, δεν απαιτείται πρόωρη απόσυρση των PCBs και των συσκευών που περιέχουν PCBs. Ωστόσο, όταν απαιτείται η διάθεση και καταστροφή τους, ισχύουν τα προδιαγραφόμενα στο υποσύνολο 40 CFR 761.60.

Όσον αφορά στις αποδεκτές- κατά EPA- μεθόδους διάθεσης, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 10-1 στο τέλος του παρόντος κεφαλαίου, αυτές καθορίζονται από τις συγκεντρώσεις των PCBs στα απόβλητα που πρόκειται κάθε φορά να καταστραφούν.

Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι οι εγκεκριμένες, κατά EPA 40 CFR 761, μέθοδοι διάθεσης των PCBs και των μολυσμένων από αυτά συσκευών είναι:

- η αποτέφρωση (incineration)
- η καύση σε υψηλής απόδοσης λέβητα (combustion in a high efficiency boiler)
- η υγειονομική ταφή (chemical waste landfilling)
- άλλες μέθοδοι, όπως η χημική αποχλωρίωση (chemical dechlorination), υπό την προϋπόθεση ότι έχουν εγκριθεί από την EPA (other approved by EPA methods).

Ωστόσο, η- κατά προτίμηση- μέθοδος διάθεσης είναι η αποτέφρωση, σε 1.200°C ή σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Για περισσότερες λεπτομέρειες, σχετικά με τις διάφορες μεθόδους που εφαρμόζονται κατά περίπτωση, παραπέμπουμε στο Code of Federal Regulations, **40 CFR, Part 761** και τα υποσύνολά του.

Αναφορικά με τις PCDDs και τα PCDFs, η EPA έχει ξεκινήσει από το 1984 μια προσπάθεια, όσον αφορά στον περιορισμό των εκπομπών τους από μια σειρά πηγών στα διάφορα περιβαλλοντικά μέσα (αέρας, νερό, έδαφος). Ανάλογα με το περιβαλλοντικό μέσο που υφίσταται τη ρύπανση, έχουν γίνει τα κάτωθι (US EPA, Information Sheet 4, 2000):

♦ Ποσότητες που απελευθερώνονται στον Αέρα

Με δεδομένο ότι, η αποτέφρωση αστικών και νοσοκομειακών αποβλήτων αποτελούν τις δύο πιο σημαντικές κατηγορίες βιομηχανικών διαδικασιών που ευθύνονται για την απελευθέρωση διοξινών και φουρανίων στο περιβάλλον, η EPA θέσπισε το Νόμο “**Clean Air Act**” (CAA), την προηγούμενη δεκαετία, με αποτέλεσμα οι αντίστοιχες εκπομπές να μειωθούν έκτοτε σημαντικά.

Περαιτέρω μείωση λαμβάνει χώρα, ως αποτέλεσμα της εφαρμογής νέων, πιο αυστηρών, κανονισμών, στο πλαίσιο αναθεωρήσεων του ανωτέρω νόμου.

Ο CAA εισάγει την έννοια της θέσπισης ορίων εκπομπών για τις διοξίνες και άλλους επικίνδυνους μολυντές του αέρα, με βάση την τεχνολογία Maximum Achievable Control Technology, MACT. Οι κανονισμοί που δημοσιεύτηκαν από την EPA στο πλαίσιο του ανωτέρω Νόμου το 1995, για τους αποτεφρωτήρες αστικών αποβλήτων και, το 1997, για τους αποτεφρωτήρες νοσοκομειακών αποβλήτων, στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών διοξινών, από τις ανωτέρω δύο κατηγορίες, κατά **95%**, συγκριτικά με τις εκπομπές του 1987.

Μέσα στο πλαίσιο της CAA και του Νόμου “**Resource Conservation and Recovery Act**” (RCRA), η EPA πρόσφατα έθεσε σε εφαρμογή κανονισμούς, αναφορικά με τις εγκαταστάσεις που καίνε επικίνδυνα απόβλητα. Η πλήρης εφαρμογή των ανωτέρω κανονισμών αναμένεται να μειώσει στο ελάχιστο τις αέριες εκπομπές διοξινών, από τις βασικές κατηγορίες πηγών τους.

Για περισσότερες πληροφορίες, αναφορικά με τις κατηγορίες εγκαταστάσεων και τα όρια εκπομπής των διοξινών, παραπέμπουμε στην ιστοσελίδα της EPA.

♦ Ποσότητες που απελευθερώνονται στα Νερά

Οι ποσότητες των PCBs και των διοξινών που απελευθερώνονται στα νερά διέπονται από το Νόμο “**Clean Water Act**” (CWA), με βάση τον οποίον η EPA εξέδωσε το 1984 κριτήρια ποιότητας υδάτων, αναφορικά με τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, την 2,3,7,8-TCDD και μια πληθώρα άλλων τοξικών χημικών ρύπων, τα οποία έχουν ως στόχο να αποτελέσουν οδηγό για τις επιμέρους Πολιτείες, προκειμένου αυτές να καθορίσουν τα δικά τους πρότυπα.

Το 1993, η EPA πρότεινε οριακές τιμές συγκεντρώσεων διοξινών στα απόβλητα των χαρτοβιομηχανιών, οι οποίες στηρίζονταν στη χρήση της τεχνολογίας Best Available Control Technology, BACT, όπως αυτή ορίζεται από τη CWA. Η εφαρμογή τους αναμένεται ότι θα μειώσει τις εκλύσεις διοξινών, από αυτές τις βιομηχανίες που θεωρούνται η χειρότερη πηγή μόλυνσης των υδάτων, κατά 96%, συγκριτικά με τις εκπομπές του 1987.

Προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα του πόσιμου νερού, η EPA δημοσίευσε, το 1992, το Νόμο “**Safe Drinking Water Act**” (SDWA), στον οποίον καθορίζονται τα λεγόμενα **Maximum Contaminant Level (MCL)**, καθώς και το **Maximum Contaminant Level Goal (MCLG)**, το οποίο είναι εθελοντικό.

Μέχρι και σήμερα (US EPA, Summer 2000) ισχύουν τα κάτωθι:

Πίνακας 10-2 Θεσμοθετημένα, από την EPA, Ορια για την Ποιότητα του Πόσιμου Νερού

Χημική Ουσία	MCLG (mg/l)	MCL (mg/l)
Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)	Μηδέν	0,0005
2,3,7,8-TCDD (Διοξίνη)	Μηδέν	3×10^{-8}

Αναφορικά με τα κριτήρια ποιότητας υδάτων, στο σύνολό τους, για τα PCBs ισχύουν επιπλέον και τα εξής (Silberhorn, 1995; US EPA, Fact Sheet Sep. 1999):

- ♦ Continuous chronic criteria (freshwater aquatic life): 0,014 $\mu\text{g/l}$
- ♦ Continuous chronic criteria (saltwater aquatic life): 0,03 $\mu\text{g/l}$

♦ Μόλυνση Εδάφους

Για τον περιορισμό και την αποφυγή της μόλυνσης του εδάφους από διοξίνες εφαρμόζονται οι κανονισμοί “**Hazardous Waste Identification and Disposal Rules**”, καθώς και ο προαναφερθείς “**Toxic Substances Control Act**” (TSCA).

10.3 Ο.Ο.Σ.Α

Υστερα από το μεγάλο ατύχημα του Yusho που συνέβη το 1968 στην Ιαπωνία, το Συμβούλιο του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, ΟΟΣΑ, λαμβάνει απόφαση περιορισμού της παραγωγής και χρήσης των PCBs, στις 13.02.1973.

Το 1989, υπογράφεται η Σύμβαση της Βασιλείας που διέπει τις διασυνοριακές μεταφορές επικίνδυνων αποβλήτων. Ακολουθεί ο ΟΟΣΑ, το 1992.

10.4 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ, Ε.Ε

10.4.1 Γενικά

Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία αναφορικά με θέματα διαχείρισης αποβλήτων, γενικά, είναι σχετικά πρόσφατη, μια και η απαρχή της οριοθετείται το 1972 με τη θέσπιση της “Deposit of Poisonous Wastes Act”, με αιτία την απόρριψη κυανιδίων στη Μεσόγειο θάλασσα (Χαλουλάκου, 1999).

Στη συνέχεια, το 1974 αναπτύχθηκε η “Control of Pollution Act” και ξεκίνησε η θέσπιση πλήθους άλλων κανονισμών, οδηγιών και αποφάσεων, με σκοπό την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

Ωστόσο, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και του κατακερματισμού της ευρωπαϊκής νομοθεσίας, καθώς και του γεγονότος ότι οι τοξικές χημικές ενώσεις που μας απασχολούν στην παρούσα εργασία εμπίπτουν σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες νομοθετικών κειμένων (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση, διαχείριση τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων, προστασία και διαχείριση υδάτων, κλπ), θα περιοριστούμε στην αναφορά των βασικότερων νομοθετημάτων, με εξαίρεση την προστασία και διαχείριση υδάτων, λόγω της συνάφειάς της με το θέμα μας.

Εποπτική εικόνα της σχετικής ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής νομοθεσίας δίνεται στους Πίνακες 10-3 έως 10-7, στο τέλος του κεφαλαίου ενώ, στο Παράρτημα III γίνεται συνολική αναφορά των νομοθετημάτων, με την μορφή τίτλων ανά κατηγορία, (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ., 1995).

Για περισσότερες πληροφορίες, παραπέμπουμε στο επόμενο κεφάλαιο, όπου αναλύεται διεξοδικά η αντίστοιχη ελληνική νομοθεσία προς εναρμόνιση με την ευρωπαϊκή, υποχρέωση που απορρέει από την ιδιότητά μας ως Κ-Μ της Ε.Ε. Περισσότερα στοιχεία μπορούν να βρεθούν στον οδηγό **Guide to the Approximation of European Union Environmental Legislation**, απ' όπου αντλήθηκαν τα στοιχεία των προαναφερθέντων Πινάκων και ο οποίος είναι διαθέσιμος στο διαδίκτυο.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθεται το θεσμικό πλαίσιο όπως αυτό εξελίχθηκε από το 1976 έως σήμερα, αναφορικά με τα PCBs και τη διαχείρισή τους.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ/ΟΔΗΓΙΑΣ/ΑΠ ΟΦΑΣΗΣ	ΤΙΤΛΟΣ
76/403	Οδηγία του Συμβουλίου περί της εξαλείψεως των PCBs & PCTs
76/769	Οδηγία του Συμβουλίου περί της προσεγγίσεως των νομοθετικών και διοικητικών διατάξεων των Κρατών Μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήσεως μερικών επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων
85/467	Οδηγία του Συμβουλίου περί την έκτη τροποποίηση (PCB/PCT) της Οδηγίας 76/769
96/59	Οδηγία του Συμβουλίου περί της διαθέσεως των PCBs & PCTs

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ της Οδηγίας 85/467, επιτρέπεται η χρήση συγκεκριμένων κατηγοριών συσκευών (Μ/Σ, πυκνωτές, αντιστάσεις, επαγωγείς, κλπ.) που βρίσκονταν σε λειτουργία στις 30.06.1986, έως το τέλος της διάρκειας ζωής τους ή έως ότου απαιτηθεί η εξάλειψή τους.

Η Οδηγία 96/59 έχει δομή παρόμοια με το αμερικάνικο 40 CFR 761.60 ως προς τους ορισμούς και τις προϋποθέσεις απολύμανσης των Μ/Σ.

Για λόγους ασφάλειας, απαγορεύει το διαχωρισμό των PCBs από άλλες ουσίες, την αποτέφρωσή τους σε πλοία-αποτεφρωτήρες ενώ, απαιτεί να μεταφέρονται οι ουσίες αυτές το ταχύτερο δυνατό σε εξουσιοδοτημένες επιχειρήσεις, καθώς και να φυλάσσονται από οποιοδήποτε κίνδυνο πυρκαγιάς.

Αναφορικά με τις διασυνοριακές μεταφορές εξοπλισμού που περιέχει PCBs, σήμερα ισχύει ο "Κανονισμός 259/93 του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της κοινότητας, καθώς και κατά την είσοδο και έξοδο τους".

Ουσιαστικά, ο Κανονισμός 259/93 προσάρτησε τα παραρτήματα II, III και IV της απόφασης του ΟΟΣΑ και έδωσε παράλληλα τη δυνατότητα στα Κράτη Μέλη που παράγουν μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων και δεν διαθέτουν κατάλληλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διάθεσης, να μπορούν να τα αποστείλουν σε άλλα Κράτη Μέλη που διαθέτουν τέτοιες εγκαταστάσεις.

10.4.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τη Διαχείριση Υδάτων

Η πολιτική της Ε.Ε, αναφορικά με τη διαχείριση των υδάτων των Κ-Μ της, έχει την απαρχή της στα μέσα της δεκαετίας του '70. Εκτοτε, έχει υιοθετηθεί ένα πλήθος σχετικών νομοθετικών εργαλείων, με σκοπό την προστασία των υδάτων από τη μόλυνση, τόσο μέσω του καθορισμού ποιοτικών στόχων, όσο και μέσω του περιορισμού των εκπομπών στα ύδατα των διαφόρων ρυπαντών από σημειακές πηγές.

Όλα τα σχετικά νομοθετήματα, που παρουσιάζονται στο Παράρτημα III, υιοθετήθηκαν σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε τα εξής:

- Surface Water Directive, 75/440/EEC/16.6.75
- Bathing Water Directive, 76/160/EEC/8.12.75
- Freshwater Standards for Fish and Shellfish Directives, 78/659/EEC/18.7.78 & 79/923/EEC/30.10.79
- Drinking Water Directive, 80/778/EEC/15.7.80.

Όλες οι ανωτέρω Οδηγίες θέτουν στόχους ποιότητας των υδάτων, αποσκοπώντας στον περιορισμό της ποσότητας συγκεκριμένων ρυπαντών μέσω της υιοθέτησης συγκεκριμένων παραμέτρων, ανά ρυπαντή.

Όσον αφορά στα PCBs, το ανώτατο όριο συγκέντρωσης, ανά συμπαράγωγο, αναφορικά με το πόσιμο νερό, έχει τεθεί από την Ε.Ε μέσω της Οδηγίας 80/778 “ Περί της Ποιότητας του Πόσιμου Νερού” στο 0,1 ppb (μg/l).

Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης μπήκαν, επίσης, σε εφαρμογή Οδηγίες σχετικές με τον έλεγχο των εκπομπών, όπως οι κάτωθι:

- Dangerous Substances Directives, 76/464/EEC/4.5.76
- Groundwater Directive, 80/68/EEC/17.12.79
- Daughter Directives to the Dangerous Substances Directives (82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC).

Όλες οι ανωτέρω Οδηγίες κάνουν διάκριση μεταξύ των ρυπαντών που πρέπει να εξαλειφθούν από τα ύδατα (List I) και αυτών που πρέπει να μειωθούν (List II). Όπως θα δούμε αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 11, τα PCBs ανήκουν προς το παρόν στον Κατάλογο II και είναι υποψήφια για τον Κατάλογο I.

Η δεύτερη φάση περιελάμβανε τις Οδηγίες:

- Urban Waste Water Directive, 91/271/EEC/21.5.91
- Nitrates Directive, 91/676/EEC/12.12.91

που επικεντρώνονται σε μη-σημειακές πηγές μόλυνσης.

Τέλος, το 1997 η Ε.Ε πρότεινε τη λεγόμενη Water Framework Directive (WFD) για την προστασία των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, που ουσιαστικά αποσκοπεί στην υιοθέτηση μιας κοινής προσέγγισης του προβλήματος, η οποία να διέπεται από κοινές αρχές, ορολογία, στόχους και βασικές μεθόδους.

Συμπερασματικά, αξίζει να πούμε ότι αναφορικά με τα PCBs, τα υπάρχοντα νομοθετήματα της Ε.Ε είναι περιορισμένα και εστιάζουν, κυρίως, στην ποιότητα του πόσιμου νερού.

Waste Characterization		Disposal Requirements
PCBs	Mineral oil dielectric fluids from PCB transformers	Annex I incinerator*
	Mineral oil dielectric fluids from PCB contaminated transformers	Annex I incinerator High efficiency boiler (40 CFR 761.10(a)(2)(ii)) Other approved incinerator [†] Annex II chemical waste landfill [‡]
	PCB liquid wastes other than mineral oil dielectric fluid	Annex I incinerator
	Nonliquid PCB wastes (e.g., contaminated materials from spills, dredged materials and municipal sewage treatment sludges containing PCBs)	Annex I incinerator High efficiency boiler (40 CFR 761.10(a)(2)(ii)) Other approved incinerator [†] Annex II chemical waste landfill [‡]
	Transformers	Annex I incinerator Drained and rinsed transformers may be disposed of in Annex II chemical waste landfill
	PCB capacitors	Disposal of drained transformers is not required.
	PCB hydraulic machines	Annex I incinerator Drained and rinsed machines may be disposed of as municipal solid waste or salvaged
	Other PCB articles	Drained machines may be disposed of as municipal solid waste or salvaged
	Those used to contain only PCBs at a concentration < 500 ppm	Drained machines may be disposed of per Annex I or Annex II
	Other PCB containers	Annex I incinerator or Annex II chemical waste landfill As municipal solid waste provided any liquid PCBs are drained prior to disposal
PCB Containers	Annex I incinerator Annex II, provided any liquid PCBs are drained prior to disposal Decontaminate per Annex IV	

* Annex I incinerator defined in 40 CFR 761.40.

† Requirements for other approved incinerators are defined in 40 CFR 761.10(e).

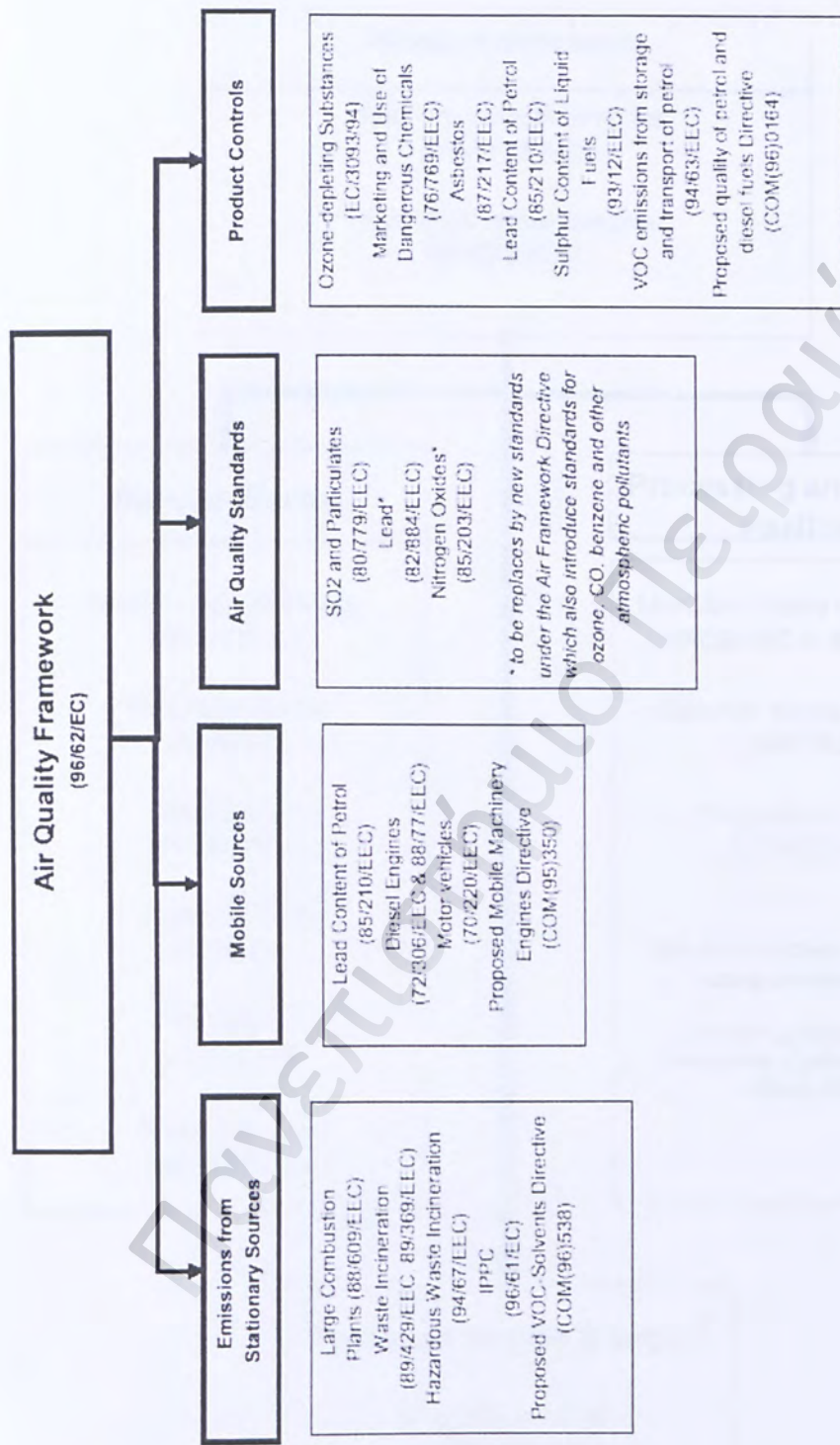
‡ Annex II chemical waste landfills are described in 40 CFR 761.41. Annex II disposal is permitted if the PCB waste contains less than 500 ppm PCB and is not ignitable as per 40

CFR Part 761.41(b)(8)(ii).

§ Disposal of contaminated capacitors in Annex II landfills was permitted until March 1, 1981; thereafter, only Annex I incineration has been permitted.
ppm = parts per million

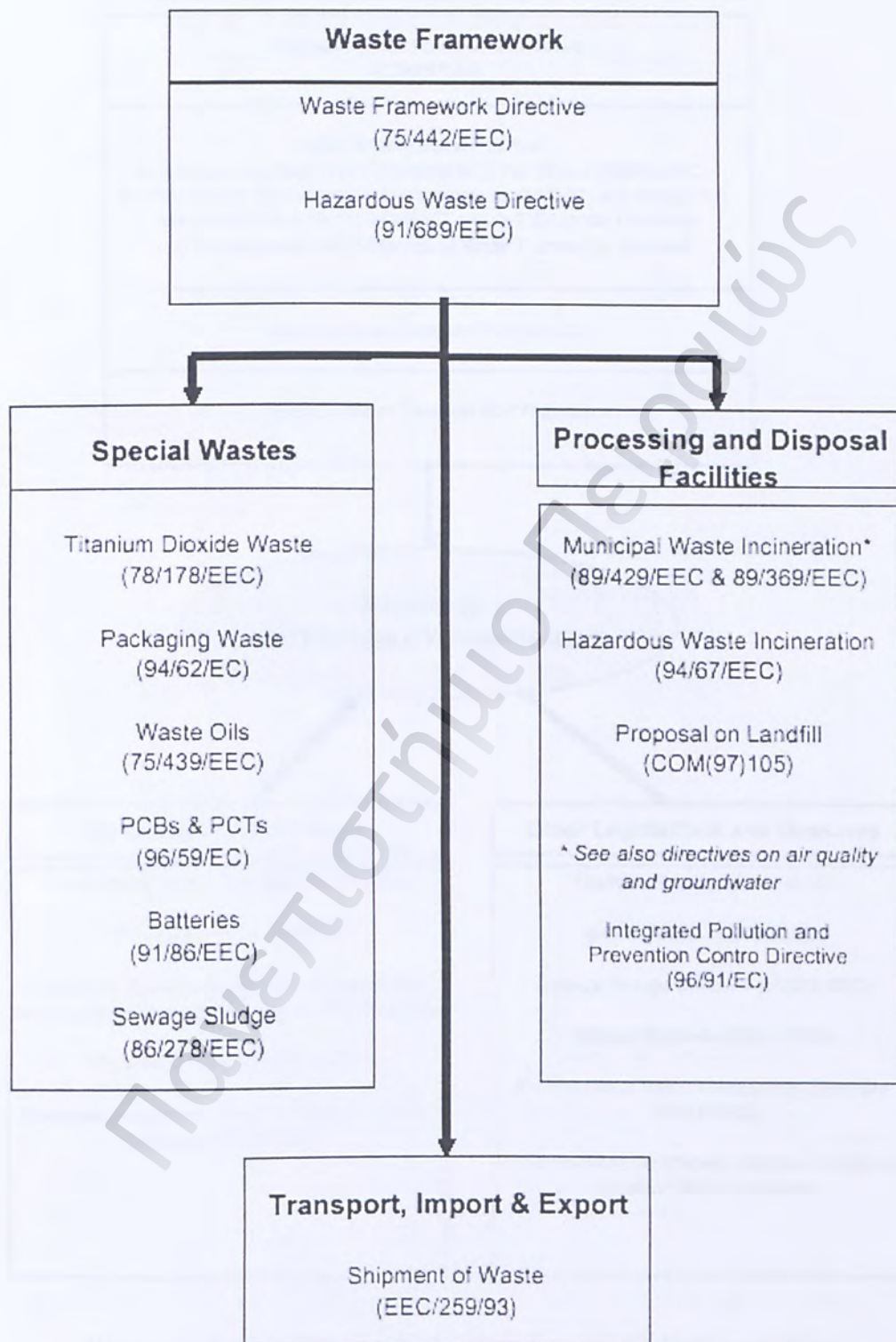
Source: U.S. EPA (1987c)

Πίνακας 10-1 Μέθοδοι Διάθεσης των PCBs και των Συσκευών/Αντικειμένων, που Περιέχουν PCBs

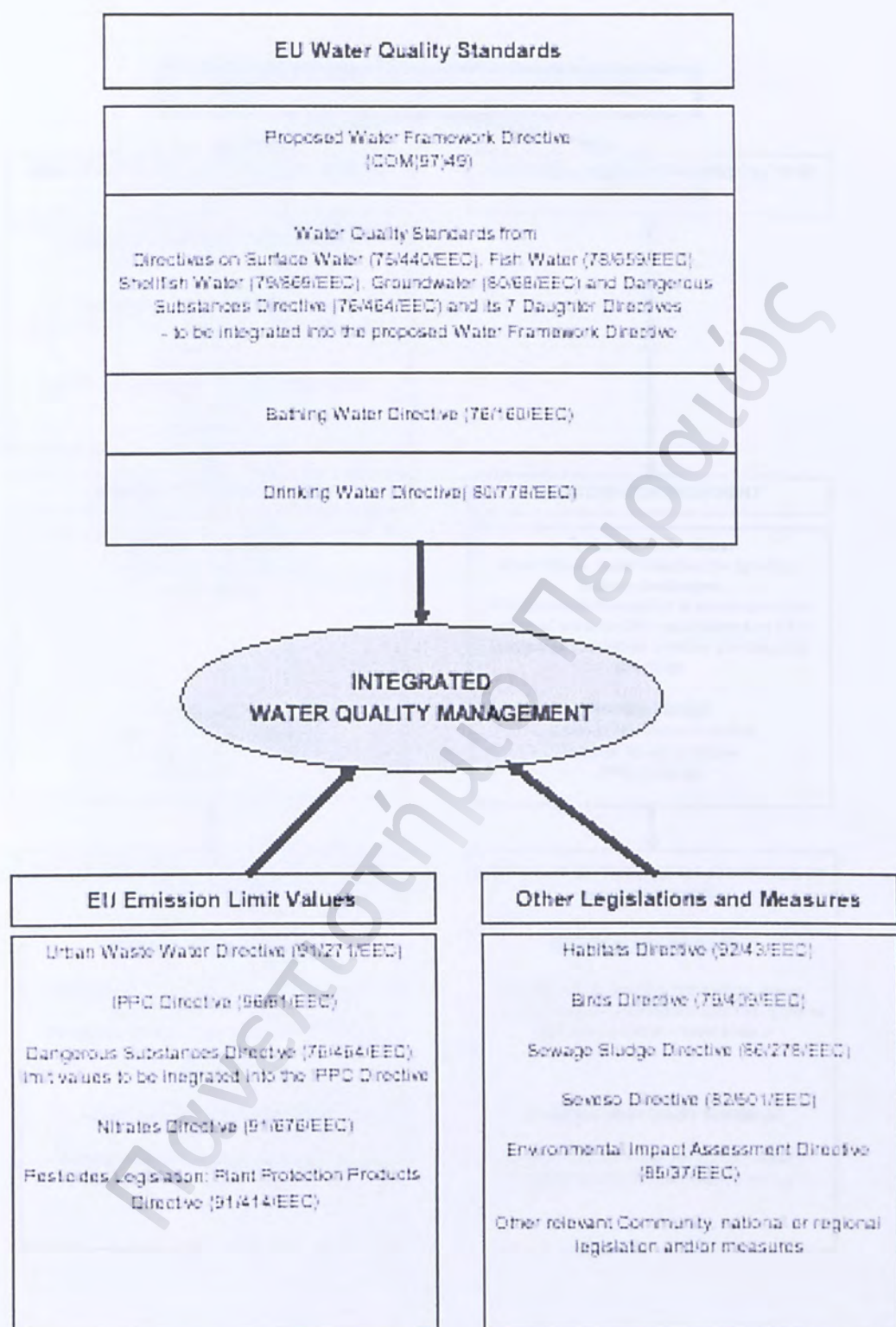


Πίνακας 10-3 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για την Ποιότητα του Αέρα

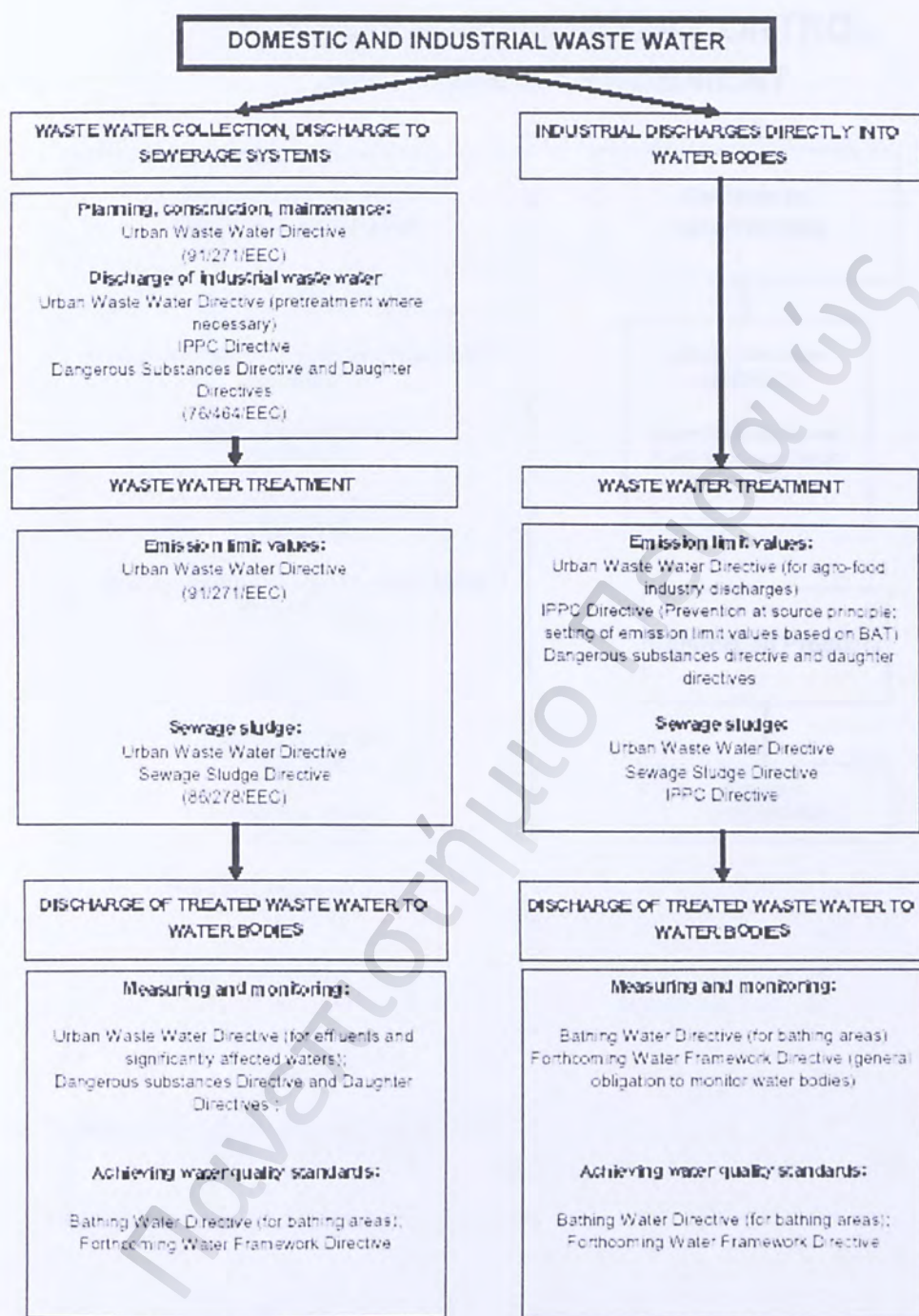
WASTE MANAGEMENT



Πίνακας 10-4 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τη Διαχείριση Αποβλήτων

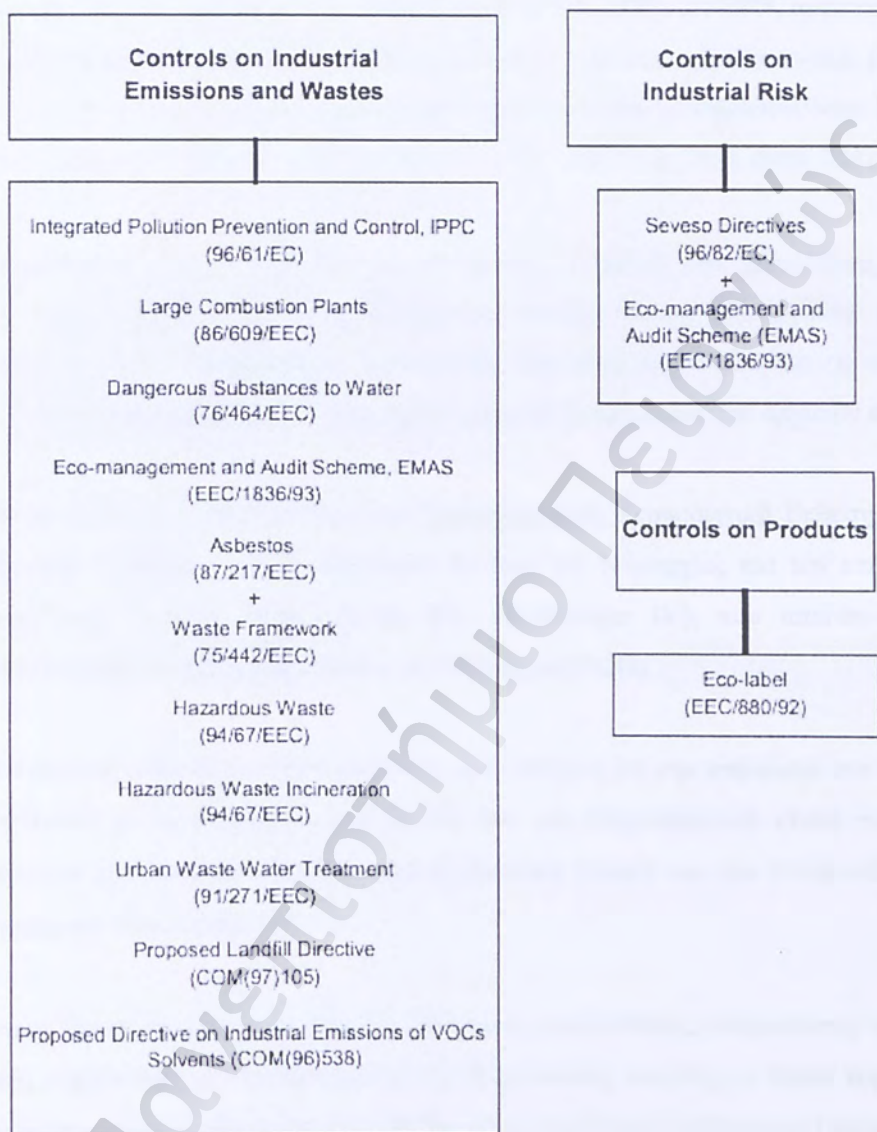


Πίνακας 10-5 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για την Ποιότητα των Υδάτων



Πίνακας 10-6 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τα Οικιακά & Βιομηχανικά Απόβλητα

INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL AND RISK MANAGEMENT



Πίνακας 10-7 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο για τον Έλεγχο της Βιομηχανικής Ρύπανσης και τη Διαχείριση Επικινδυνότητας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

11.1 Ιστορικό Δράσεων

Το Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, πραγματοποίησε κατά τα έτη **1987** και **1989**, αντίστοιχα, τις δύο πρώτες απογραφές αναφορικά με τα **PCBs** (συσκευές και περιεχόμενα υγρά), με σκοπό τη συλλογή δεδομένων από επιχειρηματικές δραστηριότητες, που χρησιμοποιούσαν PCBs στους μετασχηματιστές και τους πυκνωτές τους (ΚΥΑ 14312/1302/9.6.2000, ΦΕΚ 723).

Τα συλλεχθέντα στοιχεία οδήγησαν σε μια πρώτη εκτίμηση των ποσοτήτων PCBs, που υπήρχαν στην Ελλάδα. Στα επόμενα χρόνια, υπήρξε στενή συνεργασία μεταξύ του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και των κατά τόπους Νομαρχιών, που είναι υπεύθυνες για τη συλλογή των σχετικών δεδομένων, προκειμένου να υπάρχει συνεχής ενημέρωση των αρχικών στοιχείων.

Το **1989**, το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε συνέταξε μια Προκαταρκτική Ενημερωτική Εκθεση, σχετικά με τα PCBs στην Ελλάδα, η οποία απεστάλει σε όλες τις Νομαρχίες και τον επόμενο χρόνο προχώρησε στη σύνταξη ενός Οδηγού (βλ. Παράρτημα IV), που απευθυνόταν στους κατόχους και χρήστες μετασχηματιστών, που περιέχουν PCBs.

Ο συγκεκριμένος Οδηγός που περιλαμβάνει, τόσο οδηγίες για την ασφάλεια του προσωπικού που ασχολείται με τη διαχείριση των PCBs, όσο και πληροφοριακό υλικό για τις ουσίες αυτές, εστάλει τον Απρίλιο του **1991** στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στα Ελληνικά Υπουργεία, Περιφέρειες και Νομαρχίες.

Πέραν των ανωτέρω ενεργειών και της συνεχούς προσπάθειας εναρμόνισης της σχετικής ελληνικής νομοθεσίας με την αντίστοιχη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η πλέον σημαντική έως σήμερα δράση, αναφορικά πάντα με τα PCBs, είναι το Εθνικό Πρόγραμμα Παρακολούθησης της Ρύπανσης στα Επιφανειακά Νερά της Ελλάδας, που υφίσταται από το **1996** και το οποίο θα περιγράψουμε διεξοδικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Στον πρόσφατο Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων υπάρχει ξεχωριστό κεφάλαιο αφιερωμένο στη διαχείριση των PCBs (ΚΥΑ 14312/1302/9.6.2000, ΦΕΚ 723, Παράρτημα II, άρθρ. 4 “Επικίνδυνα απόβλητα”, κεφάλαιο Θ. PCBs).

Όσον αφορά στις διοξίνες, δεν έχουν πραγματοποιηθεί επισταμένως μετρήσεις στην Ελλάδα (Βαλαβανίδης, 1999). Ωστόσο, πρόσφατα ψηφίστηκε σχετικό νομοθετικό πλαίσιο (ΚΥΑ 2487/455/99, ΦΕΚ 196/8.3.99), το οποίο θα δούμε αναλυτικότερα στην παράγραφο 11.4.5, σχετικά με την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων.

11.2 Παραγωγή και Υφιστάμενη Διαχείριση

Με βάση, λοιπόν, τα στοιχεία του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, οι ποσότητες PCBs στην Ελλάδα, το έτος 1991, εκτιμάται ότι ανέρχονταν σε 1400 τόννους.

Στον Πίνακα 11-1 που ακολουθεί, παρατίθεται το πλήθος των συσκευών, ανά κατηγορία, που περιείχαν PCBs, εκείνη τη χρονιά. Πρέπει να σημειωθεί ότι το έτος 1991 αποτελεί χρονολογία σταθμό, μια και τότε ξεκίνησαν οι Διασυνοριακές Μεταφορές, και, συνεπώς, τα στοιχεία του Πίνακα 11-1 αποτελούν τη βάση για εξαγωγή συγκριτικών αποτελεσμάτων.

Πίνακας 11-1 Αριθμός συσκευών που περιείχαν PCBs, το 1991

	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ	ΠΥΚΝΩΤΕΣ
Σε λειτουργία	644	19687
Σε εφεδρεία	51	1430
Αχρηστος εξοπλισμός	6	473
ΣΥΝΟΛΟ	701	21590

Επειδή η Ελλάδα, προς το παρόν, δεν διαθέτει εγκαταστάσεις επεξεργασίας των PCBs και των μολυσμένων περιεκτών τους, οποιοσδήποτε έχει στην κατοχή του συσκευές που περιέχουν PCBs (Δ.Ε.Η, άλλη Επιχείρηση Κοινής Ωφέλειας, απλή βιομηχανία, βιοτεχνίες, ιδιώτες, κλπ) και χρήζουν ανάγκης απόσυρσης, είναι αναγκασμένος να καταφύγει στις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της διαχείρισης των PCBs και των συσκευών τους, πρακτική που συνεπάγεται ένα πολύ υψηλό κόστος (Τολάκη, 1997) εάν ληφθεί υπόψη η σχέση μεταξύ του βάρους του υγρού PCB και του βάρους του κελύφους των συσκευών (π.χ στην περίπτωση ενός μετασχηματιστή, η σχέση είναι 1 προς 4).

Τόσο τα χρησιμοποιημένα PCBs, όσο και οι άχρηστες συσκευές, στην πλειοψηφία τους, υφίστανται την κάτωθι διαχείριση (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2000):

- αποθηκεύονται με ασφαλή τρόπο στο χώρο των μονάδων, κατόπιν χορήγησης της σχετικής άδειας από την Αρμόδια Νομαρχία
- αποστέλλονται στο εξωτερικό (άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης), μέσω ειδικά αδειοδοτημένων εταιρειών, για επεξεργασία και τελική διάθεση, με βάση την υπάρχουσα νομοθεσία που διέπει τις διασυνοριακές μεταφορές επικίνδυνων αποβλήτων (Κανονισμός 259/93/ΕΚ).

Οι διακριτές εργασίες που προσφέρουν οι ανωτέρω εταιρείες είναι, σε γενικές γραμμές, οι κάτωθι:

- Συλλογή, συσκευασία και σήμανση των συσκευών από ειδικευμένο προσωπικό, ως καθορίζεται από την ισχύουσα νομοθεσία
- Σήμανση των μέσων μεταφοράς (containers)
- Μεταφορά εντός και εκτός Εθνικού χώρου, μέχρι τον τελικό προορισμό τους, σύμφωνα πάντα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ελληνική, Ευρωπαϊκή και Διεθνή). Σχετικό Ασφαλιστήριο Συμβόλαιο Αστικής Ευθύνης Εναντι Τρίτων συμπεριλαμβάνεται, πάντα, κατά τη διάρκεια των μεταφορών
- Οριστική διάθεση σε πιστοποιημένες εγκαταστάσεις του εξωτερικού (στην περίπτωση της Ελλάδας, οι αποσυρόμενες συσκευές συνήθως καταλήγουν σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης)
- Έκδοση πιστοποιητικού ασφαλούς οριστικής διάθεσης των αποβλήτων και υποβολή του στον αντίστοιχο πελάτη. Εάν πελάτης είναι η Δ.Ε.Η για παράδειγμα, το πιστοποιητικό αυτό αποτελεί και την προϋπόθεση για την τελική εκκαθάριση της εκάστοτε σύμβασης.

Όσον αφορά στο σχετικό υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο θα δούμε πιο αναλυτικά στην παράγραφο 11.4, η συλλογή και διαχείριση των PCBs και των περιεκτών τους γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις των Κ.Υ.Α 72751/3054/85 και Κ.Υ.Α 19396/1546/97, καθώς και της πιο πρόσφατης ΚΥΑ 7589/731/11.4.2000.

Κατά τη διάρκεια των ετών **1991-1998**, μεταφέρθηκαν στο εξωτερικό (Γερμανία, Γαλλία, Αγγλία) για τελική διάθεση **794 τόννοι** μολυσμένων συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των περιεχομένων PCBs.

Προκειμένου να εξασφαλίζεται η συνεχής παρακολούθηση των ποσοτήτων PCBs, καθώς και των περιεκτών τους, οι κάτοχοι ή διαχειριστές PCBs ή συσκευών που τα περιέχουν υποχρεούνται, βάσει της Κ.Υ.Α 72751/3054/85, να τηρούν μητρώο, στο οποίο πρέπει να καταγράφονται όλα τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των ανωτέρω ουσιών, καθώς επίσης και η μέθοδος διαχείρισής τους.

Τα στοιχεία αυτά, πρέπει να διαβιβάζονται και να καταχωρούνται στα αρχεία του Τμήματος Περιβάλλοντος, των κατά τόπους Νομαρχιών και να αποστέλλονται στο Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε το μήνα Φεβρουάριο, κάθε έτους.

Επιπλέον, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α 72751/3054/85 και την Κ.Υ.Α 19396/1546/97, ο κάτοχος των PCBs ή των συσκευών, που περιέχουν PCBs, είναι υπεύθυνος για τη διαχείρισή τους. Το κόστος, δε, αυτής της διαχείρισης, αλλά και της αποκατάστασης περιοχών, που μολύνθηκαν από PCBs, που του ανήκουν, βαρύνει αποκλειστικά και μόνον αυτόν.

11.3 Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού και PCBs

Το μεγαλύτερο μέρος των PCBs, που βρίσκονται στον ελλαδικό χώρο, καθώς και των σχετικών συσκευών, βρίσκεται υπό την ιδιοκτησία της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, Δ.Ε.Η, δεδομένου ότι τα PCBs την εποχή της ευρείας χρήσης τους θεωρούνταν τα καλύτερα διηλεκτρικά υγρά (Τολάκη, 1997).

Παρά το γεγονός ότι, από 30.06.1986 η Επιχείρηση, συμμορφούμενη με την ελληνική νομοθεσία (Α.Χ.Σ.1310/86, ΦΕΚ 605/Β/86 του Γ.Χ.Κ) σταμάτησε την προμήθεια-αγορά τέτοιων συσκευών, ένας μεγάλος αριθμός συσκευών- κυρίως Μ/Σ και πυκνωτών- εξακολουθεί να υπάρχει στο δίκτυό της.

Μέσα στο πλαίσιο μιας σοβαρής προσπάθειας ,που γίνεται από πλευράς Επιχείρησης, για τη σωστή διαχείριση και διάθεση των PCBs και σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, ακολουθείται η εξής πρακτική (Τολάκη, 1997):

- Καταγραφή και σήμανση όλων των συσκευών που περιέχουν PCBs
- Τοποθέτηση σε ειδική βάση για προστασία και μη διαρροή στο έδαφος, σε περίπτωση βλάβης και διαρροής
- Ενημέρωση των κατά τόπους Νομαρχιών, σχετικά με τις ακριβείς ποσότητες PCBs που υπάρχουν σε κάθε περιοχή και τις πιθανές μεταβολές, λόγω απομάκρυνσης άχρηστων συσκευών, το Φεβρουάριο κάθε έτους
- Εκδοση ετήσιας μηχανογραφημένης κατάστασης συσκευών με PCBs
- Εκδοση Οδηγιών Διαχείρισης των Συσκευών με PCBs (ΔΕΗ, 1995)
- Εκπαίδευση και ενημέρωση του προσωπικού με χρήση, από το 1991, βιντεοταινίας με θέμα " Διαχείριση συσκευών με PCBs", η οποία παρουσιάζει τις Οδηγίες Διαχείρισης που έχει εκδώσει ο Τομέας Ασφάλειας Εργασίας, με σκηνοθετημένα ατυχήματα σε εξοπλισμό της Επιχείρησης που περιέχει PCBs
- Διάθεση (απομάκρυνση και μεταφορά στο εξωτερικό για εξάλειψη) αποβλήτων PCBs, με τη διενέργεια μειοδοτικών διαγωνισμών.

Από τις 20.11.90, που διενεργήθηκε ο πρώτος διαγωνισμός, περίπου **90 τόννοι** άχρηστων συσκευών μολυσμένων με PCBs αποσύρθηκαν και εστάλησαν σε εγκαταστάσεις του εξωτερικού για θερμοκαταστροφή, με κόστος περίπου 100 εκατομμύρια, κατά τη διάρκεια των ετών **1991-1997** (Τολάκη, 1997).

11.4 Ελληνική Νομοθεσία και Επεξήγησή της

11.4.1 Εισαγωγή

Η Ελληνική Νομοθεσία αναφορικά με τη διαχείριση των τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων, γενικότερα, υφίσταται από τις αρχές της δεκαετίας του '60. Ωστόσο, έντονο Εθνικό ενδιαφέρον επιδεικνύεται την τελευταία 15-ετία, λόγω της γνωστοποίησης των

επιπτώσεών τους και της ανάγκης εναρμόνισης της χώρας με τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Χαλουλάκου, 1999).

Ωστόσο, πρέπει να πούμε ότι, παρά τις συνεχείς προσπάθειες που γίνονται για την εναρμόνισή της με τις κοινοτικές οδηγίες και νομολογίες που ασπάζονται οι περιβαλλοντικά ανεπτυγμένες χώρες της δυτικής Ευρώπης, εμφανίζεται σχετικά αδόμητη, με πλήθος διατάξεων, υπουργικών αποφάσεων, μερικών αλληλεπικαλύψεων, κλπ.

Σημείο σταθμός για την ελληνική νομολογία αποτελεί ο **Νόμος 1650/86** (ΦΕΚ 160Α) “Για την προστασία του Περιβάλλοντος”, ο οποίος καθορίζει τις γενικές αρχές επί των περιβαλλοντικών θεμάτων.

Πέραν του Νόμου 1650, μια πρώτη προσέγγιση της υφιστάμενης ελληνικής νομοθεσίας, αναφορικά πάντα με τα PCBs και τις διοξίνες, γίνεται στις επόμενες παραγράφους, ενώ μία συνολική αναφορά των νομοθετημάτων, με την μορφή τίτλων ανά κατηγορία, δίνεται στο Παράρτημα V (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ., 1995)

11.4.2 Γενικά Θέματα

♦ **N. 1650/86, ΦΕΚ 160Α/16-10-86 “Για την προστασία του Περιβάλλοντος”**

Αποτελεί τον θεμελιακό ισχύοντα νόμο για την προστασία του περιβάλλοντος. Συμπληρώνεται από το **Νόμο 1892/90**. Περιέχει τις γενικές κατευθύνσεις και τις εξουσιοδοτήσεις για τα περιβαλλοντικά θέματα και αποτελεί τη βάση ενός πλήθους άλλων διατάξεων και νομοθετημάτων, που έχουν θεσπιστεί και εφαρμόζουν ειδικότερα τις αρχές αυτού.

♦ **Κ.Υ.Α. 69269/5387/90, ΦΕΚ 678Β/25-10-90 “Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, Περιεγόμενο Μ.Π.Ε”**

Σύμφωνα με την υπουργική αυτή απόφαση, γίνεται κατάταξη των έργων και των βιομηχανικών δραστηριοτήτων κατά σειρά μεγέθους περιβαλλοντικής επίπτωσης στις κατηγορίες Α1, Α2 και Β, καθορίζεται το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) για καθεμία, αλλά και το περιεχόμενο ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (Ε.Μ.Π) και λοιπών συναφών διατάξεων, όπως καθορίζονται με τον Ν. 1650/1986.

11.4.3 Προστασία και Διαχείριση Υδάτων

♦ Υ.Δ. Ε1β/221/65, ΦΕΚ 138Β/24-2-65 “Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων”

Αποτελεί την παλαιότερη νομολογία σε σχέση με τα απόβλητα, που εφαρμόζεται με τροποποιήσεις (ΚΥΑ Γ1/17831/71 ΦΕΚ 986Β/71) μέχρι και σήμερα.

Σχετίζεται με τη διάθεση των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων. Καθορίζει ότι απαιτείται η λήψη άδειας από τον οικείο Νομόρχη για τη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων στην επιφάνεια του εδάφους, σε επιφανειακά ύδατα, υπεδαφίως, ή σε στεγανές δεξαμενές. Μεταξύ άλλων, αναφέρει ως προστατευτικό μέτρο την, τουλάχιστον, δίωρη παραμονή των αποβλήτων σε τυπική δεξαμενή καθιζήσεως για την μείωση του ρυπαντικού φορτίου και των στερεών. Αν και η νομοθεσία αυτή εμφανίζεται σχετικά πεπαλαιωμένη με τα προτεινόμενα αντιρρυπαντικά μέσα, εξασφαλίζει τα ελάχιστα αποδεκτά.

Ωστόσο, αξίζει να τονιστεί ότι δεν αναφέρει τίποτε συγκεκριμένο για PCBs.

♦ Υ.Δ. Α5/288/86, ΦΕΚ 53Β/86 “ Ποιότητα του πόσιμου νερού ”

Η συγκεκριμένη Υγειονομική Διάταξη καθορίζει στόχους ποιότητας του πόσιμου νερού, μέσω του καθορισμού συγκεκριμένων ανώτατων παραδεκτών συγκεντρώσεων, για μια πληθώρα παραμέτρων, προς εναρμόνιση με την **Οδηγία 80/778/ΕΚ/15.7.80**.

Αναφορικά με τα PCBs, όπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 10.4.2, το όριο αυτό είναι **0,1 ppb ανά συμπαράγωγο**.

♦ ΚΥΑ 46399/1352/86, ΦΕΚ 438Β/86 “ Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: πόσιμα, κολύμβηση, διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά & καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών. Μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα ”

Με αυτήν την υπουργική απόφαση αποσκοπείται η συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΚ/16.6.75 “περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων επιφανείας, που προορίζονται για την παραγωγή

πόσιμου ύδατος στα Κράτη-Μέλη”, 76/160/ΕΚ/8.12.75 “περί της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης”, 78/659/ΕΚ/18.7.78 “περί της ποιότητας των γλυκών υδάτων, που έχουν ανάγκη προστασίας και βελτίωσης για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων”, 79/923/ΕΚ/30.10.79 “περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων για οστρακοειδή” και 79/369/ΕΚ/9.10.79 “περί των μεθόδων μετρήσεως, της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων, τα οποία προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού στα Κράτη-Μέλη”, ώστε να προστατεύεται αποτελεσματικά η δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι σε κανένα από τα Παραρτήματα I έως IV, στα οποία καθορίζονται τα πρότυπα ποιότητας των διαφόρων υδάτων, δεν αναφέρονται τα PCBs.

11.4.4 Στερεά Αποβλήτα

♦ ΚΥΑ 69728/824/96, ΦΕΚ 358B/17-5-96 “Μέτρα και όροι διαχείρισης στερεών αποβλήτων”

Η κοινή αυτή υπουργική απόφαση καθορίζει τα μέτρα και τους όρους διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, προς εναρμόνιση με την **Οδηγία 91/156/ΕΚ** και υιοθέτηση των **94/904/ΕΚ** και **94/3/ΕΚ**. Σύμφωνα με αυτήν, κάθε κάτοχος αποβλήτων υποχρεούται να παραδίδει τα απόβλητα σε φυσικό ή νομικό πρόσωπο για την συλλογή, μεταφορά, διάθεση ή αξιοποίησή τους, το οποίο πρέπει να κατέχει ειδική άδεια.

Επιπρόσθετα, ο υπεύθυνος παραγωγής στερεών αποβλήτων υποχρεούται να τηρεί μητρώο στο οποίο αναφέρονται η ποσότητα, η φύση, η προέλευση, τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά, οι ημερομηνίες παραλαβής ή εκχώρησης, ο προορισμός, η συχνότητα συλλογής, το μέσο μεταφοράς, καθώς και η μέθοδος και ο χώρος επεξεργασίας των αποβλήτων που αναφέρονται στα σχετικά Παραρτήματά της.

Τα PCBs συγκαταλέγονται στα απόβλητα που αναφέρονται στα Παραρτήματα αυτής, ως εξής:

- 13 01 01: υδραυλικά έλαια, που περιέχουν PCBs/PCTs
- 13 03 01: έλαια μόνωσης ή μεταφοράς θερμότητας και άλλα υγρά, που περιέχουν PCBs/PCTs
- 16 02 01: Μ/Σ ή πυκνωτές, που περιέχουν PCBs/PCTs

♦ ΚΥΑ 14312/1302/9.6.2000, ΦΕΚ 723 “Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων”

Η απόφαση αυτή αποσκοπεί στην πλήρη συμμόρφωση με τις διατάξεις του Αρθ. 7 της Οδηγίας 91/156/ΕΚ και του Αρθ. 6 της Οδηγίας 91/689/ΕΚ, ώστε με ένα πληρέστερο και αναλυτικότερο προσδιορισμό του εθνικού σχεδιασμού διαχείρισης των αποβλήτων να επιτυγχάνεται η εφαρμογή μιας ενιαίας, ολοκληρωμένης, οικολογικά ορθολογικής και βιώσιμης εθνικής πολιτικής, στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων.

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχει ξεχωριστό κεφάλαιο αφιερωμένο στη διαχείριση των PCBs (Παράρτημα ΙΙ, άρθρ. 4 “Επικίνδυνα απόβλητα”, κεφάλαιο Θ. PCBs), από το οποίο αντλήθηκαν τα στοιχεία που παρατέθηκαν στις παραγράφους 11.1 και 11.2.

11.4.5 Τοξικά και Επικίνδυνα Απόβλητα

♦ ΚΥΑ 72751/3054/85, ΦΕΚ 665B/1-11-85 “Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα-Εξάλειψη των PCBs και PCTs”

Η απόφαση αναφέρεται στα τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και στα σχετικά με την εξάλειψη των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων και τριφαινυλίων, σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες 76/403/ΕΚ και 78/319/ΕΚ.

Μεταξύ άλλων, αναφέρεται ότι ο κάτοχος επικίνδυνων και τοξικών αποβλήτων ή/και PCBs/PCTs είναι υπεύθυνος για τη διαχείρισή τους και μπορεί να τα διαθέτει σε τρίτους που κατέχουν την σχετική άδεια διαχείρισης ή εξάλειψής τους.

Οποιοσδήποτε παράγει, κατέχει ή/και διαχειρίζεται τέτοιες ουσίες, υποχρεούται:

- α) να τηρεί μητρώο, στο οποίο να σημειώνονται η ημερομηνία παραλαβής ή εκχώρησης σε τρίτους, η ποσότητα, η φύση, τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά, η προέλευση, ο προορισμός, οι μέθοδοι και οι χώροι διάθεσης των αποβλήτων και
- β) να διαβιβάζει στον οικείο Νομό κατά το μήνα Φεβρουάριο κάθε έτους πληροφορίες και στοιχεία για τα τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και PCBs/ PCTs, που παρήγαγε ή και διέθεσε κατά τον προηγούμενο χρόνο.

♦ ΚΥΑ 19396/1546/97, ΦΕΚ 604Β/18-7-97 “ Μέτρα και όροι διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων”

Η απόφαση αυτή, καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων, προς αντικατάσταση της Κ.Υ.Α. 72751/3054/85 (ΦΕΚ 665Β/85) και συμμόρφωση με την Οδηγία 91/689/ΕΚ.

Η νομοθεσία αναφέρει ότι κάθε κάτοχος αποβλήτων υποχρεούται να παραδίδει τα απόβλητα σε φυσικό ή νομικό πρόσωπο, το οποίο να κατέχει ειδική προβλεπόμενη άδεια για τη συλλογή, μεταφορά, διάθεση ή αξιοποίησή τους.

Η διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων γίνεται με ευθύνη και δαπάνες του κυρίου ή κατόχου αυτών, σύμφωνα με τις διατάξεις αυτής της απόφασης και με τις εκάστοτε ισχύουσες υγειονομικές διατάξεις.

Κάθε παραγωγός ή κάτοχος επικίνδυνων αποβλήτων μεριμνά:

- α) για την αποφυγή παραγωγής επικίνδυνων αποβλήτων
- β) για τη μείωση της ποσότητας των επικίνδυνων αποβλήτων
- γ) για την ανάκτηση των χρήσιμων υλικών και την ανακύκλωσή τους και
- δ) για τη χρήση καθαρών τεχνολογιών

Ο υπεύθυνος παραγωγός επικίνδυνων αποβλήτων υποχρεούται:

- α) να τηρεί μητρώο, στο οποίο να σημειώνονται η ημερομηνία παράδοσης, η ποσότητα, η σύσταση, το pH, τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά, η προέλευση, ο προορισμός και το μέσο μεταφοράς των αποβλήτων και
- β) να διαβιβάζει στον Οικείο Νομάρχη κατά το μήνα Φεβρουάριο κάθε έτους συμπληρωμένο έντυπο δήλωσης των χαρακτηριστικών αυτών.

Σύμφωνα με το Παράρτημα Ι, οι κατηγορίες επικίνδυνων αποβλήτων είναι :

- α) Απόβλητα κατά την παραγωγή, διαμόρφωση και χρήση επιστρώσεων (χρώματα, βερνίκια και σμάλτα υάλου) στεγανωτικών και τυπογραφικών μελάνων (απόβλητα μελάνης, λάσπες μελάνης, απόβλητα κολλών και στεγανωτικών, λάσπες κολλών και στεγανωτικών)

β) Απόβλητα ελαίων

γ) Απόβλητα φωτογραφικής βιομηχανίας

δ) Απορριπτόμενος εξοπλισμός και υπολείμματα υλικού διάλυσης (π.χ. ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές)

ε) Δημοτικά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από βιομηχανίες (π.χ. διαλύτες, φωτογραφικά χημικά, κλπ)

στ) Σωλίνες φθορισμού και άλλα απόβλητα περιέχοντα υδράργυρο.

- ♦ ΚΥΑ 2487/455/99, ΦΕΚ 196/8.3.99 “Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων”

Η απόφαση αυτή καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων, με σκοπό την εναρμόνιση με την **Οδηγία 94/67/ΕΚ**, ώστε με τη λήψη των αναγκαίων μέτρων και μεθόδων και, κυρίως, με τον καθορισμό και την τήρηση οριακών τιμών εκπομπής από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης επικίνδυνων αποβλήτων να προσλαμβάνονται-εφόσον είναι εφικτό- ή να μειώνονται κατά το δυνατόν οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και, ιδίως, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους, των επιφανειακών και υπόγειων νερών, καθώς και οι κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου.

Αποτελεί συμπλήρωμα της Κ.Υ.Α. 19396/1546/97.

Στο Άρθρο 4 “Απαιτήσεις λειτουργίας των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης-Καθορισμός οριακών τιμών εκπομπών” αναφέρεται ότι στην περίπτωση αποτέφρωσης επικίνδυνων αποβλήτων, που περιέχουν πάνω από 1% αλογονούχων οργανικών ουσιών, εκφραζόμενων σε χλώριο, η θερμοκρασία πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον στους 1100° C.

Στο Παράρτημα I, καθορίζονται οι συντελεστές τοξικής ισοδυναμίας για τις διοξίνες και τα διβενζοφουράνια ενώ, στο Παράρτημα III σχετικά με τις τεχνικές μέτρησης (δειγματοληψία και ανάλυση) των διοξινών και φουρανίων γίνεται παραπομπή στις εναρμονισμένες μεθόδους που προβλέπονται στην **Απόφαση 97/283/ΕΚ**.

♦ ΚΥΑ 7589/731/11.4.2000 “Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των PCBs/PCTs”

Ουσιαστικά η απόφαση αυτή αποτελεί συνέχεια και συμπλήρωμα των αποφάσεων 72751/3054/85, 19396/1546/97 και 2487/455/99, σε εναρμόνιση με τις διατάξεις της **Οδηγίας 96/59/ΕΚ**, ώστε με την ελεγχόμενη διάθεση των PCBs, την απολύμανση ή διάθεση των συσκευών που τα περιέχουν ή/και τη διάθεση χρησιμοποιημένων PCBs, να επιτυγχάνεται η εξασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας.

Με βάση την απόφαση αυτή, απαγορεύεται:

- Ο διαχωρισμός των PCBs από άλλες ουσίες, με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους
- Η συμπλήρωση των μετασχηματιστών με PCBs
- Η αποτέφρωση PCBs ή/και χρησιμοποιημένων PCBs επί πλοίων.

Επιτρέπεται η συντήρηση μετασχηματιστών που περιέχουν PCBs, μέχρι να απολυμανθούν, να τεθούν εκτός λειτουργίας ή/και να διατεθούν, με την προϋπόθεση ότι βρίσκονται σε καλή κατάσταση και δεν παρουσιάζουν διαρροές.

Οι κάτοχοι συσκευών που περιέχουν όγκο PCBs μεγαλύτερο των 5 dm³ υποχρεούνται μέσα σε 4 μήνες από την έναρξη ισχύος της απόφασης αυτής να υποβάλλουν στις υπηρεσίες Περι/ντος των οικείων Νομαρχειών δήλωση, στην οποία πρέπει να αναγράφονται τα κάτωθι:

- α) Όνομα και διεύθυνση του κατόχου
- β) Θέση και περιγραφή της συσκευής
- γ) Περιεχόμενη ποσότητα σε PCBs
- δ) Ημερομηνίες και τύπος επεξεργασίας ή αντικατάστασης, που έχει πραγματοποιηθεί ή προβλέπεται να πραγματοποιηθεί
- ε) Ημερομηνίες δηλώσεων

Στην ανωτέρω δήλωση συμπεριλαμβάνονται και οι συσκευές για τις οποίες είναι εύλογο να υποθεθεί ότι τα υγρά περιέχουν ποσοστό PCBs, κατά βάρος, που κυμαίνεται μεταξύ 0,05% και 0,005%.

Η αρμόδια υπηρεσία Περ/ντος του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε παρακολουθεί τις ποσότητες PCBs, που δηλώνονται με τον ανωτέρω τρόπο και κάθε φορά που θα προκύψουν νέα δεδομένα ή σε κάθε περίπτωση ανά διετία, αποστέλλει τη σχετική πληροφόρηση στην Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Τέλος, κάθε συσκευή που έχει απολυμανθεί από PCBs επισημαίνεται ευκρινώς με ανεξίτηλη και ανάγλυφη ή εγχάρακτη επιγραφή, η οποία πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία, στη γλώσσα της χώρας στην οποία χρησιμοποιείται η συσκευή:

<p style="text-align: center;">ΑΠΟΛΥΜΑΣΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΗ PCB</p> <p>Το υγρό που περιέχει PCB αντικαταστάθηκε:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ από (όνομα του υποκατάστατου)➤ την (ημερομηνία)➤ εκ μέρους.....(επιχείρηση) <p>Συγκέντρωση PCB:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ στο προηγούμενο υγρό.....% κατά βάρος➤ στο νέο υγρό.....% κατά βάρος

♦ Συμμόρφωση με την Οδηγία 76/464/EEC

Όπως είδαμε στην παράγραφο 10.4.2, αποτελεί την κοινοτική οδηγία πλαίσιο σχετικά με τις επικίνδυνες ουσίες που εκλύονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας. Η οδηγία καθορίζει δύο ομάδες ουσιών που αναφέρονται στα Παραρτήματα, με τη μορφή Καταλόγων (List I και List II) και αναφέρει ότι, τα Κράτη-Μέλη πρέπει να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για:

- την εξάλειψη της ρύπανσης από τις ουσίες του Καταλόγου I και
- τη μείωση της ρύπανσης από τις ουσίες του Καταλόγου II.

Επίσης αναφέρει ότι, οποιαδήποτε απόρριψη των ουσιών (I & II) στα ύδατα πρέπει να αδειοδοτείται μόνο εάν η μονάδα καλύπτει τα πρότυπα αποβολής των ουσιών αυτών. Οι οριακές τιμές αποβολής των ουσιών έχουν θεσπιστεί με θυγατρική κοινοτική οδηγία, ενώ στη χώρα μας καθορίζονται με εναρμονισμό ανά περιοχή (Νομαρχία), είδος αποβαλλόμενης

ουσίας, είδος δραστηριότητας, είδος και χρήση αποδέκτη (ΚΥΑ 55648/91: μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών επικινδύνων ουσιών, ΚΥΑ 90461/94: συμπλήρωση παραρτήματος 12 της ΚΥΑ 55648, ΚΥΑ 26857/88 : μέτρα και περιορισμοί των υπογείων νερών από απορρίψεις επικινδύνων ουσιών, ΥΑΕ 508/91: επικίνδυνα παρασκευάσματα και ουσίες, κλπ).

Το Παράρτημα της οδηγίας αναφέρει ότι οι ουσίες του **Καταλόγου Ι** είναι οι κάτωθι:

- α) αλογονούχες οργανικές ενώσεις
- β) οργανοφωσφωρικές ενώσεις
- γ) οργανοκασσιτερικές ενώσεις
- δ) αποδεδειγμένα καρκινογόνες ουσίες
- ε) υδράργυρος και ενώσεις του
- στ) κάδμιο και ενώσεις του
- ζ) ανθεκτικά ορυκτέλαια και ανθεκτικοί υδρογονάνθρακες πετρελαϊκής προελεύσεως και
- η) ανθεκτικές συνθετικές ύλες, που επιπλέον και καθιστούν δυσχερή τη χρήση των υδάτων.

Αντίστοιχα, οι ουσίες του **Καταλόγου ΙΙ**, στον οποίον ανήκουν και τα PCBs, είναι:

- α) ουσίες που αποτελούν μέρος των οικογενειών του Καταλόγου Ι, χωρίς νομοθετημένες οριακές τιμές
- β) ψευδάργυρος, χαλκός, νικέλιο, χρώμιο, μόλυβδος, σελήνιο, αρσενικό, αντιμόνιο, μολυβδένιο, τιτάνιο, κασσίτερος, βάριο, βηρύλιο, βόριο, ουράνιο, βανάδιο, κοβάλτιο, θάλλιο, τελλούριο, άργυρος
- γ) βιοκτόνα και παράγωγά τους μη εμφανιζόμενα στον Κατάλογο Ι και
- δ) οργανοπυριτικές ενώσεις.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι, τα PCBs/PCTs έχουν συμπεριληφθεί στον κατάλογο των ουσιών, που είναι υποψήφιες για τον Κατάλογο Ι της 76/464, με τον αριθμό 101 (Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων C176/14.7.82, σελ. 9).

11.4.6 Διασυνοριακές Μεταφορές των Επικινδύνων Αποβλήτων

Όσον αφορά στις διασυνοριακές μεταφορές των επικινδύνων αποβλήτων και, κατ' επέκταση των PCBs, υπάρχει πλήρης συμμόρφωση με τις διεθνείς και Ευρωπαϊκές συμφωνίες και συμβάσεις που έχουν επικυρωθεί από το Ελληνικό Κράτος (ADR, IMDG, RID, Σύμβαση της Βασιλείας, Ε.Ε).

Συγκεκριμένα, έχουμε:

- ♦ Ν. 2203/94, ΦΕΚ 58Α/94, “Κύρωση της Σύμβασης της Βασιλείας για τον έλεγχο των διασυνοριακών κινήσεων επικίνδυνων αποβλήτων και της επεξεργασίας τους”
- ♦ Κ.Υ.Α. 19744/454, ΦΕΚ 166Β/88, “Περί της επιτήρησης και του ελέγχου των διασυνοριακών μεταφορών επικίνδυνων αποβλήτων”

Σκοπός της απόφασης αυτής είναι η συμμόρφωση με την Οδηγία 84/631/ΕΚ και τις τροποποιήσεις της.

Οροι όπως “Επικίνδυνα απόβλητα”, “Αρμόδιες αρχές”, “Δημιουργός αποβλήτων”, “Κάτοχος”, “Αποδέκτης”, “Διάθεση”, “Τρίτο κράτος” καθώς και οι εξαιρέσεις τους καθορίζονται στην απόφαση αυτή.

Ανάλογα με το αν η Ελληνική Επικράτεια είναι χώρα αποστολής ή προορισμού, ο κάτοχος των αποβλήτων που πρόκειται να εκτελέσει τη μεταφορά υποχρεούται να το κοινοποιήσει τόσο στις Ελληνικές αρχές, όσο και στις αντίστοιχες των εμπλεκομένων μερών.

Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε είναι η αρμόδια αρχή για την Ελληνική Επικράτεια για να αποφανθεί για την πραγματοποίηση της διασυνοριακής μεταφοράς, καθώς και για το συντονισμό της.

Στην απόφαση αυτή, καθορίζονται επίσης οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται για την πραγματοποίηση της διασυνοριακής μεταφοράς (π.χ συσκευασία, σήμανση, οδηγίες αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων κατά τη μεταφορά, κλπ).

Τέλος, αφού γίνει σαφές ότι η πρόκληση ρύπανσης διώκεται ποινικά, προσαρτώνται πέντε (5) Παραρτήματα, αναφορικά με τα απαιτούμενα έντυπα προς συμπλήρωση και τις διεθνείς συμβάσεις μεταφορών.

11.4.7 Εργασιακά

- ♦ Π.Δ 90/99, ΦΕΚ 94/13.5.1999 “Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανώτατων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων, σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους”

Αυτό το Π.Δ αποσκοπεί σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες 91/322/ΕΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής και αποτελεί τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 «Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους» (135/Α), όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ 77/93 (34/Α).

Αναφορικά με τα PCBs, ισχύουν τα κάτωθι:

Πίνακας 11-2 Οριακές Τιμές Έκθεσης Εργαζομένων

Χημικός Παράγοντας	No. CAS	Σημείωση	Οριακή Τιμή Έκθεσης (mg/m ³)	Ανώτατη Οριακή Τιμή Έκθεσης (mg/m ³)
Χλωρο-διφαινύλια (42% χλώριο)	53469-21-9	Δ	1	
Χλωρο-διφαινύλια (54% χλώριο)	11097-69-1	Δ	0,5	

11.5 Στόχοι Εθνικού Σχεδιασμού

Αναφορικά με τη διαχείριση των PCBs και των συσκευών που τα περιέχουν, οι στόχοι που θέτονται βασίζονται στην Οδηγία 96/59/ΕΚ.

Συγκεκριμένα, βάσει αυτής της Οδηγίας, η χώρα μας πρέπει έως το έτος 2010 να έχει ολοκληρώσει την απόσυρση και καταστροφή όλων των συσκευών που περιέχουν PCBs, με εξαίρεση τις συσκευές που φέρουν συγκεντρώσεις PCBs μεταξύ 50 και 500 ppm και είναι σε άριστη κατάσταση, οι οποίες επιτρέπεται να καταστραφούν μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.

Επιπλέον, ο Εθνικός Σχεδιασμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων, που μεταφέρονται για επεξεργασία και τελική διάθεση στο εξωτερικό.

11.6 Δράσεις

Προς υλοποίηση των ανωτέρω στόχων, ο Εθνικός Σχεδιασμός καθορίζει τις κάτωθι δράσεις:

- ⇒ Ολοκλήρωση της καταγραφής όλων των συσκευών που περιέχουν PCBs, οπουδήποτε και αν ανήκουν, σύμφωνα με την Οδηγία 96/59/EK, σε συνδυασμό με τη συνεχή παρακολούθησή τους, μέσω δυναμικού συστήματος, μέχρις ότου πραγματοποιηθεί η καταστροφή και των τελευταίων ποσοτήτων
- ⇒ Επιτάχυνση της διαδικασίας κατασκευής κεντρικών μονάδων επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων, μέσω της χρήσης εργαλείων επικοινωνίας με την τοπική αυτοδιοίκηση και τους πολίτες, ώστε να καταπολεμηθεί το σύνδρομο NIMBY, που αποτελεί μέχρι σήμερα τροχοπέδη. Η ίδρυση μη-κερδοσκοπικού φορέα, στον οποίον θα μπορούν να συμμετέχουν η Πολιτεία, η Τοπική Αυτοδιοίκηση και οι πολίτες, απαιτείται προς επίτευξη αυτού του στόχου
- ⇒ Ενθάρρυνση της ιδιωτικής πρωτοβουλίας προς την κατεύθυνση της δημιουργίας μονάδων επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων, υπό τον έλεγχο του ΥΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και μέσα από κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί, ότι ακόμα και μέσα στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδιασμού, εκφράζεται ο προβληματισμός σχετικά με το κατά πόσο θα συνεχιστεί η διασυνοριακή μεταφορά των PCBs, σε άλλες χώρες της Ε.Ε, στην περίπτωση που η δημιουργία τοπικών εξειδικευμένων μονάδων διαχείρισής τους δεν είναι οικονομικά βιώσιμη, λόγω του συνολικού- προς διάθεση- όγκου τους.

Στην περίπτωση, βέβαια, που επιτευχθεί στην Ελλάδα η δημιουργία μιας Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας Επικίνδυνων Αποβλήτων, που θα έχει την ικανότητα να επεξεργάζεται και PCBs, τότε η διαχείρισή τους θα περιληφθεί στο συνολικό σχεδιασμό, που έχει γίνει για τη διαχείριση των Επικίνδυνων Αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΤΟΥ ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

12.1 Γενικά

Το 1996, το Εργαστήριο Επιφανειακών Νερών του Γενικού Χημείου του Κράτους (Γ.Χ.Κ, Γ' Χημική Υπηρεσία Αθηνών) ανέλαβε την εκτέλεση του Εθνικού Προγράμματος Παρακολούθησης της Ρύπανσης στα Επιφανειακά Νερά της Ελλάδας, με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Κ.Μοσχονά, 2000).

Τα PCBs συγκαταλέγονται στο πλήθος των ρυπαντικών παραμέτρων που παρακολουθούνται από τότε έως σήμερα. Ένα αντιπροσωπευτικό μέρος των συνολικά διαθέσιμων σχετικών χρονοσειρών (Δεκ. 1996 έως Νοεμ. 1998) μας παραχωρήθηκε από τις αρμόδιες αρχές, σε ακατέργαστη μορφή, προκειμένου να προβούμε σε περαιτέρω στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Πριν προχωρήσουμε στην επεξεργασία και την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων, θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε με τον πλέον σαφή και αξιόπιστο τρόπο τη δομή και τους στόχους λειτουργίας του συγκεκριμένου δικτύου

12.2 Τύπος και Σκοπός του Προγράμματος

Το Πρόγραμμα Παρακολούθησης της Ρύπανσης στα Επιφανειακά Νερά της Ελλάδας, που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω, καλύπτει όλη την ελληνική επικράτεια, όπως φαίνεται και στο σχετικό χάρτη που ακολουθεί στην παράγραφο 12.3.

Τα κατά τόπους Εργαστήρια Επιφανειακών Νερών της χώρας μας εντάσσονται στο λεγόμενο **Εθνικό Δίκτυο Ποιότητας Νερών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε** και έχουν ως σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων της πατρίδας μας.

Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη/λειτουργία του δικτύου αυτού αποσκοπεί :

- Στη λεπτομερή και συνεχή καταγραφή της κατάστασης των επιφανειακών υδάτων της χώρας, προκειμένου να εκτιμάται η ποιότητά τους και οι τυχόν μεταβολές, θετικές ή αρνητικές, που επέρχονται σε αυτήν

- Στη συμμόρφωση με την Οδηγία-Πλαίσιο 76/464/ΕΚ, προκειμένου να προκύψουν Στόχοι Ποιότητας Υδάτων, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 11.4.5 (Water Quality Objectives, WQO)
- Στην κοινοποίηση των αποτελεσμάτων μία φορά το χρόνο, στο τέλος Μαΐου, στο EUROWATERNET, το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Παρακολούθησης των Υδάτινων Πόρων, της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (The European Environment Agency's Monitoring and Information Network for Inland Water Resources)

12.3 Δίκτυο Παρακολούθησης της Ρύπανσης των Επιφανειακών Νερών

12.3.1 Σχεδιασμός Δικτύου

Όπως προαναφέρθηκε, το συγκεκριμένο δίκτυο καλύπτει ολόκληρη την ελληνική επικράτεια, η οποία έχει χωριστεί σε συνολικά δώδεκα (12) υδατικά διαμερίσματα. Τα διαμερίσματα αυτά παρατίθενται αναλυτικά στο υπόμνημα του σχετικού Χάρτη Υδατικών Διαμερισμάτων (Σχήμα 12-1).

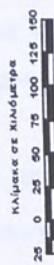
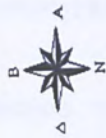
ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ



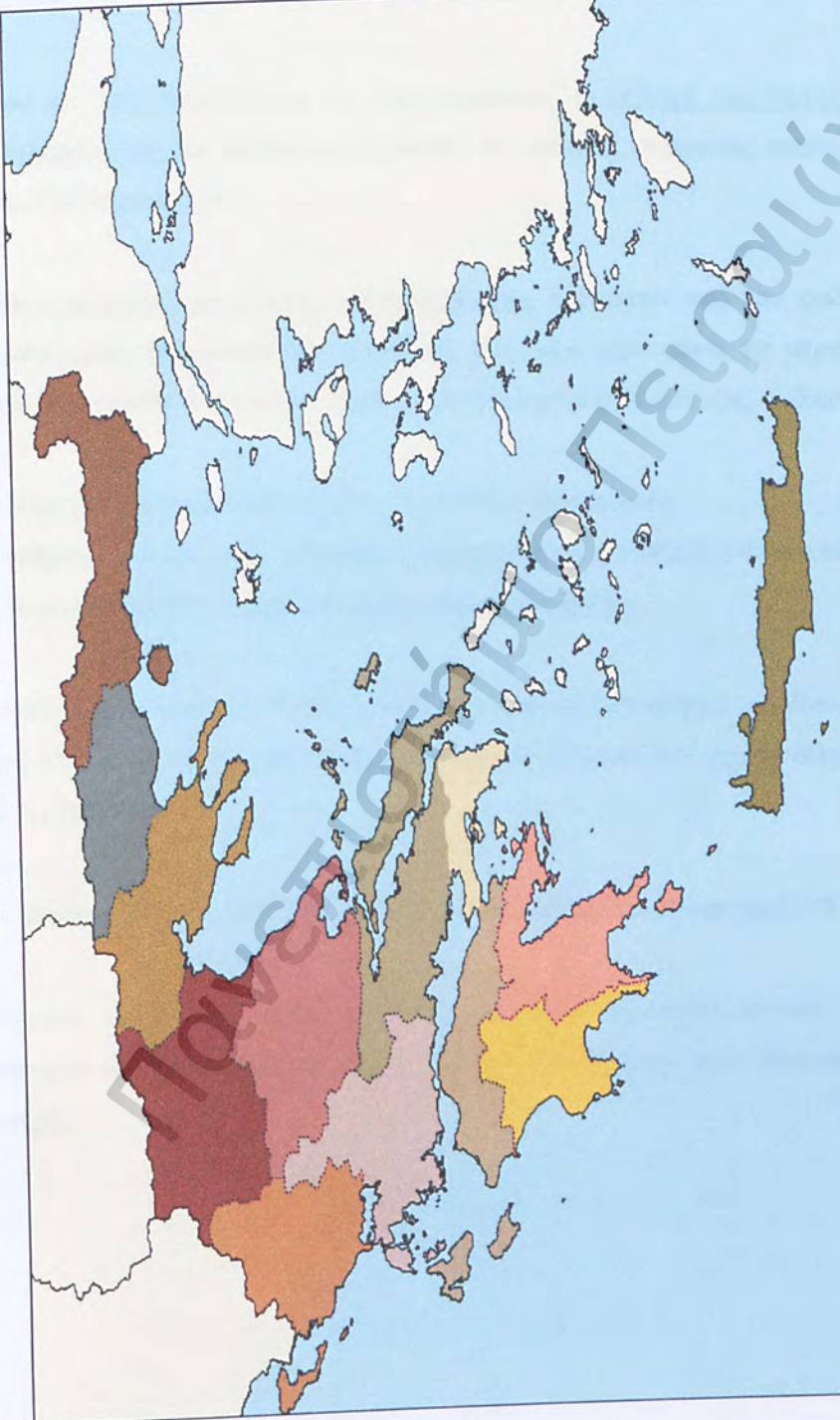
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΕΡΩΝ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΤΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΟΥΦΛΗΣ ΠΗΛΑΓΟΝΗΣΟΥ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΛΑΜΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΙΤΩΛΕΩΝ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΛΑΜΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΤΙΚΗΣ ΘΡΑΚΙΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΤΡΙΤΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΙΑΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ
- ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΙΩΝΑΓΩΝ



Επιμέλεια Χάρτη
Καθ. Σταυρούλα Φραντζή, Περιβαλλοντολόγος



Σχήμα 12-1 Χάρτης Υδάτινων Διαμερισμάτων

Τα κατά τόπους Εργαστήρια Επιφανειακών Νερών πραγματοποιούν μηνιαίες δειγματοληψίες, σε πάνω από **120** διαφορετικά σημεία της χώρας και σε διάφορα είδη επιφανειακών νερών, όπως ποτάμια, λίμνες και τάφροι αποστραγγίσεων (Κ.Μοσχονά, 2000).

Πλήρης Πίνακας των Σημείων Δειγματοληψίας του δικτύου, το **1998**, παρατίθεται στο Παράρτημα VI. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το δίκτυο επεκτείνεται συνεχώς από το 1996 που πρωτοδημιουργήθηκε, με αποτέλεσμα να απαριθμεί σήμερα περί τα **142** σημεία δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με τους υπευθύνους του προγράμματος, η επιλογή της θέσης των σταθμών δειγματοληψίας γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές σημειακές πηγές εκπομπής των μετρούμενων παραμέτρων.

Ο κωδικός αριθμός των σημείων δειγματοληψίας προκύπτει από την κωδικοποίηση των μετεωρολογικών, βροχομετρικών σταθμών, κ.α, που έχει κάνει εν μέρει η Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού κ' Φυσικών Πόρων, του Υπουργείου Ανάπτυξης. Ειδικότερα:

- τα δύο πρώτα ψηφία υποδηλώνουν το **υδατικό διαμέρισμα**
- τα επόμενα δύο αφορούν στη **λεκάνη απορροής** του αποδέκτη ή στην υπολεκάνη του και
- το τελευταίο ψηφίο αφορά στο **σημείο δειγματοληψίας**

Για παράδειγμα, ο κωδικός 07203, αφορά στο υδατικό διαμέρισμα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (07), στη λεκάνη του ποταμού Σπερχειού (20) και στο σημείο δειγματοληψίας του χωριού Αμούρι (3).

12.3.2 Επεξεργασία Δειγμάτων-Αναλυτικές Μέθοδοι Προσδιορισμού PCBs

Τα δείγματα, που συλλέγονται στο πλαίσιο του συγκεκριμένου δικτύου, εξετάζονται για περισσότερες από **70** παραμέτρους που έχουν σχέση με την ισχύουσα Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τα νερά.

Οι κατηγορίες των υπό εξέταση παραμέτρων, όπως καθορίζονται στην Υγειονομική Διάταξη Α5/288/86 (ΦΕΚ 53Β/20.2.1986) “Ποιότητα του πόσιμου νερού, σε συμμόρφωση προς την 80/778 οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15.7.1980”, είναι οι εξής κάτωθι:

- A. Οργανοληπτικές παράμετροι
- B. Φυσικοχημικές παράμετροι
- Γ. Παράμετροι που αφορούν στις ανεπιθύμητες ουσίες
- Δ. Παράμετροι που αφορούν στις τοξικές ουσίες
- E. Μικροβιολογικές παράμετροι

Τα PCBs ανήκουν στην κατηγορία των τοξικών ουσιών και, συγκεκριμένα, στα “**παρασιτοκτόνα και εξομοιούμενα προϊόντα**”. Το, δε, **ανώτατο όριο συγκέντρωσης ανά συμπαράγωγο**, όσον αφορά στο **πόσιμο νερό**, έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο **0,1 ppb** (μg/l) και έχει, αντίστοιχα, υιοθετηθεί από την ελληνική νομοθεσία με την ανωτέρω Υ.Δ..

Η επεξεργασία των δειγμάτων που συλλέγονται από τα περιφερειακά Εργαστήρια Επιφανειακών Νερών γίνεται από το Εργαστήριο Επιφανειακών Νερών του Γ.Χ.Κ, όσον αφορά τουλάχιστον στα PCBs. Το συγκεκριμένο εργαστήριο είναι και το Κεντρικό Εργαστήριο Επιφανειακών Νερών του Δικτύου του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε

Όσον αφορά στον τρόπο και τη συχνότητα δειγματοληψίας, τη μεταχείριση των δειγμάτων καθ’ όλη τη διαδικασία, κλπ, εφαρμόζεται το διεθνές πρότυπο ISO 5667/Part 6, το οποίο έχει μεταφραστεί στα ελληνικά από τους αρμοδίους του Γ.Χ.Κ. Οι αναλύσεις των δειγμάτων των επιφανειακών νερών πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας τις επίσημες μεθόδους της EPA, υπ’ αριθμ. 508 και 509, όσον αφορά στον προσδιορισμό των PCBs.

Τα δείγματα αναλύονται με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας (Gas Chromatographic method, GC), κάνοντας χρήση αέριου χρωματογράφου Hewlett Packard 5890, Series II, με ανιχνευτή σύλληψης ηλεκτρονίων (Electron Capture Detector, ECD). Ο χρωματογραφικός διαχωρισμός επιτυγχάνεται σε τριχοειδή στήλη DB-5, με χρήση ηλίου ως φέροντος αερίου (carrier gas). Η προεργασία των δειγμάτων για την ανάλυση περιλαμβάνει εκχύλιση στερεής φάσης (solid phase extraction technique) (Κ.Μοσχονά, 2000).

Τα συμπαράγωγα των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων που εξετάζονται είναι τα εξής:

Πίνακας 12-1 Συμπαράγωγα PCBs, που παρακολουθούνται στο πλαίσιο του Εθνικού Δικτύου Ποιότητας Νερών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε

A/a	Συμπαράγωγο PCBs	IUPAC No.	Όριο ανίχνευσης μεθόδου (μg/l)
1	2,4,4'-Trichlorobiphenyl	28	0,0005
2	2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl	52	0,0005
3	2,2',3,4,5-Pentachlorobiphenyl	86	0,0005
4	2,2',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl	101	0,0005
5	2,3,3',4,4'-Pentachlorobiphenyl	105	0,0005
6	2,3,4,4',5- Pentachlorobiphenyl	114	0,0005
7	2,2',3,3',4,4'- Hexachlorobiphenyl	128	0,0005
8	2,2',3,4,4',5- Hexachlorobiphenyl	137	0,0005
9	2,2',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl	153	0,0005
10	2,3,3',4,4',5- Hexachlorobiphenyl	156	0,0005
11	3,3',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl	169	0,0005
12	2,2',3,3',4,4',5- Heptachlorobiphenyl	170	0,0005
13	2,2',3,4,4',5,5'- Heptachlorobiphenyl	180	0,0005
14	2,2',3,4,4',5,6- Heptachlorobiphenyl	181	0,0005
15	2,2',3,3',4,4',5,5'-Octachlorobiphenyl	194	0,0005

Τα συγκεκριμένα συμπαράγωγα επιλέχθηκαν με βασικό κριτήριο τη συχνότητα εμφάνισής τους στα ελληνικά νερά, αλλά και με γνώμονα την αντιπροσώπευση όσο το δυνατόν περισσότερων ομάδων συμπαράγωγων PCBs.

Το, δε, όριο ανίχνευσης των **0,0005 μg/l**, το οποίο είναι κατά πολύ χαμηλότερο του θεσμοθετημένου ανώτατου ορίου συγκέντρωσης ανά συμπαράγωγο (0,1 μg/l ή ppb), καθορίζεται από τα διαθέσιμα, έως σήμερα, αναλυτικά όργανα και το επίπεδο θορύβου που αυτά εισάγουν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, χρησιμοποιείται ένας λόγος signal/noise (S/N) ίσος με 3 (Κ.Μοσχονά, 2000).

Πριν προχωρήσουμε στην επεξεργασία των διαθέσιμων χρονοσειρών PCBs, θα παραθέσουμε κάποια γενικά πληροφοριακά στοιχεία, αναφορικά με τους υδάτινους αποδέκτες της Ελλάδας (Λέκκας, 2000).

12.4 Γενικά Στοιχεία των Επιφανειακών Αποδεκτών της Ελλάδας

Η συνολική επιφάνεια της χώρας (131.190 km²) καλύπτεται με εσωτερικά ύδατα επιφανείας περίπου 2.200 km² (1,6% του συνόλου). Οι διάφορες κατηγορίες αποδεκτών συμμετέχουν ως εξής:

- Οι λίμνες (φυσικές και τεχνητές) καλύπτουν μία έκταση περίπου 956 km² (47,2%),
- Οι λιμνοθάλασσες καλύπτουν μία έκταση περίπου 288 km² (14,2%),
- Οι ποταμοί έχουν μήκος 4.268 km και οι εκβολές και τα δέλτα τους καλύπτουν έκταση περίπου 723 km² (35,7%).

Από πλευράς χρήσεων, το μεγαλύτερο μέρος κατέχει η γεωργία ενώ, οι οικιστικές χρήσεις φτάνουν περίπου το 16% των συνολικών χρήσεων. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι παρελθούσες, σημερινές και μελλοντικές χρήσεις του νερού στην Ελλάδα.

Πίνακας 12-2 Χρήσεις των επιφανειακών υδάτων στην Ελλάδα σε εκατοστιαία αναλογία

Έτος	Οικιστικές	Βιομηχανία	Γεωργία	Λοιπές χρήσεις
1970	11	2	86	1
1980	14	2	83	1
1990	16	2	81	1
2000	17	2	80	1

Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν περί τις **56 φυσικές λίμνες**, με συνολική έκταση 598 km². Οι μεγαλύτερες σε έκταση είναι:

- Η Βιστωνίδα, που ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Θράκης
- Η Βόλβη, που ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας
- Η Βεγορίτιδα, που ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας
- Η Μικρή και η Μεγάλη Πρέσπα, που ανήκουν στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας

Οι ανωτέρω λίμνες δεν συμπεριλαμβάνονταν στο δίκτυο παρακολούθησης, τουλάχιστον έως το 1998.

Αναφορικά με τα ποτάμια, η Ελλάδα δεν διαθέτει μεγάλα ποτάμια, με εξαίρεση τον Έβρο, το Νέστο, το Στρυμόνα και τον Αξιό. Τα ποτάμια αυτά διασχίζουν και εκβάλλουν στη χώρα μας, αλλά πηγάζουν από άλλες χώρες της Βαλκανικής. Με δεδομένο ότι θα ασχοληθούμε

περαιτέρω με τους τρεις από τους τέσσερεις διασυνοριακούς ποταμούς, κρίθηκε σκόπιμο να παρατεθούν όλα τα σχετικά διαθέσιμα πληροφοριακά στοιχεία.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των ποταμών αυτών παρουσιάζονται στον κάτωθι πίνακα.

Πίνακας 12-3 Φυσικά χαρακτηριστικά των διασυνοριακών ποταμών της Ελλάδας

Ποταμός	Μήκος (km) *	Λεκάνη απορροής ποταμού (km ²)	Τοποθεσία εκβολής
Εβρος	204	52500	Ακτές Θράκης
Νέστος	130	10760	Θρακικό Πέλαγος
Στρυμόνας	118	17500	Στρυμονικός Κόλπος
Αξιός	76	23750	Θερμαϊκός Κόλπος

* Μήκος ποταμού σε ελληνικό έδαφος.

Επιπλέον στοιχεία ανά διασυνοριακό ποτάμι δίδονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

12.4.1 Εβρος

Ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Θράκης, πηγάζει από τη Βουλγαρία και εκβάλλει στο Θρακικό πέλαγος. Αποτελεί το φυσικό όριο μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας, καθώς και μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας, όσον αφορά σε ένα μικρό τμήμα του. Είναι ποταμός συνεχούς ροής, τα νερά του οποίου χρησιμοποιούνται για άρδευση και αλιεία.

Πιθανές πηγές ρύπανσης αποτελούν:

- τα υγρά απόβλητα των βιοτεχνιών και μεταποιητικών επιχειρήσεων
- οι μη-σημειακές πηγές, λόγω γεωργικής δραστηριότητας, καθώς και
- η προερχόμενη, από άλλες χώρες, ρύπανση.

12.4.2 Νέστος

Όπως ο Εβρος, ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Θράκης, πηγάζει από τη Βουλγαρία και, κατευθυνόμενος ΝΑ, εκβάλλει στο Θρακικό πέλαγος. Είναι ποταμός συνεχούς ροής, ο οποίος χρησιμοποιείται για άρδευση, αμμοληψία και αναψυχή.

Πιθανές πηγές ρύπανσης αποτελούν:

- τα υγρά απόβλητα των βιοτεχνιών και μεταποιητικών επιχειρήσεων
- οι μη-σημειακές πηγές, λόγω γεωργικής δραστηριότητας, καθώς και
- η προερχόμενη, από άλλες χώρες, ρύπανση.

12.4.3 Στρυμόνας

Ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας. Πηγάζει και αυτός από τη Βουλγαρία, όπου βρίσκονται τα 2/3 της λεκάνης απορροής του και κατευθυνόμενος N-NA εκβάλλει στο Στρυμονικό Κόλπο.

Είναι ποταμός συνεχούς ροής, με αρκετά μεγάλη παροχή νερού, ο οποίος χρησιμοποιείται για άρδευση, αμμοληψία και αλιεία. Πιθανές πηγές ρύπανσης αποτελούν και σε αυτήν την περίπτωση:

- τα υγρά απόβλητα των βιοτεχνιών και μεταποιητικών επιχειρήσεων
- οι μη-σημειακές πηγές, λόγω γεωργικής δραστηριότητας, καθώς και
- η προερχόμενη, από άλλες χώρες, ρύπανση.

12.4.4 Αξιός

Ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας. Πηγάζει από τη Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία των Σκοπίων και κατευθυνόμενος Α και Ν εκβάλλει στο Θερμαϊκό Κόλπο. Είναι ποταμός συνεχούς ροής, ο οποίος χρησιμοποιείται για ύδρευση, άρδευση, αμμοληψία και αναψυχή.

Στις πιθανές πηγές ρύπανσής του συγκαταλέγονται:

- τα υγρά απόβλητα των βιοτεχνιών και μεταποιητικών επιχειρήσεων
- οι μη-σημειακές πηγές, λόγω γεωργικής δραστηριότητας, καθώς και
- η προερχόμενη, από άλλες χώρες, ρύπανση.

Κλείνοντας το υποκεφάλαιο αυτό και πριν περάσουμε στην επεξεργασία των μετρήσεων που μας δόθηκαν, θα θέλαμε να τονίσουμε το γεγονός ότι, οι ανωτέρω διασυνοριακοί ποταμοί αποτελούν σημαντικούς υγρότοπους της χώρας μας, οι οποίοι προστατεύονται και από διεθνείς συμβάσεις.

Οι υγρότοποι αυτοί, ως γνωστόν, αποτελούν ευαίσθητα οικοσυστήματα ανυπολόγιστης αξίας, γιατί προσφέρουν μια σειρά από πολιτιστικές, ψυχαγωγικές και οικονομικές δυνατότητες ενώ, ταυτόχρονα ρυθμίζουν την υδρολογική ισορροπία της περιοχής.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ PCBs ΣΤΟΥΣ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟΥΣ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

13.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται και αναλύονται για πρώτη φορά στον ελληνικό χώρο τα επίπεδα συγκεντρώσεων των διαφόρων συμπαράγωγων PCBs, που παρακολουθούνται από το 1996 σε μηνιαία βάση (βλ. παράγραφο 12.3.2) από το Εθνικό Δίκτυο Ποιότητας Νερών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και τα οποία ευγενώς μας παραχωρήθηκαν. Αφορούν, δε, στους τρεις διασυνοριακούς ποταμούς της Ελλάδος, που πηγάζουν από τη γείτονα χώρα της Βουλγαρίας.

Μετά την ενοποίηση των σχετικών συγκεντρώσεων σε μια κοινή βάση δεδομένων, ακολούθησε η κατάλληλη-για το χαρακτήρα των χρονοσειρών- στατιστική επεξεργασία με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων, αναφορικά με την ποιότητα των υδάτων, τη φύση των πηγών απελευθέρωσης των PCBs και την πιθανότητα εισαγόμενης ρύπανσης.

Οι διαθέσιμες χρονοσειρές που εξετάστηκαν παρουσιάζουν στοιχεία από δειγματοληψίες, που έλαβαν χώρα σε :

- Πέντε (5) δειγματοληπτικούς σταθμούς του Εβρου
- Δύο (2) δειγματοληπτικούς σταθμούς του Νέστου
- Τέσσερεις (4) δειγματοληπτικούς σταθμούς του Στρυμόνα

και αφορούν στη χρονική περίοδο Δεκ. 1996- Νοεμ. 1998, με εξαίρεση το Στρυμόνα για τον οποίο τα στοιχεία αφορούν στη χρονική περίοδο Ιαν. 1998- Νοεμ. 1998.

13.2 Στατιστική Επεξεργασία Χρονοσειρών Μετρήσεων

Το σύνολο των μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των χρονικών περιόδων που προαναφέρθηκαν ανά υδάτινο αποδέκτη, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο στο οποίο αναφέρονται, παρατίθενται στο κάτωθι Πίνακα 13-1.

Πίνακας 13-1 Σύνολο διαθέσιμων μετρήσεων ανά διασυνοριακό ποτάμι

ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΟ ΠΟΤΑΜΙ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	Πλήθος Μετρήσεων ανά Κατηγορία Συγκέντρωσης		Ποσοστό (%) Μετρήσεων ανά Κατηγορία Συγκέντρωσης	
		Ανιχνεύσιμη	ND	Ανιχνεύσιμη	ND
Εβρος	1260	77	1183	6,11	93,89
Νέστος	666	44	622	6,6	93,4
Στρυμόνας	525	29	496	5,52	94,48

ND (Not Detected): Μη ανιχνεύσιμη τιμή

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα, οι διαθέσιμες χρονοσειρές μετρήσεων παρουσιάζουν χαρακτηριστική ιδιομορφία, εξαιτίας των υψηλών ποσοστών μη ανιχνεύσιμων συγκεντρώσεων (ND) που εμπεριέχουν ($\approx 94\%$). Το γεγονός αυτό, είχε ως συνεπακόλουθο τη μη δυνατότητα χρήσης εξειδικευμένων στατιστικών εργαλείων αποτίμησης της συμπεριφοράς και του χαρακτήρα τους.

Μετά από επισκόπηση, τόσο στο διεθνή, όσο και τον ελληνικό χώρο ως προς τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους στατιστικής επεξεργασίας χρονοσειρών PCBs αλλά και άλλων τοξικών χημικών ρύπων σε υδάτινους αποδέκτες, που περιέχουν μεγάλα ποσοστά NDs (sensored data), ακολουθήθηκαν δύο μεθοδολογίες.

Οι συγκεντρώσεις της κατηγορίας ND στη μεν πρώτη περίπτωση (Σενάριο Α) δεν προσμετρήθηκαν, στη δε δεύτερη περίπτωση (Σενάριο Β) εξισώθηκαν με την τιμή του ορίου ανίχνευσης, ήτοι **0,0005 $\mu\text{g/l}$** .

Προς αποφυγήν εξαγωγής λανθασμένων συμπερασμάτων από τον αναγνώστη, επισημαίνεται ότι η κλίμακα που έχει χρησιμοποιηθεί στο εκάστοτε διάγραμμα είναι προσαρμοσμένη στη μέγιστη τιμή που ανιχνεύτηκε ανά συμπαράγωγο.

13.2.1 Περίπτωση: ΕΒΡΟΣ

Στον Πίνακα 13-2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των συνολικά **1260** μετρήσεων, που ελήφθησαν σε μηνιαία βάση από πέντε (5)

σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Εβρου, μεταξύ Δεκ. 1996 και Νοεμ. 1998 ενώ, στα Διαγράμματα 13-1 έως 13-12 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του κάθε συμπαραγώγου, στο χρόνο και το χώρο.

Πίνακας 13-1 Διαχρονικά Αποτελέσματα 1997

Σταθμός	Συμπαραγώγια PCBs											
	2010a PCB	2010b PCB	2010c PCB	2010d PCB	2010e PCB	2010f PCB	2010g PCB	2010h PCB	2010i PCB	2010j PCB	2010k PCB	2010l PCB
13-1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13-12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Συμπαράγωγα PCBs

Σταθμός δευματοληψίας	22334455 PCB	2233445 PCB	223344 PCB	2234455 PCB	2234456 PCB	223445 PCB	22345 PCB	224455 PCB	22455 PCB	2255 PCB	233445 PCB	23344 PCB	23445 PCB	244 PCB	334455 PCB
Εύρος διακύμανσης των συγκεντρώσεων (ND = not detected)															
101				ND-0,0007			ND-0,0007		ND-0,0018	ND-0,0071			ND-0,0028	ND-0,01	ND-0,0017
102	ND-0,0007			ND-0,001		ND-0,0015	ND-0,0011	ND-0,0045		ND-0,0077				ND-0,0085	ND-0,0012
105															
106	ND-0,0023			ND-0,0009	ND-0,0056	ND-0,001		ND-0,0006		ND-0,0053	ND-0,0006			ND-0,007	ND-0,0021
107					ND-0,0008	ND-0,0012	ND-0,0013	ND-0,0007						ND-0,0018	ND-0,001
Σενάριο Α: Αριθμητικός μέσος των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης (0,0005 µg/l) κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (12/96 – 11/98)															
101				0,0006			0,0007		0,0018	0,00236			0,0028	0,00423	0,00127
102	0,0007			0,00095		0,0015	0,00085	0,00185		0,0041				0,00348	0,0008
105															
106	0,0011			0,0009	0,00305	0,00085		0,00055		0,00297	0,0006			0,0013	0,0011
107					0,0008	0,00085	0,0011	0,0007						0,00128	0,00073
Σενάριο Β: Μέση συγκέντρωση κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (12/96 – 11/98) µε ND= 0,0005 µg/l															
101	0,0005	0,0005	0,0005	0,000508	0,0005	0,0005	0,000725	0,0005	0,000554	0,000888	0,0005	0,0005	0,000596	0,000967	0,000596
102	0,000508	0,0005	0,0005	0,000538	0,0005	0,000542	0,000888	0,000725	0,0005	0,001113	0,0005	0,0005	0,0005	0,001246	0,000538
105	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
106	0,000575	0,0005	0,0005	0,000517	0,000713	0,000529	0,00005	0,000504	0,0005	0,0008	0,0005	0,000504	0,0005	0,000863	0,000575
107	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,000513	0,000529	0,000575	0,000508	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,000629	0,000529

Στο σύνολο των ανωτέρω μετρήσεων, το ποσοστό των μη ανιχνεύσιμων (ND) ήταν $\approx 94\%$.

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω Πίνακα 13-2, το εύρος διακύμανσης των μεμονωμένων συγκεντρώσεων ήταν $ND \div 0,01 \mu\text{g/l}$. Κάνοντας χρήση του Σεναρίου Α, το εύρος διακύμανσης των αριθμητικών μέσων των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης ($0,0005 \mu\text{g/l}$) ήταν, αντίστοιχα, $0,00055 \div 0,00423 \mu\text{g/l}$ ενώ, κάνοντας χρήση του Σεναρίου Β, οι μέσες συγκεντρώσεις διακυμάνθηκαν από $0,00050$ έως $0,00125 \mu\text{g/l}$.

Στον Πίνακα 13-3 παρουσιάζονται, ενδεικτικά, οι επτά πρώτες κατά σειρά μεγέθους συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στον Εβρο τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που μελετάται, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο στο οποίο αναφέρονται.

Πίνακας 13-3 Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στον Εβρο (Δεκ. 1996-Νοεμ. 1998)

Συμπαράγωγο PCB	Σταθμός Δειγματοληψίας	Ημερομηνία Μέτρησης	Συγκέντρωση ($\mu\text{g/l}$)	Αριθμητικός Μέσος (άνευ ND)	Μέση Συγκέντρωση (συμπερ. ND)
244	101	Μαρ-98	0,01	0,00423	0,000967
244	102	Μαρ-98	0,0085	0,00348	0,001246
2255	102	Νοε-98	0,0077	0,0041	0,001113
2255	101	Απρ-97	0,0071	0,00236	0,000888
244	106	Ιουν-98	0,007	0,0013	0,000863
2234456	106	Οκτ-98	0,0056	0,00305	0,000713
2255	106	Νοε-98	0,0053	0,00297	0,0008

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλες οι τιμές που ανιχνεύθηκαν κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που μελετάται, συμπεριλαμβανομένων και αυτών του ανωτέρω πίνακα, είναι χαμηλότερες του θεσμοθετημένου από την Ε.Ε ανώτατου ορίου των $0,1 \mu\text{g/l}$, ανά συμπαράγωγο, για το πόσιμο νερό.

Συγκεκριμένα, ακόμα και η υψηλότερη συγκέντρωση των $0,01 \mu\text{g/l}$, που ανιχνεύτηκε το **Μάρτιο 1998**, στο συνοριακό σταθμό Δίκαια-Σταθμός αυτόματης μέτρησης και αφορούσε στο συμπαράγωγο **244PCB** (IUPAC 28), είναι 10 φορές χαμηλότερη του ορίου αυτού. Από το, δε,

Διάγραμμα 13-11 διαφαίνεται ότι η σχετική αρχική συγκέντρωση προέρχεται από τη γείτονα χώρα και φθίνει όσο προχωράμε στους σταθμούς της ελληνικής ενδοχώρας.

Όσον αφορά στη συνολική εικόνα του 244PCB, καθώς και των συμπαραγώγων 2255PCB (IUPAC 52) και 2234456PCB (IUPAC 183), οι κάποιες ελάχιστες και μεμονωμένες “εξάρσεις” σε σταθμούς της ελληνικής ενδοχώρας, πέραν του ότι κυμαίνονται σε ακόμα χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων που, είτε αποσβένονται γρήγορα, είτε δεν έχουν καμμία χρονική και χωρική διάρκεια, μπορούν να αποδοθούν στη φύση των συγκεκριμένων ρύπων (ρύποι ποικίλης προέλευσης) και στον κύκλο ζωής τους (μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις από τον τόπο απελευθέρωσής τους και ατμοσφαιρική εναπόθεση, κλπ), που παρουσιάστηκε διεξοδικότερα στο κεφάλαιο 5.

Σε γενικές γραμμές, τα υπόλοιπα συμπαράγωγα που ανιχνεύθηκαν κατά τη χρονική περίοδο που εξετάζουμε κυμαίνονται σε επίπεδα κοντά στο όριο ανίχνευσης (0,0005 μg/l).

Τέλος, από τον ανωτέρω Πίνακα 13-3 διαφαίνεται ότι στο σύνολο των συμπαραγώγων που ανιχνεύτηκαν στην υπό μελέτη χρονική περίοδο τα τρι- και τέτρα- συμπαράγωγα είναι εκείνα που, αν και με χαμηλές συγκεντρώσεις, επικρατούν στο συγκεκριμένο αποδέκτη.

13.2.2 Περίπτωση: ΝΕΣΤΟΣ

Στον Πίνακα 13-4 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των συνολικά 666 μετρήσεων, που ελήφθησαν σε μηνιαία βάση από δύο (2) σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Νέστου, μεταξύ Δεκ. 1996 και Νοεμ. 1998 ενώ, στα Διαγράμματα 13-13 έως 13-24 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του κάθε συμπαραγώγου, στο χρόνο και το χώρο.

Πίνακας 13-4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα ΝΕΣΤΟΥ

Συμπαράγωγα PCBs

Σταθμός δειγματοληψίας	22334455 PCB	2233445 PCB	223344 PCB	2234455 PCB	2234456 PCB	223445 PCB	22345 PCB	224455 PCB	22455 PCB	2255 PCB	233445 PCB	23344 PCB	23445 PCB	244 PCB	334455 PCB
Εύρος διακύμανσης των συγκεντρώσεων (ND = not detected)															
101				ND-0,001		ND-0,0013	ND-0,0005	ND-0,001	ND-0,0013	ND-0,026	ND-0,0017	ND-0,0044	ND-0,0019	ND-0,0017	ND-0,0015
105				ND-0,0009	ND-0,0008	ND-0,0014		ND-0,0013		ND-0,005		ND-0,0021	ND-0,0083	ND-0,002	ND-0,0022
Σενάριο Α: Αριθμητικός μέσος των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης (0,0005 µg/l) κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (12/96 – 11/98)															
101				0,0008		0,0013	0,0005	0,001	0,0013	0,0103	0,0017	0,00355	0,00135	0,00128	0,0011
105				0,0007	0,0008	0,001		0,00115		0,00235		0,00135	0,0044	0,0013	0,0022
Σενάριο Β: Μέση συγκέντρωση κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (12/96 – 11/98) µε ND= 0,0005 µg/l															
101	0,0005	0,0005	0,0005	0,00053	0,0005	0,000533	0,0005	0,00052	0,000533	0,00254	0,00055	0,000754	0,000571	0,000629	0,000546
105	0,0005	0,0005	0,0005	0,000517	0,000513	0,000542	0,0005	0,000554	0,0005	0,000963	0,0005	0,000571	0,000825	0,0006	0,000571

Στο σύνολο των ανωτέρω μετρήσεων, το ποσοστό των μη ανιχνεύσιμων (ND) ήταν $\approx 94\%$.

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω Πίνακα 13-4, το εύρος διακύμανσης των μεμονωμένων συγκεντρώσεων ήταν $ND \div 0,026 \mu\text{g/l}$. Κάνοντας χρήση του Σεναρίου Α, το εύρος διακύμανσης των αριθμητικών μέσων των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης ($0,0005 \mu\text{g/l}$) ήταν, αντίστοιχα, $0,00050 \div 0,0103 \mu\text{g/l}$ ενώ, κάνοντας χρήση του Σεναρίου Β, οι μέσες συγκεντρώσεις διακυμάνθηκαν από $0,00050$ έως $0,00254 \mu\text{g/l}$.

Στον Πίνακα 13-5 παρουσιάζονται, ενδεικτικά, οι πέντε πρώτες κατά σειρά μεγέθους συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Νέστο τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που μελετάται, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο στο οποίο αναφέρονται.

Πίνακας 13-5 Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Νέστο (Δεκ. 1996-Νοεμ. 1998)

Συμπαράγωγο PCB	Σταθμός Δειγματοληψίας	Ημερομηνία Μέτρησης	Συγκέντρωση ($\mu\text{g/l}$)	Αριθμητικός Μέσος (άνευ ND)	Μέση Συγκέντρωση (συμπερ. ND)
2255	101	Οκτ-97	0,026	0,0103	0,00254
23445	105	Σεπ-98	0,0083	0,0044	0,000825
2255	105	Φεβ-98	0,005	0,00235	0,000963
23344	101	Ιουν-98	0,0044	0,00355	0,000754
334455	105	Μαϊ-98	0,0022	0,0022	0,000571

Όπως και στην περίπτωση του Έβρου, όλες οι τιμές που ανιχνεύθηκαν στο Νέστο κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που μελετάται, συμπεριλαμβανομένων και αυτών του ανωτέρω πίνακα, είναι χαμηλότερες του θεσμοθετημένου από την Ε.Ε ανώτατου ορίου των $0,1 \mu\text{g/l}$, ανά συμπαράγωγο, για το πόσιμο νερό.

Συγκεκριμένα, ακόμα και η υψηλότερη συγκέντρωση των $0,026 \mu\text{g/l}$, που ανιχνεύτηκε τον **Οκτώβριο 1997**, στο συνοριακό σταθμό Ποταμοί και αφορούσε στο συμπαράγωγο **2255PCB** (IUPAC 52), είναι περίπου 4 φορές χαμηλότερη του ορίου αυτού. Επιπλέον, από το Διάγραμμα 13-19 διαφαίνεται ότι η σχετική αρχική συγκέντρωση προέρχεται από τη γείτονα χώρα και φθίνει όσο προχωράμε στους σταθμούς της ελληνικής ενδοχώρας.

Το ίδιο ισχύει για τη συνολική συμπεριφορά του 2255PCB και του 23344PCB (IUPAC 105) στη χρονική περίοδο που μελετάται.

Όσον αφορά στη συνολική εικόνα του αποδέκτη, παρουσιάζει ακόμα πιο λίγες και μεμονωμένες “εξάρσεις” σε σταθμούς της ελληνικής ενδοχώρας, σε σχέση με τον Εβρο, οι οποίες μπορούν να αποδοθούν στη φύση των συγκεκριμένων ρύπων, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 13.2.1.

Τέλος, από τον ανωτέρω Πίνακα 13-5 διαφαίνεται ότι, και στην περίπτωση του Νέστου, στο σύνολο των συμπαραγώγων που ανιχνεύτηκαν στην υπό μελέτη χρονική περίοδο τα τέτρα- και πέντα- συμπαράγωγα είναι εκείνα που, αν και με χαμηλές συγκεντρώσεις, επικρατούν στο συγκεκριμένο αποδέκτη.

13.2.3 Περίπτωση: ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ

Στον Πίνακα 13-6 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των συνολικά 525 μετρήσεων, που ελήφθησαν σε μηνιαία βάση από τέσσερις (4) σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Στρυμόνα, μεταξύ Ιαν. 1998 και Νοεμ. 1998 ενώ, στα Διαγράμματα 13-25 έως 13-34 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του κάθε συμπαραγώγου, στο χρόνο και το χώρο.

Πίνακας 13-6 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα ΣΤΡΥΜΟΝΑ

Συμπαράγωγα PCBs															
Σταθμός δειγματοληψίας	22334455 PCB	2233445 PCB	223344 PCB	2234455 PCB	2234456 PCB	223445 PCB	22345 PCB	224455 PCB	22455 PCB	2255 PCB	233445 PCB	23344 PCB	23445 PCB	244 PCB	334455 PCB
Εύρος διακύμανσης των συγκεντρώσεων (ND = not detected)															
101						ND-0,0006	ND-0,0017				ND-0,0019	ND-0,0045	ND-0,0009	ND-0,0025	ND-0,0015
102				ND-0,0014		ND-0,0005	ND-0,0005		ND-0,0093			ND-0,0038		ND-0,001	ND-0,001
103								ND-0,0008				ND-0,0133	ND-0,0016	ND-0,0007	ND-0,0005
104						ND-0,0008		ND-0,0005		ND-0,0024			ND-0,0017		ND-0,0014
Σενάριο Α: Αριθμητικός μέσος των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης (0,0005 µg/l) κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (1/98 – 11/98)															
101				0,0014		0,0006	0,0017				0,0019	0,0045	0,0009	0,00176	0,0015
102						0,0005	0,0005		0,0093			0,0038		0,001	0,00095
103								0,00065				0,0094	0,0016	0,0007	0,0005
104						0,0008		0,0005		0,0024			0,0017		0,0014
Σενάριο Β: Μέση συγκέντρωση κατά το συνολικό διάστημα δειγματοληψίας (1/98 – 11/98) με ND= 0,0005 µg/l															
101	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00059	0,00051	0,00062	0,0005	0,0005	0,0005	0,00064	0,0009	0,00054	0,00088	0,0006
102	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00053	0,0005	0,00138	0,0005	0,00083	0,0005	0,00055	0,00064
103	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00238	0,00061	0,00052	0,0005
104	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00053	0,0005	0,0005	0,0005	0,00069	0,0005	0,0005	0,00062	0,0005	0,00059

Στο σύνολο των ανωτέρω μετρήσεων, το ποσοστό των μη ανιχνεύσιμων (ND) ήταν $\approx 94\%$.

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω Πίνακα 13-6, το εύρος διακύμανσης των μεμονωμένων συγκεντρώσεων ήταν $ND \div 0,0133 \mu\text{g/l}$. Κάνοντας χρήση του Σεναρίου Α, το εύρος διακύμανσης των αριθμητικών μέσων των συγκεντρώσεων που υπερέβησαν το όριο ανίχνευσης ($0,0005 \mu\text{g/l}$) ήταν, αντίστοιχα, $0,00050 \div 0,0094 \mu\text{g/l}$ ενώ, κάνοντας χρήση του Σεναρίου Β, οι μέσες συγκεντρώσεις διακυμάνθηκαν από $0,00050$ έως $0,00238 \mu\text{g/l}$.

Στον Πίνακα 13-7 παρουσιάζονται, ενδεικτικά, οι έξι πρώτες κατά σειρά μεγέθους συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Στρυμόνα τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που μελετάται, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο στο οποίο αναφέρονται.

Πίνακας 13-7 Υψηλότερες κατά σειρά συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στο Στρυμόνα (Ιαν. 1998-Νοεμ. 1998)

Συμπαράγωγο PCB	Σταθμός Δειγματοληψίας	Ημερομηνία Μέτρησης	Συγκέντρωση ($\mu\text{g/l}$)	Αριθμητικός Μέσος (άνευ ND)	Μέση Συγκέντρωση (συμπερ. ND)
23344	103	Απρ-98	0,0133	0,0094	0,00238
2255	102	Απρ-98	0,0093	0,0093	0,00138
23344	101	Μαϊ-98	0,0045	0,0045	0,0009
23344	102	Μαϊ-98	0,0038	0,0038	0,00083
244	101	Απρ-98	0,0025	0,00176	0,00088
2255	104	Ιαν-98	0,0024	0,0024	0,00069

Όπως και στην περίπτωση των δύο προηγούμενων ποταμών, όλες οι τιμές που ανιχνεύθηκαν στο Στρυμόνα κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου που μελετάται, συμπεριλαμβανομένων και αυτών του ανωτέρω πίνακα, είναι χαμηλότερες του θεσμοθετημένου από την Ε.Ε ανώτατου ορίου των $0,1 \mu\text{g/l}$, ανά συμπαράγωγο, για το πόσιμο νερό.

Συγκεκριμένα, ακόμα και η υψηλότερη συγκέντρωση των $0,0133 \mu\text{g/l}$, που ανιχνεύτηκε τον **Απρίλιο 1998**, στο σταθμό Μπελίτσας και αφορούσε στο συμπαράγωγο **23344PCB** (IUPAC 105) είναι περίπου 8 φορές χαμηλότερη του ορίου αυτού.

Όσον αφορά στη συνολική εικόνα του αποδέκτη, παρουσιάζει ακόμα πιο λίγες και μεμονωμένες “εξάρσεις” σε σταθμούς της ελληνικής ενδοχώρας, σε σχέση με τον Εβρο, οι οποίες μπορούν να αποδοθούν στη φύση των συγκεκριμένων ρύπων, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 13.2.1.

Σε γενικές γραμμές, τα περισσότερα συμπαράγωγα που ανιχνεύθηκαν κατά τη χρονική περίοδο που εξετάζουμε κυμαίνονται σε επίπεδα κοντά στο όριο ανίχνευσης (0,0005 μg/l).

Τέλος, από τον ανωτέρω Πίνακα 13-7 διαφαίνεται ότι, και στην περίπτωση του Στρυμόνα, στο σύνολο των συμπαράγωγων που ανιχνεύτηκαν στην υπό μελέτη χρονική περίοδο τα τρι-, τέτρα- και πέντα- συμπαράγωγα είναι εκείνα που, αν και με χαμηλές συγκεντρώσεις, επικρατούν στο συγκεκριμένο αποδέκτη.

13.2.4 Σύγκριση Ποταμών

Στον Πίνακα 13-8 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα που αφορούν στα επιμέρους ποτάμια, για συγκριτικούς λόγους.

Πίνακας 13-8 Συγκριτικός πίνακας, που αφορά και στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες

Διασυνοριακό Ποτάμι	Ποσοστό (%)	Εύρος Τιμών (μg/l)
	ND	
Νέστος	93,4	ND-0,026
Στρυμόνας	94,48	ND-0,0133
Εβρος	93,89	ND-0,01

Από την παρουσίαση που προηγήθηκε, διαφαίνεται ότι τα συμπαράγωγα που συναντώνται συχνότερα στους τρεις αποδέκτες είναι τα εξής:

- ✓ 244PCB (IUPAC 28), εμφανίζεται 3 φορές στον Εβρο και 1 φορά στο Στρυμόνα
- ✓ 2255PCB (IUPAC 52), εμφανίζεται 3 φορές στον Εβρο, 2 φορές στο Νέστο και 2 φορές στο Στρυμόνα
- ✓ 23344PCB (IUPAC 105), εμφανίζεται 1 φορά στο Νέστο και 3 φορές στο Στρυμόνα.

Στο Διάγραμμα 13-35 παρουσιάζονται οι μέγιστες συγκεντρώσεις που ανιχνεύτηκαν στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας που αναφέρονται, στο σύνολο της χρονικής διάρκειας των μετρήσεων ενώ, στο Διάγραμμα 13-36 παρουσιάζεται το πλήθος των ανιχνεύσιμων συγκεντρώσεων στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας που αναφέρονται, στο σύνολο της χρονικής διάρκειας των μετρήσεων.

Στο Διάγραμμα 13-35 παρουσιάζεται και γραφικά η διαπίστωση ότι, στο σύνολό τους, οι συγκεντρώσεις που ανιχνεύτηκαν και στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες, κατά τις χρονικές περιόδους που μελετώνται, είναι χαμηλότερες του θεσμοθετημένου από την Ε.Ε ανώτατου ορίου των 0,1 μg/l, ανά συμπαράγωγο, για το πόσιμο νερό.

Οι όποιες “μέγιστες” συγκεντρώσεις και στους τρεις αποδέκτες είναι ελάχιστες σε πλήθος, χωρίς κάποια ένδειξη εποχικότητας και περιοδικότητας, κυμαίνονται, δε, πάντα σε χαμηλά επίπεδα.

Από τους τρεις αποδέκτες, ο Νέστος εμφανίζει τις υψηλότερες “μέγιστες” συγκεντρώσεις, με υψηλή όμως διακύμανση ενώ, ο Εβρος παρουσιάζει περισσότερες σε πλήθος και χαμηλότερες “μέγιστες” συγκεντρώσεις, επιδεικνύοντας κατ’ αυτόν τον τρόπο μια πιο “συνεπή” συμπεριφορά στο χρόνο.

Όσον αφορά στο Στρυμόνα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη το μικρό μέγεθος της χρονοσειράς μετρήσεων που εξετάζεται, διαφαίνεται να παρουσιάζει την καλύτερη συμπεριφορά.

Από το Διάγραμμα 13-36 είναι φανερό ότι, στο σύνολο της χρονικής περιόδου που μελετάται ο κάθε αποδέκτης, το πλήθος των συγκεντρώσεων ανά δειγματοληψία σε όλο το ποτάμι που ξεπέρασαν το όριο ανίχνευσης 0,0005 μg/l είναι μικρό (1-8 φορές). Απουσιάζει, δε, και σε αυτό το διάγραμμα η όποια ένδειξη εποχικότητας και περιοδικότητας.

Γι’ αυτό το λόγο, μία “έξαρση” πλήθους μετρήσεων που εμφανίζεται στο διάστημα Ιαν. ’98-Μάιος ’98 και αφορά και στους τρεις αποδέκτες, δεν είναι δυνατόν να ερμηνευθεί, δεδομένης και της μη-ύπαρξης μετρήσεων για το Στρυμόνα πριν από το 1998, σε αντιστοιχία με τους άλλους δύο αποδέκτες.

13.2.5 Εκτίμηση Ποιότητας

13.2.5.1 Σύγκριση με Διεθνώς Ισχύοντα Πρότυπα & Οριακές Τιμές

Από την παρουσίαση των διαθέσιμων χρονοσειρών μετρήσεων και των αποτελεσμάτων της στατιστικής επεξεργασίας που παρουσιάστηκε αναλυτικά στις προηγούμενες παραγράφους διαπιστώνεται ότι, οι συγκεντρώσεις των διαφόρων συμπαράγωγων PCBs στους τρεις διασυννοριακούς αποδέκτες, κατά το αντίστοιχο χρονικό διάστημα που ο καθένας από αυτούς μελετήθηκε, είναι κατώτερες τόσο του προτεινόμενου από την EPA maximum contaminant level, MCL (0,5 μg/l), όσο και του αυστηρότερου σχετικού ορίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα πόσιμα νερά (0,1 μg/l, ανά συμπαράγωγο), υπερκαλύπτοντας τις- μέχρι σήμερα- θεσμοθετημένες προϋποθέσεις υγιεινότητας των επιφανειακών υδάτων, ως προς την περιεκτικότητά τους στις τοξικές ενώσεις των PCBs.

Η ανωτέρω διαπίστωση ισχύει για όλα τα συμπαράγωγα που ανιχνεύονται, ανά σταθμό δειγματοληψίας και αποδέκτη.

13.2.5.2 Εκτίμηση Επικινδυνότητας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί (Κεφάλαιο 7), οι σχετικές μελέτες σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν δείξει ότι, περισσότερο από το 90% της έκθεσης του ανθρώπου στις τοξικές χημικές ουσίες που εξετάζονται στην παρούσα εργασία, οφείλεται στη λήψη τροφής και, κυρίως, στην κατανάλωση κρέατος, γαλακτοκομικών προϊόντων και ψαριών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη των συγκεντρώσεων PCBs σε υδάτινους αποδέκτες της χώρας, επιλέχθηκε να παρουσιαστούν κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις εκτίμησης κινδύνου, σύμφωνα με την προτεινόμενη από την EPA μεθοδολογία (US EPA, 1996).

Εστω, λοιπόν, ότι ρύπανση από PCBs λαμβάνει χώρα σε έδαφος κοντά σε κάποιο ποτάμι ή λίμνη και ότι ο “θιγόμενος” πληθυσμός είναι ψαράδες της περιοχής. Οι οδοί έκθεσης του ανθρώπου, σε αυτήν την περίπτωση, είναι:

- η εισπνοή αέρα
- η πόση νερού
- η κατανάλωση ψαριών και
- η δερματική επαφή είτε με το νερό, είτε με το μολυσμένο έδαφος, οδός που η συμβολή της στην έκθεση του συγκεκριμένου πληθυσμού μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα.

Θεωρούμε ότι η συγκεκριμένη κατηγορία πληθυσμού καταναλώνει **105g τοπικών ψαριών, 2 φορές την εβδομάδα**, εισπνέει **20 m³ αέρα/ημέρα** και πίνει **2L νερό/ημέρα**. Επιπλέον, θεωρούμε ότι ο χρόνος έκθεσης (ED) είναι **30 χρόνια**, το βάρος του ανθρώπου (BW) είναι **70 κιλά** και ο χρόνος ζωής του (LT) είναι **70 χρόνια**.

Δείγματα από διάφορα περιβαλλοντικά μέσα δείχνουν ότι, ως ενδεικτικές μακροπρόθεσμες μέσες συγκεντρώσεις, μπορούν να ληφθούν οι ακόλουθες:

- ◆ ατμοσφαιρικός αέρας: 0,01 μg/m³
- ◆ πόσιμο νερό: 5 μg/L
- ◆ μερίδα τοπικού ψαριού: 110 μg/Kg

Επειδή, όπως έχει προαναφερθεί (παράγρ. 2.1.2), τα PCBs συναντώνται στο περιβάλλον ως μίγματα συμπαραγώνων, με σύνθεση που διαφέρει από τα εμπορικά μίγματα, εξαιτίας του διαμερισμού, του χημικού μετασχηματισμού και της επιλεκτικής βιοσυσσώρευσης που συμβαίνει μετά από την απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον, κατά την εκτίμηση του κινδύνου γίνεται- ανά περίπτωση- χρήση διαφορετικών τιμών για τη δυνατότητα πρόκλησης καρκίνου, που εκφράζεται σε mg PCBs, ανά Kg βάρους ανθρώπου και ανά ημέρα (potency factor).

Οι προτεινόμενες, από την ΕΡΑ, τιμές για τις περιπτώσεις που μελετάμε είναι οι κάτωθι:

- ◆ Εισπνοή αέρα: 0,4 ανά mg/Kg-d (συντελεστής χαμηλού κινδύνου, διότι τα συμπαράγωγα που εξατμίζονται τείνουν να έχουν χαμηλό περιεχόμενο σε χλώριο, με αποτέλεσμα να είναι πιο επιρρεπή σε μεταβολισμό και εξάλειψη)
- ◆ Πόση νερού: 0,4 ανά mg/Kg-d (συντελεστής χαμηλού κινδύνου, διότι τα συμπαράγωγα που διαλύονται στο νερό τείνουν να έχουν χαμηλό περιεχόμενο σε χλώριο, με αποτέλεσμα να είναι πιο επιρρεπή σε μεταβολισμό και εξάλειψη)
- ◆ Κατανάλωση ψαριών: 2 ανά mg/Kg-d (συντελεστής υψηλού κινδύνου, διότι οι θαλάσσιοι οργανισμοί και τα ψάρια συσσωρεύουν τα συμπαράγωγα υψηλού περιεχομένου σε χλώριο και υψηλής αντίστασης στο μεταβολισμό και στην εξάλειψη).

Η Μέση Ημερήσια Δόση Ζωής (Lifetime Average Daily Dose, LADD) υπολογίζεται ως το γινόμενο της συγκέντρωσης C, του ρυθμού πρόσληψης IR και της διάρκειας έκθεσης ED, διαιρεμένο με το βάρος σώματος BW και το χρόνο ζωής LT, ήτοι

$$LADD = (C \times IR \times ED) / (BW \times LT) \quad (1)$$

Προκειμένου να υπολογιστεί ο κίνδυνος που απορρέει από κάθε οδό έκθεσης του ανθρώπου, οι τιμές LADD πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους συντελεστές, ήτοι:

$$Risk = LADD \times Potency Factor \quad (2)$$

Κάνοντας χρήση των εξισώσεων (1) & (2), καθώς και των προαναφερθέντων στοιχείων, καταλήγουμε στα στοιχεία του Πίνακα 13-9.

Πίνακας 13-9 Εκτίμηση κινδύνου, ανά οδό έκθεσης

Οδός Έκθεσης	C	IR	ED	BW	LT	LADD	POTENCY FACTOR	Risk
Εισπνοή Αέρα	0,01 μg/m ³	20 m ³ /d	30 yr	70 Kg	70 yr	1,2 x 10 ⁻⁶ mg/Kg-d	0,4 ανά mg/Kg-d	4,8 x 10 ⁻⁷
Πόση Νερού	5 μg/L	2 L/d	30 yr	70 Kg	70 yr	6,1 x 10 ⁻⁵ mg/Kg-d	0,4 ανά mg/Kg-d	2,4 x 10 ⁻⁵
Κατανάλωση Ψαριού	110 μg/Kg	30 g/d	30 yr	70 Kg	70 yr	2 x 10 ⁻⁵ mg/Kg-d	2 ανά mg/Kg-d	4 x 10 ⁻⁵

Εάν επαναλάβουμε τους ανωτέρω υπολογισμούς, χρησιμοποιώντας τις “μέγιστες” συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκαν στους τρεις διασυνοριακούς αποδέκτες, θα καταλήξουμε στα εξής αποτελέσματα, αναφορικά πάντα με τον κίνδυνο από τη λήψη πόσιμου νερού:

- Νέστος: $1,28 \times 10^{-7}$
- Στρυμόνας: $6,4 \times 10^{-8}$
- Εβρος: $4,8 \times 10^{-8}$

Ωστόσο, εάν αντί των “μεγίστων” χρησιμοποιήσουμε τις μέσες συγκεντρώσεις, ακολουθώντας τη μεθοδολογία της EPA, οι κίνδυνοι που προκύπτουν είναι ακόμα χαμηλότεροι. Κάνοντας χρήση της μέγιστης μέσης συγκέντρωσης που προέκυψε, στο σύνολο των τριών αποδεκτών και κατά τη χρονική περίοδο που μελετήθηκε (Νέστος: 0,00254 μg/l), προκύπτει κίνδυνος $1,2 \times 10^{-8}$.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο αντίστοιχος αποδεκτός- κατά την EPA- κίνδυνος είναι 10^{-6} .

13.3 Σχολιασμός-Συμπεράσματα-Προτάσεις

Όπως είδαμε αναλυτικά στα πρώτα κεφάλαια της παρούσας εργασίας (Κεφ. 1- Κεφ. 7), παρά το γεγονός ότι η παραγωγή των PCBs έχει σταματήσει πάνω από δύο δεκαετίες, οι ενώσεις αυτές εξακολουθούν να εντοπίζονται στο περιβάλλον, χάρη στις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, οι οποίες καθορίζουν τον κύκλο ζωής τους.

Η διαδεδομένη εμφάνισή τους στο περιβάλλον, το πιο πιθανόν είναι ότι αντανακλά, από τη μια τις ποσότητες που απελευθερώθηκαν κατά την περίοδο παραγωγής, χρήσης και διάθεσης των PCBs, οι οποίες συνεχίζουν να ανακυκλώνονται μεταξύ των φυσικών δεξαμενών και, από την άλλη τις όποιες ποσότητες απελευθερώνονται έως και τις ημέρες μας, εξαιτίας της χρήσης και διάθεσης των ίδιων των PCBs ή των συσκευών που τα περιέχουν και είναι ακόμα σε λειτουργία.

Θυμίζουμε ότι περίπου 65% των PCBs που παρήχθησαν, είτε χρησιμοποιούνται ακόμα σε παλιά μηχανήματα, είτε βρίσκονται σε περιοχές ταφής απορριμμάτων (χωματερές), αποτελώντας ένα “απόθεμα”, που είναι υπερδιπλάσιο της ποσότητας που έχει ήδη διαφύγει στο περιβάλλον και το οποίο, σε συνδυασμό με το ότι τα επίπεδα των PCBs στο περιβάλλον είναι απίθανο να ελαττωθούν στο εγγύς μέλλον λόγω των ιδιοτήτων τους, προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία.

Όσον αφορά στην περίπτωση των τριών διασυνοριακών ποταμών της Ελλάδας, που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία και οι οποίοι είναι οι τρεις από τους τέσσερις συνολικά μεγαλύτερους ποταμούς της χώρας, διαπιστώνεται ασφαλώς η ύπαρξη ανιχνεύσιμων συγκεντρώσεων διαφόρων συμπαράγωγων PCBs. Ωστόσο, η μελέτη των στατιστικών ιδιοτήτων των συγκεκριμένων χρονοσειρών μετρήσεων αποδεικνύει, για το χρονικό διάστημα που εξετάστηκε, τη μη υπέρβαση οριακών θεσμοθετημένων τιμών.

Βέβαια, στο σημείο αυτό οφείλουμε να τονίσουμε ότι ο μακροπρόθεσμος στόχος (MCLG), που αφορά στις συγκεντρώσεις αυτών των τοξικών ρύπων στους υδάτινους αποδέκτες, είναι μηδέν.

Όσον αφορά στη συμπεριφορά των συγκεντρώσεων ανά μελετώμενο συμπαράγωγο και σταθμό δειγματοληψίας, σε κάθε αποδέκτη διαφαίνεται υψηλή πιθανότητα εισαγόμενης ρύπανσης.

Από την επικράτηση των τρι-, τέτρα- και πέντα-PCBs, στο σύνολο των 15 αναλυόμενων συμπαράγωγων, διαφαίνεται η πιθανή φύση των πηγών προέλευσής τους. Οι συγκεκριμένες οικογένειες συμπαράγωγων αποτελούν τα σημαντικότερα συστατικά διαφόρων τυπικών προϊόντων (π.χ. Aroclor, Kanechlor, κλπ) και κυρίως των Aroclor 1248 & 1254, που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα.

Η παρουσίαση και κατάλληλη στατιστική επεξεργασία συστηματικών χρονοσειρών συγκεντρώσεων PCBs σε υδάτινους αποδέκτες της Ελλάδας γίνεται για πρώτη φορά με την παρούσα εργασία και φέρνει στο φως τις πρώτες ενδείξεις, αναφορικά με την προέλευσή τους και τη φύση των πηγών απελευθέρωσής τους.

Οι κάποιες δημοσιευμένες εργασίες, που έχουν σχέση με μετρήσεις PCBs σε νερά στην Ελλάδα, αφορούν σε κλειστούς θαλάσσιους κόλπους (Θερμαϊκός κόλπος). Ωστόσο, στη μία περίπτωση (Καμαριανός και Κιλικίδης, 1997) η μελέτη αφορά αναλύσεις σε δείγματα νερών, ιζημάτων και μυδιών, όπου τα PCBs “εξομοιώνονται” με συγκεκριμένα εμπορικά προϊόντα (Aroclor 1248, 1254 & 1260). Στη δεύτερη περίπτωση (Χατζηανέστης κ.α, 1999), η μελέτη αφορά μόνο επτά ανεξάρτητα συμπαράγωγα PCBs, σε επιφανειακά ιζήματα και πυρίνες του ίδιου θαλάσσιου κόλπου.

Το εύρος των χρονοσειρών που είχαμε στη διάθεσή μας, καθώς και η ιδιαίτερη φύση τους, με το υψηλότερο ποσοστό sensed data που εμφανίζουν ($\approx 94\%$ στον κάθε αποδέκτη), δεν επιτρέπουν:

- τη διαπίστωση πιθανής ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών στις συγκεντρώσεις κάθε συμπαράγωγου ανά σταθμό και αποδέκτη, καθώς και την εξαγωγή αντίστοιχων συμπερασμάτων
- τη διαπίστωση πιθανής ύπαρξης περιοδικότητας και εποχικότητας στις συγκεντρώσεις.

Τέλος, θα θέλαμε να διατυπώσουμε ορισμένες προτάσεις, που θεωρούμε σημαντικές για τη συνέχιση της έρευνας, όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των τοξικών PCBs σε υδάτινους αποδέκτες της χώρας.

Προτείνεται:

- αύξηση του αριθμού των δειγματοληψιών μέσα στο μήνα είτε ακόμα και δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης των ενώσεων αυτών, λόγω της υψηλής τους τοξικότητας για τον άνθρωπο, αλλά και της φύσης των συγκεκριμένων αποδεκτών (βιότοποι)
- οργάνωση/προγραμματισμός συστηματικών αναλύσεων σε ιζήματα στο δέλτα των ποταμών, καθώς και σε μικροοργανισμούς όπως μύδια, οστρακοειδή κλπ, που αποτελούν αντιπροσωπευτικούς δείκτες του βαθμού βιοσυσσώρευσης αυτών των ενώσεων.

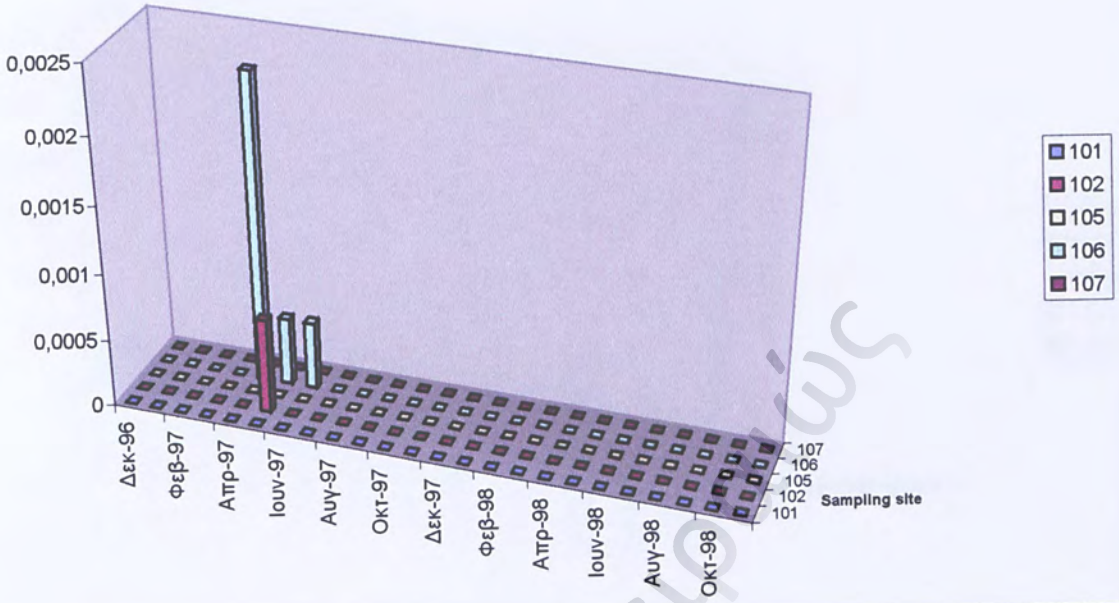
Η τελική ευχή που θα θέλαμε να διατυπώσουμε, μετά την ενασχόλησή μας με αυτό το θέμα, είναι να αυξηθούν στο μέλλον το πλήθος και η ποιότητα τέτοιου είδους χρονοσειρών συγκεντρώσεων, ούτως ώστε η χώρα μας να μπορεί και να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις που απορρέουν από την ιδιότητά της ως Κ-Μ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να συμμετέχει ενεργά στη διαμόρφωση της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής.

ΕΒΡΟΣ

Διαγράμματα 13-1 έως 13-12

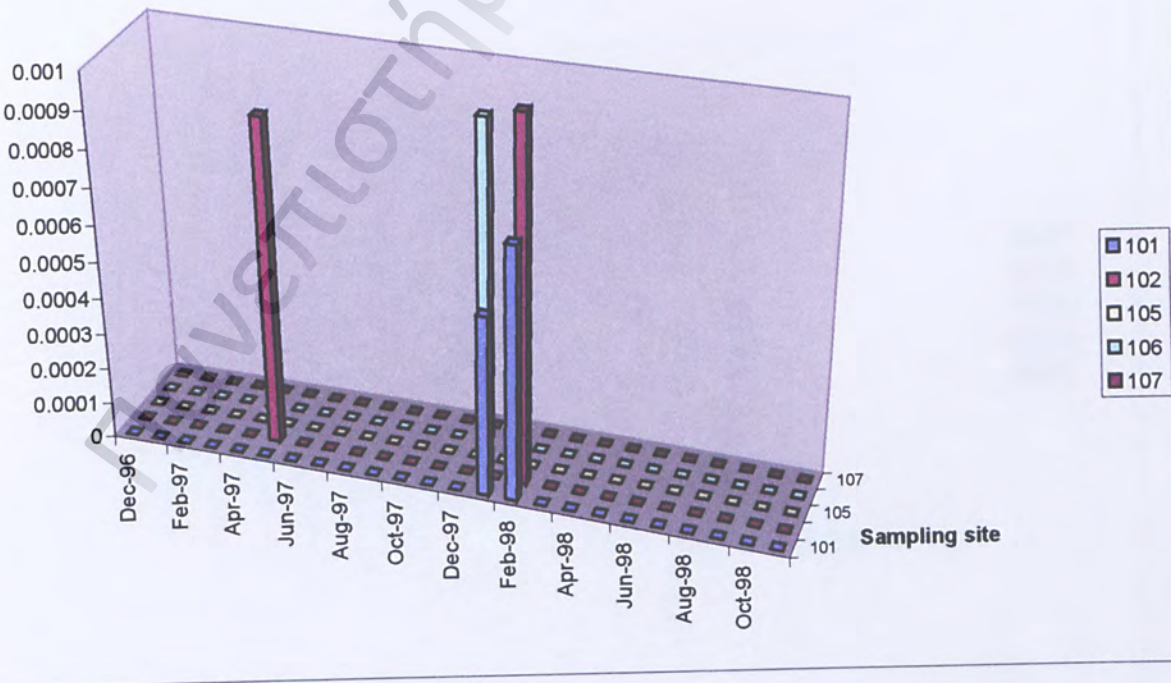
Πανεπιστήμιο Φειραιώς

22334455PCB

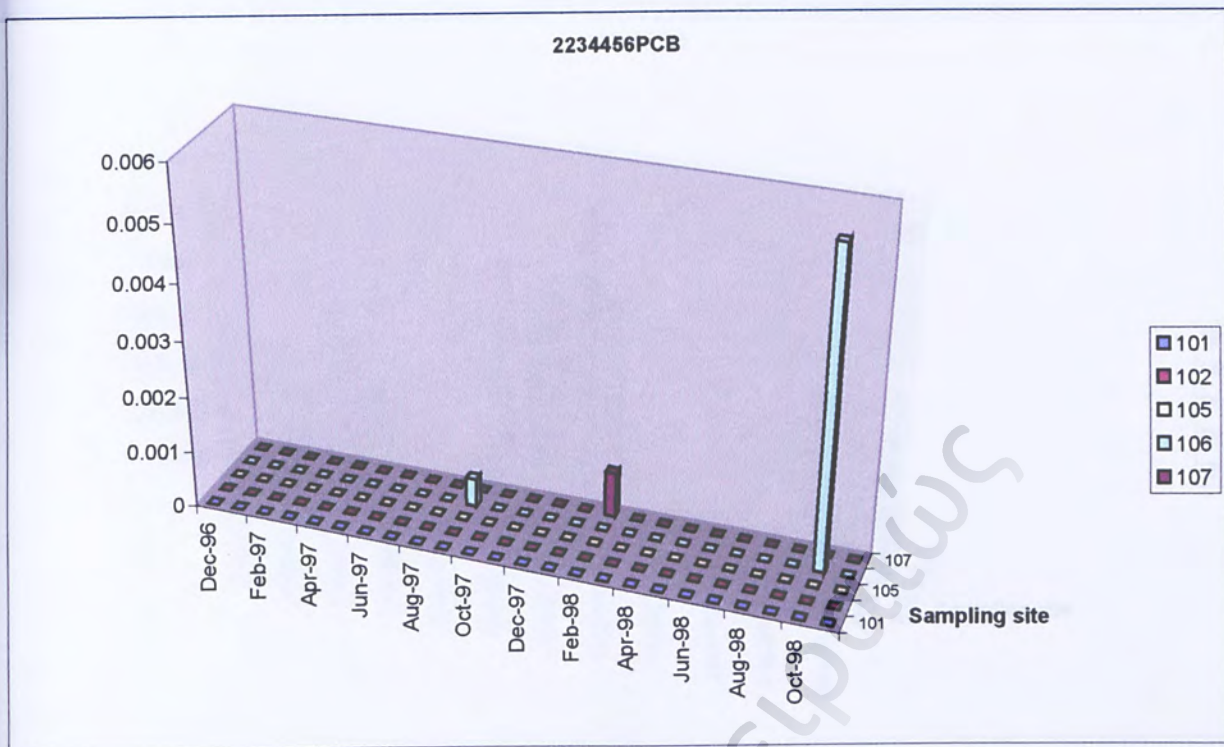


Διάγραμμα 13-1 Συγκεντρώσεις 22334455PCB

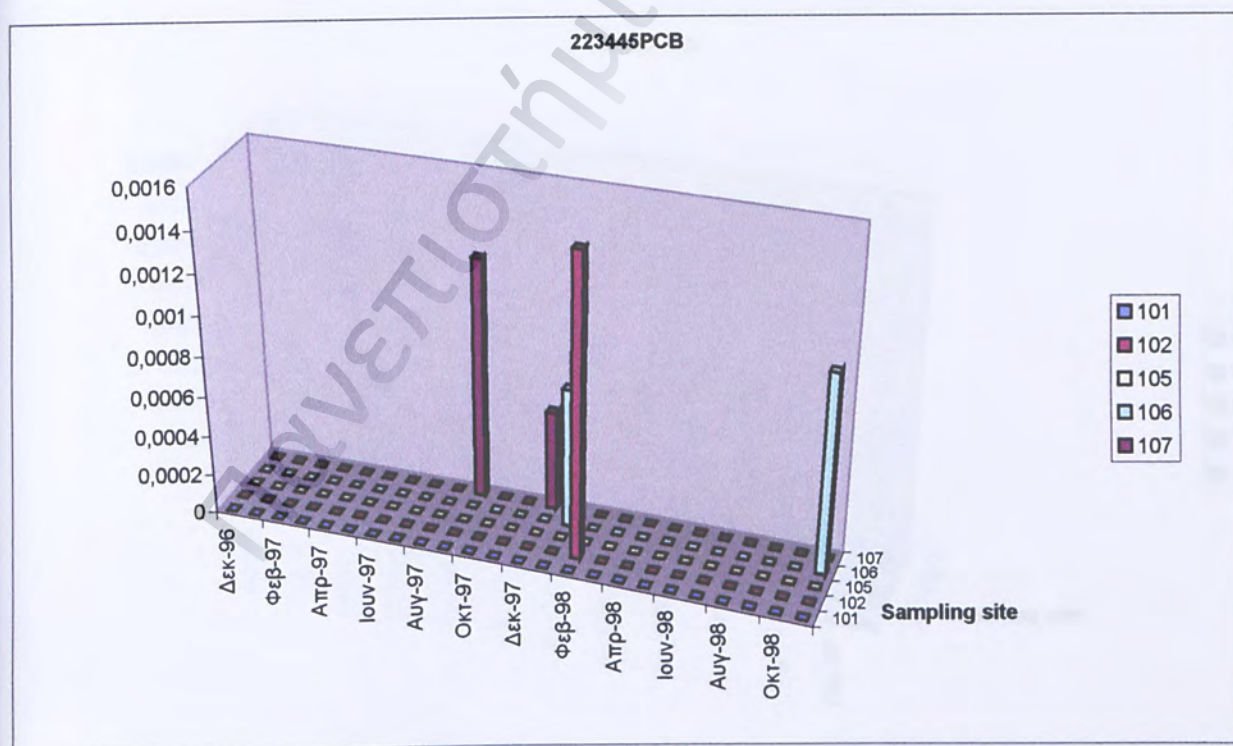
2234455PCB



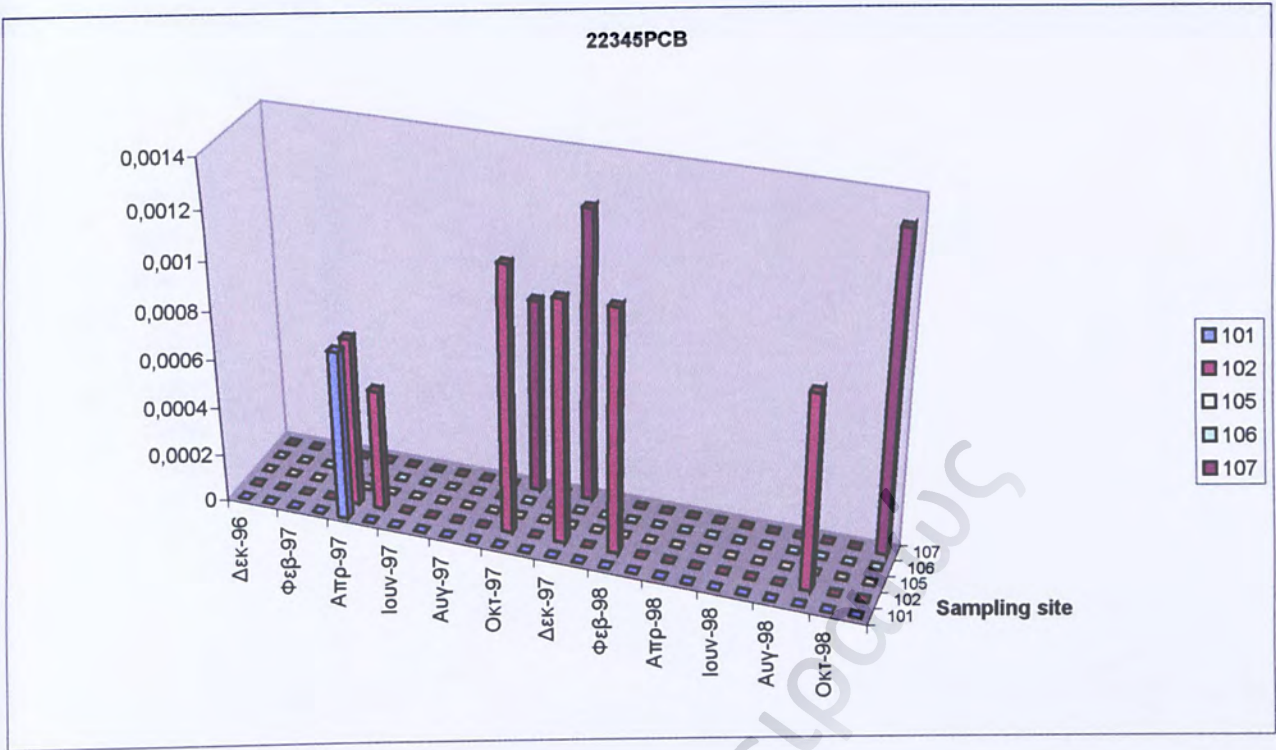
Διάγραμμα 13-2 Συγκεντρώσεις 2234455PCB



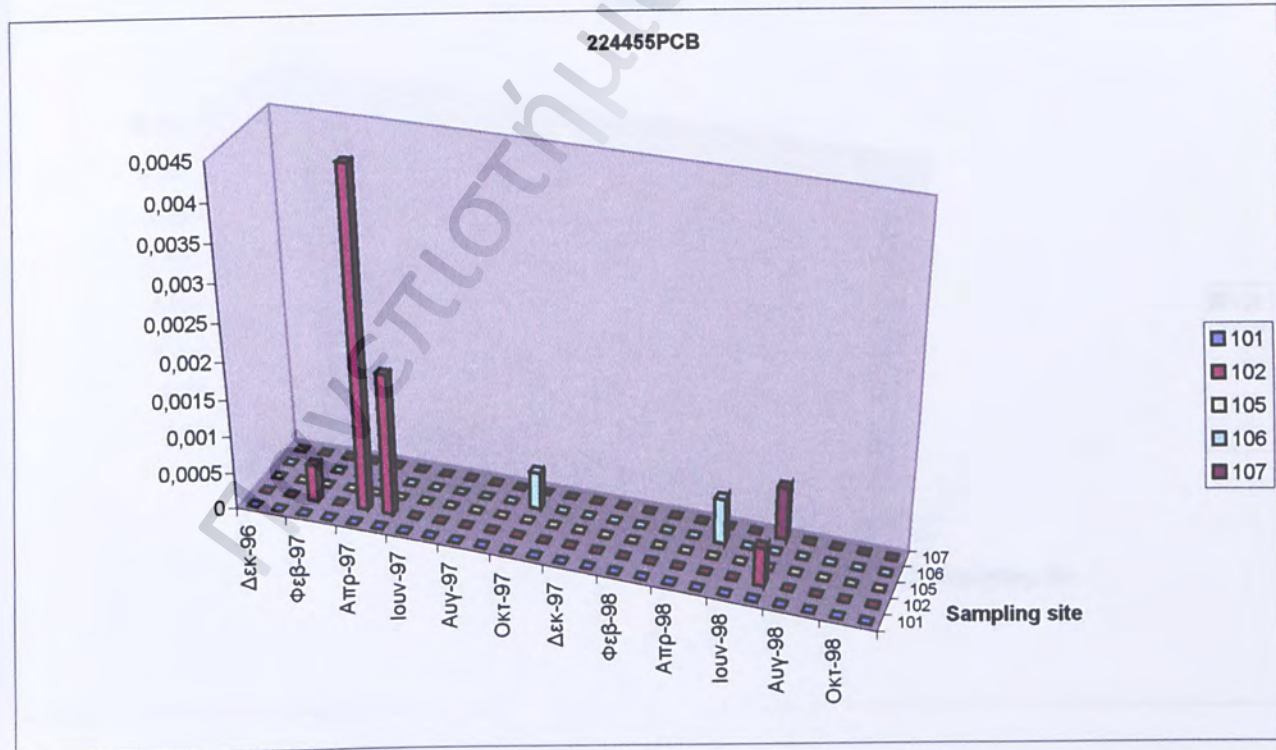
Διάγραμμα 13-3 Συγκεντρώσεις 2234456PCB



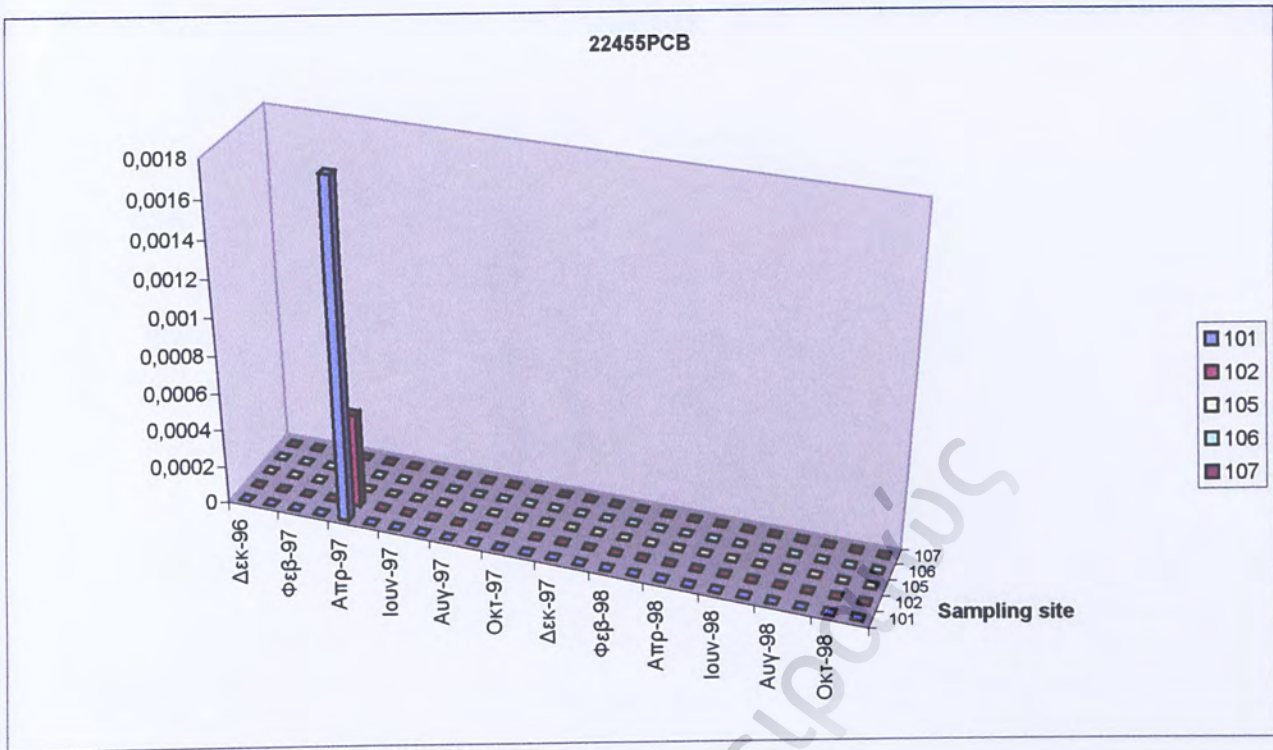
Διάγραμμα 13-4 Συγκεντρώσεις 223445PCB



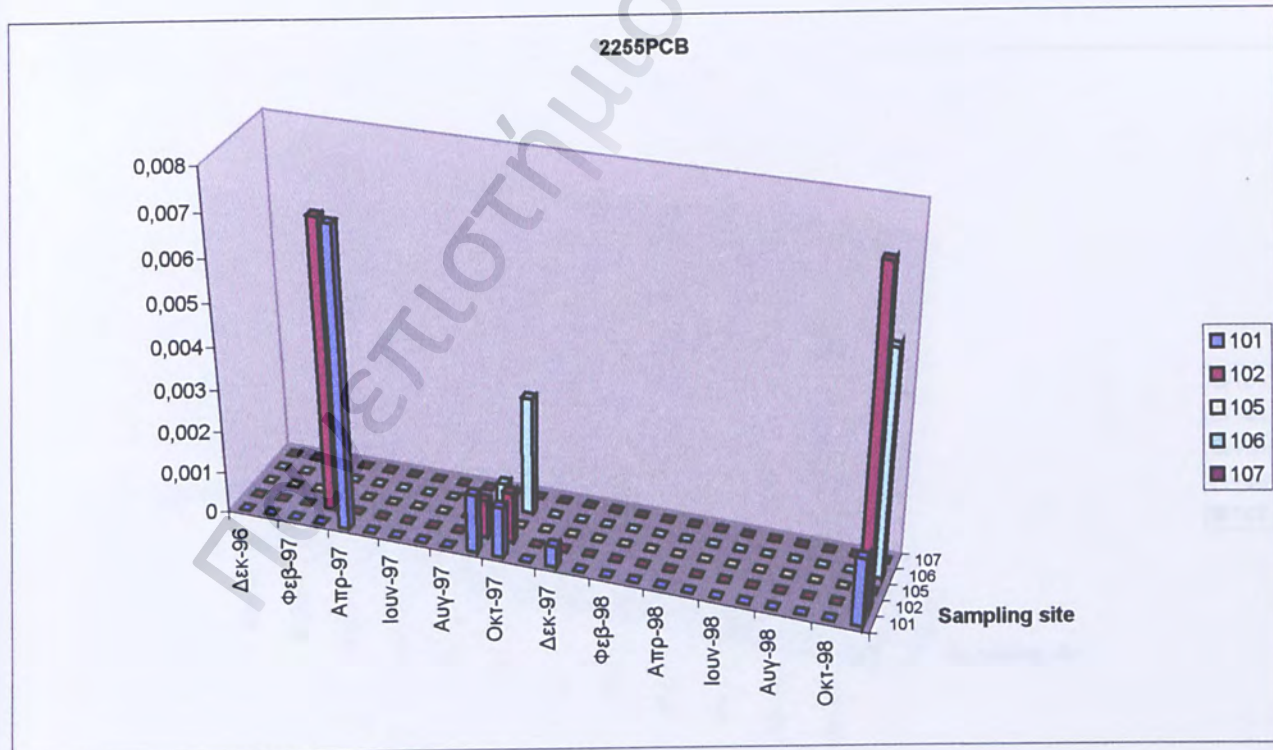
Διάγραμμα 13-5 Συγκεντρώσεις 22345PCB



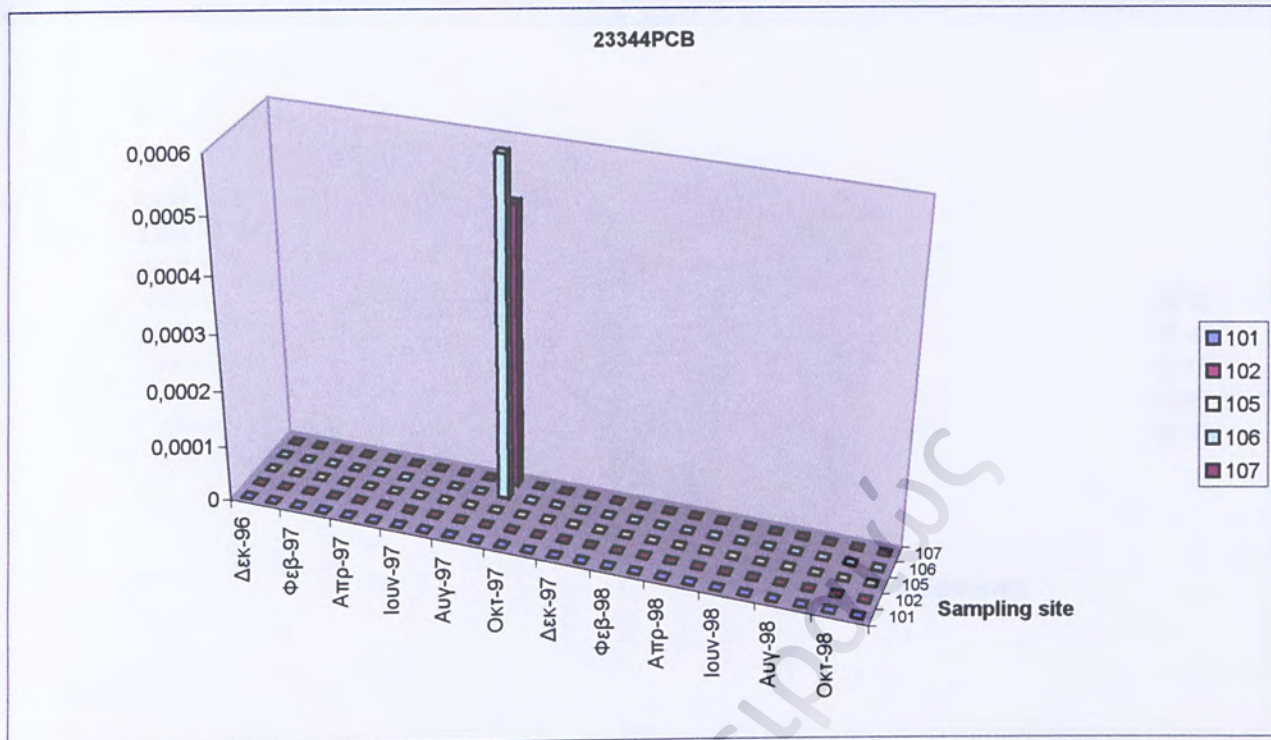
Διάγραμμα 13-6 Συγκεντρώσεις 224455PCB



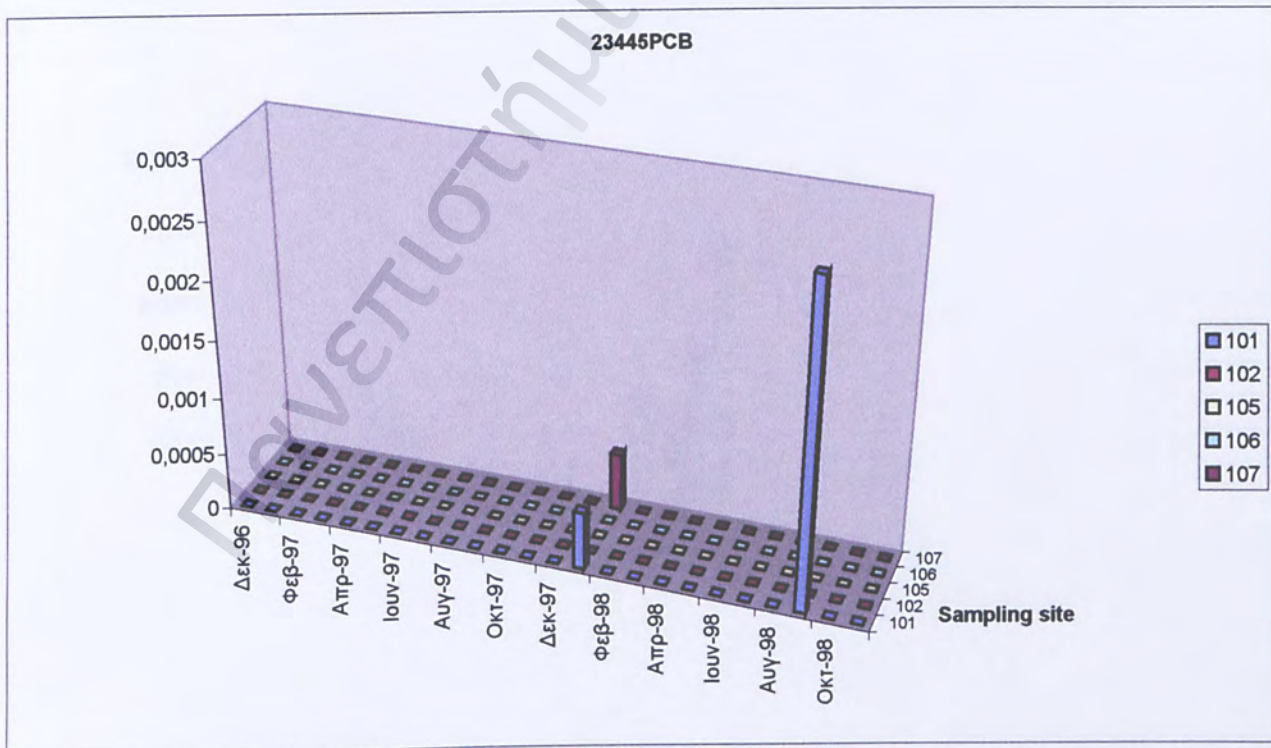
Διάγραμμα 13-7 Συγκεντρώσεις 22455PCB



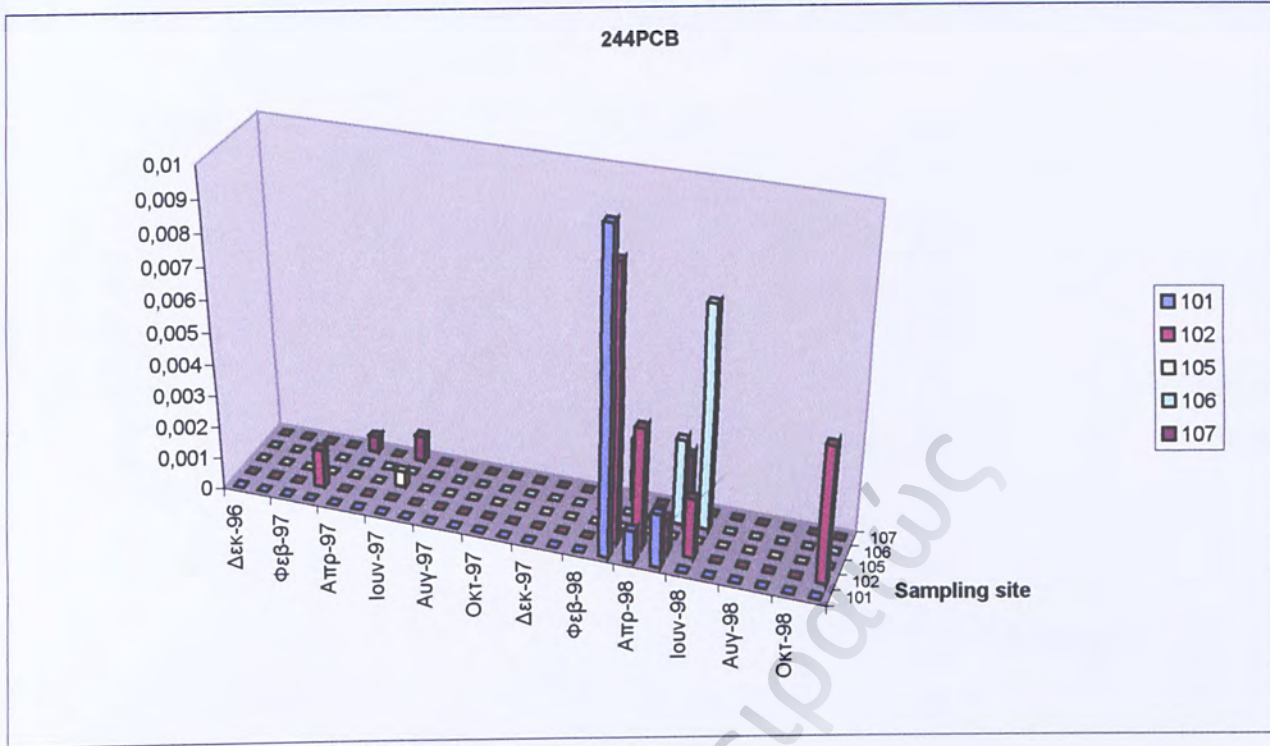
Διάγραμμα 13-8 Συγκεντρώσεις 2255PCB



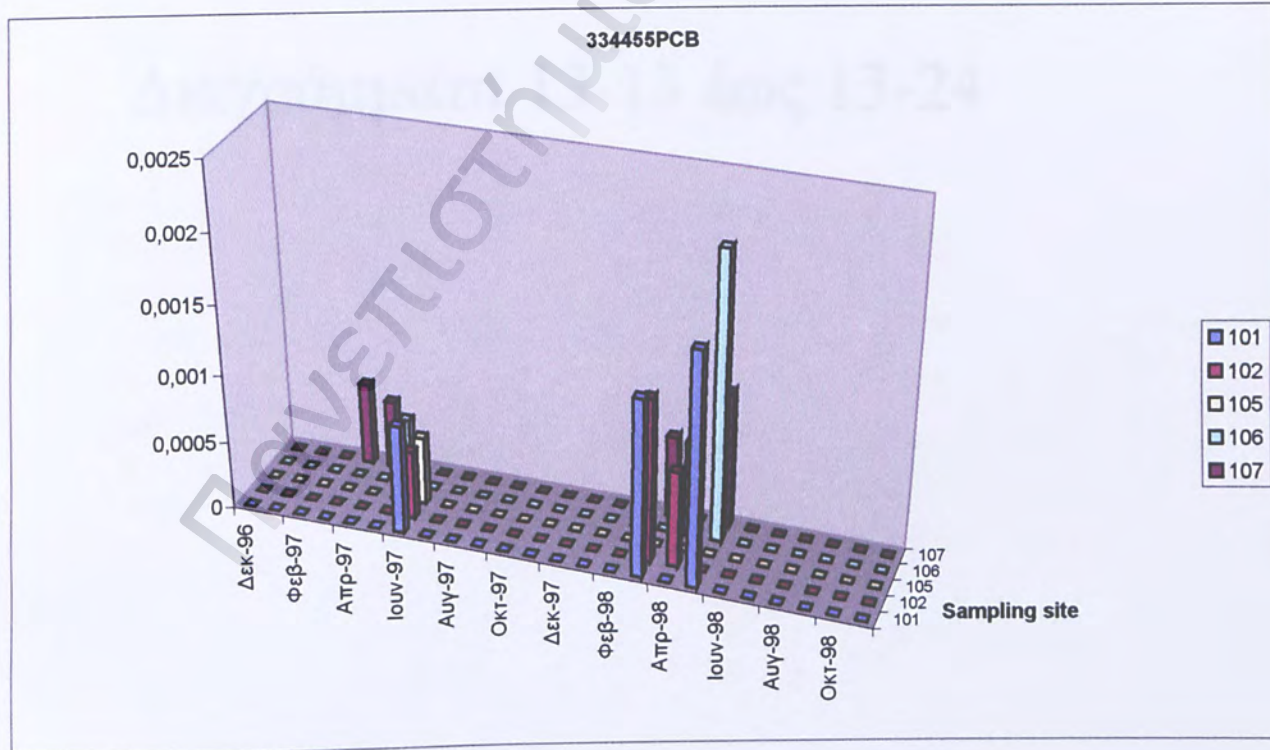
Διάγραμμα 13-9 Συγκεντρώσεις 23344PCB



Διάγραμμα 13-10 Συγκεντρώσεις 23445PCB



Διάγραμμα 13-11 Συγκεντρώσεις 244PCB

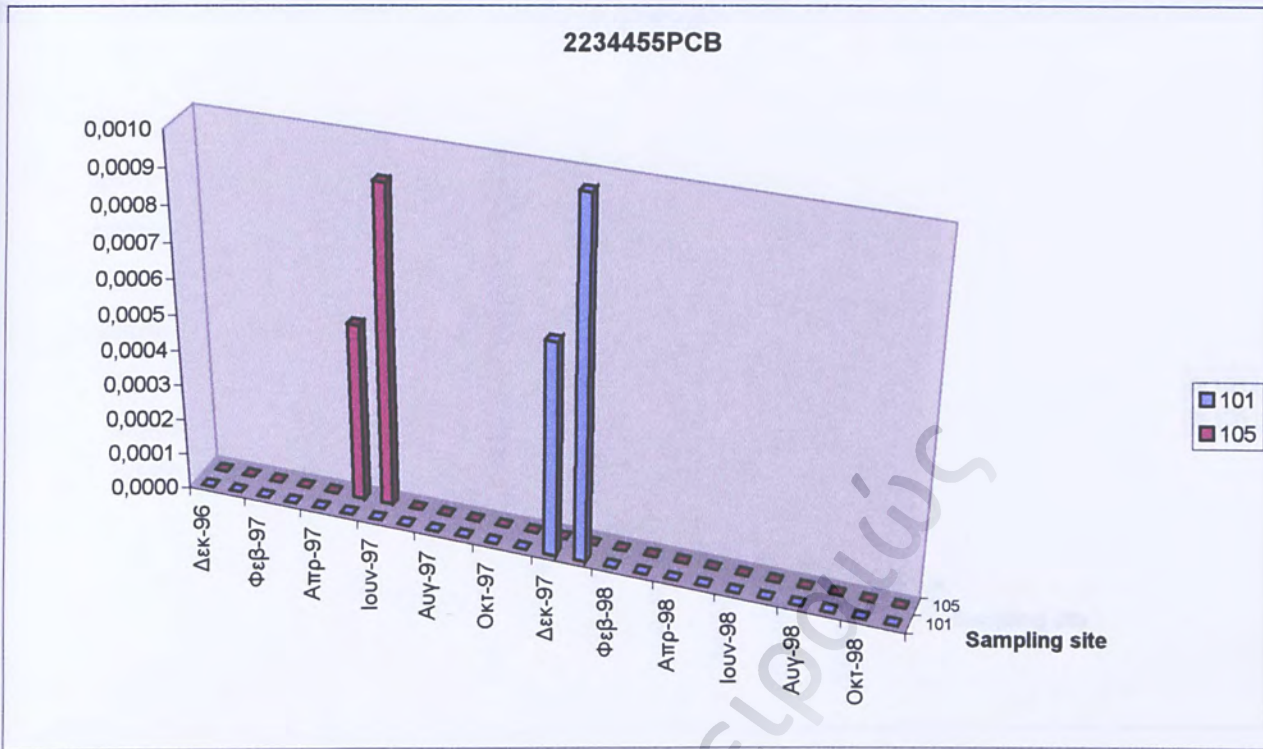


Διάγραμμα 13-12 Συγκεντρώσεις 334455PCB

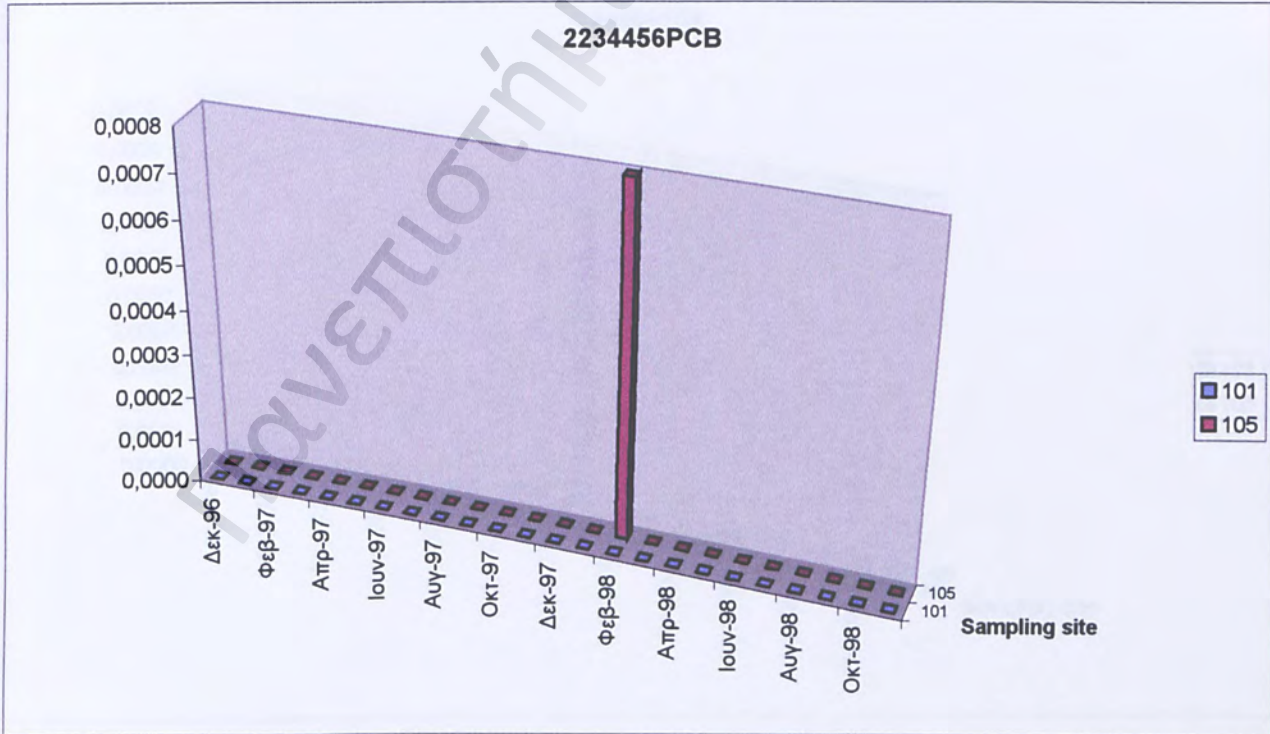
ΝΕΣΤΟΣ

Διαγράμματα 13-13 έως 13-24

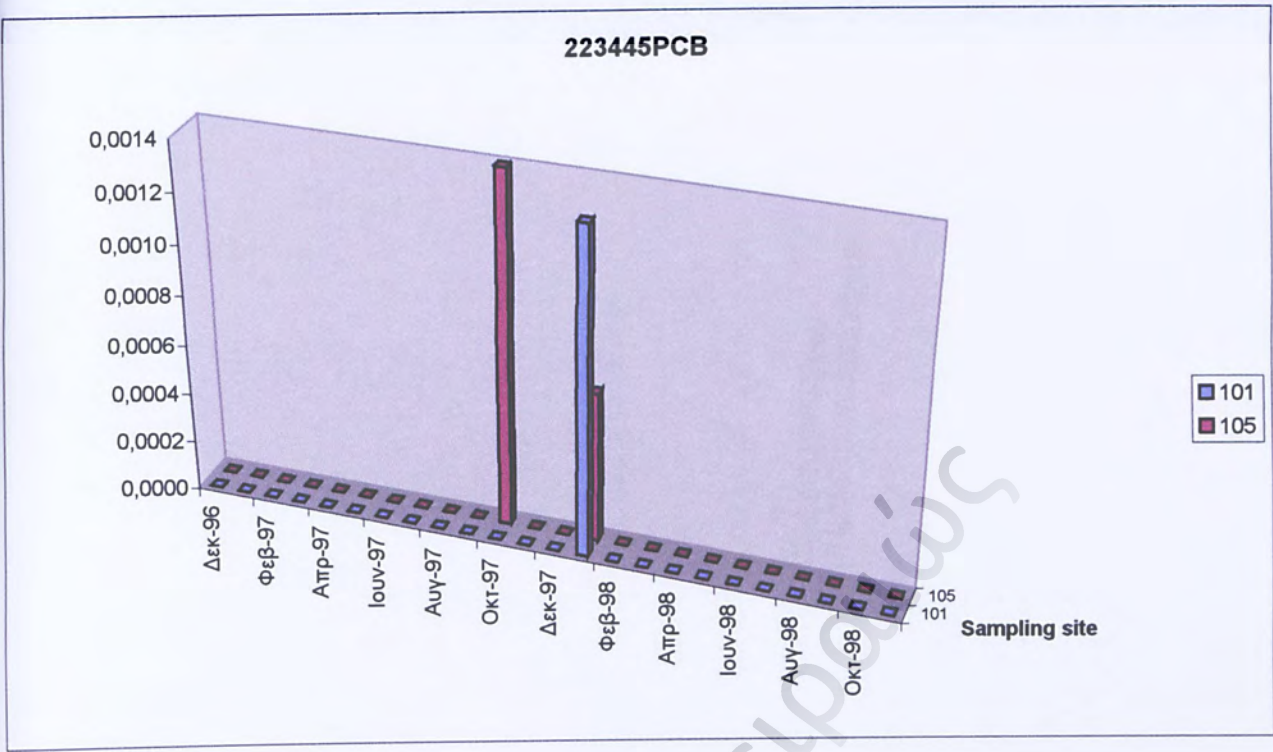
Πανεπιστήμιο Πειραιώς



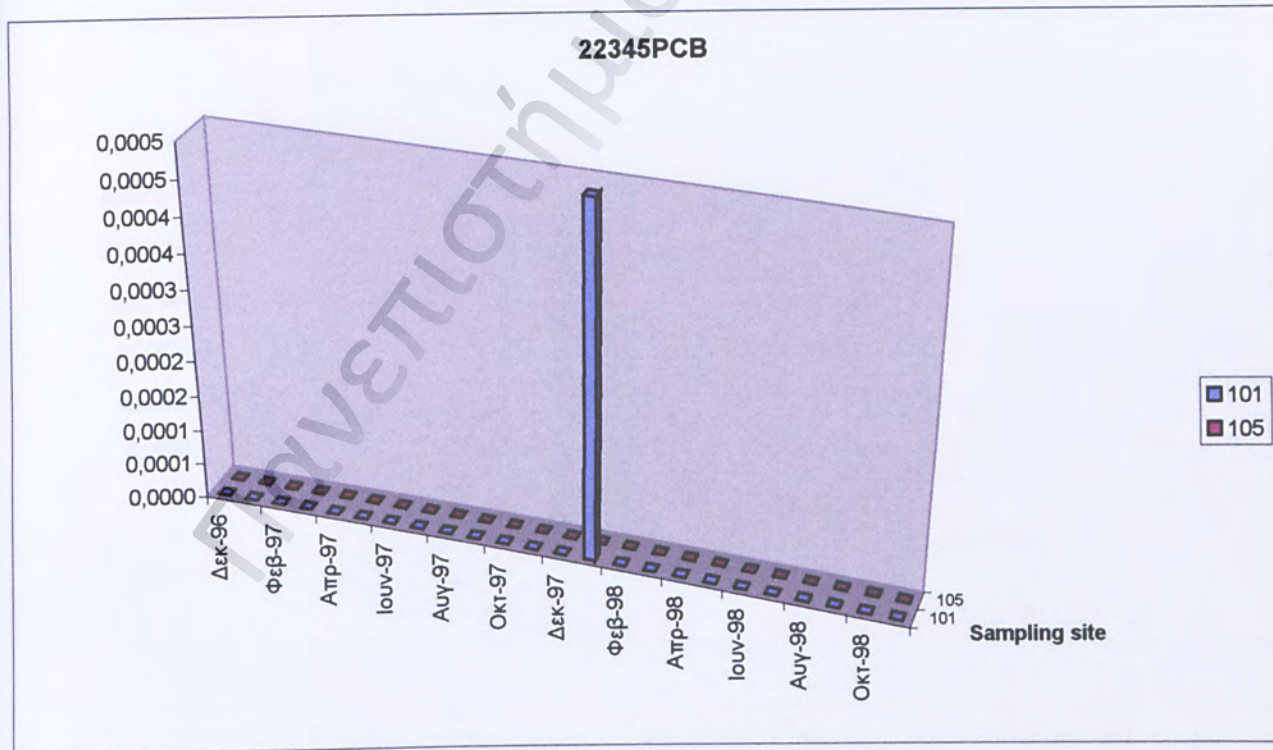
Διάγραμμα 13-13 Συγκεντρώσεις 2234455PCB



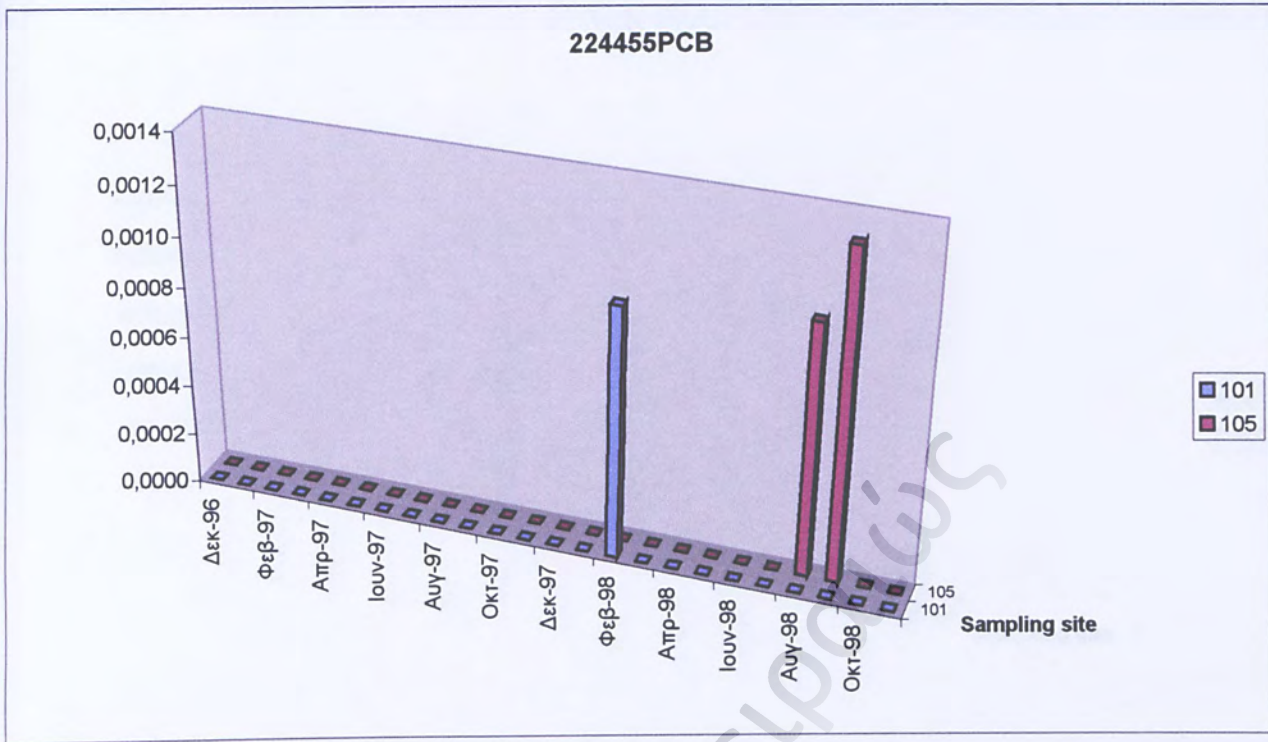
Διάγραμμα 13-14 Συγκεντρώσεις 2234456PCB



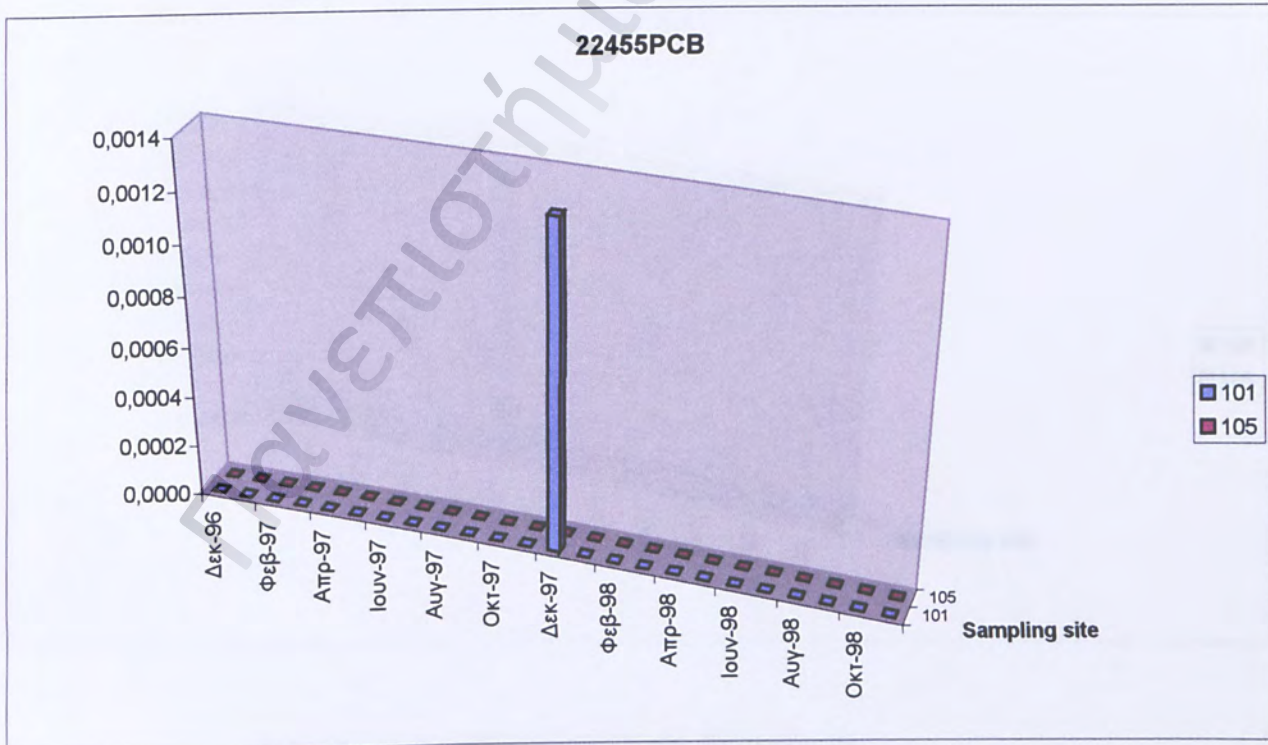
Διάγραμμα 13-15 Συγκεντρώσεις 223445PCB



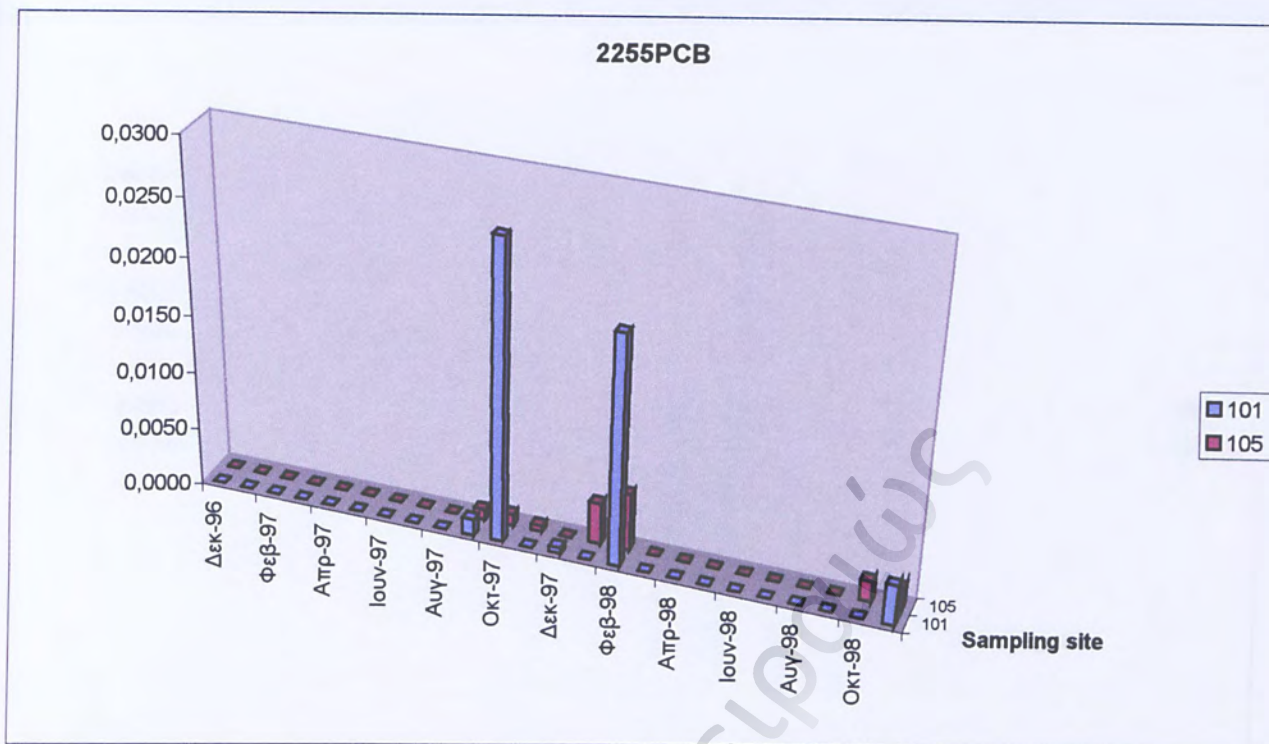
Διάγραμμα 13-16 Συγκεντρώσεις 22345PCB



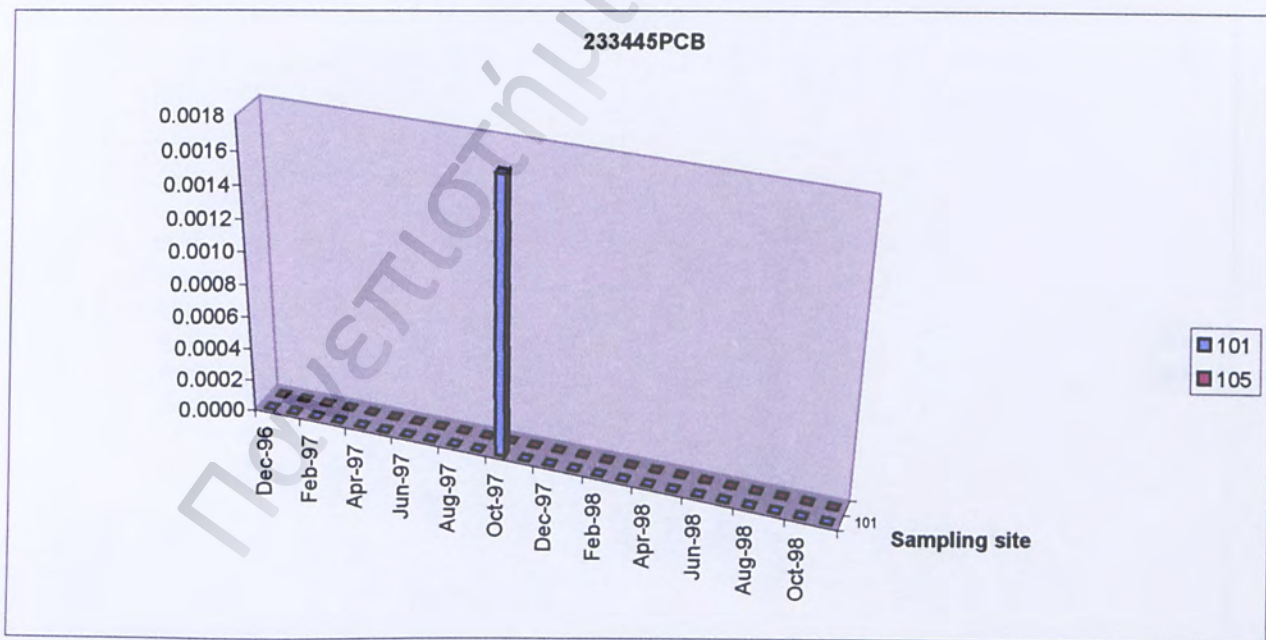
Διάγραμμα 13-17 Συγκεντρώσεις 224455PCB



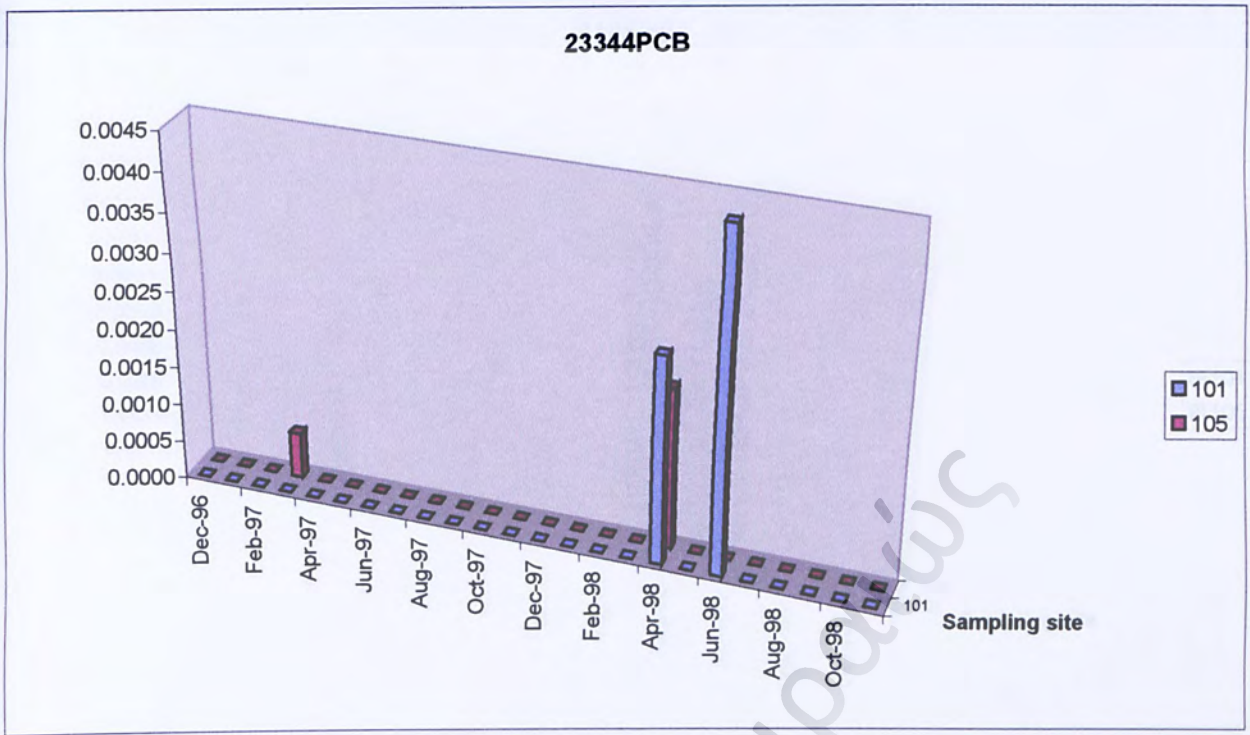
Διάγραμμα 13-18 Συγκεντρώσεις 22455PCB



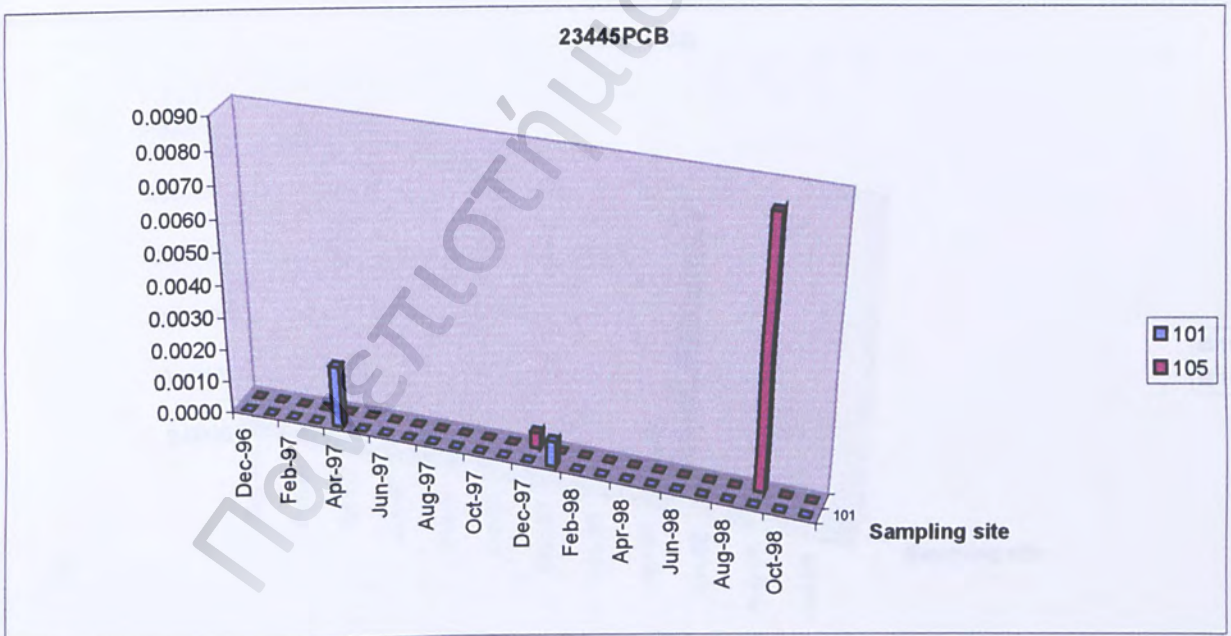
Διάγραμμα 13-19 Συγκεντρώσεις 2255PCB



Διάγραμμα 13-20 Συγκεντρώσεις 233445PCB

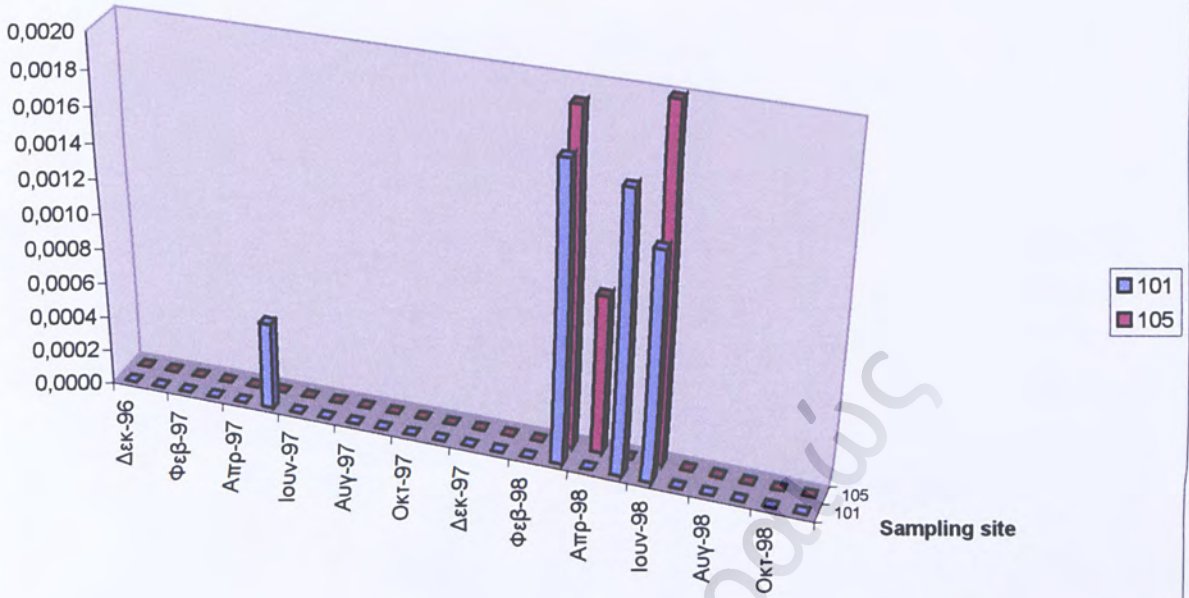


Διάγραμμα 13-21 Συγκεντρώσεις 23344PCB



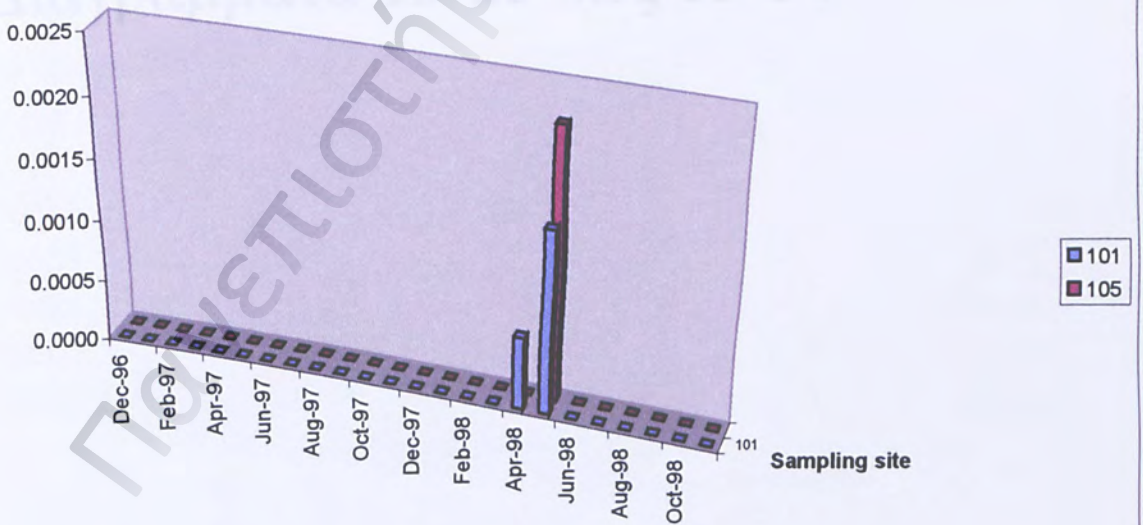
Διάγραμμα 13-22 Συγκεντρώσεις 23445PCB

244PCB



Διάγραμμα 13-23 Συγκεντρώσεις 244PCB

334455PCB



Διάγραμμα 13-24 Συγκεντρώσεις 334455PCB

2234456 PCB

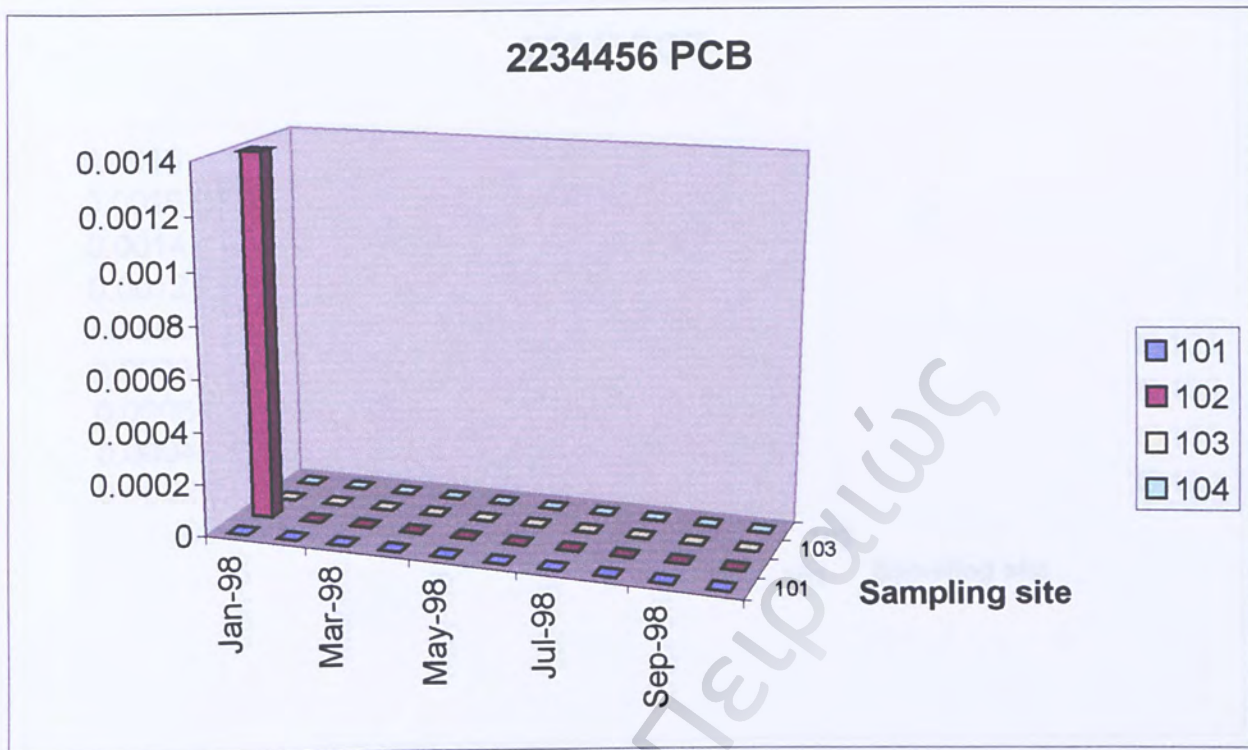


ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ

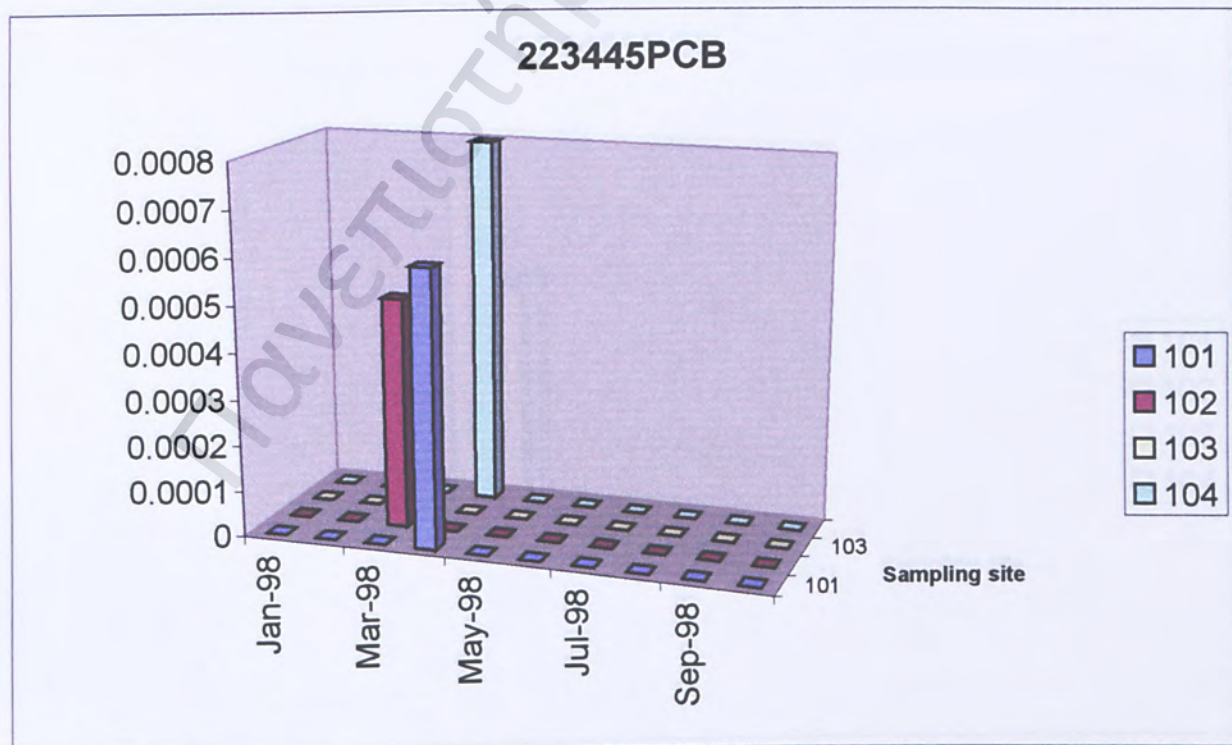
Διαγράμματα 13-25 έως 13-34



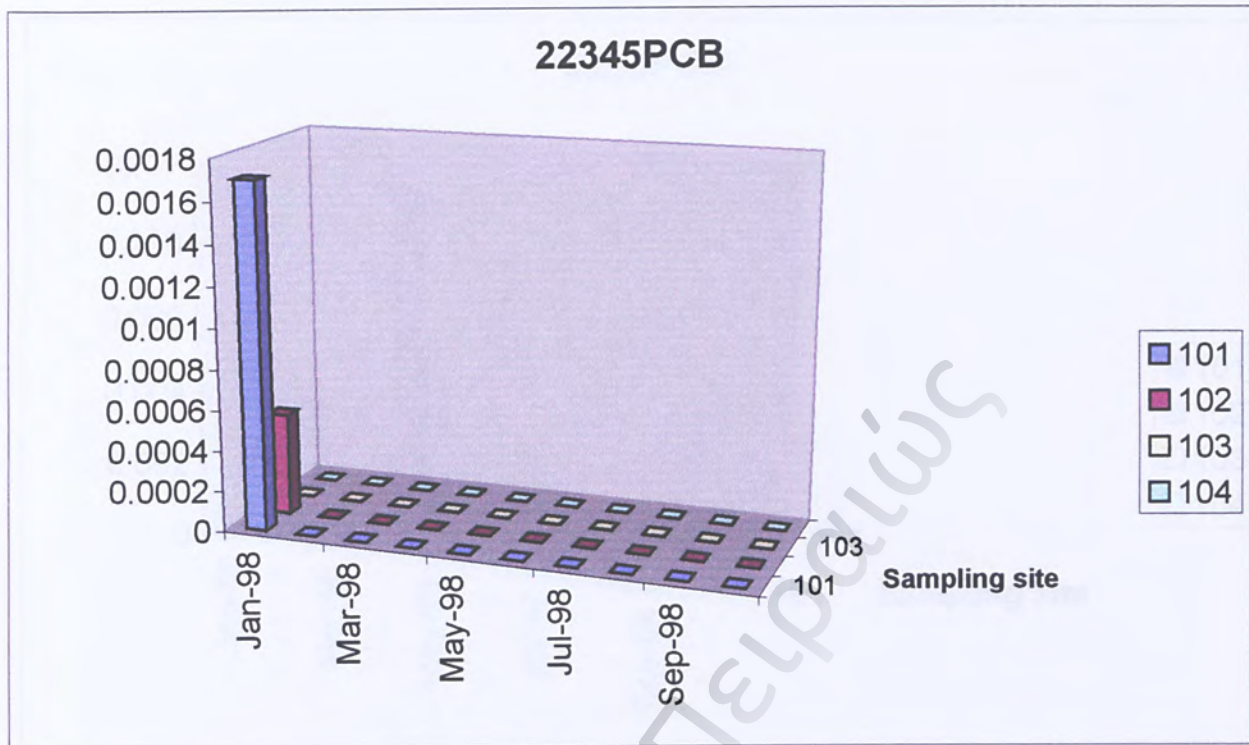
Διαγράμματα 13-25 έως 13-34



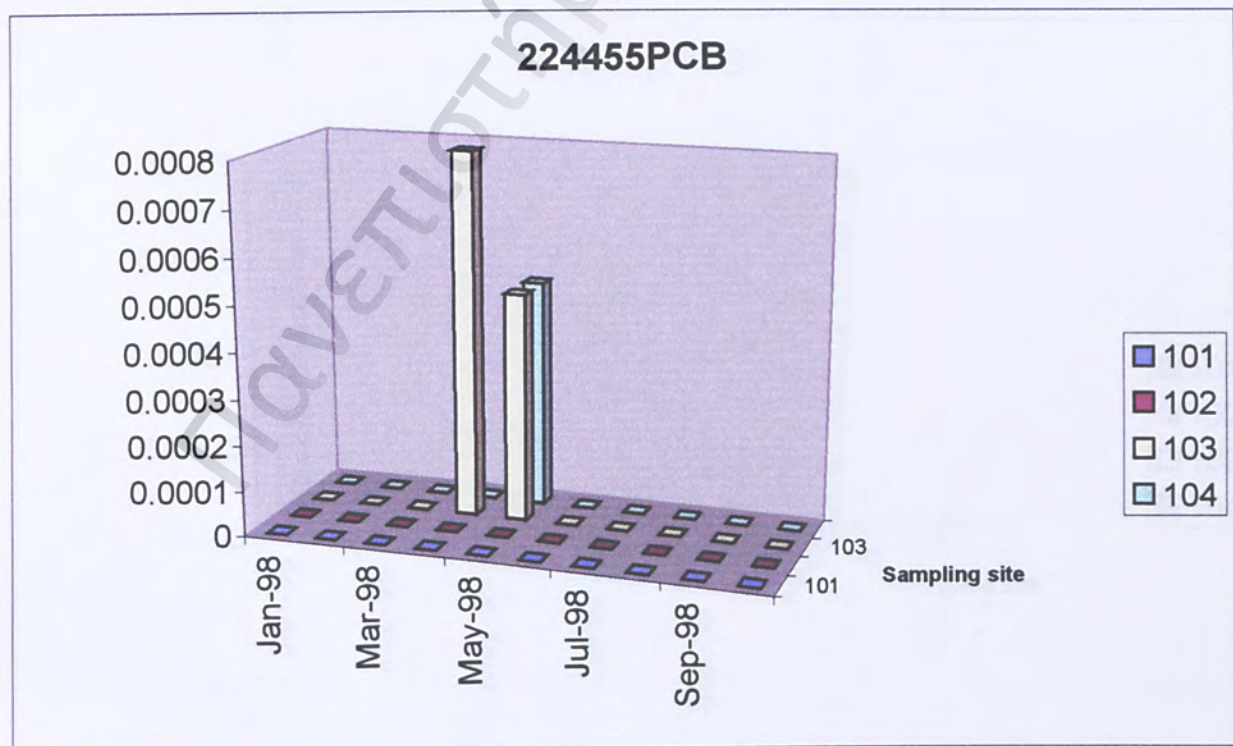
Διάγραμμα 13-25 Συγκεντρώσεις 2234456PCB



Διάγραμμα 13-26 Συγκεντρώσεις 223445PCB

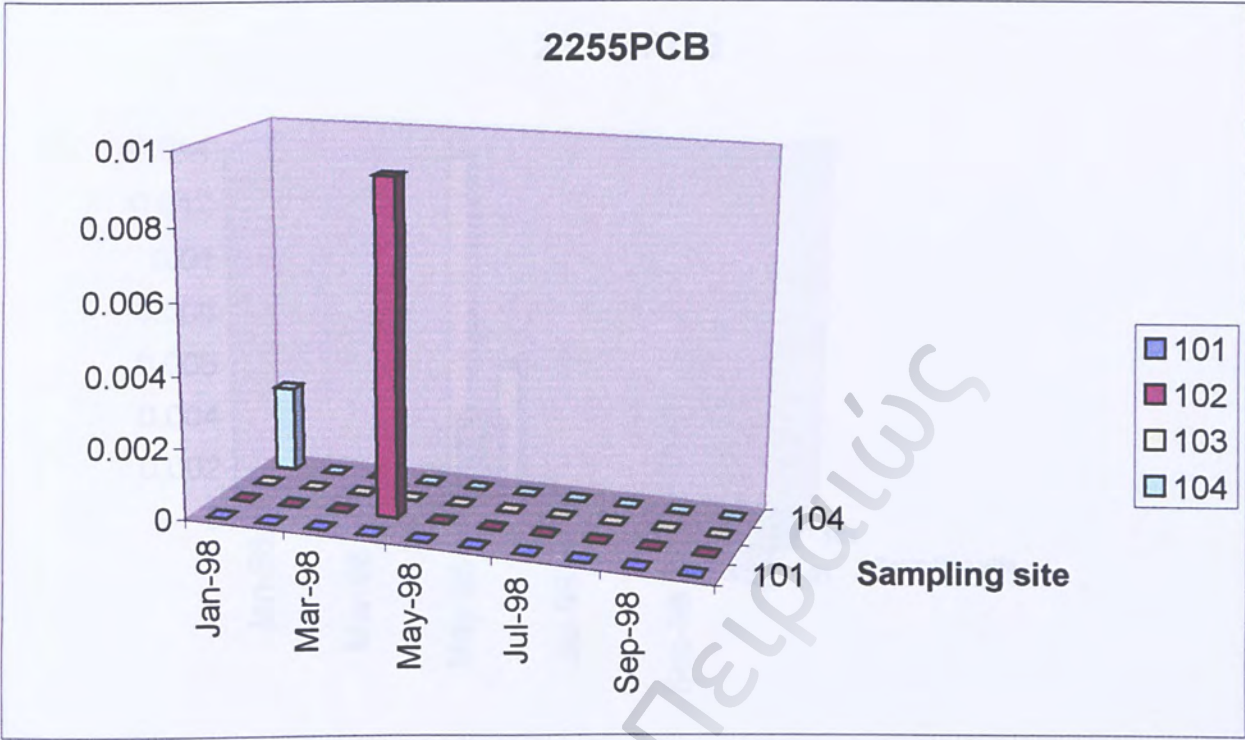


Διάγραμμα 13-27 Συγκεντρώσεις 22345PCB



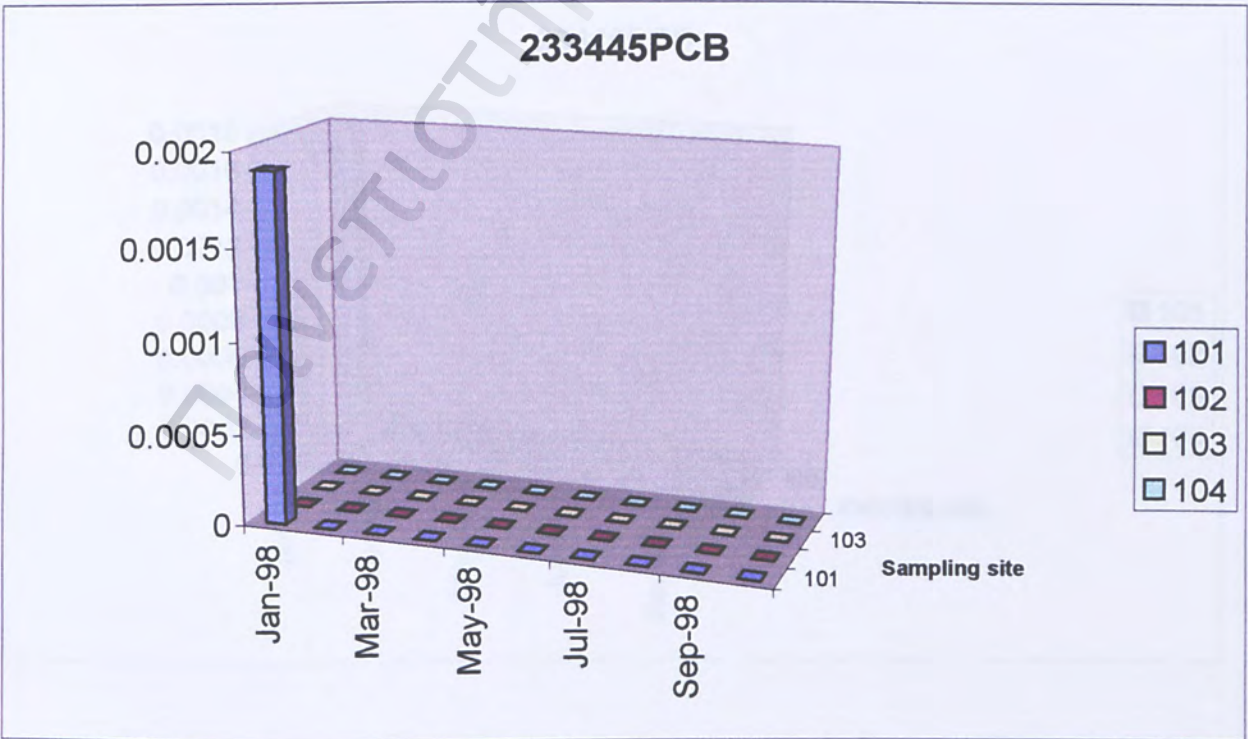
Διάγραμμα 13-28 Συγκεντρώσεις 224455PCB

2255PCB



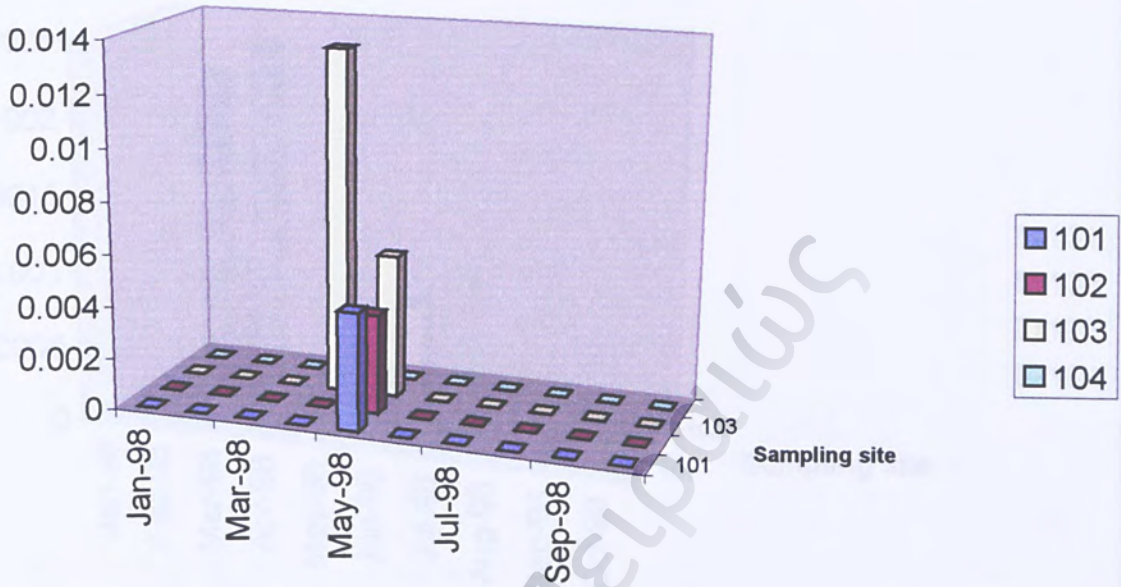
Διάγραμμα 13-29 Συγκεντρώσεις 2255PCB

233445PCB



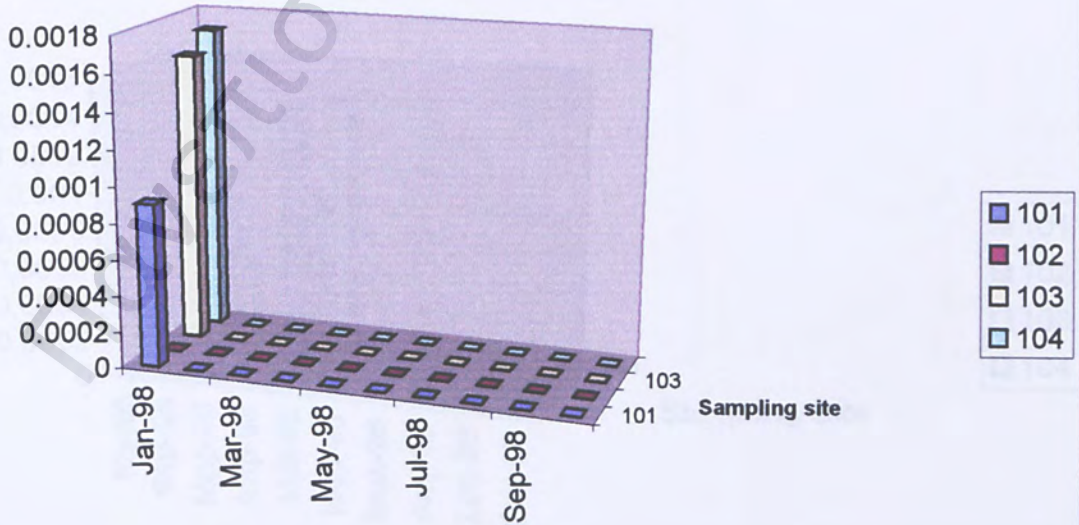
Διάγραμμα 13-30 Συγκεντρώσεις 233445PCB

23344PCB

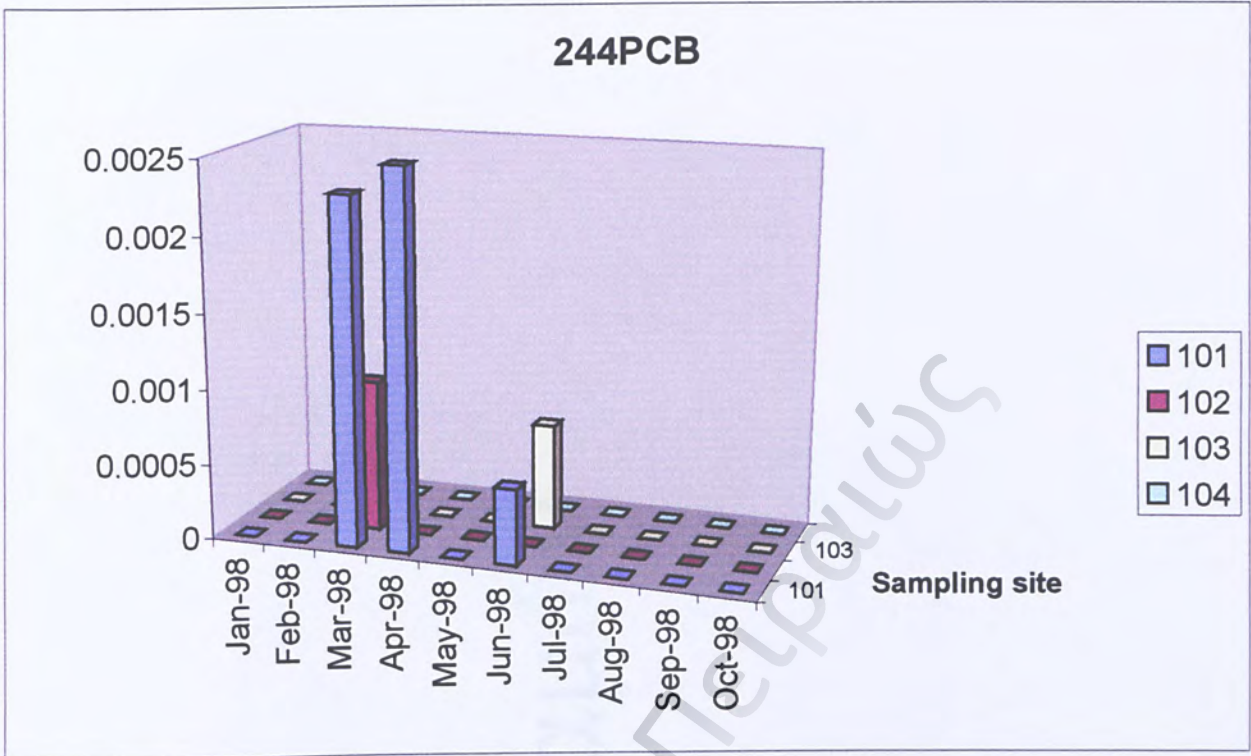


Διάγραμμα 13-31 Συγκεντρώσεις 23344PCB

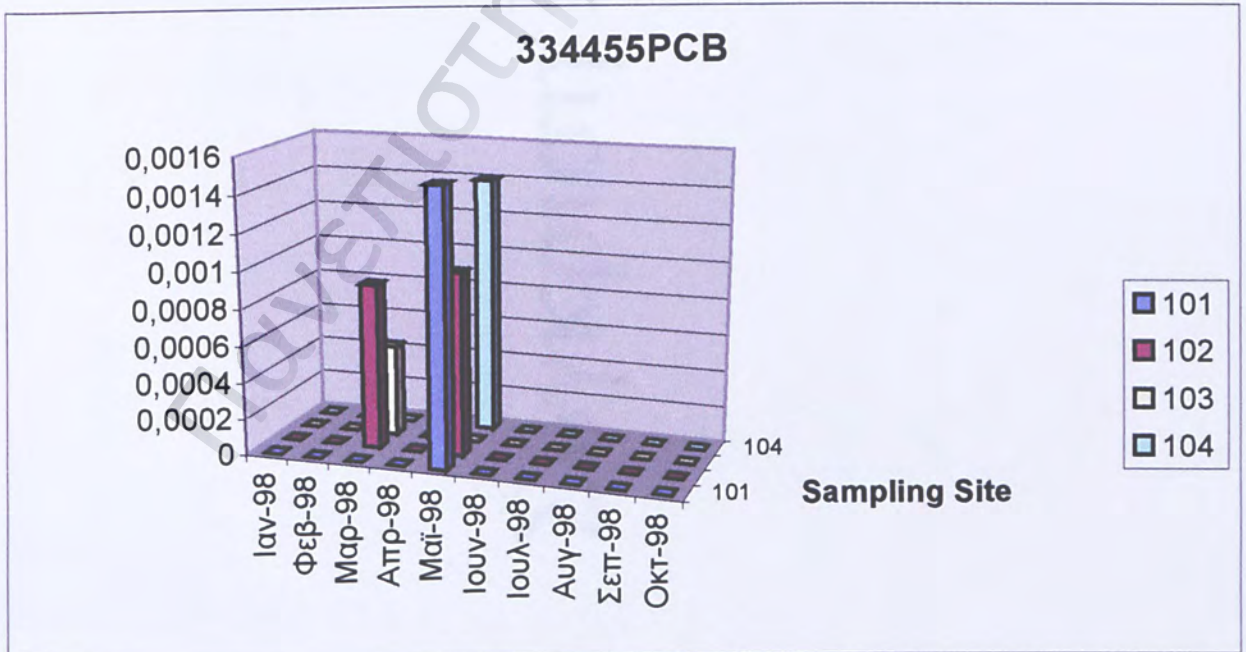
23445PCB



Διάγραμμα 13-32 Συγκεντρώσεις 23445PCB



Διάγραμμα 13-33 Συγκεντρώσεις 244PCB



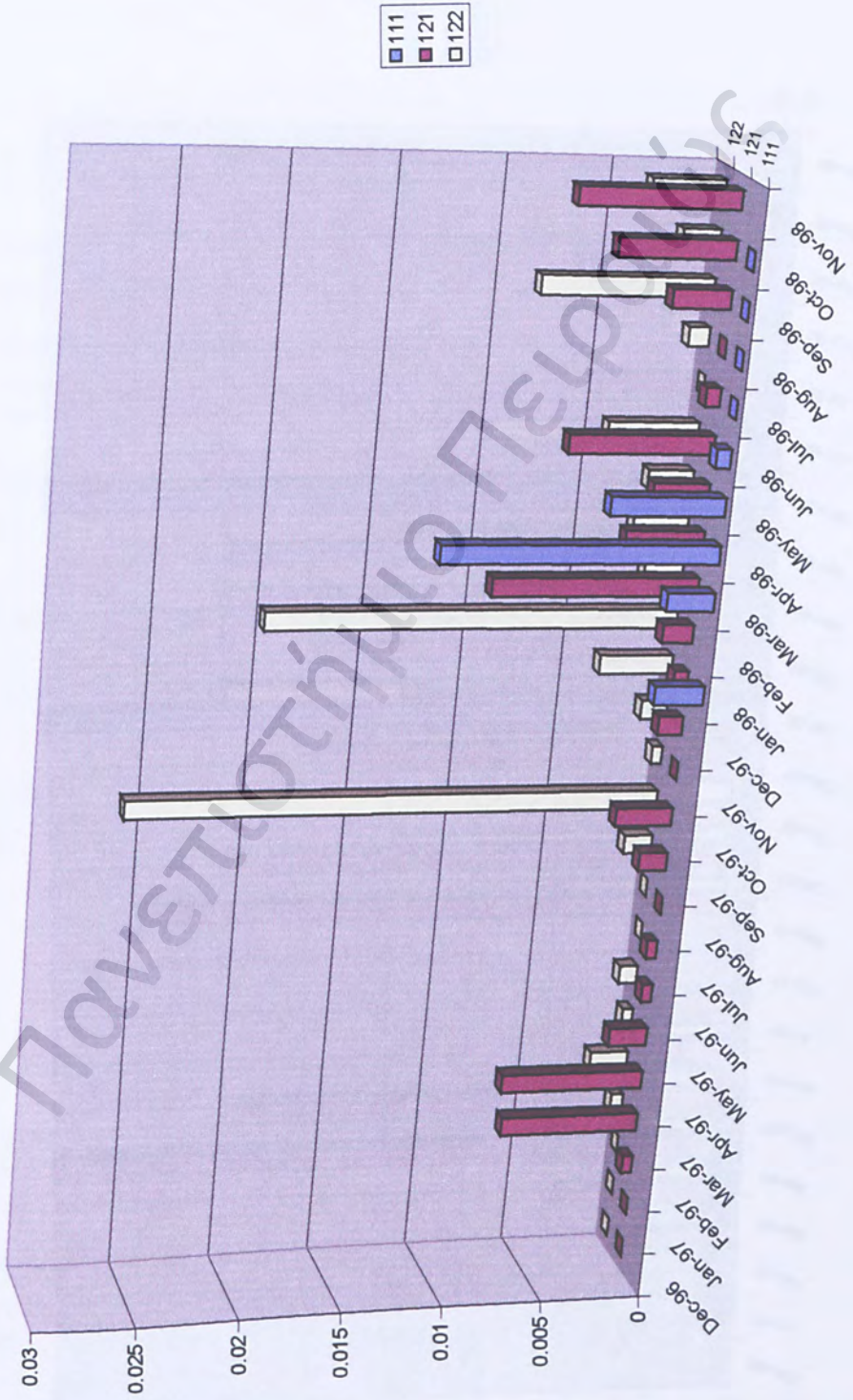
Διάγραμμα 13-34 Συγκεντρώσεις 334455PCB

Σύγκριση Ποταμών

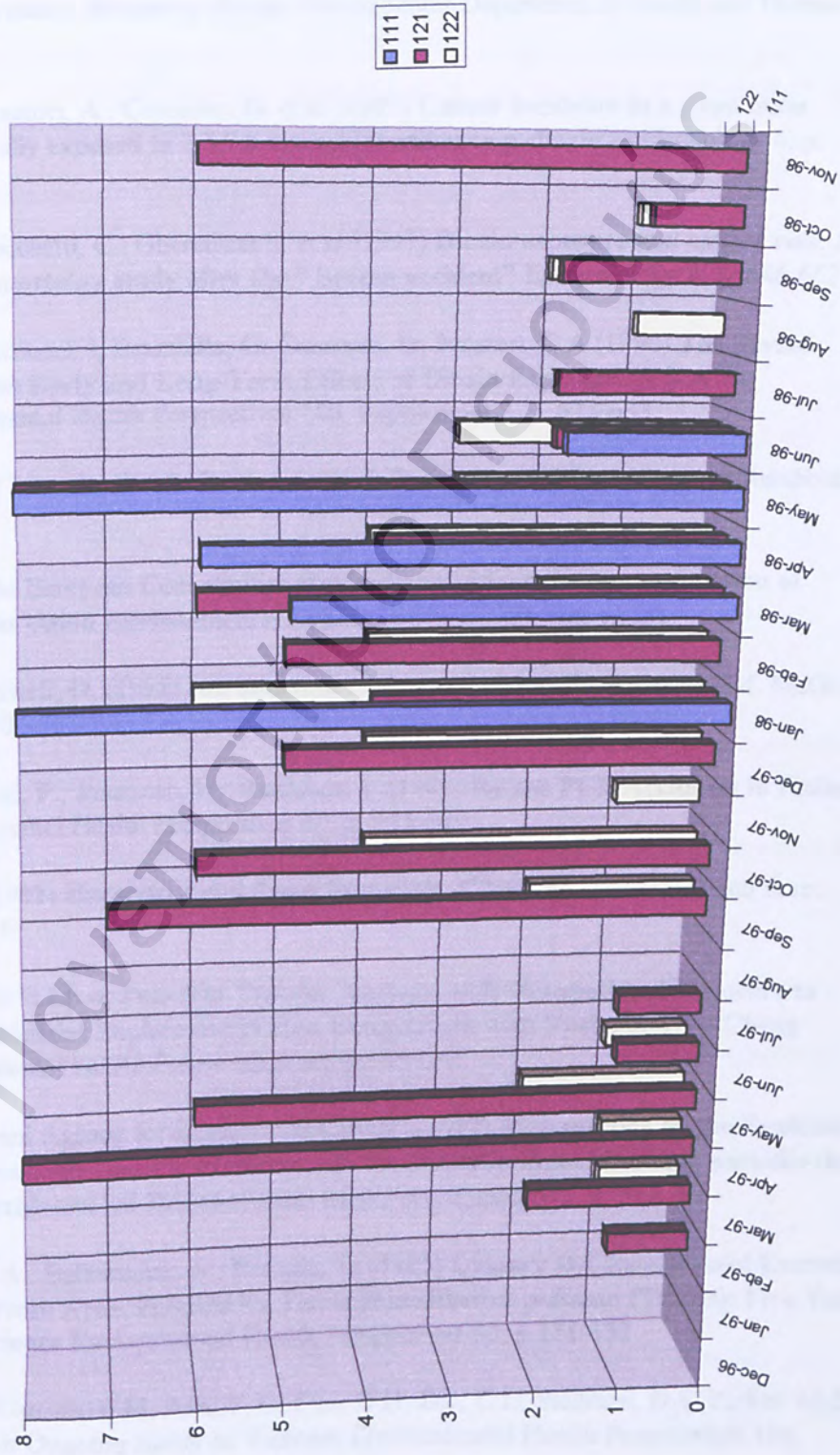
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Διάγραμμα 13-35

Μέγιστες συγκεντρώσεις, που ανιχνεύθηκαν στους τρεις διασυννοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας, που αναφέρονται



Διάγραμμα 13-36 Πλήθος συγκεντρώσεων, που ανιχνεύθηκαν στους τρεις διασυννοριακούς αποδέκτες, ανεξάρτητα από το συμπαράγωγο και το σταθμό δειγματοληψίας, που αναφέρονται



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (1993) **Toxicological profile for polychlorinated biphenyls** Atlanta: ATSDR, TP-92/16, update
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (1999a) **Toxicological profile for chlorinated dibenzo-p-dioxins** United States Department of Health and Human Services
- Bertazzi, P.A; Pesatori, A.; Consonni, D. et al (1993) **Cancer incidence in a population accidentally exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin** *Epidemiology* 4, p. 398-406
- Bertazzi, P.A; Zocchetti, C.; Guercilena S. et al (1997) **Dioxin exposure and cancer risk. A 15 year mortality study after the "Seveso accident"** *Epidemiology* 8, p. 646-652
- Bertazzi, P.A; Bernucci, I; Brambilla, G; Consonni, D; Pesatori, C.A (1998) **The Seveso Studies on Early and Long-Term Effects of Dioxin Exposure: A Review** *Environmental Health Perspectives* 106, Supplement 2, p. 625-633
- Boyce, A. (1997) **Introduction to Environmental Technology** Ed. Van Nostrand Reinhold, p. 308-311
- Commission of the European Communities (Jan. 1998) **Guide to the Approximation of European Union Environmental Legislation** <http://europa.eu.int>
- Davis, L.M; Cornwell, D. (1998) **Introduction to Environmental Engineering**, Ed. McGraw Hill, p. 704-707
- Elo, O.; Vuojolahti, P.; Janhunen, H.; Rantanen, J. (1985) **Recent PCB Accidents in Finland** *Environmental Health Perspectives* 60, p. 315-319
- Fawcett, H.H., (1988) **Hazardous and Toxic Materials, 2nd ed.** Ed. John Wiley and Sons, p.107-116
- Fischbein, A. (1985) **Liver Function Tests in Workers with Occupational Exposure to Polychlorinated Bophenyls (PCBs): Comparison with Yusho and Yu-Cheng** *Environmental Health Perspectives* 60, p.145-150
- IARC (International Agency for Research on Cancer) (1997) **Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 69. Polychlorinated Dibenzo-para-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans** <http://www.iarc.fr>
- Ideo, G.; Bellati, A.; Bellobuono, A.; Bissanti, L. (1985) **Urinary D-Glucaric Acid Excretion in the Seveso Area, Polluted by Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD): Five Years of Experience** *Environmental Health Perspectives* 60, p.151-157
- Kramarova, E.; Kogevinas, M; Anh, T. C; Cau, D.H; Dai, C.L; Stellman, D.S; Parkin, M.D (1998) **An Ongoing Study in Vietnam** *Environmental Health Perspectives* 106, Supplement 2, p. 671-678

- McGregor, B.D; Partensky, C.; Wilbourn, J.; Rice, M.J (1998) **An IARC Evaluation of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans as Risk Factors in Human Carcinogenesis** Environmental Health Perspectives 106, Supplement 2, p. 755-760
- Masuda, Y. (1985) **Health Status of Japanese and Taiwanese After Exposure to Contaminated Rice Oil** Environmental Health Perspectives 60, p. 321-325
- Moschona, K.; Psaltis, A.; Kalantzopoulos, Ch. (2000) **Development of a solid phase extraction-gas chromatographic method for the determination of polychlorinated biphenyls in water samples**
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) **NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards** <http://www.cdc/niosh/npg>
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) **OSHA Regulated Hazardous Substances** <http://www.osha-slc.gov/SLTC/healthguidelines/index.html>
- Rappe, C.; Nygren, M.; Markound, S.; Keller, L-O.; Bergqvist, P-A.; Hansson, M. (1985) **Assessment of Human Exposure to Polychlorinated Dibenzofurans and Dioxins** Environmental Health Perspectives 60, p. 303-304
- Reggiani, G.; Bruppacher, R. (1985) **Symptoms, Signs and Findings in Humans Exposed to PCBs and Their Derivatives.** Environmental Health Perspectives 60, p. 225-232
- Safe, S. (1990) **Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Dibenzo-p-Dioxins (PCDDs), Dibenzofurans (PCDFs) and Related Compounds: Environmental and Mechanistic Consideration Which Support the Development of Toxic Equivalency Factors (TEFs)** CRC Crit.Rev.Toxicol. 21, p. 51-88
- Safe, S. (1994) **Polychlorinated Biphenyls (PCBs): environmental impact, biochemical and toxic responses and implications for risk assessment** CRC Crit.Rev.Toxicol. 24, p. 87-149
- Schechter, A.; Tiernan, T. (1985) **Occupational Exposure To Polychlorinated Dioxins, Polychlorinated Furans, Polychlorinated Biphenyls, and Biphenylenes after an Electrical Panel and Transformer Accident in an Office Bilding in Binghamton, NY.** Environmental Health Perspectives 60, p.
- Silberhorn, E.M. (1995) **PCBs** Encyclopaedia of Energy Technology and the Environment, ed. Bissio, A. and Boots, S., p. 2189-2205
- Stellman, M.J, ed. (1998) **Hydrocarbons, Halogenated Aromatic** Encyclopaedia of Occupational Health and Safety p. 104.286-104.298
- US Environmental Protection Agency (US EPA, Sep. 1996) **PCBs: Cancer Dose-Response Assessment and Application to Environmental Mixtures.** National Centre for Environmental Assessment, Office of Research and Development. EPA/600/P-96/001F

- US Environmental Protection Agency (US EPA, Sep. 2000) **Part I Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds. Part II Health Assessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds. Part III Dioxin: Draft Integrated Summary and Risk Characterization for 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds** Draft Final EPA/600/P-00/001Bb, Bc, Bd, Be, Bg
- US Environmental Protection Agency (US EPA, Jun. 2000) **Dioxin: Summary of Major EPA Control Efforts** Information Sheet 4
- US Environmental Protection Agency (US EPA, Summer 2000) **Drinking Water Standards and Health Advisories** Office of Water 4304, EPA 822-B-00-001, <http://www.epa.gov/ost/drinking/standards/dwstandards.pdf>
- US Environmental Protection Agency (US EPA, Sep. 1999) **Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Update: Impact on Fish Advisories** **Fact Sheet**, Office of Water 4304, EPA 823-F-99-019, <http://www.epa.gov/ostwater/fish/pcbs.pdf>
- WHO (World Health Organization) (1993) **Polychlorinated biphenyls and terphenyls** Geneva: WHO, Environmental Health Criteria 140, second ed.
- WHO (World Health Organization) (1998) **Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI)** International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1998 http://www.who.int/inf_pr_1998/en/pr98_45.html
- WHO (World Health Organization) (Jun. 1999) **Dioxins and their effects on Human Health** http://www.who.int/inf_fs/en/fact225.html
- Wolff, M.S. (1985) **Occupational Exposure to Polychlorinated Biphenyls (PCBs)** Environmental Health Perspectives 60, p.133-138
- Βαλαβανίδης, Αθ. (Ιούν. 1999) **Διοξίνες: Εκτίμηση Κινδύνου στο Εργασιακό και στο Φυσικό Περιβάλλον** ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Τεύχος 6, σελ. 177-179
- ΔΕΗ (Απρ. 1990) **Εκθεση Επιτροπής για τα PCBs και τα PCTs**
- ΔΕΗ (1995) **Οδηγίες Διαχείρισης Συσκευών PCBs**
- ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κ. Μακεδονίας (Δεκ. 1995) **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Νομοθεσία**
- ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε (Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας) (1999) **Οριακές Τιμές (TLVs) Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες Βιολογικής Εκθεσης (BEIs)**

Ιστοσελίδες

Contamination with dioxin of some Belgian food products WHO European Centre for Environment and Health

<http://www.who.dk/envhlth/dioxin/dioxin.htm>

Dioxin and Health (Oct. 12, 1995) <http://rachel.enviroweb.org/rehw463.htm>

Dioxin Homepage <http://www.enviroweb.org/enviroissues/dioxin>

Guidelines for Polychlorinated Biphenyls

http://www.llnl.gov/es_and_h/guidelines/pcb/pcb.html

Health Effects of Dioxins

<http://www.gascape.org/index%20/Health%20effects%20of%20Dioxins.html>

Καμαριανός, Αθ.; Κιλικίδης, Σ. (Σεπ. 1997) Παρακολούθηση της ρύπανσης του Θερμαϊκού κόλπου με οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα και πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), (1991-1996) Πρακτικά 5ου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Τόμος Β', σελ. 326-334

Κρόκος, Φ. (Ιούλ.-Αυγ. 1999) Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs), Πολυχλωριωμένες Διβενζο-π-Διοξίνες (PCDDs) και Πολυχλωριωμένα Διβενζοφουράνια (PCDFs) ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Τεύχος 7-8, σελ. 204-205

Κυρτόπουλος, Σ. (Ιούλ.-Αυγ. 1999) Διοξίνες: Τοξικολογία και Κίνδυνοι ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Τεύχος 7-8, σελ. 207-209

Λέκκας, Θ. (2000)

Περιφερειακά Τμήματα, Τμήμα Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας (Ιούλ.-Αυγ. 1999) Εκδήλωση για τις διοξίνες στα ζωϊκά τρόφιμα ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Τεύχος 7-8, σελ. 218-219

Σιταράς, Ι.Ε.; Σίσκος, Π.Α. (Ιούν. 1999) Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από τους Βομβαρδισμούς του ΝΑΤΟ στη Γιουγκοσλαβία ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, Τεύχος 6, σελ. 180-184

Τολάκη, Μ. (1997) Διαχείριση των PCBs στη ΔΕΗ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, σελ. 65-71

Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε (Ιούν. 2000) Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων ΚΥΑ 14312/1302/9.6.2000, ΦΕΚ 723

Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε (Οκτ. 2000) Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης της Ρύπανσης για τις Ουσίες του Καταλόγου ΙΙ, υποψήφιες για τον Κατάλογο Ι, C176 14/07/1982/ΕΟΚ, σύμφωνα με το άρθρο 7 της Οδηγίας του Συμβουλίου 76/464/ΕΟΚ

Χαλουλάκου, Α. (1999) Ποιότητα Περιβάλλοντος και Νομοθεσία

Χατζηανέστης, Ι; Σκληβάγκου, Ε.; Γεωργακοπούλου, Ε. (1999) Υδρογονάνθρακες, Φυτοφάρμακα και PCBs στα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου Πρακτικά 6ου Διεθνούς Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Τόμος Α', σελ. 364-371

Χατζής, Χ. (1992) Η συμβολή της ιατρικής εργασίας στην πρόληψη των κινδύνων από τα PCBs

№	Επισημάνσεις	Σύμβαση
1	1-βενζο[α]πυρένιο	0,0000000
2	1-βενζο[α]αυρανθρακικό οξύ	0,0000000
3	1-βενζο[α]ανθρακικό οξύ	0,0000000
4	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
5	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
6	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
7	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
8	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
9	2,5'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
10	2,6'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
11	2,7'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
12	3,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
13	3,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
14	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
15	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
16	2,5'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
17	2,6'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
18	2,7'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
19	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
20	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
21	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
22	2,5'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
23	2,6'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
24	2,7'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
25	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
26	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
27	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
28	2,5'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
29	2,6'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
30	2,7'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
31	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
32	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
33	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
34	2,5'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
35	2,6'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
36	2,7'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
37	2,2'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
38	2,3'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
39	2,4'-δι(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
40	2,2',3,3'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
42	2,2',3,4'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
44	2,2',3,5'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
47	2,2',4,4'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
48	2,2',4,5'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
49	2,2',4,5'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000
50	2,2',4,5'-τετρα(4-οκταδεκνυλοξυ)πυρένιο	0,0000000

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Παράρτημα Ι

Αριθμοί IUPAC

IUPAC No	Συμπάργωγο	CAS #
-	biphenyl	92-52-4
1	2-chlorobiphenyl	2051-60-7
2	3-chlorobiphenyl (97+%)	2051-61-8
3	4-chlorobiphenyl	2051-62-9
4	2,2'-dichlorobiphenyl	13029-08-8
5	2,3-dichlorobiphenyl	16605-91-7
6	2,3'-dichlorobiphenyl	25569-80-6
7	2,4-dichlorobiphenyl	33284-50-3
8	2,4'-dichlorobiphenyl	34883-43-7
9	2,5-dichlorobiphenyl	34883-39-1
10	2,6-dichlorobiphenyl (98+%)	33146-45-1
11	3,3'-dichlorobiphenyl	2050-67-1
12	3,4-dichlorobiphenyl	2974-92-7
13	3,4'-dichlorobiphenyl (97+%)	2974-90-5
14	3,5-dichlorobiphenyl	34883-41-5
15	4,4'-dichlorobiphenyl	2050-68-2
16	2,2',3-trichlorobiphenyl	38444-78-9
18	2,2',5-trichlorobiphenyl	37680-65-2
19	2,2',6-trichlorobiphenyl	38444-73-4
20	2,3,3'-trichlorobiphenyl	38444-84-7
21	2,3,4-trichlorobiphenyl	55702-46-0
22	2,3,4'-trichlorobiphenyl	38444-85-8
24	2,3,6-trichlorobiphenyl	58702-45-9
25	2,3',4-trichlorobiphenyl	55712-37-3
26	2,3',5-trichlorobiphenyl	38444-81-4
27	2,3',6-trichlorobiphenyl	38444-76-7
28	2,4,4'-trichlorobiphenyl	7012-37-5
29	2,4,5-trichlorobiphenyl	15862-07-4
30	2,4,6-trichlorobiphenyl	35693-92-6
31	2,4',5-trichlorobiphenyl	16606-02-3
33	2',3,4-trichlorobiphenyl	38444-86-9
34	2',3,5-trichlorobiphenyl	37680-68-5
35	3,3',4-trichlorobiphenyl	37680-69-6
36	3,3',5-trichlorobiphenyl	38444-87-0
37	3,4,4'-trichlorobiphenyl	38444-90-5
38	3,4,5-trichlorobiphenyl	53555-66-1
39	3,4',5-trichlorobiphenyl	38444-88-1
40	2,2',3,3'-tetrachlorobiphenyl	38444-93-8
42	2,2',3,4'-tetrachlorobiphenyl	36559-22-5
44	2,2',3,5'-tetrachlorobiphenyl	41464-39-5
47	2,2',4,4'-tetrachlorobiphenyl	2437-79-8
48	2,2',4,5-tetrachlorobiphenyl	70362-47-9
49	2,2',4,5'-tetrachlorobiphenyl	41464-40-8
50	2,2',4,6-tetrachlorobiphenyl	62796-65-8

52	2,2',5,5'-tetrachlorobiphenyl	35693-99-3
53	2,2',5,6'-tetrachlorobiphenyl	41464-41-9
54	2,2',6,6'-tetrachlorobiphenyl	15968-05-5
55	2,3,3',4-tetrachlorobiphenyl	74338-24-2
58	2,3,3',5'-tetrachlorobiphenyl	41464-49-7
60	2,3,4,4'-tetrachlorobiphenyl	33025-41-1
61	2,3,4,5-tetrachlorobiphenyl	33284-53-6
62	2,3,4,6-tetrachlorobiphenyl	54230-23-7
65	2,3,5,6-tetrachlorobiphenyl	33284-54-7
66	2,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl (98+%)	32598-10-0
69	2,3',4,6-tetrachlorobiphenyl	60233-24-1
70	2,3',4',5-tetrachlorobiphenyl	32598-11-1
72	2,3',5,5'-tetrachlorobiphenyl	41464-42-0
74	2,4,4',5-tetrachlorobiphenyl	32690-93-0
75	2,4,4',6-tetrachlorobiphenyl	32598-12-2
77	3,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl	32598-13-3
78	3,3',4,5-tetrachlorobiphenyl	70362-49-1
79	3,3',4,5'-tetrachlorobiphenyl	41464-48-6
80	3,3',5,5'-tetrachlorobiphenyl	33284-52-5
81	3,4,4',5-tetrachlorobiphenyl	70362-50-4
82	2,2',3,3',4-pentachlorobiphenyl	52663-62-4
86	2,2',3,4,5-pentachlorobiphenyl	55312-69-1
87	2,2',3,4,5'-pentachlorobiphenyl	38380-02-8
88	2,2',3,4,6-pentachlorobiphenyl	55215-17-3
93	2,2',3,5,6-pentachlorobiphenyl	73575-56-1
95	2,2',3,5',6-pentachlorobiphenyl	38379-99-6
97	2,2',3',4,5-pentachlorobiphenyl (98+%)	41464-51-1
98	2,2',3',4,6-pentachlorobiphenyl	60233-25-2
99	2,2',4,4',5-pentachlorobiphenyl	38380-01-7
100	2,2',4,4',6-pentachlorobiphenyl	39485-83-1
101	2,2',4,5,5'-pentachlorobiphenyl	37680-73-2
102	2,2',4,5,6'-pentachlorobiphenyl	68194-06-9
103	2,2',4,5',6-pentachlorobiphenyl	60145-21-3
104	2,2',4,6,6'-pentachlorobiphenyl	56558-16-8
105	2,3,3',4,4'-pentachlorobiphenyl	32598-14-4
106	2,3,3',4,5-pentachlorobiphenyl	70424-69-0
108	2,3,3',4,5'-pentachlorobiphenyl	70362-41-3
109	2,3,3',4,6-pentachlorobiphenyl	74472-35-8
110	2,3,3',4',6-pentachlorobiphenyl	38380-03-9
112	2,3,3',5,6-pentachlorobiphenyl	74472-36-9
114	2,3,4,4',5-pentachlorobiphenyl	74472-37-0
115	2,3,4,4',6-pentachlorobiphenyl	74472-38-1
116	2,3,4,5,6-pentachlorobiphenyl	18259-05-7
117	2,3,4',5,6-pentachlorobiphenyl	68194-11-6

118	2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl	31508-00-6
119	2,3',4,4',6-pentachlorobiphenyl	56558-17-9
121	2,3',4,5',6-pentachlorobiphenyl	56558-18-0
122	2',3,3',4,5-pentachlorobiphenyl	76842-07-4
123	2',3,4,4',5-pentachlorobiphenyl	65510-44-3
124	2',3,4,5,5'-pentachlorobiphenyl	70424-70-3
126	3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl	57465-28-8
127	3,3',4,5,5'-pentachlorobiphenyl	39635-33-1
128	2,2',3,3',4,4'-hexachlorobiphenyl	38380-07-3
129	2,2',3,3',4,5-hexachlorobiphenyl	55215-18-4
131	2,2',3,3',4,6-hexachlorobiphenyl	61798-70-7
132	2,2',3,3',4,6'-hexachlorobiphenyl	38380-05-1
133	2,2',3,3',5,5'-hexachlorobiphenyl	35694-04-3
134	2,2',3,3',5,6-hexachlorobiphenyl	52704-70-8
136	2,2',3,3',6,6'-hexachlorobiphenyl	38411-22-2
137	2,2',3,4,4',5-hexachlorobiphenyl	35694-06-5
138	2,2',3,4,4',5'-hexachlorobiphenyl	35065-28-2
139	2,2',3,4,4',6-hexachlorobiphenyl	56030-56-9
140	2,2',3,4,4',6'-hexachlorobiphenyl	59291-64-4
141	2,2',3,4,5,5'-hexachlorobiphenyl	52712-04-6
142	2,2',3,4,5,6-hexachlorobiphenyl	41411-61-4
143	2,2',3,4,5,6'-hexachlorobiphenyl	68194-15-0
144	2,2',3,4,5',6-hexachlorobiphenyl	68194-14-9
145	2,2',3,4,6,6'-hexachlorobiphenyl	74472-40-5
147	2,2',3,4',5,6-hexachlorobiphenyl	68194-13-8
149	2,2',3,4',5',6-hexachlorobiphenyl	38380-04-0
151	2,2',3,5,5',6-hexachlorobiphenyl	52663-63-5
152	2,2',3,5,6,6'-hexachlorobiphenyl	68194-09-2
153	2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl	35065-27-1
154	2,2',4,4',5,6'-hexachlorobiphenyl	60145-22-4
155	2,2',4,4',6,6'-hexachlorobiphenyl (98+%)	33979-03-2
156	2,3,3',4,4',5-hexachlorobiphenyl	38380-08-4
157	2,3,3',4,4',5'-hexachlorobiphenyl	69782-90-7
158	2,3,3',4,4',6-hexachlorobiphenyl	74472-42-7
159	2,3,3',4,5,5'-hexachlorobiphenyl	39635-35-3
160	2,3,3',4,5,6-hexachlorobiphenyl	41411-62-5
161	2,3,3',4,5',6-hexachlorobiphenyl	74474-43-8
163	2,3,3',4',5,6-hexachlorobiphenyl	74472-44-9
165	2,3,3',5,5',6-hexachlorobiphenyl	74472-46-1
166	2,3,4,4',5,6-hexachlorobiphenyl	41411-63-6
167	2,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl	52663-72-6
168	2,3',4,4',5',6-hexachlorobiphenyl	59291-65-5
169	3,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl	32774-16-6
170	2,2',3,3',4,4',5-heptachlorobiphenyl	35065-30-6

171	2,2',3,3',4,4',6-heptachlorobiphenyl	52663-71-5
173	2,2',3,3',4,5,6-heptachlorobiphenyl	68194-16-1
180	2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl	35065-29-3
181	2,2',3,4,4',5,6-heptachlorobiphenyl	74472-47-2
182	2,2',3,4,4',5,6'-heptachlorobiphenyl	60145-23-5
183	2,2',3,4,4',5',6-heptachlorobiphenyl	52663-69-1
184	2,2',3,4,4',6,6'-heptachlorobiphenyl	74472-48-3
185	2,2',3,4,5,5',6-heptachlorobiphenyl	52712-05-7
186	2,2',3,4,5,6,6'-heptachlorobiphenyl	74472-49-4
187	2,2',3,4',5,5',6-heptachlorobiphenyl	52663-68-0
188	2,2',3,4',5,6,6'-heptachlorobiphenyl	74487-85-7
189	2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl	39635-31-9
190	2,3,3',4,4',5,6-heptachlorobiphenyl	41411-64-7
191	2,3,3',4,4',5',6-heptachlorobiphenyl	74472-50-7
192	2,3,3',4,5,5',6-heptachlorobiphenyl	74472-51-8
193	2,3,3',4',5,5',6-heptachlorobiphenyl	69782-91-8
194	2,2',3,3',4,4',5,5'-octachlorobiphenyl	35694-08-7
195	2,2',3,3',4,4',5,6-octachlorobiphenyl	52663-78-2
196	2,2',3,3',4,4',5,6'-octachlorobiphenyl	42740-50-1
198	2,2',3,3',4,5,5',6-octachlorobiphenyl (97+%)	68194-17-2
199	2,2',3,3',4,5,6,6'-octachlorobiphenyl	52663-73-7
200	2,2',3,3',4,5',6,6'-octachlorobiphenyl	40186-71-8
202	2,2',3,3',5,5',6,6'-octachlorobiphenyl	2136-99-4
204	2,2',3,4,4',5,6,6'-octachlorobiphenyl	74472-52-9
205	2,3,3',4,4',5,5',6-octachlorobiphenyl	74472-53-0
206	2,2',3,3',4,4',5,5',6-nonachlorobiphenyl	40186-72-9
207	2,2',3,3',4,4',5,6,6'-nonachlorobiphenyl	52663-79-3
208	2,2',3,3',4,5,5',6,6'-nonachlorobiphenyl	52663-77-1
209	decachlorobiphenyl	2051-24-3

Παράρτημα II

Εκτιμώμενες Αέριες Εκπομπές Παρόμοιων-με-Διοξίνη Ενώσεων, ανά πηγή εκπομπής, σε Δ. Γερμανία, Αυστρία, Η. Βασιλείο, Ολλανδία, Ελβετία και Η.Π.Α.

Emission Source	W. Germany^a (g TEQ/yr)	Austria^b (g TEQ/yr)	United Kingdom^c (g TEQ/yr)	Netherlands^d (g TEQ/yr)	Switzerland^k (g/TEQ/yr)	United States (g/TEQ/yr)
<u>Industrial/Municipal Processes</u>						
Pulp and paper mills		4			1 - 5	2.7
Sewage sludge incineration	0.01 - 1.1	<1		0.3		23
<u>Chemical Manuf./Processing Sources</u>				0.5		
Organic chemical manufacture						
<u>Combustion and Incineration Sources</u>	5.4 - 432	3	1,150	382	90 - 150	3,000
<u>Incineration/Energy Recovery</u>						
Municipal waste incineration						
Hazardous waste incineration	0.5 - 72	6	11	16	<1	35
Hospital waste incineration	5.4	4	32	2.1	2 - 3	5,100
Cement kilns						350
<u>Metallurgical Processes</u>						
Tire combustion						0.3

Emission Source	W. Germany ^a (g TEQ/yr)	Austria ^b (g TEQ/yr)	United Kingdom ^c (g TEQ/yr)	Netherlands ^d (g TEQ/yr)	Switzerland ^k (g TEQ/yr)	United States ^l (g TEQ/yr)
Ferrous metal smelting/refining	1.3 - 18.9	19g		30g	6 - 16g	
Nonferrous metal smelting/refining	38 - 380					230
Scrap electric wire recovery				1.5		
Drum and barrel reclamation					2 - 14e	1.7
Power/Energy Generation	7.2	<1e	613e	7.0e		
Vehicle fuel combustion - leaded						
- unleaded	0.8					1.3
- diesel	4.6				3 - 22	85
Wood burning		70	16	12		40m 320n
Coal combustion - residential	1.1	<1i	989	3.7i		
- industrial			301			
- utility			199			
Oil combustion - residential	1.2		2h			
Charcoal briquette combustion (residential)	1.8					
TOTAL	67 - 926	<109	3,870f	484j	100 - 200	9,200

Παράρτημα III

Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Νομοθεσία

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

-
- I. Γενικά θέματα
 - II. Προστασία και διαχείριση υδάτων
 - III. Στερεά απόβλητα
 - IV. Τοξικά-επικίνδυνα απόβλητα
 - V. Ατμοσφαιρική ρύπανση
 - VI. Θόρυβος
 - VII. Φυσικό περιβάλλον
-

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα λαμβάνει τριών ειδών Νομοθετικά μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος: Οδηγίες, Κανονισμούς και Αποφάσεις.

Οι Κανονισμοί (R) Μόλις θεσμοθετηθούν από το Συμβούλιο Υπουργών της Κοινότητας και δημοσιευθούν στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, δεσμεύουν αμέσως την Ελλάδα. Έχουν δηλαδή «άμεση ισχύ» και δεν απαιτείται λήψη νομοθετικών μέτρων από την Ελλάδα για να εναρμονίσει το Ελληνικό δίκαιο προς αυτούς.

Οι Οδηγίες (L) Απευθύνονται στα κράτη-μέλη, και τα υποχρεώνουν να λάβουν όλα τα απαραίτητα νομοθετικά μέτρα ώστε να εφαρμόσουν τις υποχρεώσεις που επιβάλλουν αυτές. Όταν η Ελλάδα λαβει αυτά τα αναγκαία νομοθετικά μέτρα τότε λέμε ότι το Ελληνικό δίκαιο εναρμονίσθηκε προς το κοινοτικό.

Οι Αποφάσεις (D) Δεσμεύουν την Ελλάδα, και τα λοιπά κράτη-μέλη, και συνήθως αναφέρονται στην κύρωση Διεθνών Συμβάσεων, την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και των κρατών-μελών ή της σύστασης επιτροπών για την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων περιβάλλοντος.

I. ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

1. **1365/ΕΟΚ/26.3.75 (R)**
Περί της δημιουργίας Ευρωπαϊκού Ιδρύματος για την Βελτίωση των Συνθηκών Διαβίωσης και Εργασίας.
2. **76/161/ΕΟΚ/8.12.75 (D)**
Περί θεσπίσεως κοινής διαδικασίας για την σύνταξη και συνεχή ενημέρωση καταλόγου πηγών πληροφορήσεως σχετικά με το περιβάλλον μέσα στην Κοινότητα.
3. **82/501/ΕΟΚ/24.6.82 (L)**
Περί του κινδύνου μεγάλης εκτάσεως τον οποίο περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες.
4. **85/337/ΕΟΚ/27.6.85 (L)**
Για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον.
5. **88/610/ΕΟΚ/7.12.88 (L)**
Τροποποίηση οδηγίας 82/501/ΕΟΚ.
6. **1210/ΕΟΚ/7.5.90 (R)**
Για την ίδρυση του ευρωπαϊκού δικτύου πληροφοριών και παρατηρήσεων σχετικά με το περιβάλλον.
7. **90/313/ΕΟΚ/7.6.90 (L)**
Σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος.
8. **91/692/ΕΟΚ/23.12.91 (L)**
Για την τυποποίηση και τον εξορθολογισμό των εκθέσεων που αφορούν την εφαρμογή ορισμένων οδηγιών για το περιβάλλον.
9. **880/ΕΟΚ/23.3.92 (R)**
Σχετικά με κοινοτικό σύστημα απονομής οικολογικού σήματος.
10. **1973/ΕΟΚ/21.5.92 (R)**
Σχετικά με τη δημιουργία ενός χρηματοδοτικού μέσου για το περιβάλλον (LIFE).
11. **2078/ΕΟΚ/30.6.92 (R)**
Σχετικά με μεθόδους γεωργικής παραγωγής που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και με τη διατήρηση του φυσικού χώρου.
12. **93/328/ΕΟΚ/13.3.93 (D)**
Σχετικά με την καθιέρωση ενδεικτικών κατευθυντήριων γραμμών για τον καθορισμό δαπανών και τελών σχετικά με το κοινοτικό οικολογικό τμήμα.
13. **93/430/ΕΟΚ/28.6.93 (D)**
Σχετικά με την καθιέρωση των οικολογικών κριτηρίων για την απονομή του κοινοτικού οικολογικού σήματος σε πλυντήρια ρούχων.
14. **93/431/ΕΟΚ/28.6.93 (D)**
Σχετικά με την καθιέρωση των οικολογικών κριτηρίων για την απονομή του κοινοτικού οικολογικού σήματος σε πλυντήρια πιάτων.
15. **2062/3/ΕΟΚ/27.7.93 (R)**
Σχετικά με τις λεπτομέρειες της οικονομικής παρακολούθησης των προγραμμάτων που εγκρίνονται βάσει του κανονισμού (ΕΟΚ) 2078/92 του Συμβουλίου σχετικά με τις μεθόδους παραγωγής που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και με τη διατήρηση του φυσικού χώρου.
16. **93/500/ΕΟΚ/13.9.93 (D)**
Για την προαγωγή των ανανεώσιμων ενεργειών στην Κοινότητα (πρόγραμμα Altener).
17. **93/517/ΕΟΚ/15.9.93 (D)**
Για μια τυποποιημένη σύμβαση σχετικά με τους όρους χρήσης του κοινοτικού οικολογικού σήματος.
18. **1836/ΕΟΚ/29.6.93 (R)**
Για την εκούσια συμμετοχή των επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου.
19. **93/701/ΕΚ/7.12.93 (D)**
Περί δημιουργίας γενικού συμβουλευτικού Forum σε θέματα περιβάλλοντος.
20. **1405/ΕΚ/20.6.94 (R)**
Σχετικά με τις λεπτομέρειες της οικονομικής παρακολούθησης των προγραμμάτων που εγκρίνονται βάσει του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ.2078/92 του Συμβουλίου για μεθόδους γεωργικής παραγωγής συμβιβασμένες με τις απαιτήσεις της προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και τη διαφύλαξη του φυσικού χώρου.

II. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

1. **75/440/ΕΟΚ/16.6.75 (L)**
Περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων επιφάνειας που προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος.
2. **76/160/ΕΟΚ/8.12.75 (L)**
Περί της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης.
3. **76/464/ΕΟΚ/4.5.76 (L)**
Περί ρυπανσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας.
4. **77/795/ΕΟΚ/12.12.77 (D)**
Περί καθιέρωσης κοινής διαδικασίας ανταλλαγής πληροφοριών για την ποιότητα των γλυκών επιφανειακών υδάτων της Κοινότητας
5. **78/659/ΕΟΚ/18.7.78 (L)**
Περί της ποιότητας των γλυκών υδάτων που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτιώσεως για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων.
6. **79/869/ΕΟΚ/9.10.79 (L)**
Περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος στα Κράτη Μέλη.
7. **79/923/ΕΟΚ/30.10.79 (L)**
Περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων για οστρακοειδή.
8. **80/68/ΕΟΚ/17.12.79 (L)**
Περί προστασίας των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.
9. **80/686/ΕΟΚ/25.6.80 (D)**
Περί συστάσεως Συμβουλευτικής Επιτροπής στον τομέα του ελέγχου και της μειώσεως της ρυπάνσεως που προξενείται από την έκχυση υδρογονανθράκων στην θάλασσα.
10. **80/778/ΕΟΚ/15.7.80 (L)**
Περί της ποιότητας του ποσίμου νερού.
11. **82/176/ΕΟΚ/22.3.82 (L)**
Περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις υδραργύρου από το βιομηχανικό τομέα της ηλεκτρολύσεως των χλωριούχων αλάτων αλκαλίων.
12. **83/513/ΕΟΚ/26.9.83 (L)**
Για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις του καδμίου.
13. **84/491/ΕΟΚ/9.10.84 (L)**
Σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις του εξαχλωροκυκλοεξανίου.
14. **86/85/ΕΟΚ/6.3.86 (D)**
Για την καθιέρωση κοινοτικού συστήματος πληροφόρησης για τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης που προξενεί η απόρριψη υδρογονανθράκων και άλλων επικίνδυνων ουσιών στη θάλασσα.
15. **86/280/ΕΟΚ/12.6.86 (L)**
Σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο I του παραρτήματος της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ.
16. **91/271/ΕΟΚ/21.5.91 (L)**
Για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.
17. **91/676/ΕΟΚ/12.12.91 (L)**
Για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης.
18. **92/446/ΕΟΚ/27.7.92 (D)**
Περί των ερωτηματολογίων για τις οδηγίες που αφορούν τον τομέα των υδάτων.
19. **2158/ΕΟΚ/28.7.93 (R)**
Για την εφαρμογή τροποποιήσεων της διεθνούς σύμβασης για την ασφάλεια της ζωής στη θάλασσα του 1974, καθώς και της διεθνούς σύμβασης για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία του 1973, για τους σκοπούς του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ.613/91.

III. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1. **75/442/ΕΟΚ/15.7.75 (L)**
Περί των στερεών αποβλήτων.
2. **76/431/ΕΟΚ/6.4.76 (D)**
Περί συστάσεως Επιτροπής Διαχείρισεως Αποβλήτων.
3. **81/972/ΕΟΚ/3.12.81 (L)**
Περί επαναχρησιμοποίησης χρησιμοποιηθέντος χαρτιού και της χρησιμοποιήσεως ανακυκλωθέντος χαρτιού.
4. **85/339/ΕΟΚ/27.6.85 (L)**
Για τις συσκευασίες υγρών τροφίμων.
5. **86/278/ΕΟΚ/12.6.86 (L)**
Σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία.
6. **91/156/ΕΟΚ/18.3.91 (L)**
Για την τροποποίηση της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ περί στερεών αποβλήτων.
7. **94/3/ΕΚ/20.12.93 (L)**
Για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο (α) της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί στερεών αποβλήτων.
8. **259/3/ΕΚ/20.12.93 (R)**
Σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της Κοινότητας καθώς και κατά την εισοδο και έξοδό τους.
9. **94/3/ΕΚ/20.12.93 (D)**
Για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο (α) της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί των στερεών αποβλήτων.
10. **94/575/ΕΚ/20.7.94 (D)**
Για τον καθορισμό της διαδικασίας ελέγχου, βάσει του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ.259/93 του Συμβουλίου, όσον αφορά ορισμένες αποστολές αποβλήτων προς ορισμένες χώρες μη μέλη του ΟΟΣΑ.

IV. ΤΟΞΙΚΑ - ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1. **67/548/ΕΟΚ/27.6.67 (L)**
Περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν στην ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών.
2. **73/404/ΕΟΚ/22.11.73 (L)**
Περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των Κρατών των αναφερομένων στα απορρυπαντικά.
3. **73/405/ΕΟΚ/22.11.73 (L)**
Περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των Κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήσεως μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων.
4. **75/439/ΕΟΚ/16.6.75 (L)**
Περί διαθέσεως των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων.
5. **76/769/ΕΟΚ/27.6.76 (L)**
Περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των Κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήσεως μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων.
6. **76/403/ΕΟΚ/6.4.76 (L)**
Περί της εξαλείψεως των πολυχλωροδифαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων.
7. **76/464/ΕΟΚ/18.5.76 (L)**
Περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας.
8. **78/176/ΕΟΚ/20.2.78 (L)**
Περί των αποβλήτων που προέρχονται από τη βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου.
9. **78/319/ΕΟΚ/20.3.78 (L)**
Περί των τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων.
10. **78/618/ΕΟΚ/28.6.78 (D)**
Περί συστάσεως Επιστημονικής Συμβουλευτικής Επιτροπής γις την έρευνα της τοξικότητας και της οικολογικότητας των χημικών ενώσεων.
11. **80/372/ΕΟΚ/26.3.80 (D)**
Περί των χλωροφθοριδρογονανθράκων στο περιβάλλον.

12. **81/437/ΕΟΚ/11.5.81 (D)**
Περί καθορισμού των κριτηρίων σύμφωνα με τα οποία η πληροφόρηση σχετικά με το ευρετήριο των χημικών ουσιών θα παρέχεται από τα Κράτη μέλη στην Επιτροπή.
13. **82/795/ΕΟΚ/15.11.82 (D)**
Για την παγίωση των προληπτικών μέτρων σχετικά με τους χλωριοφθοριοϋδρογονάνθρακες στο περιβάλλον.
14. **82/883/ΕΟΚ/3.12.82 (L)**
Για τους τρόπους επιτήρησης και ελέγχου των χωρών οι οποίοι σχετίζονται με τα απόβλητα της βιομηχανίας του διοξειδίου του τιτανίου.
15. **83/513/ΕΟΚ/24.10.83 (L)**
Για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις καδμίου.
16. **84/156/ΕΟΚ/8.3.84 (L)**
Για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους όσον αφορά τις απορρίψεις υδραργύρου σε τομείς άλλους εκτός του τομέα της ηλεκτρολύσεως των χλωριούχων αλάτων των αλκαλίων.
17. **84/491/ΕΟΚ/9.10.84 (L)**
Σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις εξαχλωροκυκλοεξανίου.
18. **84/631/ΕΟΚ/13.12.84 (L)**
Διασυνοριακή μεταφορά επικινδύνων αποβλήτων.
19. **85/71/ΕΟΚ/18.12.85 (D)**
Όσον αφορά τον κατάλογο των ουσιών που έχουν κοινοποιηθεί κατ' εφαρμογή της οδηγίας 67/548/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων για την ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών.
20. **86/279/ΕΟΚ/4.7.86 (L)**
Τροποποιεί την οδηγία 84/631/ΕΟΚ.
21. **86/280/ΕΟΚ/12.6.86 (L)**
Σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο I του παραρτήματος της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ.
22. **87/18/ΕΟΚ/18.12.87 (L)**
Για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων σχετικά με την εφαρμογή των αρχών ορθής εργαστηριακής πρακτικής και τον έλεγχο της εφαρμογής τους κατά τις δοκιμές των χημικών ουσιών.
23. **87/101/ΕΟΚ/12.2.87 (L)**
Τροποποίηση της οδηγίας 75/439/ΕΟΚ περί διαθέσεως των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων.
24. **428/ΕΟΚ/20.2.89 (R)**
Σχετικά με τις εξαγωγές ορισμένων χημικών προϊόντων.
25. **90/170/ΕΟΚ/2.4.90 (D)**
Για την αποδοχή εκ μέρους της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας απόφασης-σύστασης του ΟΟΣΑ που αφορά τον έλεγχο της διαμεθόριας διακίνησης επικινδύνων αποβλήτων.
26. **91/157/ΕΟΚ/18.3.91 (L)**
Για τις ηλεκτρικές σήλεις και τους συσσωρευτές που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.
27. **91/689/ΕΟΚ/12.12.91 (L)**
Για τα επικίνδυνα απόβλητα.
28. **91/359/ΕΟΚ/15.7.91 (L)**
Για τη διάθεση εισαγωγικών ποσοτώσεων για τους χλωροφθοράνθρακες κατά την περίοδο από 1ης Ιουλίου 1991 έως τις 31 Δεκεμβρίου 1992.
29. **91/414/ΕΟΚ/15.7.91 (L)**
Σχετικά με τη διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων.
30. **91/659/ΕΟΚ/3.12.91 (L)**
Για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο του παραρτήματος I της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήση μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων (αμιάντος).
31. **92/37/ΕΟΚ/30.4.92 (L)**
Για την δεκάτη έκτη προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της Οδηγίας 67/548/ΕΟΚ περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν την ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών.
32. **92/112/ΕΟΚ/15.12.92 (L)**
Για τον καθορισμό των διαδικασιών εναρμόνισης των προγραμμάτων περιορισμού της ρύπανσης που προκαλούν τα απόβλητα της βιομηχανίας διοξειδίου του τιτανίου, με προοπτική την εξάλειψή της.
33. **2455/ΕΟΚ/23.7.92 (R)**
Για τις εξαγωγές και εισαγωγές ορισμένων επικινδύνων χημικών ουσιών.
34. **793/ΕΟΚ/23.3.93 (R)**
Για την αξιολόγηση των ελέγχων των κινδύνων από τις υπάρχουσες ουσίες.

35. **93/67/ΕΟΚ/20.7.93 (L)**
Για τον καθορισμό των αρχών εκτίμησης των κινδύνων που διατρέχει ο άνθρωπος και το περιβάλλον από τις ουσίες που γνωστοποιούνται σύμφωνα με την οδηγία 67/548/ΕΟΚ.
36. **1179/ΕΚ/25.5.94 (R)**
Για τον πρώτο πίνακα ουσιών προτεραιότητας που προβλέπονται στον κανονισμό 793/93 του Συμβουλίου.
37. **94/904/ΕΚ/22.12.94 (L)**
Για την κατάρτιση καταλόγου επικινδύνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ για τα επικίνδυνα απόβλητα.
38. **94/67/ΕΚ/16.12.94 (L)**
Για την αποτέφρωση των επικινδύνων αποβλήτων.
39. **95/271/ΕΚ/21.10.94 (L)**
Για την αναπροσαρμογή σύμφωνα με το άρθρο 42, παράγραφος 3 των παραρτημάτων II, III και IV του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ. 259/93 του Συμβουλίου σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της Κοινότητας καθώς και κατά την είσοδο και έξοδό τους.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

EC Water Directives

- Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States
- Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water
- Council Directive 76/464/EEC of 4 May 1976 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community
- Council Decision 77/586/EEC of 25 July 1977 concluding the Convention for the protection of the Rhine against chemical pollution and an Additional Agreement to the Agreement, signed in Berne on 29 April 1963, concerning the International Commission for the Protection of the Rhine against Pollution as last amended by Decision 88/382/EEC
- Council Decision 77/795/EEC of 12 December 1977 establishing a common procedure for the exchange of information on the quality of surface fresh water in the Community as last amended by Decision 90/2/EC
- Council Directive 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life
- Council Directive 78/176/EEC of 20 February 1978 on waste from the titanium dioxide industry, as amended by Directive 83/29/EEC, and lastly by Directive 91/692/EEC
- Council Directive 79/869/EEC of 9 October 1979 concerning the methods of measurement and frequencies of sampling and analysis of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States as last amended by Directive 91/692/EEC
- Council Directive 79/923/EEC of 30 October 1979 on the quality required of shellfish waters
- Council Directive 80/68/EEC of 17 December 1979 on the protection of groundwater against pollution caused by certain dangerous substances
- Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption
- Council Directive 82/176/EEC of 22 March 1982 on limit values and quality objectives for mercury discharges by the chloralkali electrolysis industry
- Council Directive 83/513/EEC of 26 September 1983 on limit values and quality objectives for cadmium discharges
- Council Directive 84/156/EEC of 8 March 1984 on limit values and quality objectives for mercury discharges by sectors other than the chloralkali electrolysis industry
- Council Directive 84/491/EEC of 9 October 1984 on limit values and quality objectives for discharges of hexachlorocyclohexane

EC Water Directives

- Council Directive 86/280/EEC of 12 June 1986 on limit values and quality objectives for discharges of certain dangerous substances included in list I of the Annex to Directive 76/464/EEC as last amended by Directive 91/692/EEC
- Council Directive 87/217/EEC of 19 March 1987 on the prevention and reduction of environmental pollution by asbestos as amended by Directive 91/692/EEC
- Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment as last amended by Directive 98/15/EC
- Council Decision 91/598/EEC of 18 November 1991 concerning the conclusion of the Convention on the International Commission for the Protection of the Elbe
- Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources
- Council Decision 93/114/EEC of 15 February 1993 concerning the conclusion of the Protocol to the Convention of 8 October 1990 between the Governments of the Federal Republic of Germany and of the Czech and Slovak Federal Republic and the European Economic Community on the International Commission for the Protection of the Elbe
- Commission Decision 93/481/CEE of 28 July 1993 concerning formats for the presentation of national programmes as foreseen by Article 17 of Council Directive 91/271/EEC
- Commission Decision 95/337/CE of 25 July 1995 amending Decision 92/446/EEC of 27 July 1992 concerning questionnaires relating to Directives in the water sector
- Council Directive 96/61/CE of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control
- Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption

International obligations

- Eurostat / OCDE joint questionnaire - Inland Waters 1998
- Indicators of Sustainable Development - framework and methodologies - United Nations - Commission on Sustainable Development (August 1996)

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΥΜΦΩΤΗΣ

Α/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΥΠΟΧΡΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΛΥΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Παράρτημα IV

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΥΠΕΧΩΔΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΚΑΤΟΧΟΥΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΕΣ
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

ΟΛΑ ΟΣΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ
ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ (PCB)

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΛΙΟΣ 1990

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Τα PCB πού βρίσκονται και γιατί	1
Εμπορικές ονομασίες των PCB	1
Χαρακτηριστικά των PCB	3
Πώς θα γνωρίζετε αν ο μετασχηματιστής σας περιέχει PCB	5
Τι πρέπει να κάνετε σε περίπτωση ενός συμβάντος ή ενός ατυχήματος	9
Ψυχρό συμβάν	9
Εκρηξη χωρίς πυρκαϊά	10
Ατύχημα "θερμό"	11
Τι πρέπει να κάνετε όταν ο Μ/Σ σας, που περιέχει PCB παύσει να χρησιμοποιείται	13
Σημερινές τεχνικές επεξεργασίας των χρησιμοποιημένων συσκευών που περιέχουν ή που έχουν ρυπανθεί από PCB	14
Προσοχή στα χρησιμοποιημένα αρωκτέλαια	14
Μεταφορά υγρών PCB, Μ/Σ ή άλλων συσκευών που έχουν PCB	15

TA PCB
ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ
ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ;

PCB
ΣΥΝΤΜΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΟΥ
ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΟΜΕΝΑ
ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ

Οι πιο συνηθισμένες εμπορικές ονομασίες παρασκευασμάτων που περιέχουν PCB's:

Ονομασία γενική άφλεκτων ηλεκτρικών μονωτικών Askarel

Κύριες εμπορικές ονομασίες

Pyralene
Clophen
Phenochlor
Aroclor
Apirolio

Βιομηχανίες-βιοτεχνίες
Δημόσιοι οργανισμοί και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας
ΔΕΗ
ΟΤΕ
Ολυμπιακή

ΣΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

ΤΥΠΟΥ "ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΥ ΠΥΡΗΝΟΣ"

τα PCB's χρησιμοποιούνται σε υγρή μορφή σε ανάμειξη με τριχλωροβενζόλιο για να εξασφαλίσουν την ηλεκτρική μόνωση και την ψύξη της συσκευής.

Αυτό το υγρό που περιέχεται σε κλειστό δοχείο και μέσα στο οποίο είναι βυθισμένος ο πυρήνας του μετασχηματιστή αντιπροσωπεύει το 1/4 έως 1/3 του συνολικού βάρους της συσκευής (150 έως 2000 kgg μονωτικού υγρού ανάλογα με τη δυναμικότητα της συσκευής, ισχύς σε KVA).

Αυτοί οι μετασχηματιστές βρίσκονται τοποθετημένοι τόσο στο εσωτερικό κτιρίων κατοικίας, εμπορικών ή βιομηχανικών κτιρίων (κυρίως σε αστικές περιοχές) όσο και σε εξωτερικούς χώρους σε "σταθμούς μετασχηματισμού", σε δημόσιους δρόμους ή σε ιδιωτικά γήπεδα.

Σε σπάνιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται στα μεταφορικά μέσα που κινούνται με ηλεκτρισμό.

Οι κάτοχοι αυτών των τύπων μετασχηματιστών μπορεί να είναι δήμοι, κοινότητες, νοσοκομεία, σχολεία, βιομηχανίες, συνεταιρισμοί ή αγροτικές εκμεταλλεύσεις κ.λ.π.

Οι μικροί μετασχηματιστές οικιακής
χρήσης (π.χ. 110V/220V)
δεν περιέχουν PCB

TA PCB'S ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΠΙΣΗΣ:

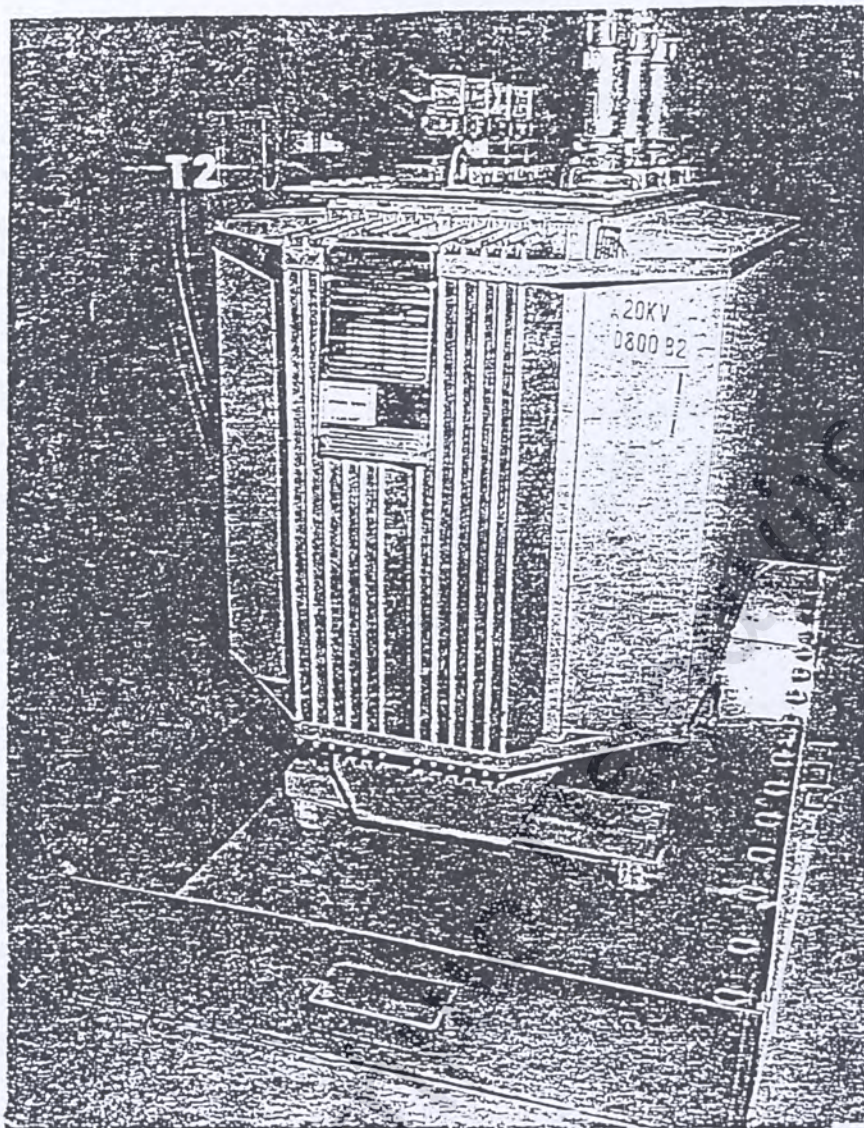
Σαν μονωτικά σε πυκνωτές, συσκευές απαραίτητες για την καλή απόδοση ηλεκτρικών κινητήρων ή εγκαταστάσεων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και σπανιότερα σε άλλες ηλεκτρικές συσκευές κλειστού συστήματος (ανορθωτές, θεοστάτες, αντιστάσεις, επαγωγικά πηνία κλπ).

Σαν υγρά για μεταφορά θερμότητας σε ορισμέ-
νες βιομηχανικές θερμικές εγκαταστάσεις.

Σαν υδραυλικά υγρά σε μηχανήματα ορυχείων.

Όλες οι άλλες χρήσεις των PCB's απαγο-
ρεύονται στην Ελλάδα από το 1986 ενώ κατά
παρέκκλιση επιτρέπεται η χρήση τους στα
κλειστά συστήματα εφόσον οι συσκευές που
τα περιέχουν βρίσκονται σε καλή κατάσταση.

Η πώληση και η απόκτηση των PCBS ή
των συσκευών που περιέχουν PCBS κα-
θώς επίσης η θέση σε λειτουργία νέων
συσκευών αυτού του είδους απαγορεύε-
ται στο εξής σε εφαρμογή της απόφα-
σης του Ανωτάτου Χημικού Συμβουλίου
(Α.Χ.Β.) υπ' αριθ. 1310/86 ΦΕΚ 605/
/B/86 του Γ.Χ.Κ.-



ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ

ΚΥΡΙΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ PCB'S

- Ουσίες πολύ λίγο βιοαποικοδομήσιμες. Εάν απορριφθούν στο περιβάλλον (νερά, έδαφος, αέρα) τα PCBs συσσωρεύονται έντονα στους ζώντες οργανισμούς, και φθάνουν στον άνθρωπο μέσω της τροφικής αλυσίδας.
- Τοξικότητα "αβυσσική" πολύ αρθάνη για τον άνθρωπο: μια εσθιακή ποσότητα μικρής διάρκειας δεν έχει τοξικές επιπτώσεις στον άνθρωπο. Αντίθετα επανακυβανόμενες εσθιακές σε μικρές ποσότητες PCBs μπορεί να προκαλέσουν αρθάνη ή πιο σοβαρά

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ PCBs

- Χημικές ενώσεις που περιέχουν 21-68% χλώριο.
- Υπό έως παχύμετα αχρώμα έως υποκίτρινα έντονης οσμής.
- Αδιάλυτο στο νερό και βαρύτερό του (πυκνότητα 1,5 για τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται σε μετασχηματιστές).

(ροδόχρους ακμή) και σπανιότερα ηπατικές και νευρολογικές βλάβες και χρόνιες βρογχίτιδες.

Αυτές οι βλάβες ή διαταραχές είναι αντιστρέψιμες αλλά η ροδόχρους ακμή εξαφανίζεται με πολύ αργό ρυθμό.

- Καρκινογόνες επιδράσεις και βλάβες του αναπαραγωγικού συστήματος (μείωση γεννητικότητας και γονιμότητας) διαπιστώθηκαν σε πολλά είδη ζώων αλλά δεν έχουν ακόμα παρατηρηθεί στον άνθρωπο.
- Από τους 500°C και πάνω (κυρίως γύρω στους 675°C) και παρουσία οξυγόνου η αποσύνθεση των PCBs που χρησιμοποιούνται στους μετασχηματιστές, μπορεί να εκδηλωθεί με την απελευθέρωση ισχυρά τοξικών ενώσεων της οικογένειας των πολυχλωροδιβενζοφουρανίων και σε μικρότερο βαθμό των πολυχλωροδιβενζοδιοξινών που κοινώς ονομάζονται "φουράνια" και "διοξίνες".

- Μη εύφλεκτα και θερμικά σταθερά μέχρι τους 300°C περίπου.
- Δεν αντιδρούν με οξέα βάσεις και κοινά οξειδωτικά.

ΧΡΗΣΙΜΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Σε περίπτωση κινδύνου προσβολής της υγείας από τα PCBs και από τα προϊόντα που προέρχονται από ατελή καύση τους σε ατυχήματα στο περιβάλλον από μετασχηματιστές και ηλεκτρικούς πυκνωτές τηλεφωνήστε:

- Στην Πυροσβεστική Υπηρεσία
- Στις Πρώτες Βοήθειες
- Στην Αστυνομία
- Στο ΥΠΕΧΩΔΕ (8654950 ή στις περιφερειακές υπηρεσίες των Νομαρχιών)

ΠΩΣ ΘΑ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ

ΑΝ Ο

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΣΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΕΙ PCBs ;

ΟΙ ΔΥΟ ΚΥΡΙΟΙ

ΤΥΠΟΙ

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

Μετασχηματιστές

"Βυθισμένου πυρήνος"

Δηλαδή μονωμένοι και ψυχόμενοι με τη βοήθεια ενός υγρού που μπορεί να είναι :

- ένα ορυκτέλαιο
- ένα παρασκεύασμα με βάση τα PCB
- ένα λάδι σιλικόνης
- ένα άλλο μονωτικό υγρό.

ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΤΗΝ ΕΤΙΚΕΤΑ ΤΟΥ

Οι συσκευές που είναι μονωμένες με PCBs φέρουν υποχρεωτικά από το 1986 ανεξήτηλη κίτρινη ετικέτα όπως αυτή:

Η συσκευή αυτή περιέχει PCB που θα μπορούσαν να ρυπάνουν το περιβάλλον. Η διάθεσή τους ρυθμίζεται από την κείμενη νομοθεσία. Σε περίπτωση μη ομαλής λειτουργίας της συσκευής ή διακοπής της λειτουργίας της να συμμορφωθείτε με τις διατάξεις της Υπ. Απ. 72751/3054/85 ΦΕΚ 665/Β

Πολλές συσκευές που κατασκευάστηκαν πριν το 1975 φέρουν ομοίως με τρόπο ευδιάκριτο την ένδειξη της φύσης του μονωτικού (ή την ένδειξη "διηλεκτρικό" συχνά πάνω στην ετικέττα που αναφέρεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η σήμανση είναι σε ξένη γλώσσα και δεν αναφέρεται η ονομασία PCBs αλλά κάποια από τις εμπορικές τους ονομασίες που αναφέρονται στη σελ. 1.

ΑΝ Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΔΕΝ
ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΕΥΔΙΑΚΡΙΤΑ
ΠΑΝΩ ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΗ

Ρωτήστε τον κατασκευαστή, έναν ηλεκτρολόγο-μηχανολόγο, τον προμηθευτή ή τον συντηρητή της συσκευής.

Δώστε για ανάλυση το μονωτικό υγρό αν υπάρχουν αμφιβολίες (μια απλή μέτρηση της πυκνότητας του υγρού είναι πολλές φορές αρκετή). Η Νομαρχία μπορεί να σας υποδείξει τις ενέργειες που χρειάζονται και να σας δώσει έναν κατάλογο εργάστηρών.

Οι "ξηροί" μετασχηματιστές δεν περιέχουν κανένα υγρό και μονώνονται με τη βοήθεια ρητινών.

Διακρίνονται σε συσκευές "εμποτισμένες" και συσκευές "καλυμμένες"

Οι μικροί μετασχηματιστές οικιακής χρήσης είναι ξηρού τύπου.

Π Ρ Ο Σ Ο Χ Η

- Κάθε συσκευή της οποίας το μονωτικό υγρό περιέχει πάνω από 50 mg/kg PCBs υπόκειται στους κανονισμούς των συσκευών που περιέχουν PCBs. Τέτοιες είναι περιπτώσεις μετασχηματιστών μονωμένων αρχικά με ορυκτέλαια που ρυπάνθηκαν στο στάδιο της κατασκευής τους ή σε κάποια συντήρηση συμπληρώθηκε το μονωτικό τους με PCBs.
Η ευθύνη του κατόχου μένει ακέραια. Σε περίπτωση αμφιβολίας μόνο μια ανάλυση του μονωτικού υγρού μπορεί να επιτρέψει την εξαγωγή συμπερασμάτων εάν πρόκειται για ένα λάδι που έχει ρυπανθεί ή όχι.
- Αν ο μετασχηματιστής σας είναι μονωμένος με ορυκτέλαιο συμβουλευτείτε τη σελ. 14,

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΣΥΝΕΧΙΣΙΤΕ ΝΑ ΤΟΝ

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΕ ΥΠΟ ΤΟΝ ΟΡΟ ΟΤΙ :

θα τον δηλώσετε στη Νομαρχία

όπως προβλέπει η νομοθεσία (Υ.Α.

72751/3054/85) και Αποφ.Αρ.1310/86 ΦΕΚ 605/Β του Α.Χ.Σ. του Γ.Χ.Κ.

θα επαληθεύσετε ότι η εγκατάσταση

είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς

και εάν δεν είναι υπό τον όρο ότι θα γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες ώστε ο μετασχηματιστής να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές λειτουργίας τους ιδίως ως προς εκείνες που αφορούν

- τη συγκράτηση τυχαίων διαρροών της συσκευής
- την ηλεκτρική ασφάλεια
- την πρόληψη και την προστασία από πυρκαγιές.

ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Κατά το διάστημα της συντήρησης της συσκευής στον τόπο της λειτουργίας της οφείλετε να λαμβάνετε τα αναγκαία μέτρα για την αποφυγή κινδύνων ρύπανσης του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Οι επισκευές που επιχειρούνται εκτός τόπου λειτουργίας του μετασχηματιστή πρέπει να γίνονται σε μια εγκατάσταση που λειτουργεί νόμιμα.

Ο καθαρισμός των μονωτικών PCB'S δεν μπορεί να γίνεται παρά μόνο σε εγκαταστάσεις που διαθέτουν την απαιτούμενη από την ισχύουσα νομοθεσία άδεια.

ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ

ΝΑ ΚΑΝΕΤΕ ΑΝ Ο

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΣΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΕΙ PCB'S;

Πρωτοδικείο Πειραιώς

Η αντικατάσταση των μονωτικών PCB'S από άλλου τύπου μονωτικά (επαναπλήρωση) (RETROFILLING) είναι ακόμα κάτι που πρέπει να γίνεται από ειδικές εγκαταστάσεις που λειτουργούν νόμιμα.

Η συσκευή δεν μπορεί να εξαιρεθεί από τους κανονισμούς για το PCB εκτός αν το νέο μονωτικό περιέχει λιγότερο από 50 mg/kg σ'όλο το διάστημα λειτουργίας.

Η αντικατάσταση του μονωτικού PCB'S πρέπει να μνημονεύεται σε μια ετικέτα πάνω στη συσκευή με το όνομα του υγρού που χρησιμοποιήθηκε σαν υποκατάστατο.

ΧΡΗΣΙΜΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

- Γνώμη της επιτροπής που εκτιμά και αξιολογεί την οικολογικότητα των χημικών ουσιών που αφορούν τα υγρά αντικατάστασης των PCB'S στους μετασχηματιστές.

- ΥΠΕΧΩΔΕ και Γ.Χ.Κ.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ
ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΝΟΣ
ΣΥΜΒΑΝΤΟΣ Ή ΕΝΟΣ
ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Η ανταπόκριση της συσκευής στις απαιτήσεις των σχετικών κανονιστικών διατάξεων επιτρέπει σε σημαντικό βαθμό τη μείωση των κινδύνων και κυρίως των συνεπειών ενός ατυχήματος.

Έχετε άλλωστε εύλογο συμφέρον να γνωρίζετε εσείς οι ίδιοι αλλά και να βοηθάτε τους άλλους να γνωρίσουν τις πιθανές συνέπειες ενός ενδεχόμενου ατυχήματος και τη συμπεριφορά που πρέπει να επιδείξει κανείς σε τέτοιες περιπτώσεις.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΣΤΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ :

1. Νόμος 1650/86 ΦΕΚ 160/Α
Για την προστασία του περιβάλλοντος.
2. Κ.Υ.Π.ΑΠ. 72751/3054/85 ΦΕΚ 665/Β
Για τα τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και την εξάλειψη των PCB, PCT (Οδηγία 78/319/ΕΟΚ και 76/403/ΕΟΚ)
3. Απόφαση Α.Χ.Σ. του ΓΧΚ με αριθ. 1310/86 ΦΕΚ 605/Β σε εφαρμογή της οδηγίας 85/467/ΕΟΚ.
4. Κ.Υ.Π. 71560/3053/85, ΦΕΚ 665/Β για τη διάθεση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων σε εφαρμογή της τροποποιημένης οδηγίας 75/439/ΕΟΚ

Το υγρό PCB

διέφυγε σε μεγάλη ποσότητα

εκτός του μετασχηματιστή

λόγω ρωγμής του δοχείου της συσκευής,

ελαττωματικής σύνδεσης

ή λάθους χειρισμού κλπ

- Διακόψτε αμέσως την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον μετασχηματιστή.
- Εμποδείτε οποιαδήποτε επαφή φλόγας ή θερμής πηγής με το PCB.
- Αποφύγετε την επαφή του δέρματος με το PCB. Σε περίπτωση επαφής πλυθείτε καλά με άφθονο νερό και σαπούνι.
- Αν το υγρό διέφυγε πέρα από τη ζώνη συγκράτησης:
Περιορίστε τη διάχυση με κάποιο απορροφητικό υλικό.
Προστατέψτε και περιορίστε την πρόσβαση προσώπων στη ζώνη που έχει ρυπανθεί.
- Καλέστε την Πυροσβεστική Υπηρεσία.
- Ειδοποιείτε τη Νομαρχία και το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθαρισμό (νερά, χρώματα, απορροφητικά υλικά κλπ), πρέπει να συγκεντρωθούν και να παραδοθούν για καταστροφή στα ειδικά για τον σκοπό αυτό κέντρα.

Σ. Κ.Υ.Α. 19744/454/88, ΦΕΚ 166/Β
Επιτήρηση και έλεγχος των διασυ-
νοριακών μεταφορών επικίνδυνων
αποβλήτων σε εφαρμογή της Οδηγίας
84/631/ΕΟΚ

ΕΚΡΗΞΗ ΧΩΡΙΣ ΠΥΡΚΑΙΑ

Λόγω μιας εσωτερικής ηλεκτρικής ανωμαλίας το υγρό PCB θερμάνθηκε απελευθέρωσε αέριο χλωρυδρικό που οδήγησε σε υπερπίεση στη συσκευή στη συνέχεια προκάλεσε μια ρωγμή στο δοχείο και την εκτόξευση υγρού υπό πίεση συνοδευομένου από αέριο χλωρυδρικό και μαύρους καπνούς.

- Διακόψτε αμέσως την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον μετασχηματιστή.

Καλό είναι να έχουν εκ των προτέρων τοποθετηθεί σε κατάλληλες θέσεις πιγραφές με τις σχετικές οδηγίες.

- Καλέστε την Πυροσβεστική ενημερώνοντάς την ότι απελευθερώθηκε PCB.

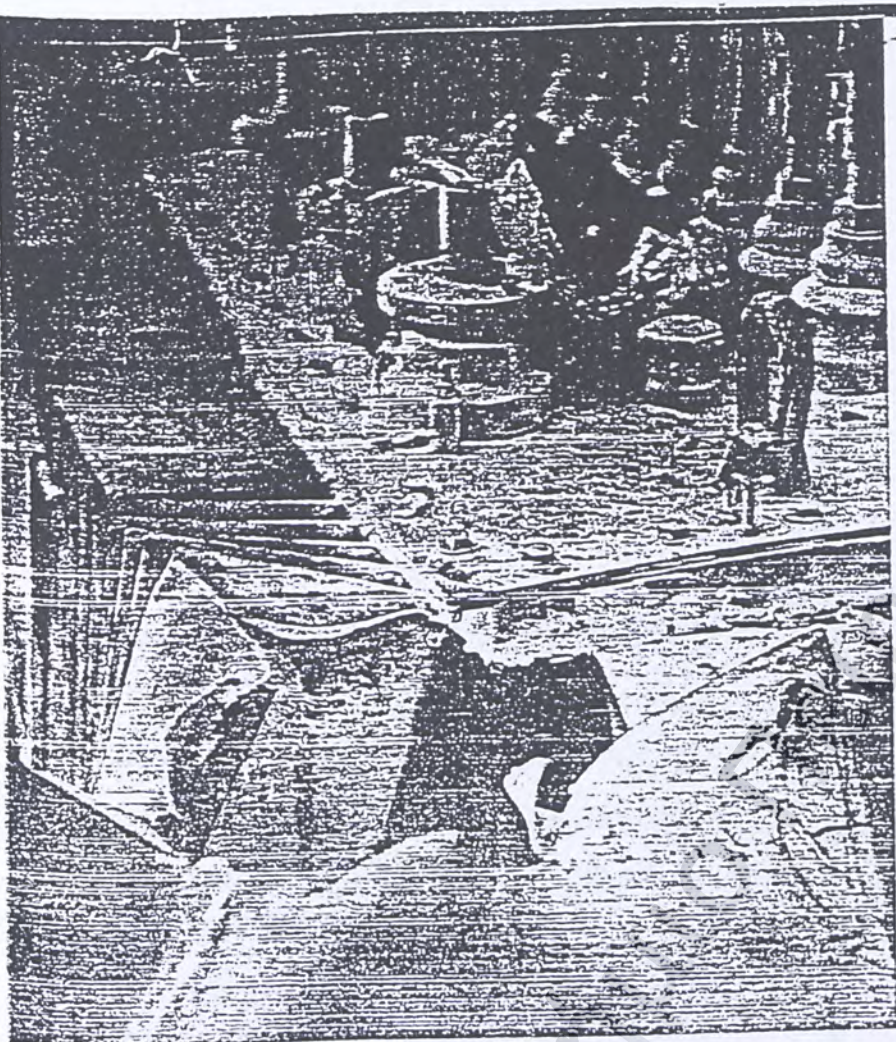
- Ο κυριότερος άμεσος κίνδυνος συνδέεται με την απελευθέρωση αερίου χλωρυδρικού (ερεθισμός των ματιών του δέρματος των αναπνευστικών οδών):

Μην πλησιάζετε το χώρο του μετασχηματιστή, αερίστε καλά τους άλλους χώρους που είναι εκτεθειμένοι σε αέρια και εν ανάγκη να τους εκκενώσετε.

- Ακολουθήστε τις οδηγίες που υπάρχουν στην παράγραφο "ψυχρό συμβάν".

Η προσπάθεια καθαρισμού θα είναι πιο δύσκολη από την προηγούμενη περίπτωση ατυχήματος ("ψυχρό συμβάν") λόγω της μεγαλύτερης διάχυσης του υγρού.

Αν και οι επιπτώσεις ατυχήματος αυτού του τύπου είναι μερικές φορές όχι αμελητέες δεν πρέπει να φοβόμαστε τοξικές επιδράσεις από τη στιγμή που εξασφαλίζεται η προστασία από τα όξινα αέρια.



Μετασχηματιστής ο οποίος έχει καταστραφεί από "θερμό ατύχημα"

"ΘΕΡΜΟ ΑΤΥΧΗΜΑ"

ΑΤΥΧΗΜΑ "ΘΕΡΜΟ"

Μετά από έκρηξη της συσκευής από εσωτερική ή εξωτερική αιτία, ο μετασχηματιστής ευθίσκεται υπό την επίδραση μιας τριγής υψηλής θερμοκρασίας (π.χ. σε μια πυροκαυτά) ή τα PCB S που διέσπεσαν από τον μετασχηματιστή έρχονται σ'επικοινωνία με καύσιμα υλικά (χαρτιά, έλαια κλπ) με αποτέλεσμα μια απόσύνθεση του υγρού παρουσία αέρα. Οι εκδηλώσεις είναι όμοιες με εκείνες της προηγούμενης περίπτωσης αλλά η απελευθέρωση καπνών είναι πιο ισχυρή και δυναμική και υπάρχει η πιθανότητα εκτοπής "όξιδων" ή "σοοανίων"

- Καλέστε αμέσως την Πυροσβεστική ενημερώνοντάς την για την ύπαρξη PCB S.
- Εκκενώστε τους χώρους που είναι εκτεθειμένοι στους καπνούς και στα αέρια και μην εισέρχεσθε στο χώρο λειτουργίας του μετασχηματιστή.
- Η ζώνη που κινδυνεύει να ρυπανθεί πρέπει να οριοθετηθεί το ταχύτερο δυνατόν και να απαγορευθεί η είσοδος σ'αυτήν.
- Ακολουθήστε τις οδηγίες που παρέχονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες.
- Ειδοποιείτε τη Νομαρχία και το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Η ιατρική παρακολούθηση των ανθρώπων που εκτέθηκαν στη ρύπανση είναι απαραίτητη.

Λήψεις δειγμάτων και αναλύσεις θα επιτρέψουν τον χαρακτηρισμό της φύσης και της έκτασης της μόλυνσης.

Οι χώροι που ρυπάνθηκαν μπορούν αν χρησιμοποιηθούν μόνο αφού καθαριστούν, ανάλογα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, σύμφωνα με τις οδηγίες των αρμοδίων υπηρεσιών.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΝΕΤΕ
ΟΤΑΝ Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ
ΣΑΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ
P C B
ΠΑΥΣΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟ-
ΠΟΙΕΙΤΑΙ

Αν χρησιμοποιήσετε τις υπηρεσίες κάποιου ενδιαμέσου (εγκαταστάτη, επισκευαστή, συλλέκτη απορριμμάτων κλπ.) οφείλετε να βεβαιωθείτε για τη σοβαρότητα και αξιοπιστία του και να πάρετε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες και εγγυήσεις για την ασφαλή άφιξη των PCBs σε ένα αναγνωρισμένο κέντρο διαχείρισής τους.

Είστε υπεύθυνος για το τι πρέπει να γίνει ο μετασχηματιστής σας όταν πάψει να λειτουργεί οριστικά και μέχρι την τελική εξάλειψή του

Ο μετασχηματιστής και το σύνολο του περιεχομένου του πρέπει να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία σε εγκαταστάσεις για την εξάλειψη των αποβλήτων PCBs αποκλεισμένου κάθε άλλου τελικού προορισμού ή άλλης χρήσης

Συμπέρασμα: ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ

Η παράδοση του μετασχηματιστή για ανακύκλωση ή για αποθήκευσή του χωρίς προηγούμενο καθαρισμό-απορρύπανση-καθώς και η ανάμειξή του με άλλου είδους απόβλητα που υποβάλλονται σε διαφορετικού τύπου επεξεργασία.

Τήρηση μητρώου αποβλήτων PCB

Κατά την παράδοση για μεταφορά υγρών PCBs ή της ακατάλληλης για παραπέρα χρήση συσκευής εκδίδεται από τον κάτοχο του έντυπου αναγνώρισης (δελτίο αποστολής). Ο νόμιμα εξουσιοδοτημένος για την διαχείριση των PCBs και των εκτός χρήσης συσκευών που έχουν ρυπανθεί από PCBs βεβαιώνει την ανάληψη απ' αυτόν των παραδοθέντων PCBs ή των πεπαλαιωμένων συσκευών και αποδίδει ένα αντίτυπο του δελτίου αποστολής στον πρώην κάτοχο και ένα άλλο στις αρμόδιες αρχές, σύμφωνα με όσα ειδικότερα ορίζονται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών διαχείρισης τοξικών αποβλήτων και PCBs.

ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ

ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ

Σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας (Υ.Δ.ΚΥΑ 71560/3053/85, .Οδηγία.79/460/ΕΟΚ. τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια δεν μπορούν να αναγεννηθούν παρά μόνο εφόσον περιέχουν λιγότερο από 50 mg/kg PCBs.

Το 1% του περιεχομένου ενός μετασχηματιστή PCBs, είναι αρκετό για να καταστήσει ακατάλληλο για αναγέννηση το περιεχόμενο μιας δεξαμενής 20 τόννων χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων. Αν αναγνωρισθεί ως υπεύθυνος μιας τέτοιας ρύπανσης, οι δαπάνες για τη διαχείριση του περιεχομένου μιας τέτοιας δεξαμενής, σε μια εξουσιοδοτημένη από τον νόμο εγκατάσταση θα βαρύνει εσάς τον ίδιο. Επί πλέον θα έχετε να αντιμετωπίσετε τις νόμιμες κυρώσεις.

Η παρουσία των PCBs στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια επιτείνει τους κινδύνους που παρουσιάζει η καύση τους.

ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ PCBs.

Ο μετασχηματιστής εκκενώνεται και το υγρό PCB καίγεται (θερμοκρασία πάνω από 1200°C, χρόνος παραμονής των αερίων πάνω από 2 δευτερόλεπτα και ακολουθεί επεξεργασία αποχλωρίωσης των αερίων).

Οι κενοί μετασχηματιστές πλένοντάς με διαλύτη σε ειδικό κλίβανο υπό κενό.

Τα υπολείμματα της επεξεργασίας καθαρισμού καίγονται και το μεταλλικό τμήμα ανακυκλώνεται.

15

Για την μεταφορά υγρών PCB ή μετασχηματιστών

(κενών ή γεμάτων) είτε γίνεται οδικά είτε σιδηροδρομικά είτε με πλοίο είτε τέλος με αεροπλάνο πρέπει να τηρούνται οι όροι της υπ' αριθ. 19744/454/88. για τη διασυνοριακή μεταφορά PCB σε εφαρμογή της Οδηγίας 84/631/ΕΟΚ.

Για κάθε πρόσθετη πληροφορία ή διευκρίνιση επικοινωνήστε με την αρμόδια Υπηρεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ (Δ/νση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, Τμήμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων), ή την αρμόδια Νομαρχιακή Υπηρεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ.

Η θέση εκτός χρήσης (παροπλισμός) του μετασχηματιστή και η εξάλειψή του πρέπει να δηλώνονται στη Νομαρχία σύμφωνα με όσα ειδικότερα ορίζονται στην κείμενη νομοθεσία.

Αποθήκευση των PCBs πριν από την εξάλειψή του δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο σε νόμιμα εξουσιοδοτημένες για τον σκοπό αυτό εγκαταστάσεις.

Η μη τήρηση του όρου αυτού συνεπάγεται για τον παραβάτη τις προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία κυρώσεις.

Πανεπιστήμιο

Παράρτημα V

Ελληνική Περιβαλλοντική Νομοθεσία

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

I. ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΝΟΜΟΙ

1. **N. 1561/85 (ΦΕΚ 148Α/85)**
Ρυθμιστικό σχέδιο Θεσσαλονίκης
2. **N. 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/86)**
Για την προστασία του περιβάλλοντος.
3. **N. 2242/94 (ΦΕΚ 162Α/94)**
Πολυεοδόμηση Περιοχών δεύτερης κατοικίας σε Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου, προστασία φυσικού δομημένου περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις.

ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

1. **ΠΔ 1180/81 (ΦΕΚ 293Α/81)**
Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει.
2. **ΠΔ 28/93 (ΦΕΚ 9Α/93)**
Καθορισμός αρμοδιοτήτων που διατηρούνται από τον Υπουργό και τις περιφερειακές υπηρεσίες διανομαρχιακού επιπέδου του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

1. **ΚΥΑ 18187/272/88 (ΦΕΚ 126Β/88)**
Καθορισμός μέτρων και περιορισμών για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης που περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες (Οδηγία SEVESO).
2. **ΚΥΑ 59388/3363/88 (ΦΕΚ 638Β/88)**
Τρόπος, όργανα και διαδικασία επιβολής και είσπραξης των διοικητικών προστίμων του άρθρου 30 του Ν.1650/1986.
3. **ΚΥΑ 69269/5387/90 (ΦΕΚ 678Β/90)**
Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (Ε.Μ.Π.) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν. 1650/1986.
4. **ΚΥΑ 75308/5512/90 (ΦΕΚ 691Β/90)**
Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησης τους για το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και Δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν.1650/86.
5. **ΥΑ 71961/3670/91 (ΦΕΚ 541Β/91)**
Καθορισμός των όρων και της διαδικασίας ανακοίνωσης των σχεδίων των Προεδρικών Διαταγμάτων που προβλέπονται στις παραγράφους 1 και 2 του άρθρου 21 του Ν. 1650/86.
6. **ΚΥΑ 11105/93 (ΦΕΚ 390Β/93)**
Μεταβίβαση αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της Πρώτης (Α) Κατηγορίας έργων ή δραστηριοτήτων του άρθρου 3 του Ν.1650/86 στους Νομάρχες. (καταργήθηκε και αντικαταστάθηκε με την ΚΥΑ 95209/94).
7. **ΚΥΑ 10537/93 (ΦΕΚ 139Β/93)**
Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών-βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥΑ 69269/90 με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή και σε άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή μέση και υψηλή όχληση.
8. **ΥΑ 77119/93 (ΦΕΚ 532Β/93)**
Τροποποίηση και συμπλήρωση της 18187/272/1988 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Καθορισμός μέτρων και περιορισμών για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης που περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες (Β 126).
9. **ΚΥΑ 1661/94 (ΦΕΚ 786Β/94)**
Τροποποίηση και συμπλήρωση των διατάξεων της υπ' αριθμ. 69269/5387 Κοινής Απόφασης Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Τουρισμού (Τουριστικές Εγκαταστάσεις).

10. **ΚΥΑ 95209/94 (ΦΕΚ 871Β/94)**
Μεταβίβαση αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες και έργα της πρώτης (Α) κατηγορίας έργων και δραστηριοτήτων του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Νομάρχες
11. **ΚΥΑ 377/96/95 (ΦΕΚ 18Β/95)**
Τρόπος, όργανα και διαδικασία είσπραξης και απόδοσης στο ΕΤΕΡΠΣ των εσόδων από πρόστιμα που προβλέπονται από τις διατάξεις των παραγράφων 7, 8, 9 του άρθρου 3 του Ν.2242/94 (Λογ/σμός Πράσινο Ταμείο).
12. **Κ.Υ.Α 21631/95 (ΦΕΚ 541Β/95)**
Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής (Πτηνο-κτηνοτροφικές Εγκαταστάσεις).
13. **ΚΥΑ 24635/95 (ΦΕΚ 755Β/95)**
Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες της (α) κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής (Τουριστικές Εγκαταστάσεις).
14. **ΚΥΑ 82743/95 (ΦΕΚ 811Β/95)**
Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες της (α) κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής (Οδικά Έργα).
15. **ΚΥΑ 82742/95 (ΦΕΚ 821Β/95)**
Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες της (α) κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας (Βιολογικοί Καθαρισμοί).

ΕΓΚΥΚΛΙΟΙ

1. **Εγκύκλιος 80972/3362/21.11.86**
Νόμος 1650/4986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος».
2. **Εγκύκλιος 24/76268/3964/6.7.93**
Διευκρινήσεις για την υπ' αριθμ. 69269/5387/24.10.90 ΚΥΑ και το υπ.αριθμ. 28/28.1.93 Π.Δ/γμα. (Καταργήθηκε με την Εγκύκλιο 35/95).
3. **Εγκύκλιος 17/59862/1687/21.4.94**
Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90.
4. **Εγκύκλιος 31/68241/2655/22.6.94**
Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90
5. **Εγκύκλιος 17/57963/1664/7.4.95**
Προέγκριση χωροθέτησης σε γήπεδα που υφίστανται ήδη κατασκευασμένα μη νόμιμα κτίρια.
6. **Εγκύκλιος 35/68523/3299/10.7.95**
Διευκρινίσεις για την ΚΥΑ 69269/5387/90 και το ΠΔ 28/93.

II. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΝΟΜΟΙ

1. **Ν. 743/77 (ΦΕΚ 319Α/77)**
Περί προστασίας του θαλασσίου Περιβάλλοντος
2. **Ν. 1269/82 (ΦΕΚ 89Α/82)**
Κύρωση της Διεθνούς Συνθήκης 1973 «πρόληψη της θάλασσας από πλοία» και του πρωτοκόλλου 1978 (MARPOL 73/78).
3. **Ν. 1634/86 (ΦΕΚ 104Α/86)**
Κύρωση των πρωτοκόλλων 1980 «Για την προστασία της Μεσογείου Θάλασσας από τη ρύπανση από χερσαίες πηγές» και 1982 «Περί των ειδικά προστατευομένων περιοχών της Μεσογείου».
4. **Ν. 1739/87 (ΦΕΚ 201Α/87)**
Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις.

ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

1. **ΠΔ 254/89 (ΦΕΚ 120Α/89)**
Αποδοχή τροποποιήσεων του έτους 1987 στο Παράρτημα του Πρωτοκόλλου 1978 της διεθνούς σύμβασης 1973 «πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία».
2. **ΠΔ 256/89 (ΦΕΚ 121Α/89)**
Άδεια χρήσης νερού.

3. ΠΔ 288/92 (ΦΕΚ 147Α/92)
Αποδοχή τροποποιήσεων του Παραρτήματος του Πρωτοκόλλου 1978 του σχετικού με τη Διεθνή Σύμβαση 1973 «Για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία (Marpol 73/78).
4. ΠΔ 46/93 (ΦΕΚ 17Α/93)
Αποδοχή τροποποιήσεων του Παραρτήματος του Πρωτοκόλλου 1978 του σχετικού με τη Διεθνή Σύμβαση 1973 «Για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία (Marpol 73/78).

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

1. ΚΥΑ Ε10 221/65 (ΦΕΚ 138Β/65)
Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
2. ΚΥΑ (ΦΕΚ 53Β/86)
Ποιότητα του πόσιμου νερού, σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15.7.80.
3. ΚΥΑ 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/86)
Απαιτούμενη ποσότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών». Μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ.
4. ΥΑ 14/Β3/71/1913/89 (ΦΕΚ 339Β/89)
Καθορισμός λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων στο Ν. Πέλλας.
5. ΥΑ 31333/90 (ΦΕΚ 334Β/90)
Καθορισμός αποδεκτών στο Ν. Πέλλας.
6. ΥΑ 6478/90 (ΦΕΚ 568Β/90)
Καθορισμός τελικού αποδέκτη διάθεσης λυμάτων στο Ν. Πιερίας.

ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

1. Απόφαση Νομάρχη Σερρών 1413/81 (ΦΕΚ 327Β/81)
Περί καθορισμού χρήσεως των νερών του ποταμού Στρυμόνα, του χειμάρρου Αγ. Ιωάννη, της τάφρου Μπελίσσας και λοιπών αποδεκτών και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς.
2. Απόφαση Νομάρχη Σερρών 1472/81 (ΦΕΚ 328Β/81)
Περί καθορισμού των νερών των χειμάρρων Κρουσοβείτη, Λευκώνας, Καμενικίου, Μεγ. Ρεύματος, Εζόβης και της τάφρου Ζάμπας και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς, στο Ν. Σερρών.
3. Κοινή Απόφαση Νομαρχών Σερρών και Δράμας 6550/81 (ΦΕΚ 580Β/81)
Περί καθορισμού χρήσεως των νερών του ποταμού Αγγίτη και των χειμάρρων, τάφρων και διωρύγων που καταλήγουν σ' αυτόν και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς.
4. Κοινή απόφαση Νομαρχών Γρεβενών, Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Καστοριάς, Κοζάνης και Πιερίας 552/84 (ΦΕΚ 115Β/84)
Καθορισμός ανωτέρας τάξεως χρήσης των νερών του ποταμού Αλιάκμονα.
5. Απόφαση Νομάρχη Ημαθίας 41633/84 (ΦΕΚ 291Β/84)
Περί των όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών.
6. Απόφαση Νομάρχη Πέλλας 3610/84 (ΦΕΚ 912Β/84)
Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων.
7. Κοινή Απόφαση Νομαρχών Ημαθίας, Θεσσαλονίκης και Πέλλας 5340/84 (ΦΕΚ 142Β/85)
Ειδικοί όροι διάθεσης κυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και καθορισμός της ανωτέρας τάξης χρήσης των νερών του ποταμού Λουδία.
8. Απόφαση Νομάρχη Χαλκιδικής 96400/85 (ΦΕΚ 573Β/85)
Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες του Ν. Χαλκιδικής.
9. Απόφαση Νομάρχη Κιλκίς 3019/87
Περί καθορισμού χρήσης νερών αποδεκτών και ανωτάτων ορίων ρυπαντών.
10. Απόφαση Νομάρχη Πιερίας 5662/88 (ΦΕΚ 464Β/88)
Τροποποίηση διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες:
α) Θαλάσσια περιοχή Νομού Πιερίας
β) Αλιάκμονα και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών στο Νομό Πιερίας.
11. Απόφαση Νομάρχη Θεσσαλονίκης 22374/91/94 (ΦΕΚ 82Β/94)
Όροι διάθεσης των λυμάτων και υγρών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός της ανώτερης τάξεως χρήσεως των υδάτων τους στο Ν. Θεσσαλονίκης.
12. Απόφαση Περιφερειακού Διευθυντή 3344/12.4.95
Μέτρα προστασίας υδατικού δυναμικού λίμνης Κορώνειας (Αγίου Βασιλείου ή Λαγκαδά).

III. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

1. ΠΔ 444/91 (ΦΕΚ 164Α/91)
Συμπλήρωση και τροποποίηση του ΠΔ 1381/81(Α334) ως προς το ασβεστίο, το μαγνήσιο, το νάτριο και το θείο που περιέχονται στα λιπάσματα, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 89/284/ΕΟΚ του Συμβουλίου.
2. ΠΔ 517/91 (ΦΕΚ 202Α/91)
Για τις ιδιωτικές κλινικές

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

1. ΚΥΑ Ε16 301/64 (ΦΕΚ 63Β/64)
Υγειονομική διάταξις περί συλλογής, αποκομιδής και διαθέσεως απορριμμάτων.
2. ΥΑ 181051/1090/82 (ΦΕΚ 266Β/82)
Όροι και προϋποθέσεις αναγνώρισης πλοίων, ή φορηγίδων ή πλωτών γενικά ναυπηγημάτων που χρησιμοποιούνται ως ευκολίες υποδοχής στερεών απορριμμάτων πλοίων.
3. ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444Β/86)
Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1975.
4. ΚΥΑ 31784/954/90 (ΦΕΚ 251Β/90)
Για τους τύπους συσκευασίας υγρών τροφίμων (εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την 85/339 Οδηγία ΕΟΚ).
5. ΚΥΑ 80568/4225 (ΦΕΚ 641Β/91)
Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για την χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων.

IV. ΤΟΞΙΚΑ - ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

1. ΠΔ 329/83 (ΦΕΚ 118Α/83)
Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες του Συμβουλίου των ΕΚ 67/548/ΕΟΚ, 69/81 ΕΟΚ, 70/189/ΕΟΚ, 71/141/ΕΟΚ, 73/146/ΕΟΚ, 75/409/ΕΟΚ, 79/831/ΕΟΚ και της Επιτροπής των ΕΚ 76/907/ΕΟΚ, 79/370/ΕΟΚ.
2. ΠΔ 445/83 (ΦΕΚ 166Α/83)
Περιορισμοί θέσης σε κυκλοφορία και χρήσης μερικών επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 76/769/ΕΟΚ και 79/663/ΕΟΚ (οργανικοί διαλύτες).
3. ΠΔ 446/83 (ΦΕΚ 166Α/83)
Απορρυπαντικά και μέθοδοι ελέγχου της βιοδιασπασιμότητας των ανιονικών τασιενεργών ουσιών σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 73/404/ΕΟΚ και 73/405/ΕΟΚ.
4. ΠΔ 81/89 (ΦΕΚ 36Α/89)
Αποδοχή του πρωτοκόλλου του έτους 1976 της διεθνούς Σύμβασης Αστική Ευθύνη για ζημιές ρύπανσης από πετρελαιοειδή 1969.
5. ΠΔ 441/91 (ΦΕΚ 162Α/91)
Ιχνοστοιχεία βόριο, κοβάλτιο, χαλκός, σίδηρος, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο και ψευδάργυρος στα λιπάσματα, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 89/530/ΕΟΚ.
6. ΠΔ 442/91 (ΦΕΚ 162Α/91)
Απλά λιπάσματα νιτρικού αμμωνίου υψηλής περιεκτικότητας σε άζωτο, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 80/876/ΕΟΚ του Συμβουλίου.

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

1. ΚΥΑ 72751/3054/85 (ΦΕΚ 665Β/85)
Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και εξάλειψη πολυχλωροτριφαινυλίων σε συμπλήρωση προς τις οδηγίες 78/319/ΕΟΚ και 76/403/ΕΟΚ των Συμβουλίων της 20.3.1978.
2. ΚΥΑ 71560/3053/85 (ΦΕΚ 665Β/85)
Διάθεση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων σε συμμόρφωση προς την οδηγία 75/439/ΕΟΚ του Συμβουλίου Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 16.6.1975.
3. ΥΑ 34628/85 (ΦΕΚ 799Β/85)
Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών ασφαλούς λειτουργίας, διαμόρφωσης, σχεδίασης και κατασκευής των εγκαταστάσεων εναποθήκευσης υγρών καυσίμων των εταιρειών εμπορίας πετρελαιοειδών.

4. **ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197Α/87)**
Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σ' αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδραργύρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH).
5. **ΚΥΑ 26857/553/88 (ΦΕΚ 196Β/88)**
Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπογείων νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών.
6. **ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126Β/88)**
Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
7. **ΥΑ 19744/454/88 (ΦΕΚ 166Β/88)**
Επιτήρηση και έλεγχος των διασυνοριακών μεταφορών και επικίνδυνων αποβλήτων.
8. **ΚΥΑ Π-7086/88 (ΦΕΚ 550Β/88)**
Συμπλήρωση της Υπουργικής Απόφασης 34628/1985 (ΦΕΚ 799Β/31.12.85) «Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών ασφαλούς λειτουργίας, διαμόρφωσης, σχεδίασης και κατασκευής των εγκαταστάσεων εναποθήκευσης υγρών καυσίμων των εταιρειών εμπορίας πετρελαιοειδών».
9. **ΚΥΑ 3329/89 (ΦΕΚ 132Β/89)**
Κανονισμοί για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση σε κατανάλωση εκρηκτικών υλών.
10. **ΥΑ 3231/89 (ΦΕΚ 573Β/89)**
Όροι και προϋποθέσεις χορήγησης άδειας σε πλοία και πλωτές ευκολίες υποδοχής πετρελαιοειδών καταλοίπων.
11. **ΥΑ 1933/88/89 (ΦΕΚ 119Β/89)**
Κανονισμοί για την παραγωγική αποθήκευση και διάθεση σε κατανάλωση εκρηκτικών υλών.
12. **ΠΥΣ 73/90 (ΦΕΚ 90Α/90)**
Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθμ. 144/2.11.1987.
13. **ΥΑ 1197/89/90 (ΦΕΚ 557Β/90)**
Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων παρασκευασμάτων σε εναρμόνιση με τις οδηγίες 88/379/ΕΟΚ και 99/178/ΕΟΚ.
14. **ΥΑ 77477/90 (ΦΕΚ 393Β/90)**
Δημοσίευση πινάκων εγκεκριμένων γεωργικών φαρμάκων
15. **ΥΑ 508/91 (ΦΕΚ 886Β/91)**
Συμπλήρωση της 1197/89 απόφασης του ΑΧΣ σε συμμόρφωση προς την οδηγία 91/155/ΕΟΚ που αφορά στα επικίνδυνα παρασκευάσματα και επικίνδυνες ουσίες.
16. **ΥΑ 1100/91 (ΦΕΚ 1008Β/91)**
Τροποποίηση της απόφ. ΑΧΣ 2592/84 περί περιορισμού κυκλοφορίας στην αγορά και τη χρήση μερικών ουσιών και παρασκευασμάτων σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 89/677/ΕΟΚ.
17. **ΚΥΑ 55648/2210/91 (ΦΕΚ 323Β/91)**
Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
18. **ΥΑ 776/92 (ΦΕΚ 713Β/92)**
Τροποποίηση των ΠΔ 329/83 και 445/83 και της απόφασης Α.Χ.Σ. 1197/89 για τον έλεγχο των επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων σε εναρμόνιση προς τις οδηγίες 67/548/ΕΟΚ, 76/769/ΕΟΚ και 88/379/ΕΟΚ όσον αφορά την επιβολή προστίμων.
19. **ΥΑ 400/92 (ΦΕΚ 669Β/92)**
Τροποποίηση του ΠΔ 329/83 για την «Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών σε εναρμόνιση προς την οδηγία της Επιτροπής 91/410/ΕΟΚ»
20. **ΥΑ 3231/92 (ΦΕΚ 585Β/92)**
Σχέδια έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και οδηγίες για την εφαρμογή του στα πλοία.
21. **ΠΥΣ 255/94 (ΦΕΚ 123Α/94)**
Συμπλήρωση του Παραρτήματος του άρθρου 6 της υπ' αριθμ. 73/29.6.1990 Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο Ι του Παραρτήματος Α του «άρθρου 6 της υπ' αρ.144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου (Α197 /1987).
22. **ΥΑ 90461/2193/94 (ΦΕΚ 843Β/94)**
Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ' αριθμ. 55648/2210/1991 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».

Παράρτημα VI

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I ΣΗΜΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΟΤΑΜΩΝ

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΔΥΤΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

01121	Αλφειός	Κατάντι τεχνητής λίμνης Λάδωνα
01111	»	Ανάντι εκβολής βιομηχανικών αποβλήτων
01101	»	Κατάντι συμβολής Λάδωνα και Ερύμανθου
01102	»	εκβολές
01201	Πάμισος	ανάντι
01202	»	εκβολές
01602	Νέδας	εκβολές

ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

02101	Πηνειός	συμβολή Λάδωνα με τεχνητή λίμνη
02102	»	έξοδος τεχνητής λίμνης
02103	»	ανάντι εκβολές ρέματος Μαργαρίτας
02104	»	εκβολές
02201	Πείρος	ανάντι
02202	»	εκβολές
02661	Γλαύκος	εκβολές
02751	Μελανίτης	κατάντι γέφυρας Κουνινιώτη
02601	Σελινιάς	200 μέτρα προ εκβολών
02631	Βουραϊκός	ανάντι γέφυρας εκβολών
02611	Ασωπός	ανάντι
02612	»	εκβολές

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

03101	Ευρώτας	συμβολή Ευρώτα με ρέμα Ελληνίτσα - Γέφυρα Σπάρτης
03102	»	κατάντι συμβολής Ευρώτα με ρέμα Γερακάρι
03103	»	εκβολές ποταμού
03601	Ίναχος	Νέα Εθνική Οδός Τριπόλεως
03602	»	εκβολές ποταμού

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

05121	Αώος	Γέφυρα Κόνιτσας
05131	»	Βοϊδομάτης πριν τη συμβολή με Αώο
05122	»	Γέφυρα Μπουραζανίου
05301	Καλαμάς	Γέφυρα Μαζαρακίου
05302	»	Γέφυρα Κληματιάς
05303	»	Γέφυρα Βροσύνας
05304	»	Μενίνα
05305	»	Φράγμα Κεστρίνης
05241	Αραχθός	Γέφυρα Ανηλίου Μετσόβου
05201	»	Γέφυρα Μεγάλης Γόπιστας
05202	»	Γέφυρα Πλάκας
05203	»	Γέφυρα Νεοχωρίου Άρτης
05401	Λούρας	Γέφυρα Αγ.Γεωργίου Πρεβέζης
05402	»	Γέφυρα Καλαγήρου
05403	»	Γέφυρα Αγ. Σπυριδώνα
05404	»	μετά τη συμβολή Λιμτιοχωτίτη
05405	»	Γέφυρα Μαγγλάρα

05406	Βωβός	εκβολές
05501	Αχέροντας	Γέφυρα Γλυκιάς
05502	»	Γέφυρα Καστρίου
05503	»	εκβολές

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ

07101	Βοιωτικός	Κηφισσός πριν μπει στην Κωπαιδα
07102	»	» (Ερκυνα) κατάντι της βιομηχανίας Μαρκου
07103	»	» κατάντι βιομηχανίας τοματοπολτού στην Αλιάρτο
07104	»	» εκβολή στην Υλίκη
07105	Μέλανας	Γέφυρα Τουρλογιάννη
07107	»	κατάντι βιομηχανίας τοματοπολτού Κωπαιδας
07301	Ασωπός	ανάντι των Οινοφύτων
07302	»	Γέφυρα Εθνικής Οδού
07303	»	ανάμεσα στα σημεία 07301 και 07302
07201	Σπερχειός	μεταξύ Φτέρης και Βιτάλης
07202	»	Καστρί
07203	»	Αμούρι
07204	»	συμβολή Γοργοπόταμου
07205	»	Γέφυρα στην Παλαιά Εθνική Οδό
07206	»	εκβολές ανατ. Βιομηχανίας ΕΛΚΕ
07207	»	» Νέας Καίτης

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΟΖΑΝΗΣ

09101	Τάφρος - 66	Πριν την εκβολή στον Αλιάκμονα
09121	»	Περιοχή Κάτω Λιποχωρίου
09111	Αλιάκμονας	Άργος Ορεστική μετά την εκβολή λυμάτων Καστοριάς
09112	»	Μετά την εκβολή του Γρεβενίτικου
09113	»	Μονή Ιλαρίωνα, ανάντι ταμειευτήρα Πολύφειτου
09114	»	Μετά εκβολή T-66
09115	»	Εκβολές
09161	Εδεσσαίος	1 km πριν τη συμβολή με T-66, Γέφυρα Εθνικής Οδού
09171	Τριπόταμος	Πριν τη συμβολή με T-66
09181	Αραπίτσα	Πριν τη συμβολή με T-66
09992	Κουτίχας	Πριν τη συμβολή με T-66
09201	Λεκάνη Πτολεμαϊδας - - Ρέμα Σουλού	Κατάντι αποβλήτων ΑΗΣ Αγ Δημητρίου
09202	»	Γέφυρα Πενταβρύσου
09301	Αξιός (Σακουλέβας)	Ανάντι κ.Τριποτάμου, κατάντι κοιν. Πατταγιάννη

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΕΡΡΩΝ

11111	Στρυμώνας	Ρούπελ
11112	»	Λιμνη Κερκίνη
11113	Στρυμώνας	Μπελίτσας
11114	»	εκβολές

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ

12111	Έβρος	Δίκαια - Σταθμός αυτόματης μέτρησης
12112	»	Βύσσα
12113	»	Ορεστιάδα
12114	»	Θούριο Ορεστιάδας
12115	»	κατάντι Διδυμοτείχου
12116	»	Λαγυνά
12117	»	Κήποι - Σταθμός αυτόματης μέτρησης
12118	»	Δέλτα
12131	Άρδας	Γέφυρα Κομάρων
12201	Νέστος	Ποταμί
12204	»	Τοξότες
12205	»	Περιοχή Χρυσούπολης (Κύρνος)
12301	Λισσός	Χωριό Ήμερας
12651	Τραυός	Χωριό Ν. Καλλίστη
12401	Καμψάτος	Χωριό Μωσαϊκό
12601	Κόσσυθος	κατάντι Γέφυρας Παλυσιτίου
12611	Μπόσπος(Βόσγαβης)	Γέφυρα Παλουριών

ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΡΟΔΟΥ

ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ

14211	Ρόδος	Πεταλούδες
14212	»	Επτά πηγές
14213	»	Φράγμα Απολακκιάς
14214	»	Ποτ. Κρεμαστής
14215	»	Νύμφη Σάλακος
14216	»	Λίμνη Νάνων
14621	Νάξος	
14701	Τήνος	Βιότοπος Κολυμπήθρας
14702	»	Βιότοπος Λιβάδας
14703	»	Φράγμα
14711	Ιος	
14751	Μύκονος	

ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ

14301	Χίος	Πηγή Κλειδούς
14302	»	Πηγή Ναγού
14303	»	Φράγμα Ζυφιά
14305	»	Πηγή Ράκτη
14306	»	Πηγή Καρδαμύλων
14307	»	Πηγή Καρυών