

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

& ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Β΄ ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Ομάδα συγγραφής:

Αθανάσιος Ανδρίτσος, Φυσικός - Msc Περιβαλλοντολόγος

Νεκταρία Αδακτύλου, Φυσικός - Msc Περιβαλλοντολόγος

Μαργαρίτα Καραβασίλη, Αρχιτέκτων Μηχανικός - Χωροτάκτης - Πολεοδόμος

Ομάδα κρίσης:

Νικόλαος Καραγιώργος, Εκπαιδευτικός ΠΕ12 Πολιτικός Μηχανικός -

Υγειονολόγος - Περιβαλλοντολόγος

Ευγενία Γεωργίου, Αρχιτέκτων Μηχανικός ΕΜΠ

Δημήτριος Τσίρος, Πολιτικός Μηχανικός - Υγειονολόγος - Περιβαλλοντολόγος

Γλωσσική επιμέλεια:

Αγγελική Γεωργίου-Καραμητσάνη, Εκπαιδευτικός ΠΕ6 Αγγλικής Φιλολογίας

Συντονιστής:

Νικόλαος Ηλιάδης, Πολιτικός Μηχανικός Σύμβουλος ΠΙ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Αθανάσιος Ανδρίτσος, Φυσικός - Msc Περιβαλλοντολόγος
Νεκταρία Αδακτύλου, Φυσικός - Msc Περιβαλλοντολόγος
Μαργαρίτα Καραβασίλη, Αρχιτέκτων Μηχανικός - Χωροτάκτης - Πολεοδόμος

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Β΄ ΕΠΑ.Λ.

**ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ,
ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

ΒΙΒΛΙΟ ΜΑΘΗΤΗ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες τους στον Μαργαρίτη Προέδρου (Φυσικός - Msc Περιβαλλοντολόγος) που συνεισέφερε στην έκδοση του βιβλίου αυτού, καθώς και στον Ανδρέα Λουκάτο (Χημικός, MSc) και Διονύση Γεωργόπουλο (Χημικός Μηχανικός) από την εταιρεία ΕΠΕΜ, για την παροχή φωτογραφικού και άλλου υλικού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
1^Η ΕΝΟΤΗΤΑ : ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	13
1.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	15
1.1.1 Εισαγωγή	16
1.1.2 Οι κλιματικές αλλαγές	19
1.1.3 Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος	22
1.1.4 Η οξίνιση του περιβάλλοντος (όξινη βροχή).....	23
1.1.5 Το τροποσφαιρικό όζον και άλλοι φωτοχημικοί ρύποι	24
1.1.6 Οι κίνδυνοι από χημικές ουσίες	24
1.1.7 Η διαχείριση των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.....	25
1.1.8 Η μείωση της βιοποικιλότητας	25
1.1.9 Η διαχείριση των υδάτων	26
1.1.10 Η διαχείριση των παράκτιων περιοχών.....	26
1.1.11 Η υποβάθμιση του εδάφους	27
1.1.12 Τα προβλήματα στις αστικές περιοχές	27
1.1.13 Τεχνολογικοί και φυσικοί κίνδυνοι	28
1.2 ΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	29
1.2.1 Τα χαρακτηριστικά ενός οικοσυστήματος.....	30
1.2.2 Οι μηχανισμοί ελέγχου των οικοσυστημάτων.....	33
1.2.3 Υποβάθμιση των οικοσυστημάτων.....	34
1.3 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ.....	39
1.3.1 Αίτια της πληθυσμιακής έκρηξης	40
1.3.2 Διαφορές μεταξύ αναπτυγμένων και λιγότερο αναπτυγμένων χωρών	42
1.3.3 Αύξηση του πληθυσμού στις πλούσιες και τις φτωχές χώρες...	43
1.3.4 Αστικοποίηση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος.....	46
1.3.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	48
1.4 ΡΥΠΟΙ	51
1.4.1 Πηγές και είδη ρύπων.....	52
1.4.2 Μονάδες μέτρησης ρύπων	53
1.5 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	55
1.5.1 Δομή της ατμόσφαιρας	56
1.5.2 Ρύπανση της ατμόσφαιρας	58
1.5.3 Αέριοι ρύποι	58
1.6 ΝΕΡΑ.....	65
1.6.1 Εισαγωγή	66

1.6.2	Ο υδρολογικός κύκλος	67
1.6.3	Το πρόβλημα της λειψυδρίας	68
1.6.4	Τα υδάτινα αποθέματα του πλανήτη	69
1.6.5	Συγκρούσεις για το νερό.....	70
1.6.6	Διαχείριση των υδατικών πόρων στη Μεσόγειο και στην Ελλάδα	71
1.6.7	Τεχνικές αντιμετώπισης του προβλήματος της λειψυδρίας	73
1.6.8	Ρύπανση των υδάτων	75
1.6.9	Οργανικά απόβλητα	75
1.6.10	Θρεπτικές Ουσίες	76
1.6.11	Βαριά Μέταλλα.....	77
1.6.12	Οργανοχλωριωμένες ενώσεις.....	78
1.6.13	Πετρελαϊκοί Υδρογονάνθρακες	79
1.6.14	Οξίνιση των υδάτων.....	80
1.6.15	Ραδιενεργές Ουσίες.....	81
1.6.16	Θερμική Ρύπανση	82
1.7	ΕΔΑΦΟΣ	85
1.7.1	Εισαγωγή	86
1.7.2	Παράγοντες σχηματισμού εδαφών	86
1.7.3	Ιδιότητες του εδάφους	87
1.7.4	Η ποιότητα του εδάφους.....	88
1.7.5	Η διάβρωση του εδάφους	89
1.7.6	Το πρόβλημα της απερίημωσης	90
1.8	ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗ - ΘΟΡΥΒΟΣ	97
1.8.1	Μέτρηση του θορύβου.....	98
1.8.2	Πηγές αστικού θορύβου	99
1.8.3	Επίδραση του θορύβου στον άνθρωπο.....	100
1.8.4	Ελάττωση του θορύβου	101
1.8.5	Αντιμετώπιση κυκλοφοριακού θορύβου.....	103
1.9	ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ	109
1.9.1	Ραδιενεργός ακτινοβολία	110
1.9.2	Επιδράσεις της ραδιενέργειας.....	113
1.9.3	Μονάδες ραδιενέργειας και δοσιμετρία	114
1.10	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	117
1.10.1	Επιδράσεις της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων στην ανθρώπινη υγεία.....	118
1.10.2	Εκτίμηση των επιδράσεων της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στην υγεία του ανθρώπου. Δυσκολίες και προοπτικές	122

1.11 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	125
1.11.1 Βιώσιμη ανάπτυξη και περιβάλλον	126
1.11.2 Δίκαιο προστασίας περιβάλλοντος	126
1.11.3 Πολιτική και Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον.....	127
1.11.4 Ελληνική πολιτική και νομοθεσία για το περιβάλλον.....	128
1.11.5 Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	130
 2^Η ΕΝΟΤΗΤΑ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ-ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	 135
2.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	137
2.1.1 Οι επιπτώσεις της ανάπτυξης στη χρήση εδάφους.....	138
2.1.2 Ανάπτυξη των πόλεων: αστικός χώρος και αστικοποίηση	143
2.1.3 Κοινωνικός αποκλεισμός	145
2.1.4 Τα πρόβλημα του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα	147
2.1.5 Αστικό περιβάλλον και ενέργεια	149
2.1.6 Ο αγροτικός χώρος	150
2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	155
2.2.1 Χρήση και διαχείριση διαθέσιμου εδάφους	156
2.2.2 Εργαλεία και στόχοι σχεδιασμού	158
2.2.3. Η σπουδαιότητα των κατασκευών για την ελληνική οικονομία και το περιβάλλον	163
2.3 ΑΡΧΕΣ, ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΓΙΑ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	167
2.3.1 Πολιτική προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων.....	169
2.4 ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΟΔΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ	173
2.4.1 Τα οδικά έργα ως γραμμική πηγή ρύπων και θορύβου	174
2.4.2 Τα μέτρα	180
2.5 ΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΗΓΗ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΥ.....	181
2.5.1. Θαλάσσια και αεροπορικά μέσα μεταφοράς και δίκτυα	185
2.5.2. Λιμάνια	186
2.5.3. Αεροδρόμια	187
2.5.4. Αντιμετώπιση των προβλημάτων	189
2.6 ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ	191
2.6.1 Επιπτώσεις της ποιότητας του περιβάλλοντος στον τουρισμό....	195
2.6.2 Μέτρα προστασίας	196

3^η ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	199
3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	201
3.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων	202
3.1.2 Επεξεργασία των υγρών αποβλήτων	204
3.1.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας σε ΕΒΚ	210
3.2 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	215
3.2.1 Αστικά στερεά απορρίμματα	216
3.2.2 Τρόποι αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων	217
3.2.3 Διάθεση των οικιακών απορριμμάτων	217
3.2.4 Μέθοδος καύσης των απορριμμάτων	222
3.2.5 Μέθοδος λιπασματοποίησης (βιοσταθεροποίησης) των απορριμμάτων	223
3.2.6 Ανακύκλωση	224
3.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	225
3.3.1 Επικίνδυνες και τοξικές χημικές ουσίες	226
3.3.2 Πηγές επικίνδυνων χημικών ουσιών	226
3.3.3 Τοξικές χημικές ουσίες	227
3.3.4 Βαριά μέταλλα	227
3.3.5 Μη βιοδιασπώμενες οργανικές ενώσεις	227
3.3.6 Συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό	229
3.3.7 Διαχείριση των χημικών αποβλήτων	230
4^η ΕΝΟΤΗΤΑ: ΕΝΕΡΓΕΙΑ	235
4.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)	237
4.1.1 Μορφές ενέργειας	239
4.1.2 Ιστορική αναδρομή	240
4.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ	241
4.1.4 Ηλιακή ενέργεια	244
4.1.5 Αιολική Ενέργεια	252
4.1.6 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	255
4.1.7 Ενέργεια από Βιομάζα	256
4.1.8 Γεωθερμική ενέργεια	258
4.1.9 Συμπεράσματα	259
4.2 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	263
4.2.1 Πυρηνικά εργοστάσια και κίνδυνοι από τη λειτουργία τους	264
4.2.2 Λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων	264
4.2.3 Το μέγεθος της πυρηνικής βιομηχανίας	265
4.2.4 Πυρηνικά απόβλητα	267
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	271

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια, οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Η ανεξέλεγκτη χρήση των φυσικών πόρων, η αύξηση του πληθυσμού και η συγκέντρωσή του στα αστικά κέντρα, η ρύπανση του αέρα, των υδάτων και του εδάφους, καθώς και η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, απειλούν την οικολογική ισορροπία του πλανήτη. Βασική αιτία της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, αποτελούν οι κατασκευές, δηλαδή τα έργα (κτιριακά, συγκοινωνιακά, υδραυλικά) που κατασκευάζει ο άνθρωπος με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του.

Στο πλαίσιο αυτό, το μάθημα «Κατασκευές και Περιβάλλον», το οποίο απευθύνεται στον μαθητή του ΤΕΕ που έχει επιλέξει τον Τομέα Κατασκευών, αποκτά ξεχωριστή σημασία. Η ευαισθητοποίηση των μαθητών για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος, αποτελεί πια βασική προτεραιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται και αυτό το βιβλίο, το οποίο σκοπό έχει να δώσει στον μαθητή μια ολοκληρωμένη πληροφόρηση για τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης. Δίνεται, όμως, ιδιαίτερη έμφαση στις επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και κατασκευών.

Το βιβλίο χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος, περιλαμβάνει τα κεφάλαια που καλύπτουν το θέμα του περιβάλλοντος, σε σχέση με τα οικοσυστήματα, τον πληθυσμό, τον αέρα, τα νερά, το έδαφος, τη ραδιενέργεια καθώς και την περιβαλλοντική νομοθεσία. Το μέρος αυτό, στο οποίο γίνεται μια πρώτη αναφορά στην παρέμβαση του ανθρώπου στο περιβάλλον, αποτελεί το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο, ώστε ο μαθητής να είναι σε θέση να κατανοήσει πληρέστερα, και με μεγαλύτερη άνεση, τα επόμενα Κεφάλαια.

Στο δεύτερο μέρος επιχειρείται η συσχέτιση των κατασκευαστικών έργων με το περιβάλλον (ταξινόμηση πηγών ρύπανσης, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους, επιπτώσεις στο περιβάλλον, μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων, κλπ.). Στο μέρος αυτό γίνεται πιο αναλυτική αναφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από οδικά έργα, βιομηχανικές δραστηριότητες, λιμάνια, αεροδρόμια, τουριστικά έργα, πυρηνικά εργοστάσια. Στη συνέχεια παρουσιάζονται θέματα σχετικά με την ορθολογική χρήση του διαθέσιμου

εδάφους για τοποθέτηση κατοικιών, βιομηχανικών χώρων, εγκαταστάσεων αναψυχής, εμπορικών χώρων, κ.ά., προκειμένου να εξασφαλιστεί η δημιουργία ενός υγιούς, από φυσική και αισθητική άποψη, περιβάλλοντος για το μέσο άνθρωπο. Υπάρχουν, ακόμη, κεφάλαια για τις διαδικασίες και τις κατασκευές προς απομάκρυνση των αποβλήτων, καθώς και για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (περιγραφή και διατάξεις αξιοποίησης αυτών).

Προκειμένου να υπάρχει μια ολοκληρωμένη καταγραφή των περιβαλλοντικών ζητημάτων, και της συσχέτισης των κατασκευών με αυτά, ο όγκος του βιβλίου είναι ίσως μεγαλύτερος από αυτόν που θα αντιστοιχούσε στις διδακτικές ώρες του μαθήματος. Για το λόγο αυτό οι συγγραφείς θα ήθελαν να επισημάνουν το γεγονός ότι μερικά κεφάλαια, όπως για παράδειγμα αυτό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας, δεν θα πρέπει να αντιμετωπιστούν ως αντικείμενο απομνημόνευσης, αλλά ως μέσο πληροφόρησης και κριτικής προσέγγισης. Σκοπός του βιβλίου είναι να δώσει, σε καθηγητές και μαθητές, το έναυσμα για συζητήσεις μέσα στην τάξη, με στόχο την ανάπτυξη ενός δημιουργικού προβληματισμού σχετικά με την περιγραφή και ανάλυση των θεμάτων που αφορούν την υποβάθμιση του περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1.1

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρέμβαση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα την όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων τα τελευταία χρόνια. Στο κεφάλαιο αυτό καταγράφονται τα σημαντικότερα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα. Έτσι ο μαθητής αποκτά μια σφαιρική εικόνα της κατάστασης του περιβάλλοντος σήμερα στον πλανήτη.

Η επισήμανση των βασικών - κυρίως οικονομικών - λόγων που οδηγούν στην καταστροφή του περιβάλλοντος μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα του προβληματισμού για τις επιπτώσεις των διαφόρων έργων και κατασκευών του ανθρώπου στο παγκόσμιο και στο τοπικό οικοσύστημα.

1.1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια τα περιβαλλοντικά προβλήματα αποκτούν όλο και μεγαλύτερη βαρύτητα και παγκόσμια εμβέλεια. Η δυσανάλογη αύξηση του πληθυσμού, παράλληλα με την αυξανόμενη τάση για υπερκατανάλωση, οδήγησαν στην ενεργειακή κρίση, την οποία ακολούθησαν η οικονομική κρίση (πληθωρισμός, ανεργία) και η οικολογική κρίση, δηλαδή η υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η αλλαγή του κλίματος, η μείωση της στοιβάδας του όζοντος, η ατμοσφαιρική και υδάτινη ρύπανση, η μείωση της βιοποικιλότητας είναι μερικά από τα προβλήματα που απειλούν την οικολογική ισορροπία του πλανήτη, με επιπτώσεις μακρόχρονες και ίσως μη αντιστρέψιμες.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν στη μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών, μέσω της εκμετάλλευσης και υποβάθμισης των φυσικών πόρων (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) και της παραγωγής, εκπομπής και απελευθέρωσης, των διαφόρων αποβλήτων (αερίων, υγρών και στερεών) στο φυσικό περιβάλλον. Έτσι, προκαλούν τοπικές (μέχρι μερικά χιλιόμετρα), περιφερειακές (μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα), ηπειρωτικές (μέχρι μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα) και παγκόσμιες (σε όλο τον πλανήτη) αλλαγές στο περιβάλλον.



Εικόνα 1 Η Γη όπως φωτογραφήθηκε από το πλήρωμα του διαστημοπλοίου Apollo 17 στην αποστολή προς τη Σελήνη, τον Δεκέμβριο του 1972.

Η καταστροφή του περιβάλλοντος οφείλεται κυρίως σε οικονομικούς λόγους, όπως:

- η χρήση των πλουτοπαραγωγικών φυσικών πόρων για την κάλυψη βιοτικών αναγκών του ανθρώπου,
- η χωρίς όρια και έλεγχο χρήση νέων τεχνολογιών για την κάλυψη βιοτικών αναγκών του ανθρώπου,
- η συγκέντρωση πολύ μεγάλου αριθμού ανθρώπων σε μεγαλουπόλεις, χωρίς την απαραίτητη για τον σκοπό αυτό υλικοτεχνική υποδομή,
- η υπερβολικά πυκνή δόμηση των πόλεων,
- η αλόγιστη οικοπεδοποίηση,
- η έλλειψη συνεργασίας και συντονισμού των αρμόδιων φορέων για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Οι φυσικοί πόροι είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για την επιβίωση και την ανάπτυξη του ανθρώπου στη γη. Αρκετοί από τους πόρους αυτούς είναι ανανεώσιμοι (νερό, δάση και καλλιέργειες). Υπάρχουν όμως και μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι, όπως είναι τα ορυκτά καύσιμα και τα μεταλλεύματα. Αν και πολλές από τις επιπτώσεις της υπερεκμετάλλευσης γίνονται αισθητές σε τοπικό επίπεδο, η αυξημένη αλληλεξάρτηση των κρατών και το διεθνές εμπόριο έχουν αναγάγει τη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων σε παγκόσμιο ζήτημα.

Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενέργεια - παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, μετατροπή σε παράγωγη ενέργεια (ηλεκτρισμός και θερμότητα) και τελική χρήση - είναι υπεύθυνες για τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, την όξινη βροχή, το τροποσφαιρικό όζον, τις κλιματικές μεταβολές και πολλές άλλες τοπικές επιπτώσεις στα ύδατα και στο έδαφος. Αλλά και η βιομηχανία προκαλεί εκπομπές ρύπων και παραγωγή αποβλήτων με τη χρήση των φυσικών πόρων, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος. (Οι χημικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες τσιμέντου, χαρτιού και μεταλλευμάτων προκαλούν τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις). Ένας άλλος τομέας με επιπτώσεις στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον, καθώς και στη δημόσια υγεία είναι οι μεταφορές. Παρά το γεγονός ότι οι εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων ανά όχημα αναμένεται να μειωθούν τα επόμενα χρόνια λόγω των νέων τεχνολογιών, η μείωση αυτή θα αντισταθμιστεί από την αναμενόμενη αύξηση του αριθμού των οχημάτων, με αποτέλεσμα η συνολική αέρια ρύπανση να παρουσιάσει αύξηση, κυρίως στις αστικές περιοχές.

Τα περισσότερα περιβαλλοντικά προβλήματα αλληλοεξαρτώνται, καθώς οι ροές της ενέργειας και οι κύκλοι των διαφόρων στοιχείων στο περιβάλλον υποδηλώνουν ότι τα κυριότερα προβλήματα δεν συμβαίνουν απομονωμένα σε ένα μόνο τμήμα του φυσικού συστήματος αλλά έχουν επιπτώσεις στο νερό, στον αέρα, στο έδαφος και στους ζωντανούς οργανισμούς.



Εικόνα 2 Οι φυσικοί πόροι είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για την επιβίωση του ανθρώπου στη Γη.

Δεν είναι πάντα εύκολος ο διαχωρισμός των περιβαλλοντικών προβλημάτων με κριτήριο τη χωρική κλίμακα. Έτσι, αν και οι περισσότερες ανθρωπογενείς δραστηριότητες επηρεάζουν το τοπικό περιβάλλον, πολλές φορές οι επιπτώσεις είναι πολύ πιο εκτεταμένες. Για παράδειγμα, ο θόρυβος από τις μεταφορές, αποτελεί ένα τοπικό πρόβλημα. Αλλαγές όμως στη ροή των οχημάτων, μέσω ενός μεγάλου αυτοκινητοδρόμου, μπορεί να έχουν επιπτώσεις σε περιφερειακό επίπεδο, ενώ η ρύπανση της ατμόσφαιρας από την αυξημένη κυκλοφορία μπορεί να συνεισφέρει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, σε παγκόσμιο επίπεδο.

Αν και η ρύπανση του αέρα, ο θόρυβος και άλλα προβλήματα του περιβάλλοντος πλήττουν κυρίως τις αστικές και βιομηχανικές περιοχές, εντούτοις καθίστανται τελικά παγκόσμια προβλήματα.



Εικόνα 3 Η καύση των ορυκτών καυσίμων οδηγεί σε αυξημένες συγκεντρώσεις διαφόρων αερίων στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα - όχι κατά σειρά σημαντικότητας - είναι:

- Οι κλιματικές αλλαγές
- Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος
- Η οξίνιση του περιβάλλοντος (όξινη βροχή)
- Το τροποσφαιρικό όζον και άλλοι φωτοχημικοί ρύποι
- Οι κίνδυνοι από χημικές ουσίες
- Η διαχείριση των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων
- Η μείωση της βιοποικιλότητας
- Η διαχείριση των υδάτων
- Η διαχείριση των παράκτιων περιοχών
- Η υποβάθμιση του εδάφους
- Τα προβλήματα στις αστικές περιοχές
- Τα μεγάλα τεχνολογικά και φυσικά ατυχήματα

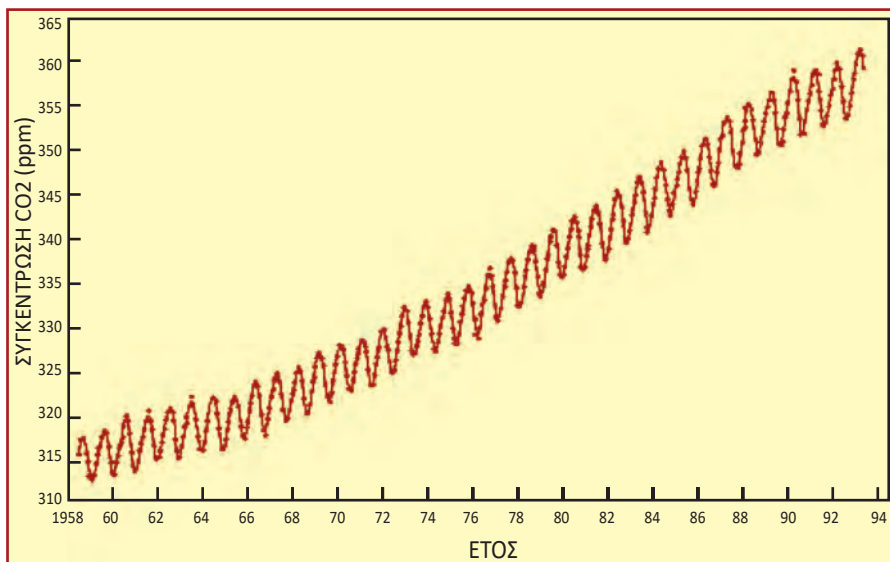
1.1.2 Οι κλιματικές αλλαγές

Το πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών συνδέεται κατά κύριο λόγο με το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου δηλαδή με την ενίσχυση του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπήρχε πάντοτε, λόγω των ιδιοτήτων ορισμένων συστατικών της γήινης ατμόσφαιρας. Εμφανίζεται, όμως οξυμένο σήμερα, λόγω της εντατικοποίησης διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, κυρίως της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της καταστροφής των δασών.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται από τις αυξημένες συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα της Γης, διαφόρων αερίων (υδρατμοί, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, κλπ.) που είναι σχετικά «διαφανή» στην εισερχόμενη μικρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία, αλλά σχετικά «αδιαφανή» στη μεγαλύτερου μήκους κύματος (υπέρυθρη) ηλιακή ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη Γη προς το Διάστημα. Τα αέρια αυτά, δηλαδή, απορροφούν το μεγαλύτερο τμήμα της εξερχόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας και επανακτινοβολούν ένα τμήμα της προς τη Γη, λειτουργώντας όπως τα τζάμια σε ένα θερμοκήπιο (παγιδεύουν δηλαδή τη θερμότητα πάνω από τον πλανήτη). Οι φυσικές συγκεντρώσεις αυτών των αερίων είναι αρκετές για να προκαλέσουν την άνοδο της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης στους 15 °C. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης θα ήταν περίπου -18 °C, οι ωκεανοί θα ήταν παγωμένοι μέχρι τον πυθμένα και η ζωή, όπως την γνωρίζουμε, θα ήταν αδύνατη.

Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της αύξησης των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, χλωροφθοράνθρακες κλπ.) από τις ανθρώπινες δραστηριότητες,

αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις σε πολλές περιοχές του πλανήτη: αλλαγή των κλιματικών συνθηκών, ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, επιπτώσεις στον κύκλο του νερού, επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, υποβάθμιση του εδάφους (π.χ. διάβρωση και απερίμωση) κλπ. Οι αλλαγές αυτές αναμένεται να συμβούν με ρυθμούς ταχύτερους από αυτούς που απαιτούνται για την προσαρμογή όλων των έμβιων οργανισμών και των οικοσυστημάτων στις νέες συνθήκες.

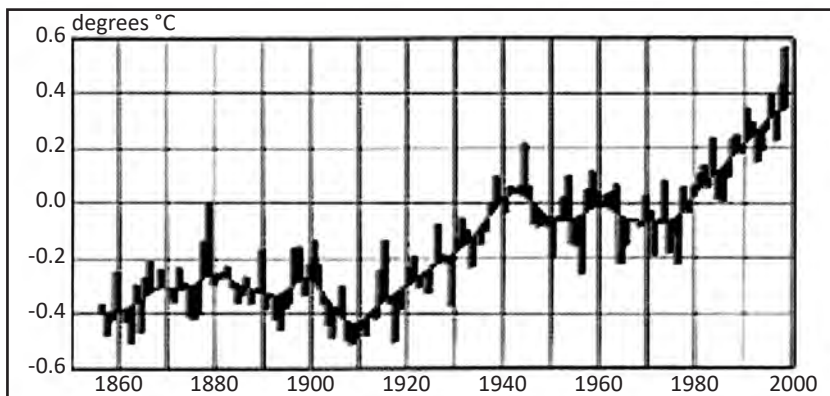


Εικόνα 4 Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, είναι εμφανής μετά το 1960.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, από τις αρχές του 20ου αιώνα, έχει καταγραφεί, με βάση επίγειες μετρήσεις, μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά $0,3 - 0,6^{\circ}\text{C}$. Όπως αναφέρεται στην τελευταία έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις κλιματικές αλλαγές (IPCC, η οποία είναι διεθνές σώμα των Ηνωμένων Εθνών αποτελούμενο από 3.000 επιστήμονες), με βάση την καταγεγραμμένη θέρμανση του τελευταίου αιώνα και ειδικά της τελευταίας δεκαετίας, «το σύνολο των υφιστάμενων ενδείξεων φανερώνει μια ορατή παρέμβαση του ανθρώπου στο κλίμα του πλανήτη». Είναι χαρακτηριστικό ότι τα δέκα θερμότερα έτη, από τότε που καταγράφονται οι παγκόσμιες θερμοκρασίες (δηλαδή μετά το 1856), έχουν σημειωθεί μετά το 1983, με θερμότερο έτος το 1998.

Σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά $1,5-3,5^{\circ}\text{C}$ (ο μεγαλύτερος ρυθμός θέρμανσης των τελευταίων 10.000 ετών) και η στάθμη της θάλασσας κατά 15-95 cm μέχρι το 2100, σε περίπτωση διπλασιασμού των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα. Ο παγκόσμιος χαρακτήρας των κλιματικών αλλαγών επιβάλλει τη στενότερη δυνατή συνεργασία όλων των χωρών και τη συμμετοχή τους σε μια αποτελεσματική διεθνή πολιτική,

όπως αυτή έχει καθοριστεί με τη Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Προστασία του Κλίματος, που υπογράφηκε στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992.



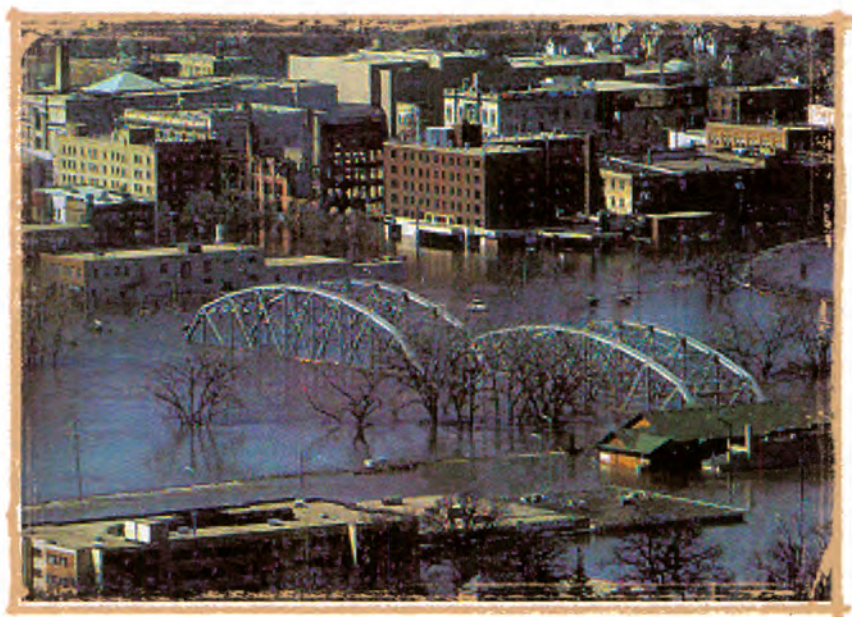
Εικόνα 5 Γραφική παράσταση στην οποία απεικονίζεται η μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία του αέρα, από το 1856 (όταν άρχισαν να γίνονται σχετικές μετρήσεις) μέχρι το 1998. Οι ετήσιες τιμές είναι οι αποκλίσεις (διαφορές) της θερμοκρασίας κάθε έτους από τη μέση τιμή της θερμοκρασίας την περίοδο 1961-90.

Προς το παρόν οι επιστήμονες αδυνατούν να προβλέψουν με χωρική και χρονική ακρίβεια τις πιθανές επιπτώσεις μιας παγκόσμιας θέρμανσης. Περαιτέρω, όμως, έρευνες στο κλιματολογικό παρελθόν της Γης και περισσότερο ακριβή υπολογιστικά μοντέλα θα βοηθήσουν τους κλιματολόγους να προσεγγίσουν καλύτερα τους μηχανισμούς του παγκόσμιου κλιματικού συστήματος και να εκτιμήσουν αν οι παρατηρούμενες κλιματικές αλλαγές οφείλονται στη φυσική κλιματική μεταβλητότητα ή στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ένα άλλο φαινόμενο που επηρεάζει το παγκόσμιο κλίμα είναι το El Nino, ένα θερμό θαλάσσιο ρεύμα το οποίο εμφανίζεται περιστασιακά στις τροπικές περιοχές του Ειρηνικού ωκεανού με κατεύθυνση προς τις δυτικές ακτές της Ν. Αμερικής. Πρόκειται για ένα κλιματολογικό φαινόμενο που εμφανίζεται σε άτακτα χρονικά διαστήματα από τρία έως επτά χρόνια, και διαρκεί συνήθως 12 έως 18 μήνες. Το αντίστροφο φαινόμενο (ψυχρά ύδατα) εμφανίζεται πιο σπάνια, και ονομάζεται La Nina.

Το El Nino επηρεάζει τη γενικότερη κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και προκαλεί μεγάλες κλιματικές ανωμαλίες (πλημμύρες, ισχυρούς ανέμους, ξηρασίες κλπ.) σε όλο τον πλανήτη και κυρίως στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Το El Nino, έκανε ιδιαίτερα αισθητή την παρουσία του την περίοδο 1992/1993 και την περίοδο 1997/98, προκαλώντας καταστροφές σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Μερικοί επιστήμονες θεωρούν ότι γι' αυτή την κλιματική ανωμαλία ευθύνεται η γενικότερη θέρμανση της ατμόσφαιρας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αρκετοί

επιστήμονες υποστηρίζουν ότι οι αλλαγές στα νερά του Ειρηνικού είναι πιθανό να αποτελούν τμήμα μιας φυσικής κλιματικής διακύμανσης που συμβαίνει επί δεκαετίες.



Εικόνα 6 Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου, λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον πλανήτη.

1.1.3 Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

Το πρόβλημα της μείωσης του όζοντος στη στρατόσφαιρα (το στρώμα της ατμόσφαιρας σε ύψος 12-27 χιλιομέτρων) οφείλεται στην απελευθέρωση των χλωροφθορανθράκων. Πρόκειται για χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται στα ψυκτικά και κλιματιστικά μηχανήματα, σε δοχεία ψεκασμού ως προωθητικά, στη βιομηχανία αφρώδους πλαστικού και στο χημικό καθαρισμό. Στις ουσίες που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον συγκαταλέγεται και το βρωμιούχο μεθύλιο, που χρησιμοποιείται στη γεωργία ως απολυμαντικό εδάφους. Οι ενώσεις αυτές μεταφέρονται από τα κατώτερα στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου, με κατάλληλες διεργασίες και με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός, καταστρέφουν το προστατευτικό στρώμα του όζοντος.

Το στρώμα του όζοντος προστατεύει τη ζωή στην επιφάνεια της γης, καθώς απορροφά δραστικά την επικίνδυνη για τη βιόσφαιρα, ηλιακή υπεριώδη UV-B ακτινοβολία (στα μήκη κύματος 280-310 nm). Η μείωση του στρώματος του όζοντος - άρα και η αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-B - έχει άμεσες επιπτώσεις στον άνθρωπο (αυξημένα ποσοστά καρκίνου του δέρματος και καταρράκτη στα μάτια, αλλά και διαταραχές στο ανοσοποιητικό σύστημα). Ακόμη θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τις καλλιέργειες δημητριακών, ενώ συνδέεται και με άλλες σημαντικές επιπτώσεις, όπως μεταλλάξεις και εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος σε ένα μεγάλο αριθμό φυτών, ζώων και μικροοργανισμών.

Σύμφωνα με επίγειες και δορυφορικές παρατηρήσεις, μετά το 1982 παρατηρείται σημαντική μείωση της συνολικής στήλης του όζοντος, κυρίως πάνω από την Ανταρκτική. Αραίωση όμως του στρώματος του όζοντος παρατηρείται και στα μέσα γεωγραφικά πλάτη (πάνω από την Ευρώπη η μείωση ανέρχεται σε ποσοστό 5% ανά δεκαετία). Το Σεπτέμβριο του 1987, υπογράφηκε, σε παγκόσμιο επίπεδο, το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, το οποίο αναθεωρείται ανά δύο χρόνια, με σκοπό τη σταδιακή μείωση των ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος. Παρά το γεγονός όμως ότι οι εκπομπές αυτών των ουσιών έχουν μειωθεί σημαντικά, οι επιστήμονες αναμένουν ότι η επαναφορά της στιβάδας του όζοντος στην πρότερη κατάσταση, θα επιτευχθεί περίπου το 2050, καθώς οι χλωροφθοράνθρακες που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα έχουν μεγάλο χρόνο ζωής.

1.1.4 Η οξίνιση του περιβάλλοντος (όξινη βροχή)

Η καύση των ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει διοξείδιο του θείου και νιτρικά οξείδια στην ατμόσφαιρα, όπου και παραμένουν για αρκετές μέρες, ενώ μπορεί να μεταφερθούν σε αποστάσεις χιλιάδων χιλιομέτρων. Στην ατμόσφαιρα, τα οξείδια αυτά μετατρέπονται στα αντίστοιχα οξέα (θειικά και νιτρικά) και επιστρέφουν στο έδαφος είτε με ξηρή απόθεση, δηλαδή απευθείας, είτε με υγρή απόθεση, δηλαδή διαλυμένα στο νερό της βροχής (όξινη βροχή). Χαρακτηριστικό της όξινης βροχής είναι ότι έχει pH μικρότερο από 5,5, λόγω της παρουσίας των ισχυρών οξέων. Δηλαδή οι αρχικοί ρύποι, μαζί με τα παράγωγά τους, οδηγούν, μετά την απόθεσή τους, σε αλλαγές στη χημική σύσταση του εδάφους και των επιφανειακών υδάτων. Αυτή η διαδικασία βλάπτει τα οικοσυστήματα και οδηγεί σ' αυτό που λέμε οξίνιση του περιβάλλοντος.

Η όξινη βροχή έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον:

α) στην υγεία του ανθρώπου (προβλήματα στα μάτια, στο δέρμα και στην αναπνοή)

β) στις λίμνες και στους υδρόβιους οργανισμούς (σημαντική αύξηση των διαλυμένων μετάλλων, ελάττωση της γονιμότητας των ψαριών)

γ) στα φυτά και στο έδαφος (καταστροφές δασών και καλλιεργείων)

δ) στα υλικά (διάβρωση μετάλλων και οικοδομικών υλικών, αλλοίωση χρωμάτων, διάβρωση και καταστροφή ιστορικής σημασίας κτιρίων και μνημείων).

Η καταστροφή των δασών στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη και οι πολλές «νεκρές» λίμνες (χωρίς ψάρια) στη Σκανδιναβία και στον Καναδά είναι μερικά παραδείγματα των καταστροφών που προκαλούνται από την όξινη βροχή.

1.1.5 Το τροποσφαιρικό όζον και άλλοι φωτοχημικοί ρύποι

Ένας σημαντικός περιβαλλοντικός φωτοχημικός ρύπος, που παράγεται δευτερογενώς στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα), από άλλους αέριους ρύπους (οξειδία του αζώτου, πτητικές οργανικές ενώσεις, μεθάνιο και μονοξείδιο του άνθρακα) και από την ηλιακή ακτινοβολία, είναι το τροποσφαιρικό όζον.

Η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος και των άλλων φωτοχημικών ρύπων στην ατμόσφαιρα, με συνθήκες υψηλής ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας, έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επιδρούν, επίσης, σε υλικά, όπως οι βαφές και τα πλαστικά, στις καλλιέργειες και πιθανώς στα δάση.

1.1.6 Οι κίνδυνοι από χημικές ουσίες

Περισσότερες από 10 εκατομμύρια χημικές ουσίες, από τις οποίες περίπου 100.000 παράγονται εμπορικά, έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα. Πολλές από αυτές τις ενώσεις καταλήγουν απευθείας ή μετά από χρήση στο περιβάλλον, δημιουργώντας αρκετά προβλήματα και συνεισφέροντας στην υποβάθμισή του. Όλα αυτά τα χημικά προϊόντα μπορεί να έχουν καταστρεπτικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, ανεξάρτητα από το αν η απελευθέρωσή τους έγινε μέσω φυσικών διεργασιών ή ήταν αποτέλεσμα ατυχημάτων. Ιδιαίτερα μάλιστα προβλήματα δημιουργούνται από τα χημικά προϊόντα υψηλής τοξικότητας. Ο τελικός στόχος στον έλεγχο των χημικών ουσιών είναι η ελάττωση της ποσότητας των τοξικών ουσιών στο περιβάλλον και η ελαχιστοποίηση του κινδύνου για τους ανθρώπους και τα οικοσυστήματα.

1.1.7 Η διαχείριση των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων

Οι συνεχώς αυξανόμενες ποσότητες των αποβλήτων αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα για το περιβάλλον. Στην Ευρώπη, εκτιμάται ότι κάθε χρόνο παράγονται περισσότεροι από 250 εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων και 850 εκατομμύρια τόνοι βιομηχανικών αποβλήτων. Ιδιαίτερα αυξημένο είναι το πρόβλημα της διάθεσης και της επεξεργασίας των αποβλήτων, το οποίο προκαλείται λόγω της αύξησης της ποσότητας και λόγω της τοξικής σύστασής τους. Παρά την έμφαση που δίνεται στην ελάττωση της παραγωγής τους και της ανακύκλωσης όπου αυτή είναι δυνατή, η διαχείριση και η διάθεση των αποβλήτων, στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες γίνεται με τις διαδικασίες της υγειονομικής ταφής και της καύσης. Διαδικασίες, όπως η λιπασματοποίηση ή η ανακύκλωση κερδίζουν συνεχώς έδαφος, αλλά η εφαρμογή τους παραμένει σχετικά περιορισμένη.

1.1.8 Η μείωση της βιοποικιλότητας

Το πρόβλημα της μείωσης της βιοποικιλότητας είναι από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη. Με τον όρο βιοποικιλότητα ορίζεται το σύνολο των μορφών ζωής που υπάρχουν πάνω στη Γη (φυτά, ζώα, μικροοργανισμοί, τα γονίδια που οι οργανισμοί περιέχουν και τα πολύπλοκα οικοσυστήματα που αυτοί δημιουργούν). Η μείωση της βιοποικιλότητας - η εξαφάνιση δηλαδή πολλών ζωικών και φυτικών ειδών - οφείλεται κυρίως στην καταστροφή των φυσικών οικοσυστημάτων από τις αλλαγές στις χρήσεις γης (εντατικοποίηση της γεωργίας και της δασοκομίας),



Εικόνα 7 Η εξαφάνιση πολλών ειδών του ζωικού βασιλείου απειλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

την αυξανόμενη ανάπτυξη των υποδομών, την άντληση των υδάτων και τη ρύπανση. Έτσι περιορίζεται η δυνατότητα για την παραγωγή νέων φαρμάκων και ειδών τροφής και ελαττώνεται η γενετική ποικιλία. Τα οικοσυστήματα γίνονται πολύ ευάλωτα στις φυσικές ή τεχνητές μεταβολές και υποβαθμίζεται η μοναδική αισθητική αξία του φυσικού κόσμου.

1.1.9 Η διαχείριση των υδάτων

Πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το υδάτινο περιβάλλον. Πολλές φορές, μάλιστα, οι επιπτώσεις εμφανίζονται και σε μακρινές αποστάσεις μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα περισσότερα προβλήματα επάρκειας και ποιότητας των υδάτων εμφανίζονται κυρίως σε περιοχές με υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα, συγκεντρωμένη βιομηχανική δραστηριότητα και εντατικές καλλιέργειες. Η ποιότητα των υπόγειων υδάτων υποβαθμίζεται από τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων και φυτοφαρμάκων που προέρχονται από γεωργικές δραστηριότητες. Γενικά, η ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων περιορίζει τα διαθέσιμα αποθέματα καθαρού νερού, θέτοντας σε κίνδυνο την παραγωγή τροφίμων και άλλες ζωτικές λειτουργίες των οικοσυστημάτων και - κατ' επέκταση - της κοινωνίας.

1.1.10 Η διαχείριση των παράκτιων περιοχών

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν σχετικά ευαίσθητα οικοσυστήματα που απειλούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η άναρχη αστικοποίηση κι η ανάπτυξη των υποδομών, σε συνδυασμό με βιομηχανικές, τουριστικές, αλιευτικές και γεωργικές δραστηριότητες, είναι δυνατό να οδηγήσουν σε βαθμιαία υποβάθμιση των παράκτιων περιοχών και οικοσυστημάτων. Το σοβαρότερο πρόβλημα των παράκτιων ζωνών είναι η θαλάσσια ρύπανση (απόβλητα, πετρελαιοκηλίδες). Άλλα προβλήματα είναι η παράκτια διάβρωση, η υπεραλίευση, ο ευτροφισμός (υπέρμετρη αύξηση των θρεπτικών συστατικών των υδάτων) και η ελάττωση της στάθμης των υπόγειων υδάτων.



Εικόνα 8 Από τα πιο ευαίσθητα οικοσυστήματα, που απειλούνται από τον άνθρωπο, είναι οι παράκτιες περιοχές.

1.1.11 Η υποβάθμιση του εδάφους

Ως υποβάθμιση του εδάφους ορίζεται η μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους για μία ή περισσότερες χρήσεις γης, η οποία μπορεί να προκληθεί από φυσικά φαινόμενα και να επιταχυνθεί από ανθρώπινες επεμβάσεις. Μία από τις σπουδαιότερες μορφές εδαφικής υποβάθμισης είναι η διάβρωση του εδάφους, η οποία επιταχύνεται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η καταστροφή των δασών, η υπερβόσκηση και η μη ορθολογική καλλιέργεια των γεωργικών εκτάσεων. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο καταστρέφονται 700.000 εκτάρια (1 εκτάριο = 10.000 m²) δασικής έκτασης από συνολικά 60.000 πυρκαγιές σε όλη την Ευρώπη. Τα αντίστοιχα νούμερα για τις χώρες της Νότιας Ευρώπης (Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα) είναι 500.000 εκτάρια και 35.000 πυρκαγιές ετησίως, κατά μέσο όρο.

1.1.12 Τα προβλήματα στις αστικές περιοχές

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν σημειωθεί σημαντικές αλλαγές στην ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος στην Ευρώπη. Οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν αυξητική τάση της περιβαλλοντικής πίεσης - κυρίως με τη μορφή της χαμηλής ποιότητας του αέρα, του θορύβου και της κυκλοφοριακής συμφόρησης - και συνεισφέρουν σημαντικά στις εκπομπές των διαφόρων ρύπων και στην παραγωγή των αποβλήτων. Συντελούν, έτσι, στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Το πρόβλημα της αέριας ρύπανσης είναι από τα σημαντικότερα για πολλές μεγάλες πόλεις. Η αστική κυκλοφορία αποτελεί μια σημαντική πηγή αέριας ρύπανσης, συμβάλλοντας, σε μεγάλο ποσοστό, στην εμφάνιση του καλοκαιρινού φωτοχημικού νέφους στις ευρωπαϊκές χώρες.



Εικόνα 9 Το πρόβλημα της αύξησης του πληθυσμού, ιδίως στις αστικές περιοχές, συνδέεται άμεσα με την επάρκεια των φυσικών πόρων και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

1.1.13 Τεχνολογικοί και φυσικοί κίνδυνοι

Τα τεχνολογικά ατυχήματα αποτελούν βασική πηγή επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον. Αυτό προκύπτει από τα τρία αλληλένδετα χαρακτηριστικά αυτών, την αδυναμία πρόγνωσης του χρόνου και του τρόπου εκδήλωσής τους, την αβεβαιότητα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις απρόβλεπτες αλληλεπιδράσεις (ανθρώπινες και τεχνικές) στις εγκαταστάσεις του ατυχήματος. Μερικά από τα ατυχήματα που έχουν ήδη συμβεί είναι το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνομπίλ το 1986 και η απελευθέρωση διοξινών (επικίνδυνων χημικών ενώσεων) στο βιομηχανικό ατύχημα του Σεβέζο, στην Ιταλία το 1976. Οι σύνθετες και πιθανώς μακροπρόθεσμες καταστροφές σε περιβαλλοντικούς πόρους (ειδικά στο νερό και στο έδαφος) και σε εξαρτώμενα οικοσυστήματα είναι ένας από τους λόγους για την περαιτέρω μελέτη της αντιμετώπισης τέτοιων ατυχημάτων.

Οι σημαντικότεροι φυσικοί κίνδυνοι που απειλούν την κατάσταση του περιβάλλοντος είναι οι σεισμοί, τα ηφαίστεια, οι κυκλώνες, οι καταγίνδες, οι πλημμύρες και οι κατολισθήσεις. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 παρατηρήθηκε ένας εξαιρετικά μεγάλος αριθμός πλημμυρών, οι οποίες προξένησαν πολλές καταστροφές και πολλούς θανάτους. Αν και η πιθανότερη εξήγηση είναι οι φυσικές διακυμάνσεις στη ροή των νερών, οι επιπτώσεις μπορεί να επιδεινώθηκαν, λόγω της επέμβασης του ανθρώπου στον υδρολογικό κύκλο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Με ποιο τρόπο οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε παγκόσμιο επίπεδο;
2. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τα περιβαλλοντικά προβλήματα σε τοπικά και παγκόσμια;
3. Πώς ενισχύεται, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, το φαινόμενο του θερμοκηπίου;
4. Ποια είναι τα βασικά προβλήματα, σε σχέση με την επάρκεια και την ποιότητα των υδάτων;
5. Πού οφείλεται η υποβάθμιση των παράκτιων περιοχών;
6. Ποια είναι τα περιβαλλοντικά προβλήματα, που αντιμετωπίζει η χώρα μας;

1.2 ΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη των φυσικών οικοσυστημάτων βοηθεί στην κατανόηση των πολυσύνθετων σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα στο φυσικό περιβάλλον και στους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν και αναπτύσσονται μέσα σ' αυτό.

Η συστηματική παρακολούθηση των μηχανισμών λειτουργίας των φυσικών οικοσυστημάτων είναι βασικό στοιχείο για την προσπάθεια ορθολογικής διαχείρισής τους, σε παγκόσμια κλίμακα.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των φυσικών οικοσυστημάτων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο με τον οποίο οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαταράσσουν την ικανότητα αυτορρύθμισης των οικοσυστημάτων και μπορεί να τα αποσταθεροποιήσουν και να τα υποβαθμίσουν.

1.2.1 Τα χαρακτηριστικά ενός οικοσυστήματος

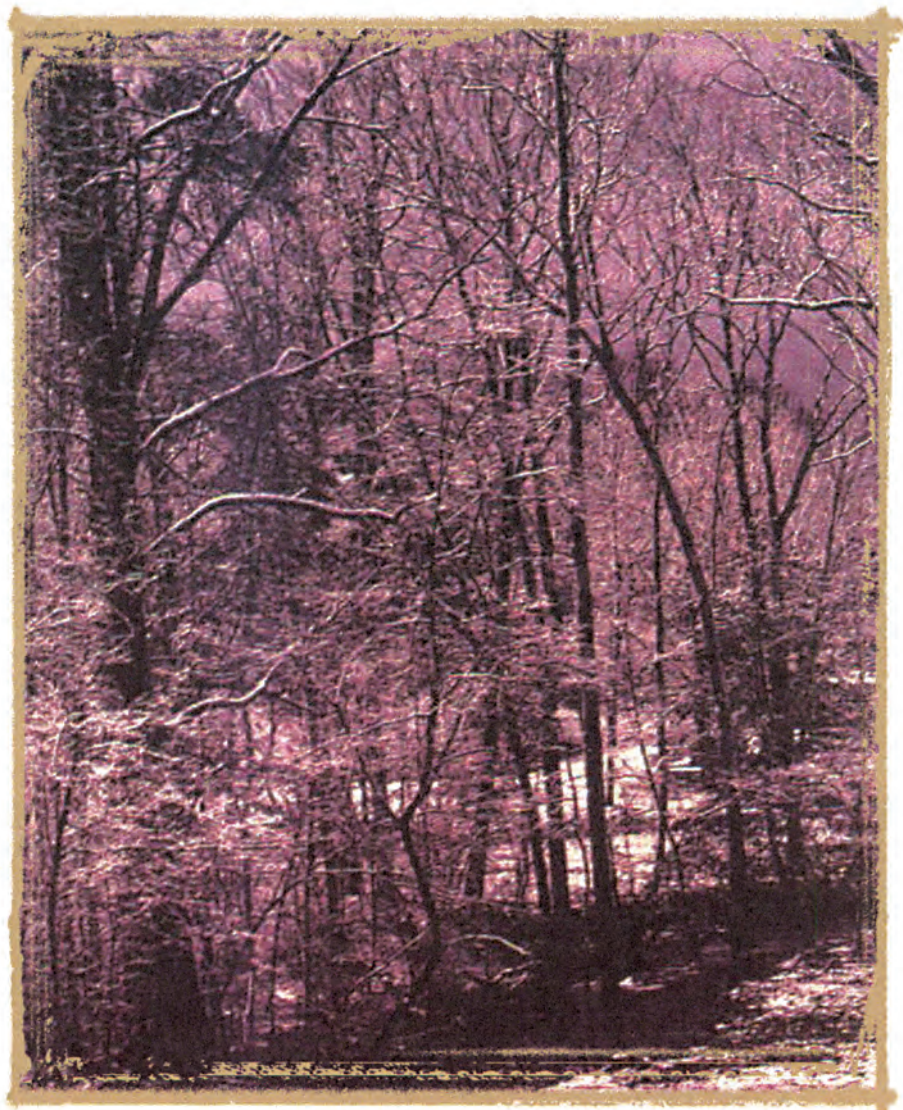
Τα φυτά, τα ζώα και οι μικροβιακοί οργανισμοί που παρατηρούμε όταν μελετούμε ένα δάσος, ένα λιβάδι, μια λίμνη ή οποιαδήποτε άλλη περιοχή αποτελούν τη *βιοκοινότητα* της περιοχής. Η βιοκοινότητα αυτή αποτελείται από τη *φυτοκοινότητα* (κάθε μορφή βλάστησης από τα δέντρα μέχρι τα φύκη) και τη *ζωοκοινότητα* (από τα μεγάλα θηλαστικά, τα πτηνά, τα ερπετά και τα αμφίβια, μέχρι τα μικροσκοπικά έντομα και την άκαρι). Τα μικρόβια συμπεριλαμβάνουν μικροσκοπικά βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα.

Η βιοκοινότητα, που παρατηρούμε σε μία περιοχή, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από αβιοτικούς παράγοντες, όπως είναι το ποσό του νερού που είναι διαθέσιμο, η υγρασία, η θερμοκρασία, η αλατότητα και ο τύπος του εδάφους. Οι αβιοτικοί παράγοντες μιας περιοχής υποστηρίζουν, αλλά και ταυτόχρονα περιορίζουν τη βιοκοινότητα της περιοχής αυτής. Για παράδειγμα, η περιορισμένη υγρασία που επικρατεί στις ερήμους, υποστηρίζει ορισμένα είδη όπως είναι οι κάκτοι, αλλά εμποδίζει την ανάπτυξη των περισσότερων ειδών φυτών. Αντίθετα, περιοχές με επαρκή υγρασία και κατάλληλες θερμοκρασιακές συνθήκες, είναι ιδανικές για την ανάπτυξη δασικών εκτάσεων.

Το πρώτο βήμα για την μελέτη μιας βιοκοινότητας μπορεί να είναι η καταχώρηση όλων των ειδών που την αποτελούν. *Είδη* ονομάζονται οι διαφορετικές ομάδες φυτών, ζώων και μικροβιακών οργανισμών που απαντώνται στη βιοκοινότητα. Οι οργανισμοί του ίδιου είδους ζευγαρώνουν μεταξύ τους για να αναπαραχθούν και οι απόγονοί τους είναι γόνιμοι. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει όταν ζευγαρώνουν οργανισμοί διαφορετικών ειδών - φαινόμενο που είναι έτσι κι αλλιώς πιο σπάνιο.

Οι οργανισμοί του ίδιου είδους που ζουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή αποτελούν τον *πληθυσμό* του είδους στην περιοχή αυτή. Ο «χώρος» (έδαφος, νερό, θρεπτικά συστατικά, κλίμα, φως, υγρασία, θερμοκρασία), μέσα στον οποίο ζει μια βιοκοινότητα, αποτελεί το *βιότοπό* της.

Τα διαφορετικά είδη μιας κοινότητας αλληλεξαρτώνται και αλληλοστηρίζονται με πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα, η παρουσία κάποιων ζώων σε ορισμένες περιοχές εξαρτάται από την παρουσία των φυτών εκείνων που μπορούν να παρέχουν στα ζώα τροφή και καταφύγιο. Επίσης, κάθε φυτό ή ζώο είναι προσαρμοσμένο στους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής του. Κάθε είδος που ζει στις εύκρατες περιοχές προσαρμόζεται, ώστε να επιβιώνει κατά την περίοδο του χειμώνα, όταν οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές. Έτσι οι πληθυσμοί διαφορετικών ειδών που ανήκουν σε μια βιοκοινότητα βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση, τόσο μεταξύ τους, όσο και με το αβιοτικό περιβάλλον.

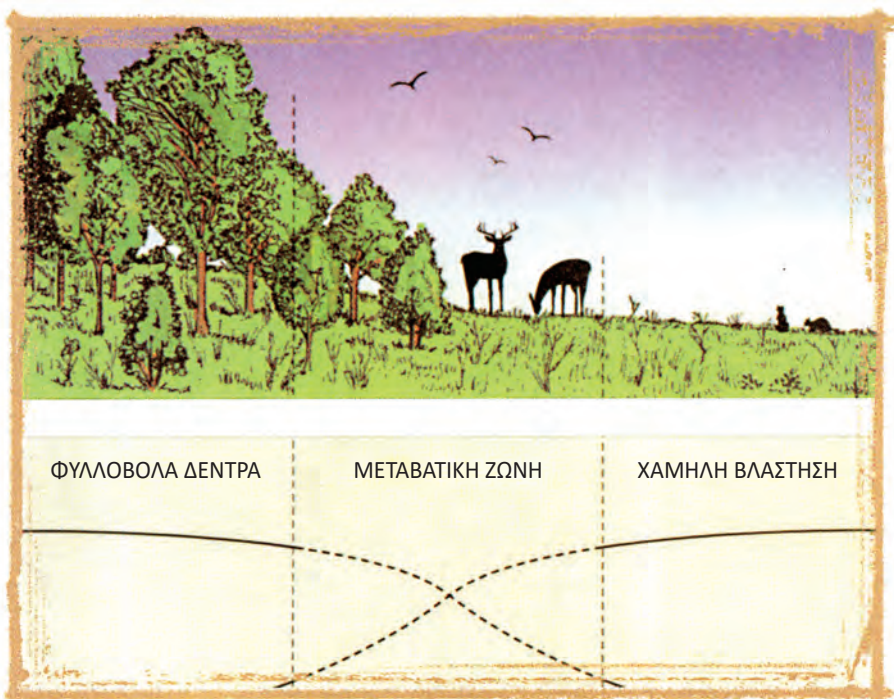


Εικόνα 10 Πολλά δέντρα και άλλα φυτά των εύκρατων περιοχών, έχουν προσαρμοστεί κατά τέτοιο τρόπο στη χειμερινή περίοδο, ώστε να τους είναι απαραίτητες οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για να αναπτυχθούν ξανά την άνοιξη. [11]

Η οργανωμένη και δυναμική ενότητα που περιλαμβάνει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς (βιοκοινότητα) αλλά και οτιδήποτε τους περιβάλλει και τους επηρεάζει (αβιοτικά στοιχεία, βιότοπος), ονομάζεται οικοσύστημα. Οικοσύστημα μπορεί να είναι ένα δάσος, ένας αγρός, μία λίμνη, ένας ωκεανός, ακόμα και ένα ενυδρείο. Υπάρχουν μικρά οικοσυστήματα (για παράδειγμα μια μικρή λίμνη) και πολύ μεγάλα

οικοσυστήματα (όπως είναι ένας ωκεανός). Το μεγαλύτερο οικοσύστημα, που περιέχει όλα τα υπόλοιπα, είναι η Βιόσφαιρα.

Κανένα οικοσύστημα δεν είναι απομονωμένο. Αντίθετα, επικοινωνεί με τα άλλα, ανταλλάσσοντας ύλη και ενέργεια. Έτσι, κάποια ζώα μπορεί να κινούνται μεταξύ του οικοσυστήματος ενός αγρού και του οικοσυστήματος ενός παρακείμενου δάσους, μεταφέροντας τροφή (ύλη) που περιέχει ενέργεια. Επίσης, τα νερά της βροχής μπορεί να μεταφέρουν ποσότητα εδάφους (ύλη) από ένα ορεινό οικοσύστημα σε ένα άλλο πεδινό.

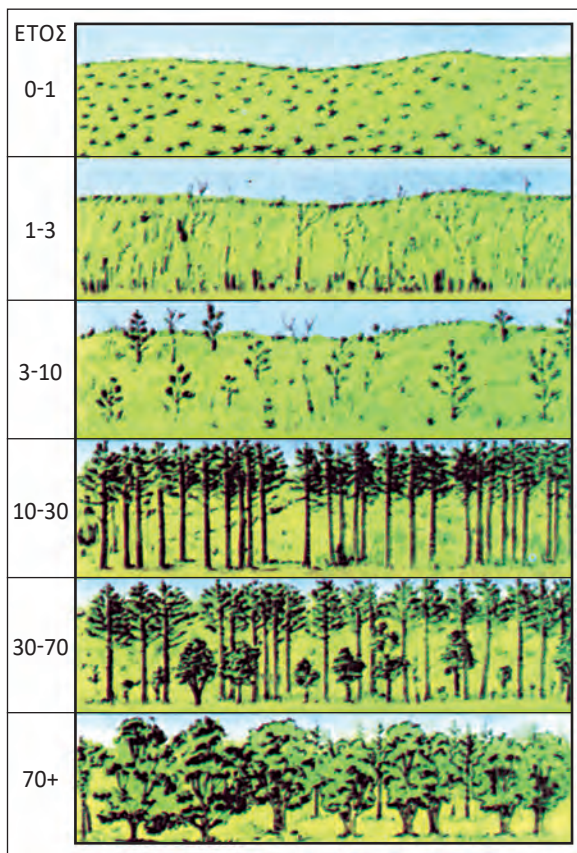


Εικόνα 11 Τα οικοσυστήματα δεν είναι απομονωμένα. Ανάμεσα σε δύο γειτονικά οικοσυστήματα δημιουργούνται μεταβατικές ζώνες που περιέχουν κοινά είδη. [11]

Τα οικοσυστήματα δεν παραμένουν αμετάβλητα. Αντίθετα, εξελίσσονται, με την πάροδο του χρόνου, προς μία σταθερή κατάσταση. Κάποιες φορές, οι αλλαγές αυτές γίνονται εύκολα αντιληπτές με την παρατήρηση. Ας δούμε, για παράδειγμα, τι γίνεται στην περίπτωση μιας γεωργικής έκτασης, η οποία σταμάτησε για κάποιο λόγο να καλλιεργείται. Τα πρώτα χρόνια, θα εμφανίζονται φυτικοί οργανισμοί προσαρμοσμένοι στο δυσμενές περιβάλλον του γυμνού και φτωχού εδάφους. Μετά από μερικά χρόνια εμφανίζονται πολυετείς θάμνοι, που εκτοπίζουν κάποια από τα προηγούμενα είδη. Στο τέλος εμφανίζονται δέντρα, που απαιτούν τις ήπιες συνθήκες ενός πλούσιου σε οργανικές ουσίες περιβάλλοντος.

Οι μεταβολές αυτές είναι ταχείες στην αρχή, αλλά επιβραδύνονται με την πάροδο του χρόνου και συνεχίζονται μέχρις ότου η βιοκοινότητα φτάσει σε μια πρακτικά σταθερή κατάσταση, από άποψη σύνθεσης και παραγωγικότητας (το ποσό της οργανικής ύλης που παράγεται από ένα άτομο ή έναν πληθυσμό στη μονάδα του χρόνου). Στο στάδιο αυτό η βιομάζα (η μάζα των οργανισμών που υπάρχει σε μία βιοκοινότητα τη στιγμή που γίνεται η δειγματοληψία) του συστήματος είναι η μέγιστη δυνατή.

Όλη η προηγούμενη διαδικασία ονομάζεται *οικολογική διαδοχή*. Η οικολογική διαδοχή είναι μια πολύπλοκη διαδικασία διαρκών αντικαταστάσεων κάποιων βιοκοινοτήτων από άλλες, σε ένα βιότοπο. Ο βιότοπος αυτός υφίσταται, επίσης, αλληπάλληλους μετασχηματισμούς από τη βιοκοινότητα, την οποία όμως μετασχηματίζει και αυτός.



Εικόνα 12 Η εξέλιξη της χλωρίδας σε μια γεωργική έκταση μετά τη διακοπή της καλλιέργειας. Τα διαδοχικά εικονίδια παρουσιάζουν την κατάσταση για τις χρονικές περιόδους 0-1, 1-3, 3-10, 10-30, 30-70, 70+ έτη. [11]

1.2.2 Οι μηχανισμοί ελέγχου των οικοσυστημάτων

Τα οικοσυστήματα, υπό φυσιολογικές συνθήκες, είναι ικανά για την αυτορρύθμιση και την αυτοσυντήρησή τους. Οι οργανισμοί φυτών και ζώων που τα αποτελούν μπορεί επίσης να θεωρηθούν ως αυτορρυθμιζόμενα συστήματα. Το ίδιο φυσικά ισχύει και για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, η ρύθμιση της θερμοκρασίας του

ανθρώπινου σώματος περιλαμβάνει την αύξηση της εφίδρωσης και την ελάττωση της μεταβολικής δραστηριότητας στην περίπτωση ανόδου της θερμοκρασίας πάνω από τους 36 °C και -αντίθετα- τη μείωση της εφίδρωσης και την αύξηση της μεταβολικής δραστηριότητας στην περίπτωση ελάττωσης της θερμοκρασίας κάτω από τους 36 °C.

Η ιδιότητα ενός συστήματος να αντιστέκεται στις μεταβολές και η τάση του να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση και να διατηρείται σε μια κατάσταση ισορροπίας ονομάζεται *ομοιόσταση*. Οι ομοιοστατικοί οργανισμοί μπορούν να λειτουργήσουν μέσα σε ορισμένα όρια. Αν, κάτω από την επίδραση ορισμένων δυνάμεων, ένα σύστημα ξεφύγει από τα όρια αυτά, τότε αρχίζουν να λειτουργούν παράγοντες που μπορεί να το απομακρύνουν ακόμα περισσότερο από την κατάσταση ισορροπίας του και να το οδηγήσουν σε κατάρρευση.

Ο άνθρωπος, όλο και πιο συχνά, προκαλεί με τις δραστηριότητές του αποσταθεροποιήσεις στα φυσικά οικοσυστήματα, είτε δυσχεραίνοντας τους μηχανισμούς ελέγχου που λειτουργούν σε αυτά, είτε προσπαθώντας να υποκαταστήσει τους φυσικούς μηχανισμούς ελέγχου με τεχνητούς, τους οποίους ο ίδιος μπορεί να ρυθμίζει. Ένα παράδειγμα είναι τα τροπικά δάση. Η επέμβαση του ανθρώπου είναι πια τέτοια, ώστε να εμποδίζεται η φυσική αναγέννηση των δασών και να αδυνατούν τα οικοσυστήματα αυτά να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση ισορροπίας. Οι μηχανισμοί ελέγχου που διέπουν τα φυσικά οικοσυστήματα σχετίζονται αφενός με την εξέλιξη των οικοσυστημάτων αυτών και αφετέρου με την παραγωγικότητά τους.

Η κατανόηση της λειτουργίας των οικοσυστημάτων είναι ένα σημαντικό βήμα για μια προσπάθεια ορθολογικής διαχείρισής τους, σε παγκόσμια κλίμακα.

1.2.3 Υποβάθμιση των οικοσυστημάτων

Τα οικοσυστήματα του πλανήτη μας μπορεί να χαρακτηρίζονται από σταθερότητα μόνο όσο διατηρούνται οι ισορροπίες ανάμεσα στα μέλη της βιοκοινωνίας, αλλά και ανάμεσα στη βιοκοινωνία και τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος. Η προστασία, λοιπόν, των οικοσυστημάτων που αποτελούν τη βιόσφαιρα, μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι η προστασία ή η σωστή διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος και ο δεύτερος (και πιο σημαντικός) είναι η επίτευξη ισορροπίας ανάμεσα στο ανθρώπινο είδος και τα υπόλοιπα συστήματα της βιόσφαιρας. Οι δύο αυτές δράσεις είναι αλληλοεξαρτώμενες και δεν μπορεί να πραγματοποιηθούν η μία χωρίς την άλλη.

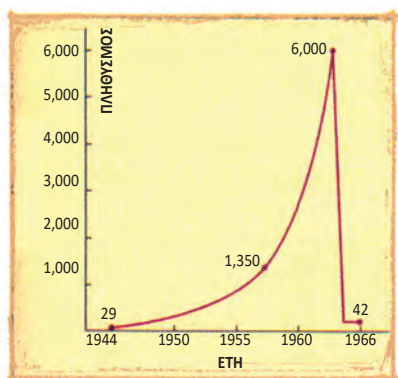
Για τη διαχείριση του περιβάλλοντος, το ζητούμενο είναι η διατήρηση και επέκταση των σταθερών οικοσυστημάτων, αλλά και η αποκατάσταση και αναβάθμιση

των ασταθών. Μιλούμε σ' αυτή την περίπτωση, για την *οικολογική αποκατάσταση* των φυσικών συστημάτων.

Πώς αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια περιοχή που έχει διαφοροποιηθεί μερικά ή ολικά, σαν αποτέλεσμα αναπτυξιακών δραστηριοτήτων όπως είναι η γεωργία ή η μετάλλευση; Σε μια τέτοια περίπτωση η αποκατάσταση θα αρχίσει με τη δημιουργία του επιθυμητού φυσικού περιβάλλοντος και την εισαγωγή των κατάλληλων φυτών που με τη σειρά τους θα υποστηρίξουν την ανάπτυξη συγκεκριμένων ζωικών ειδών.

Τα τελευταία χρόνια οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν προκαλέσει σοβαρές πιέσεις στο περιβάλλον με αποτέλεσμα να έχει δημιουργηθεί μια παγκόσμια οικολογική κρίση. Μακροπρόθεσμα, οι οποιοσδήποτε προσπάθειες κάνει ο άνθρωπος για να προστατέψει τα φυσικά οικοσυστήματα θα κινδυνεύουν να ανατραπούν και να αποβούν αναποτελεσματικές, αν δεν αντιμετωπιστούν με διαφορετικό τρόπο οι τάσεις που υπάρχουν σχετικά με την αύξηση του πληθυσμού και την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων.

Ας δούμε, σ' αυτό το σημείο ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα. Το 1944 μεταφέρθηκαν στο νησί St. Matthews (βρίσκεται στη θάλασσα Bering, ανάμεσα στην Αλάσκα και τη Ρωσία), το οποίο έχει έκταση 128 τετραγωνικά μίλια, 29 τάρανδοι. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο νησί αυτό δεν υπήρχαν είδη για τα οποία οι τάρανδοι να αποτελούν θήραμα. Έτσι, οι τάρανδοι πολλαπλασιάζονταν ανενόχλητοι, ώπου ο πληθυσμός τους έφτασε τις 6.000 το 1963. Στο μεσοδιάστημα βέβαια, οι λειχήνες που αποτελούσαν σημαντική τροφή το χειμώνα, είχαν σχεδόν εξαφανιστεί και τη θέση τους είχαν πάρει σπαθόχορτα και γρασίδι. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 1963-64 η έλλειψη τροφής, σε συνδυασμό με το βαρύ χειμώνα, είχαν ως αποτέλεσμα λιμό, που εξολόθρευσε σχεδόν όλο το κοπάδι. Μόνο 42 ζώα είχαν απομείνει το 1966.



Εικόνα 13 Η καμπύλη που απεικονίζει τη μεταβολή του αριθμού των τάρανδων στο νησί St. Matthews (αριστερά) είναι της ίδιας μορφής με εκείνη που απεικονίζει τη μεταβολή του πληθυσμού των ανθρώπων του πλανήτη (δεξιά). [11]

Αν παρατηρήσει κανείς το διάγραμμα που δείχνει τη μεταβολή του αριθμού των κατοίκων του πλανήτη τα τελευταία χρόνια, θα δει ότι ακολουθείται καμπύλη της ίδιας μορφής με αυτή που παρουσιάστηκε πιο πάνω για τους ταράνδους του νησιού St. Matthews. Επιπλέον, ο άνθρωπος έχει θέσει υπό έλεγχο, σε μεγάλο βαθμό, παράγοντες, όπως είναι οι ασθένειες και τα παράσιτα, ενώ δεν αποτελεί θήραμα για κανένα άλλο είδος. Με λίγα λόγια, το ανθρώπινο είδος λειτουργεί χωρίς να έχει πρακτικά φυσικούς εχθρούς. Είναι κακός διαχειριστής του φυσικού περιβάλλοντος, αποφιλώνοντας τα δάση, υπεραλιεύοντας τις θάλασσες, εξαντλώνοντας τους υδατικούς πόρους και προκαλώντας την εξαφάνιση πολλών άλλων ειδών.

Ο αριθμός των ανθρώπων του πλανήτη μας διπλασιάστηκε μέσα σε 37 χρόνια (από 2.5 δισεκατομμύρια που ήταν το 1950, σε 6 δισ. το 1999) και αυξάνεται με ρυθμό 1,6 % (90 εκατομμύρια άνθρωποι ανά έτος). Εκτιμάται ότι ο επόμενος διπλασιασμός θα πραγματοποιηθεί γύρω στο 2040. Σε πολλές περιοχές του πλανήτη όμως, τα δάση, τα νερά, τα ψάρια, το γόνιμο έδαφος και άλλοι φυσικοί πόροι έχουν ήδη υποστεί υπερεκμετάλλευση και υποβάθμιση.

Το κρίσιμο ερώτημα, λοιπόν, σε αυτή την περίπτωση, είναι αν ο πλανήτης μπορεί να υποστηρίξει αυτή τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού. Πολλοί ειδικοί έχουν ασχοληθεί με το θέμα αυτό τα τελευταία χρόνια και είναι πολλά τα σενάρια που έχουν διαμορφωθεί, καθώς δεν υπάρχει μία και μοναδική απάντηση στο ερώτημα. Αρκούν λιγότεροι από 1 δισ. άνθρωποι, που θα χρησιμοποιούν τη σύγχρονη τεχνολογία και θα διαχειρίζονται αλόγιστα τους φυσικούς πόρους, για να φτάσουν τον πλανήτη στα όριά του. Εξάλλου, έχει εκτιμηθεί ότι η ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος και η απομάκρυνση από συστήματα υπερπαραγωγής και υπερκατανάλωσης, μπορεί να επιτρέψει ένα πολύ καλό βιοτικό επίπεδο σε 10 με 15 δισ. ανθρώπους.

Ο πιο ασφαλής δρόμος προς τη βιώσιμη ανάπτυξη, δηλαδή την ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τις ανάγκες του μέλλοντος, είναι αφενός η κατανόηση και η εκτίμηση των οικολογικών αρχών και αφετέρου η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας για να λειτουργήσει ο άνθρωπος πολιτισμός σε αρμονία με τις αρχές αυτές.

**** Επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του ανθρώπου στα φυσικά οικοσυστήματα**

Η συνολική επίπτωση (Ε) που προκαλεί στο περιβάλλον ένας ανθρώπινος πληθυσμός, δεν εξαρτάται μόνο από το μέγεθος (Π) του πληθυσμού, αλλά και από το μέγεθος (Κ) της κατανάλωσης ή χρήσης (κατά κεφαλή) των φυσικών πόρων για την παραγωγή αγαθών, καθώς και από το μέγεθος (Τ) της επίπτωσης στο περιβάλλον που προκαλεί κάθε μονάδα παραγόμενων αγαθών, το οποίο σχετίζεται άμεσα με την τεχνολογία παραγωγής των αγαθών αυτών.

Συνοπτικά, όσα αναφέρθηκαν παραπάνω εκφράζονται με τη σχέση:

$$E = P * K * T$$

Η τιμή του παράγοντα K , που αφορά την κατανάλωση, διαφέρει πολύ μεταξύ ανεπτυγμένων και υπανάπτυκτων χωρών. Για παράδειγμα, υπολογίζεται ότι στις μη ανεπτυγμένες χώρες, η μέση ανά κάτοικο κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (μη-ανεώσιμων ενεργειακών πόρων) για την παραγωγή ενέργειας είναι διακόσιες φορές μεγαλύτερη από ό,τι στις υπανάπτυκτες. Αντίστοιχης τάξης μεγέθους αναλογίες αφορούν και στην κατανάλωση πολλών φυσικών ανανεώσιμων και μη φυσικών πόρων ως πρώτων υλών για τη βιομηχανία, με αντίστοιχη επίπτωση στο περιβάλλον.

Ο συνδυασμός των παραγόντων $P * K$ προκαλεί τον **καταναλωτικό υπερπληθυσμό**.

Ο τρίτος παράγοντας που προσδιορίζει τη συνολική επίπτωση στο περιβάλλον, είναι η τεχνολογία παραγωγής των αγαθών (T) που σχετίζεται με το τι καταναλώνουμε. Τα καταναλωτικά πρότυπα των ανεπτυγμένων χωρών όχι μόνο αυξάνουν τον καταναλωτικό υπερπληθυσμό, αλλά και καθοδηγούν τις προτιμήσεις του καταναλωτή σε προϊόντα που η παραγωγή τους και / ή η απόρριψή τους, μετά τη χρήση τους, έχει μεγάλη επίπτωση στο περιβάλλον. Η επίπτωση αυτή μπορεί να πάρει τη μορφή δημιουργίας ρύπανσης, κατανάλωσης των φυσικών πόρων ή υποβάθμισης των οικοσυστημάτων. Πολύ συχνά είναι συνδυασμός και των τριών. Μια κοινωνία καλείται να κάνει επιλογές, που μπορεί να είναι βιώσιμες ή μη, σε σχέση με τα παραπάνω στοιχεία.

Η διαχείριση των οικοσυστημάτων, με τρόπο που να προκαλεί την υποβάθμισή τους, αποτελεί προφανώς μια μη βιώσιμη επιλογή. Επίσης, η απλή διαχείριση, που συνήθως περιορίζεται μόνο στη διαχείριση κρίσεων (όπως η κατάσβεση δασικών πυρκαγιών ή η αποκατάσταση πλημμυρών) δεν μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμη λύση. **Βιώσιμη λύση θεωρείται η πρόληψη της υποβάθμισης στην πηγή της, υπολογίζοντας συνολικά και μακροπρόθεσμα τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην οικονομία, στην κοινωνία και στον πλανήτη.**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Δώστε τους ορισμούς των όρων: είδος, πληθυσμός και θιότοπος.
2. Τι ονομάζεται οικοσύστημα;
3. Τι γνωρίζετε για την οικολογική διαδοχή;
4. Τι ονομάζεται ομοιόσταση;
5. Πώς μπορεί να επιτευχθεί η προστασία των οικοσυστημάτων;
6. Αναπτύξτε την ποιοτική σχέση που εκφράζει τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του ανθρώπου στα φυσικά οικοσυστήματα.

1.3 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία 25 χρόνια, ο πληθυσμός της Γης έχει αυξηθεί κατά δύο δισεκατομμύρια. Η πληθυσμιακή έκρηξη, σε συνδυασμό με την τάση υπερκατανάλωσης που παρατηρείται στις οικονομικά ισχυρές χώρες του κόσμου, είναι παράγοντες που δημιουργούν σοβαρές πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Έντονος είναι ο προβληματισμός που υπάρχει για το αν η Γη μπορεί να συντηρήσει όλους αυτούς τους κατοίκους, με την προοπτική της διατήρησης ενός καλού βιοτικού επιπέδου. Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα αίτια της πληθυσμιακής έκρηξης ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο διαφορετικό τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται ο πληθυσμός στις αναπτυγμένες και τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες.

Εισαγωγή

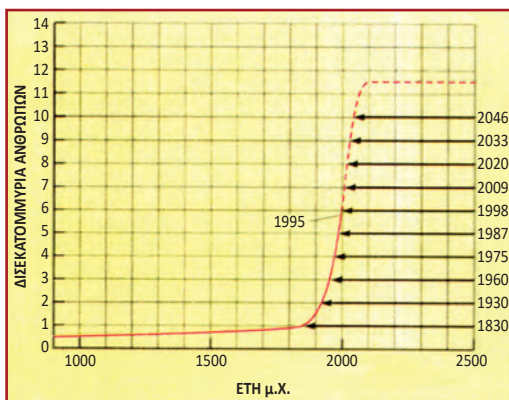
Από την αρχή της ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού μέχρι και το 1800 περίπου, ο πληθυσμός αυξανόταν αργά, με μεταβαλλόμενους ρυθμούς. Λίγο πριν το 1830 ο παγκόσμιος πληθυσμός έφτασε το ένα δισεκατομμύριο, ενώ εκατό χρόνια μετά, δηλαδή το 1930, είχε φτάσει τα δύο δισεκατομμύρια. Μέσα στα επόμενα 45 χρόνια, ο πληθυσμός διπλασιάστηκε και πάλι, φτάνοντας τα 4 δισεκατομμύρια. Οι ρυθμοί αύξησης που ακολούθησαν είχαν ως αποτέλεσμα να φτάσει ο πληθυσμός της Γης τα 6 δισεκατομμύρια ανθρώπους στα μέσα του 1999.

Μία από τις βασικές αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ο έλεγχος του μεγέθους του πληθυσμού, με στόχο την αποφυγή της υπερκατανάλωσης των φυσικών πόρων. Παρ' όλα αυτά, ο πληθυσμός της Γης έχει περίπου εξαπλασιαστεί τα τελευταία 200 χρόνια. Αλλά ενώ ο ρυθμός της αύξησης έχει ελαττωθεί, η αύξηση του αριθμού των κατοίκων του πλανήτη εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από οποιαδήποτε άλλη περίοδο της ανθρώπινης ιστορίας. Αν το γεγονός αυτό συνδυαστεί με την τάση υπερκατανάλωσης ενέργειας και υλικών, το ζήτημα της πληθυσμιακής αύξησης καθίσταται ένα από τα πλέον σημαντικά προβλήματα της εποχής μας.

1.3.1 Αίτια της πληθυσμιακής έκρηξης

Ο βασικός λόγος για την αργή αύξηση του πληθυσμού πριν από το 1800 ήταν η επικράτηση ασθενειών όπως η ευλογιά, η διφθερίτιδα, η ιλαρά και η οστρακιά, που ήταν πολλές φορές θανατηφόρες. Αυτές οι ασθένειες έπλητταν κυρίως τα βρέφη και τα μικρά παιδιά. Ήταν πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, σε οικογένειες με επτά και οχτώ παιδιά, να φτάνουν στην ενηλικίωση μόνο ένα ή δύο παιδιά. Επιπλέον, επιδημίες ασθενειών όπως ο τυφοειδής πυρετός, η χολέρα και η πανούκλα εξόντωναν τους ενήλικες. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονταν συχνά και λοιμοί που δυσκόλευαν περισσότερο την κατάσταση.

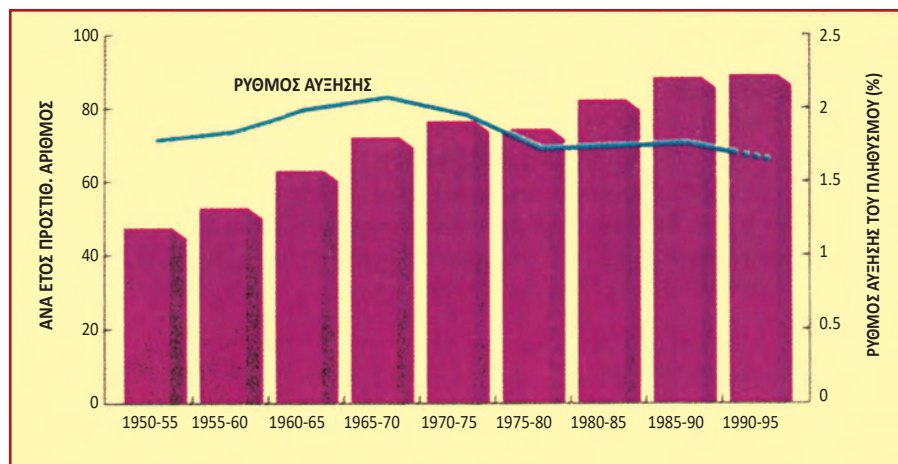
Από βιολογική πλευρά, πριν από το 1880, ο πληθυσμός βρισκόταν σε δυναμική ισορροπία με τους φυσικούς του εχθρούς- κυρίως τις ασθένειες, αλλά και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι υψηλοί ρυθμοί αναπαραγωγής αντισταθμίζονταν σε γενικές γραμμές από την υψηλή θνησιμότητα, ιδιαίτερα στα βρέφη και τα παιδιά.



Εικόνα 14 Η παγκόσμια πληθυσμιακή έκρηξη.[11]

Στα 1800 ο Λουί Παστέρ και άλλοι επιστήμονες έκαναν μία πολύ σημαντική ανακάλυψη, ότι δηλαδή οι ασθένειες μεταδίδονται με μολυσματικούς παράγοντες (που γνωρίζουμε πλέον ότι είναι βακτηρίδια, ιοί και παράσιτα), οι οποίοι μεταδίδονται μέσω του νερού, της τροφής, εντόμων και διαφόρων άλλων παρασιτικών οργανισμών. Οι ανακαλύψεις αυτές είχαν ως αποτέλεσμα σημαντικές βελτιώσεις στις συνθήκες υγιεινής. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν τεχνικές προστασίας από τις ασθένειες με τη μορφή εμβολιασμών. Αργότερα, στη δεκαετία του 1930, μετά την ανακάλυψη της πενικιλίνης, που ήταν πρώτη σε μία σειρά αντιβιοτικών, βρέθηκαν θεραπείες για ασθένειες, όπως η πνευμονία, οι οποίες άλλοτε ήταν θανατηφόρες. Σημειώθηκαν επίσης σημαντικές βελτιώσεις στη διατροφή των ανθρώπων. Οι αλλαγές στις συνθήκες υγιεινής, στα φάρμακα και στη διατροφή περιόρισαν σε εντυπωσιακό βαθμό τη θνησιμότητα, ενώ οι ρυθμοί γεννήσεων παρέμεναν υψηλοί.

Τις τελευταίες δεκαετίες ο μέσος δείκτης γονιμότητας- ο μέσος αριθμός των παιδιών που αποκτά μια γυναίκα κατά τη διάρκεια της ζωής της - έχει ελαττωθεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση του ρυθμού αύξησης του πληθυσμού. Παρ' όλα αυτά όμως, καθώς οι άνθρωποι που βρίσκονται σε αναπαραγωγική ηλικία έχουν εξαπλωθεί - με τον αυξανόμενο αριθμό των παιδιών που μεγαλώνουν- εξακολουθεί να παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού σε απόλυτους αριθμούς.



Εικόνα 15 Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού του πλανήτη και η απόλυτη αύξηση του αριθμού των κατοίκων του.[11]

Σύμφωνα με εκτιμήσεις που έχουν γίνει, ο αριθμός των ανθρώπων του πλανήτη θα έχει φτάσει τα 12 δισεκατομμύρια στο τέλος του επόμενου αιώνα, αν και γίνονται σημαντικές προσπάθειες για τον έλεγχο των γεννήσεων.

1.3.2 Διαφορές μεταξύ αναπτυγμένων και λιγότερο αναπτυγμένων χωρών

Η Παγκόσμια Τράπεζα, όργανο των Ηνωμένων Εθνών, χωρίζει τις χώρες του κόσμου σε τρεις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το κατά κεφαλήν εισόδημά τους:

Α. Βιομηχανικές χώρες (υψηλό εισόδημα)

Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται οι Ηνωμένες Πολιτείες, ο Καναδάς, η Ιαπωνία, η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, οι χώρες της Δυτικής Ευρώπης και η Σκανδιναβία.

Β. Χώρες ενδιάμεσης ανάπτυξης (μέσο εισόδημα)

Αυτές είναι οι χώρες της Λατινικής Αμερικής, της Βόρειας και Δυτικής Αφρικής, της Ανατολικής Ασίας, της Ανατολικής Ευρώπης, καθώς και χώρες της τέως ΕΣΣΔ.

Γ. Χώρες χαμηλού εισοδήματος

Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι χώρες της Ανατολικής και Κεντρικής Αφρικής, η Ινδία και άλλες χώρες της Κεντρικής Ασίας.

Οι χώρες της πρώτης κατηγορίας αναφέρονται ως *αναπτυγμένες χώρες*, ενώ εκείνες της δεύτερης και της τρίτης κατηγορίας αναφέρονται ως *λιγότερο αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες χώρες*.

Οι διαφορές που υπάρχουν στην κατανομή του πλούτου ανάμεσα στις αναπτυγμένες και τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες είναι πραγματικά εντυπωσιακές. Στις αναπτυγμένες χώρες αντιστοιχεί το 21% του παγκόσμιου πληθυσμού. Παρ' όλα αυτά, ελέγχουν το 80% περίπου του παγκόσμιου πλούτου. Αυτό σημαίνει ότι οι λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, που αποτελούν το 79% του παγκόσμιου πληθυσμού, ελέγχουν μόλις το 20% του παγκόσμιου πλούτου. Παράλληλα υπάρχει και δυσανάλογη κατανομή του πλούτου στο εσωτερικό κάθε χώρας. Ένα ποσοστό 10 με 15% των κατοίκων των αναπτυγμένων χωρών χαρακτηρίζονται ως φτωχοί (δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους σε τροφή, στέγη και ρουχισμό), ενώ στην ίδια κατηγορία ανήκει το 90% περίπου του πληθυσμού των λιγότερο αναπτυγμένων χωρών.

Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού της Γης ζει στο όριο της φτώχειας, εξασφαλίζοντας οριακά τα προς το ζην. Οι μισοί περίπου από αυτούς τους ανθρώπους- πάνω από ένα δισεκατομμύριο στο σύνολό τους- ζουν σε συνθήκες απόλυτης φτώχειας, την οποία ο Ρόμπερτ Μακναμάρα, πρόεδρος της Παγκόσμιας Τράπεζας το 1978, όρισε ως εξής:

«Μία διαβίωση τόσο περιορισμένη από την κακή διατροφή, τον αναλφαριθμητισμό, τις ασθένειες, το ρυπασμένο περιβάλλον, την υψηλή βρεφική θνησιμότητα και τη χαμηλή προσδοκώμενη διάρκεια ζωής, που είναι πέρα από κάθε λογικό ορισμό της ανθρώπινης αξιοπρέπειας».

Οι διαφορές που υπάρχουν σήμερα ανάμεσα στις αναπτυγμένες και στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες οφείλονται, σε ένα βαθμό, στην αποικιοκρατία που

επικράτησε το 18^ο και 19^ο αιώνα. Η Γαλλία, η Αγγλία, η Πορτογαλία, η Ισπανία και άλλες Ευρωπαϊκές χώρες κατέλαβαν την Ασία, την Αφρική και τη Λατινική Αμερική και τις μετέτρεψαν σε αποικίες. Οι ντόπιοι έχασαν την ιδιοκτησία της γης τους. Μη έχοντας άλλα μέσα για να επιβιώσουν, αναγκάστηκαν να εργαστούν έναντι εξευτελιστικών μισθών σε βαμβακοφυτείες και φυτείες τσαγιού που εκμεταλλεύονταν οι μητροπόλεις. Αυτές οι χώρες δεν βιομηχανοποιήθηκαν. Πολλές από τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες ανεξαρτητοποιήθηκαν μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Έχοντας μείνει τόσο πίσω, χωρίς καμία βιομηχανική βάση και χωρίς την εμπειρία διαχείρισης, παρέμειναν φτωχές, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Το γεγονός, πάντως, είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Γης ζει στις χώρες αυτές.

1.3.3 Αύξηση του πληθυσμού στις πλούσιες και τις φτωχές χώρες

Αν εξετάσουμε την αύξηση του πληθυσμού της Γης ξεχωριστά στις αναπτυγμένες και τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες του πλανήτη, θα διαπιστώσουμε ότι σε ποσοστό περίπου 90%, η αύξηση αυτή επέρχεται στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες.

Δεδομένου ότι δεν υπάρχει πια τόσο μεγάλος δείκτης θνησιμότητας, ο πιο καθοριστικός παράγοντας για την αύξηση του πληθυσμού είναι ο ολικός δείκτης γονιμότητας, δηλαδή ο μέσος αριθμός παιδιών που αποκτά κάθε γυναίκα κατά τη διάρκεια της ζωής της. Ολικός δείκτης γονιμότητας ίσος με 2 έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση του πληθυσμού σε σταθερά επίπεδα, με την έννοια ότι τα δύο παιδιά θα αντικαταστήσουν τους γονείς τους, όταν αυτοί αποβιώσουν. Αν ο δείκτης είναι μεγαλύτερος του 2, ο πληθυσμός θα αυξηθεί, αφού η κάθε γενιά αντικαθίσταται από μία μεγαλύτερη. Αν ο δείκτης είναι μικρότερος του 2, ο πληθυσμός θα ελαττωθεί.

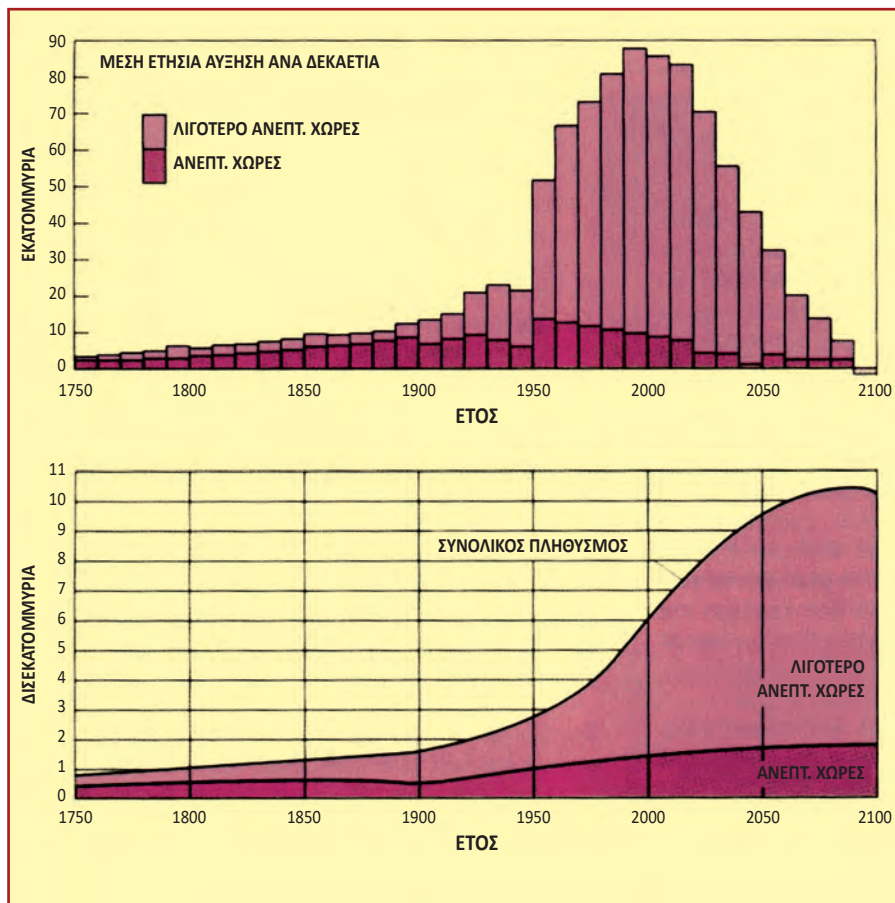
Λόγω του ότι η βρεφική και παιδική θνησιμότητα δεν είναι ακριβώς μηδέν, ο ολικός δείκτης γονιμότητας, που εξασφαλίζει σταθερό πληθυσμό, είναι λίγο μεγαλύτερος του 2. Πιο συγκεκριμένα, είναι 2,03 για τις αναπτυγμένες χώρες και 2,16 για τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, στις οποίες η βρεφική και παιδική θνησιμότητα είναι πιο υψηλή.

Οι συνολικοί δείκτες γονιμότητας στις αναπτυγμένες χώρες έχουν παρουσιάσει πτώση τις τελευταίες δεκαετίες, με αποτέλεσμα αυτοί να βρίσκονται πια κάτω από το 2. Εξαίρεση αποτελούν οι Η.Π.Α, όπου ο δείκτης είναι ίσος με 2,1. Εξάλλου στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι δείκτες γονιμότητας, αν και έχουν πέσει σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυμαίνονται ακόμη σε ένα εύρος τιμών από 3 έως 6. Αυτό σημαίνει ότι οι πληθυσμοί αυτών των χωρών θα διπλασιαστούν μέσα στα επόμενα 20 με 40 χρόνια.

Πίνακας 1 Στοιχεία πληθυσμού για επιλεγμένες χώρες.[11]

ΧΩΡΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ (ΧΡΟΝΙΑ)
Κόσμος	3.2	43
Λιγότερο αναπτυγμένες χώρες		
Μέση τιμή (με την εξαίρεση της Κίνας)	4.2	31
Αίγυπτος	3.9	31
Κένυα	6.3	21
Μαδαγασκάρη	6.1	21
Ινδία	3.6	36
Ιράκ	7.0	19
Βιετνάμ	3.7	30
Αϊτή	6.0	30
Βραζιλία	3.0	40
Μεξικό	3.2	31
Αναπτυγμένες χώρες		
Μέση τιμή	1.7	264
Ηνωμένες Πολιτείες	2.1	98
Καναδάς	1.8	98
Ιαπωνία	1.5	267
Δανία	1.8	533
Γερμανία	1.3	Παρατηρείται ελάττωση του πληθυσμού
Ιταλία	1.2	Παρατηρείται ελάττωση του πληθυσμού
Ισπανία	1.2	630

Αυτό, σε μια πρώτη προσέγγιση, σημαίνει ότι ο πληθυσμός των λιγότερο αναπτυγμένων χωρών θα εξακολουθήσει να αυξάνεται, ενώ ο πληθυσμός των πιο αναπτυγμένων χωρών θα σταθεροποιηθεί ή και θα ελαττωθεί. Το ποσοστό των κατοίκων των λιγότερο αναπτυγμένων χωρών - που είναι ήδη 79%- φαίνεται ότι θα ανέλθει σταθερά πάνω από το 90%.



Εικόνα 16 Η αύξηση του πληθυσμού στις αναπτυγμένες και τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες. Αν δε διαφοροποιηθούν οι σημερινές τάσεις, οι κάτοικοι των λιγότερο αναπτυγμένων χωρών θα αποτελούν το 90% του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το 2075 [11]

Φυσικά, κάτι τέτοιο δεν σημαίνει ότι μόνο οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν πληθυσμιακό πρόβλημα και ούτε ότι η αύξηση του πληθυσμού στις χώρες αυτές είναι ο μοναδικός παράγοντας που δημιουργεί πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Ο αυξανόμενος αριθμός ανθρώπων σε όλο τον πλανήτη έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των αναγκών σε πρώτες ύλες και της παραγωγής αποβλήτων. Πολύ σημαντική παράμετρος για την εκτίμηση των συνολικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την πληθυσμιακή έκρηξη είναι η καταναλωτική τάση, η οποία επικρατεί και διαφέρει σημαντικά από πληθυσμό σε πληθυσμό. Για παράδειγμα, έχει εκτιμηθεί ότι, λόγω των διαφορών που υπάρχουν στην κατανάλωση, το μερίδιο ενός μέσου Αμερικανού στην κατανάλωση αγαθών - συνεπώς και στην παραγωγή αποβλήτων

- είναι εικοσαπλάσιο από αυτό ενός κατοίκου στο Μπαγκλαντές, που είναι μια φτωχή Ασιατική χώρα.

Υπάρχουν κάποιοι ειδικοί που υποστηρίζουν ότι η υπερκατανάλωση αγαθών (που συνοδεύεται πάντα από την αντίστοιχη παραγωγή αποβλήτων) είναι πρόβλημα πιο σημαντικό και από την ίδια την αύξηση του πληθυσμού. Η σταθεροποίηση του πληθυσμού και η ελάττωση της κατανάλωσης, σε συνδυασμό με την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και τη λήψη μέτρων προστασίας, είναι, πάντως, εξίσου σημαντικοί παράγοντες, στο πλαίσιο της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη.

1.3.4 Αστικοποίηση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος

Στις αναπτυσσόμενες χώρες, εκατοντάδες εκατομμύρια άνθρωποι, προσπαθώντας να αντιμετωπίσουν τη φτώχεια και τις κακουχίες της υπαίθρου, μετοικούν στις πόλεις σε αναζήτηση εργασίας και μιας καλύτερης ζωής. Το αποτέλεσμα είναι ότι αρκετές πόλεις των αναπτυσσόμενων χωρών συγκαταλέγονται ανάμεσα στις μεγαλύτερες και ταυτόχρονα πιο ρυπασμένες σ' όλο τον κόσμο. Η ανοικοδόμηση συγκροτημάτων κατοικιών δεν παρακολούθησε τους ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού, με αποτέλεσμα πολλοί άνθρωποι στις μεγάλες πόλεις των αναπτυσσόμενων χωρών να κατοικούν σε άτακτα εκτεινόμενες περιοχές, χωρίς καμία ρυμοτομία και πολλές φορές σε συνοικισμούς παραγκών.

Συχνά δεν υπάρχει επάρκεια σε νερό, ενώ τα αποχετευτικά συστήματα και άλλες υπηρεσίες, που αλλού θεωρούνται αυτονόητες, είναι ανύπαρκτες πολυτέλειες.

Δεν είναι συμπτωματικό ότι στις πόλεις αυτές εκδηλώθηκαν τα τελευταία χρόνια επιδημίες χολέρας. Η χολέρα προκαλείται από ένα βακτηρίδιο το οποίο αναπτύσσεται στα αποχετευτικά συστήματα και περνάει στο πόσιμο νερό. Η ασθένεια αυτή προκαλεί εμετούς και διάρροια, που έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες του οργανισμού σε υγρά. Αν δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα και με την κατάλληλη αγωγή μπορεί να αποβεί μοιραία.

Το περιβάλλον των αστικών πόλεων στις χώρες αυτές είναι εξαιρετικά υποβαθμισμένο και η προστασία του δε φαίνεται να αποτελεί ουσιαστική προτεραιότητα για τους κατοίκους τους που προσπαθούν να καλύψουν άλλες ζωτικές ανάγκες. Χαρακτηριστικά προβλήματα που δημιουργούνται στην προσπάθεια επέκτασης των πόλεων είναι η απώλεια εξοχικών και αγροτικών εκτάσεων, καθώς και η επακόλουθη απώλεια άγριας ζωής, σε συνδυασμό με σοβαρά κοινωνικά προβλήματα.



Εικόνα 17 Στην Κεντρική και τη Νότια Αμερική, αποψιλώνονται τεράστιες εκτάσεις τροπικών δασών με στόχο την καλλιέργεια των εδαφών, όπως φαίνεται σε αυτή τη φωτογραφία από το Περού. Τα εδάφη αυτά συνήθως έχουν χαμηλή απόδοση, γιατί το υπέδαφος είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά.[11]

Οι συνθήκες ζωής είναι πολύ διαφορετικές στις μεγαλουπόλεις των αναπτυσσόμενων χωρών, όπου οι άνθρωποι ζουν με ανέσεις. Παρόλα αυτά τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι πια παγκόσμια. Γι' αυτό είναι ιδιαίτερα οξυμένα και στις πόλεις αυτές. Από τα πιο σημαντικά είναι η εξάντληση των φυσικών πόρων, η ατμοσφαιρική ρύπανση, που οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στη χρήση των αυτοκινήτων, η ρύπανση των υδάτων και η υπαβάθμιση των υδάτινων πόρων.





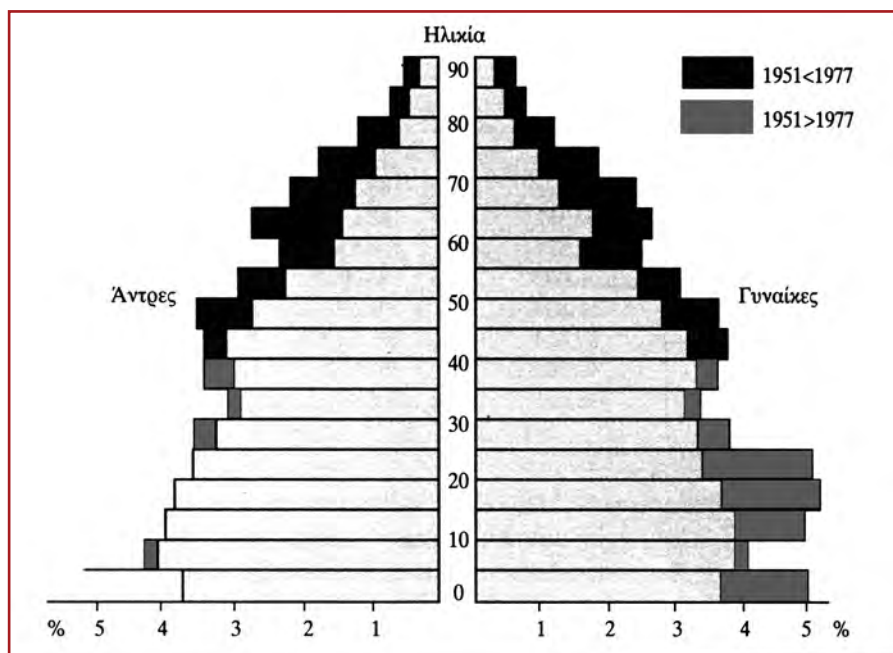
Εικόνα 18 Η αύξηση του πληθυσμού σε πολλές πόλεις των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών υπήρξε ραγδαία, με αποτέλεσμα να ξεπεραστεί κατά πολύ η δυνατότητα παροχής ικανοποιητικής ποιότητας ζωής στους κατοίκους τους. [11]

Τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα που δημιουργούνται στις μεγαλουπόλεις είναι καθοριστικά για την ποιότητα ζωής των ανθρώπων που συνωστίζονται σε αυτές. Το ζητούμενο στην εποχή μας είναι η οργάνωση βιώσιμων πόλεων, όπου η καθημερινή ζωή των ανθρώπων και η προσπάθεια για ανάπτυξη θα συμβαδίζουν με το σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον.

1.3.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, η ετήσια αύξηση του ελληνικού πληθυσμού ήταν μεταξύ των ετών 1985 και 1990 από τις μικρότερες της Ευρώπης (0.23%). Υποστηρίζεται, λοιπόν, ότι η χώρα μας θα «γεράσει» δημογραφικά, με την έννοια ότι θα ελαττωθεί το ποσοστό των νέων, ενώ θα αυξηθεί το ποσοστό των γερόντων. Σε ορισμένες περιοχές (Ευρυτανία, Φωκίδα, Αρκαδία, Λακωνία, Μεσσηνία, Κεφαλονία, Κέρκυρα, Λευκάδα, Λέσβος, Σάμος, Χίος) οι θάνατοι είναι ήδη περισσότεροι από τις γεννήσεις.

Στην εικόνα 19 απεικονίζονται οι πληθυσμιακές πυραμίδες του πληθυσμού της Ελλάδας για τα έτη 1955 και 1977. Είναι φανερή η στένωση της πυραμίδας του 1977 στη βάση και η πλάτυνση στην κορυφή, σε σχέση με την πυραμίδα του 1955.



Εικόνα 19 Προβολή στο ίδιο επίπεδο των πυραμίδων του ελληνικού πληθυσμού για τα έτη 1951 και 1977. Στην πυραμίδα του 1951 και για τις ηλικίες από 0 έως 40 ετών, τα ποσοστά είναι μεγαλύτερα σε σχέση με την πυραμίδα του 1977. Μάλιστα τα ποσοστά του γυναικείου πληθυσμού, είναι μεγαλύτερα λόγω των συνεχών πολέμων (Βαλκανικοί, Α' Παγκόσμιος Πόλεμος, Εμφύλιος). Στην πυραμίδα του 1977, τα ποσοστά του πληθυσμού άνω των σαράντα, υπερέχουν σε σχέση με αυτά της πυραμίδας του 1951. Πρόκειται για το φαινόμενο της δημογραφικής ωρίμανσης ή δημογραφικής γήρανσης. [11]

Η υπογεννητικότητα έχει πολλαπλές δυσάρεστες συνέπειες. Για παράδειγμα, επιδρά αρνητικά στην οικονομική ανάπτυξη, λόγω της μείωσης του ενεργού πληθυσμού. Τα κύρια αίτια, στα οποία αποδίδεται η υπογεννητικότητα, είναι κυρίως οικονομικά. Τα άνεργα νεαρά άτομα παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά γάμων και γεννητικότητας, ενώ οι ηλικίες κάτω των 25 χρόνων αριθμούν τα υψηλότερα ποσοστά ανέργων.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Αναφέρατε τα αίτια της πληθυσμιακής έκρηξης.
2. Δώστε τον ορισμό του ολικού δείκτη γονιμότητας. Πώς αυτός διαφοροποιείται ανάλογα με το αν μια χώρα είναι αναπτυγμένη ή λιγότερο αναπτυγμένη;
3. Πώς το φυσικό περιβάλλον επηρεάζει το φαινόμενο της αστικοποίησης;
4. Πώς μεταβάλλεται ο πληθυσμός στην Ελλάδα και ποια είναι τα αίτια της επικρατούσας τάσης;

1.4 ΡΥΠΟΙ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Χιλιάδες ρύποι εισβάλουν καθημερινά στο φυσικό μας περιβάλλον εξαιτίας φυσικών διεργασιών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στο κεφάλαιο αυτό κατατάσσονται οι ρύποι με κριτήριο την προέλευσή τους, τον τρόπο παραγωγής τους και το μέγεθός τους. Γίνεται, επίσης σύντομη αναφορά στις συνήθεις μονάδες μέτρησης των ρύπων.

1.4.1 Πηγές και είδη ρύπων

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται τόσο σε φυσικές διεργασίες (έδαφος, ηφαίστεια, πυρκαγιές, βιολογικές δραστηριότητες κλπ) όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, θέρμανση, αυτοκίνητα, παραγωγή ενέργειας κλπ). Με βάση, λοιπόν, την προέλευσή τους, οι ρύποι διαχωρίζονται σε *ανθρωπογενείς* και σε *φυσικούς*.

Σε σχέση με τις φυσικές πηγές, η φύση έχει αποκαταστήσει μια ισορροπία ανάμεσα στους μηχανισμούς ρύπανσης και τους μηχανισμούς αντιρρύπανσης. Κάτω από αυτές τις περιβαλλοντικές συνθήκες, οι ζωντανοί οργανισμοί αναπτύχθηκαν ή εξαφανίστηκαν, όταν δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν.

Κύριες φυσικές πηγές ρύπων είναι:

- **Τα ηφαίστεια** (ηφαιστειακή σκόνη και αέρια)
- **Οι πυρκαγιές δασών** (καπνός, αέρια και ιπτάμενη σκόνη)
- **Η αποσάθρωση του εδάφους** (σωματίδια, ραδόνιο)
- **Οι ηλεκτρικές εκκενώσεις και η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία** (Οζον)
- **Η βιολογική αποσύνθεση φυτών και ζώων** (αέρια, σκόνες, οσμές)

Τα νέα στοιχεία που εισάγονται βίαια στα διάφορα οικοσυστήματα προέρχονται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σ' αυτό συντελεί και το γεγονός ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι άνισα κατανεμημένες και κατά κανόνα συγκεντρώνονται σε επιφάνειες μικρές σε σχέση με την επιφάνεια της Γης. Οι ρυπάνσεις μικρού μεγέθους πολλαπλασιάζονται κατά τρόπο εκθετικό και δημιουργούν μεγαλύτερα προβλήματα, σε ευρύτερη γεωγραφική περιοχή.

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές είναι:

- **Οι βιομηχανίες.** Συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Τα βιομηχανικά απόβλητα (αέρια, στερεά και υγρά) έχουν σε πολλές περιπτώσεις δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην υγιεινή διαβίωση των ανθρώπων και έχουν προκαλέσει καταστροφές σε μικρά ή μεγάλα οικοσυστήματα.
- **Οι αστικές δραστηριότητες.** Τα αστικά λύματα και τα στερεά απορρίμματα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης, που αυξάνονται όσο μεγαλύτερο είναι το αστικό κέντρο. Μαζί με τα λύματα, διοχετεύονται στο περιβάλλον και μη αποικοδομήσιμα προϊόντα, όπως απορρυπαντικά, πλαστικά, ορκετέλαια, φάρμακα κ.λπ.
- **Η συγκοινωνία και η κεντρική θέρμανση.** Οι πηγές αυτές προκαλούν κυρίως ρύπανση στην ατμόσφαιρα. Επειδή συνήθως είναι συγκεντρωμένες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές προσβάλλουν άμεσα την υγεία των κατοίκων.
- **Οι γεωργικές δραστηριότητες.** Λιπάσματα, βελτιωτικά εδάφους, παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα κ.λπ, προκαλούν έντονα προβλήματα ρύπανσης, κυρίως στους υδάτινους αποδέκτες.

- **Τα τυχαία περιστατικά.** Είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος που οφείλεται σε τυχαία περιστατικά, όπως εκρήξεις σε δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου ή άλλων τοξικών ουσιών, ατυχήματα σε βιομηχανίες (π.χ Σεβέζο, Μομπάλ, Τσέρνομπιλ) κ.λπ.

Η ρύπανση από φυσικές πηγές είναι πολύ μεγαλύτερη από τη ρύπανση που οφείλεται σε ανθρωπογενείς πηγές. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 90% της μάζας όλων των ρύπων εκπέμπονται ως αέρια, ενώ το 10% ως σωματίδια ή υγρά.

Πίνακας 2 Ανθρωπογενείς και φυσικές πηγές ρύπων σε κιλά/έτος [9]

ΡΥΠΟΣ	ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΠΗΓΕΣ
ΟΖΟΝ (O_3)	$1,8 \cdot 10^{12}$	μικρή
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO_2)	$7,2 \cdot 10^{13}$	$1,4 \cdot 10^{13}$
ΝΕΡΟ (H_2O)	$4,5 \cdot 10^{17}$	$9,0 \cdot 10^{12}$
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)		$1,8 \cdot 10^{11}$
ΘΕΙΟ (S)	$1,3 \cdot 10^{11}$	$6,8 \cdot 10^{10}$
ΑΖΩΤΟ (N)	$1,4 \cdot 10^{12}$	$1,8 \cdot 10^{10}$

Οι ρύποι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία χημικής σύνθεσης. Έτσι, μια απόπειρα κατάταξής τους, με βάση τις χημικές τους ιδιότητες, παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα. Μπορούν όμως να διακριθούν με βάση:

1. Τον τρόπο παραγωγής τους σε:
 - **Πρωτογενείς ρύποι:** είναι οι ρύποι που σχηματίζονται στις πηγές ρύπανσης.
 - **Δευτερογενείς ρύποι:** είναι οι ρύποι που σχηματίζονται με χημικές αντιδράσεις από τους πρωτογενείς ρύπους. Οι χημικές αυτές αντιδράσεις συμβαίνουν είτε μεταξύ των ρύπων, είτε με άλλα συστατικά του περιβάλλοντος.
2. Το μέγεθός τους:
 - σε ρύπους υπό **μοριακή** μορφή (π.χ αέρια) ή
 - σε **μικροσκοπικά σωματίδια**, σε φάση υγρή ή στερεά με τυπικές διαμέτρους από 10^{-3} έως 10^2 μm ($1 \mu m = 1$ εκατομμυριοστό του μέτρου).

1.4.2 Μονάδες μέτρησης ρύπων

Επειδή η συγκέντρωση των ρύπων είναι πολύ μικρή, εκφράζεται συνήθως σε ppm (parts per million - μέρη στο εκατομμύριο).

$1 \text{ ppm} = 1 \text{ όγκος αερίου ρύπου} / 10^6 \text{ όγκους (ρύπου + αέρα)}$

Για ρύπους σε πιο μικρή ποσότητα χρησιμοποιείται το ppb (parts per billion - μέρη στο δισεκατομμύριο) και το ppt (parts per trillion - μέρη στο τρισεκατομμύριο).

Η συγκέντρωση ενός ρύπου μπορεί να εκφράζεται και σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ή mg/m^3 ή g/m^3 .

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνουμε τους ρύπους με βάση την προέλευσή τους;
2. Ποιες είναι οι κύριες φυσικές πηγές ρύπων;
3. Ποιες είναι οι κύριες ανθρωπογενείς πηγές ρύπων;
4. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνουμε τους ρύπους με βάση τον τρόπο παραγωγής τους και σε ποιες με βάση το μέγεθός τους;
5. Ποιες είναι οι συνηθέστερες μονάδες μέτρησης ρύπων;

1.5 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

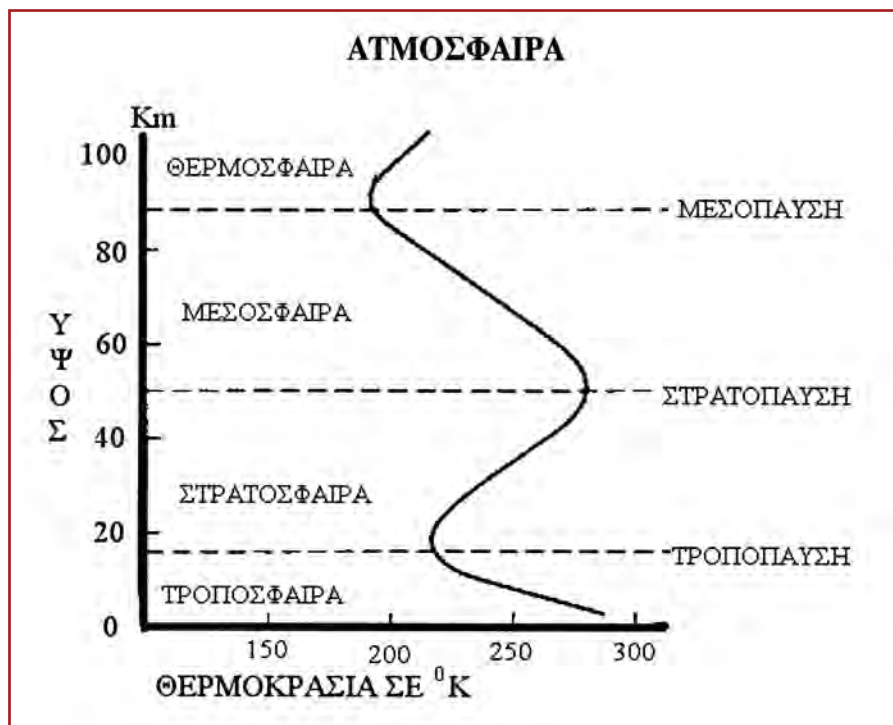
Με την έλευση της βιομηχανικής επανάστασης το μίγμα των αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα άρχισε να αλλάζει ραγδαία. Οι επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία αποδεικνύονται σοβαρές και συχνά δραματικές. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή και η σύσταση της ατμόσφαιρας με ιδιαίτερη αναφορά στους βασικούς αέριους ρύπους που ανιχνεύονται στην τροπόσφαιρα (κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας). Εξετάζονται οι επιπτώσεις των αέριων ρύπων στην ανθρώπινη υγεία, καθώς και μέθοδοι ή τεχνικές για τον περιορισμό και τον έλεγχο των εκπομπών.

1.5.1 Δομή της ατμόσφαιρας

Ατμόσφαιρα θεωρείται το μείγμα των αερίων που η βαρύτητα συγκρατεί γύρω από τη γη με την μορφή λεπτού στρώματος. Η ατμόσφαιρα της γης αποτελείται από τον ξηρό αέρα, από όλες τις μορφές του νερού και από αιωρούμενα στερεά και υγρά σωματίδια (αερολύματα). Το 90% της μάζας της ατμόσφαιρας βρίσκεται κάτω από τα 15Km, το 99% κάτω από τα 30Km και το 99,9% κάτω από τα 48 Km.

Με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος, η ατμόσφαιρα χωρίζεται στα παρακάτω στρώματα:

1. **Τροπόσφαιρα.** Εκτείνεται μέχρι ύψος $12\pm 4\text{km}$, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους. Η θερμοκρασία μειώνεται με ρυθμό περίπου $0,65^\circ\text{C}$ ανά 100m . Είναι το σπουδαιότερο μέρος της γήινης ατμόσφαιρας, καθώς περιλαμβάνει τα $\frac{3}{4}$ της μάζας της και σ' αυτήν δημιουργούνται και εξελίσσονται το σύνολο σχεδόν των μετεωρολογικών φαινομένων. Η τροπόσφαιρα στο ανώτερο σημείο της, καλύπτεται από μια επιφάνεια που ονομάζεται τροπόπαυση. Στην τροπόπαυση η μεταβολή της θερμοκρασίας αναστρέφεται (δηλαδή αυτή αρχίζει να αυξάνεται σε συνάρτηση με το ύψος).
2. **Στρατόσφαιρα.** Πάνω από την τροπόσφαιρα βρίσκεται η στρατόσφαιρα που εκτείνεται μέχρι ύψος 55Km . Χαρακτηρίζεται από μια ισόθερμη δομή στα κατώτερα τμήματά της, από την στάθμη όμως των 35Km και πάνω η θερμοκρασία αρχίζει να αυξάνει σημαντικά και φθάνει τους 15°C περίπου. Η απότομη αυτή μεταβολή της θερμοκρασίας οφείλεται στην απορρόφηση μεγάλου μέρους της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας από το Όζον, που η μεγαλύτερη συγκέντρωσή του παρατηρείται σε ύψη $20\text{-}40\text{Km}$. Για το λόγο αυτό η περιοχή αυτή ονομάζεται και οζονόσφαιρα.
3. **Μεσόσφαιρα.** Πάνω από την στρατόσφαιρα αρχίζει πάλι η μείωση της θερμοκρασίας, για να φθάσει στην στάθμη των $80\text{-}85\text{ Km}$ στους -90°C . Η περιοχή αυτή ονομάζεται μεσόσφαιρα και χωρίζεται από τη στρατόσφαιρα με τη **στρατόπαυση**.
4. **Θερμόσφαιρα.** Στο ανώτερο όριο της μεσόσφαιρας βρίσκεται η μεσόπαυση, με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες της τάξης των -150°C . Πάνω από τη μεσόπαυση εκτείνεται η θερμόσφαιρα, που χαρακτηριστικό της είναι η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι και 1500°C σε ύψη $400\text{-}500\text{Km}$.
5. **Εξώσφαιρα.** Μετά τη θερμόσφαιρα ακολουθεί η εξώσφαιρα, με διαχωριστική επιφάνεια από την θερμόσφαιρα τη **θερμόπαυση**. Η εξώσφαιρα εκτείνεται μέχρι το κοσμικό διάστημα και χαρακτηρίζεται από πολύ μικρή πυκνότητα.



Εικόνα 20 Η θερμοκρασιακή δομή της ατμόσφαιρας [9]

Η σύσταση της ατμόσφαιρας μέχρι το ύψος των 100Km από το έδαφος είναι σταθερή. Αυτό οφείλεται στις διεργασίες έντονης ανάμειξης (τυρβώδης ανάμειξη) των συστατικών της. Το στρώμα αυτό της ατμόσφαιρας ονομάζεται **ομοιόσφαιρα**. Σε ύψη μεγαλύτερα των 100Km κυριαρχεί η μοριακή διάχυση και η σύσταση της ατμόσφαιρας εμφανίζει μεγάλες διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Για το λόγο αυτό, το στρώμα της ατμόσφαιρας πάνω από τα 100Km λέγεται **ετερόσφαιρα**. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται η σύσταση του καθαρού και ξηρού αέρα.

Πίνακας 3 Κύρια αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας.[9]

ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % ΚΑΤ' ΟΓΚΟ
Άζωτο (N_2)	78,09%
Οξυγόνο (O_2)	20,95%
Αργό (Ar)	0,93%
Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2)	0,03%

Τα στοιχεία του πίνακα αναφέρονται στην τροπόσφαιρα. Παρατηρείται ότι το N_2 και το O_2 αποτελούν περισσότερο από το 99% του ξηρού αέρα, μαζί με το Ar το 99,97% και με το CO_2 περισσότερο από το 99,997%. Σημειώνεται ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει και ίχνη άλλων αερίων, νερό (H_2O μέχρι 4% κατ' όγκο υγρού τροποσφαιρικού αέρα) και σωματίδια.

1.5.2 Ρύπανση της ατμόσφαιρας

Υπολογίσιμη θα πρέπει να θεωρηθεί η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα μέσα του 13^{ου} αιώνα, οπότε άρχισε να εισάγεται και να γενικεύεται προοδευτικά, στο Λονδίνο και σε άλλες πόλεις της Αγγλίας, η χρήση του γαιάνθρακα. Το 1273 λήφθηκαν ειδικά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή και περιστολή των δυσάρεστων επιπτώσεων της χρήσης του γαιάνθρακα στην υγεία του ανθρώπου. Ο Βασιλιάς Εδουάρδος ο 1^{ος}, προσπαθώντας να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της καπνομίχλης στο Λονδίνο, το 1272 απαγόρευσε τη χρήση του κάρβουνου. Η Βρετανική Βουλή διέταξε το βασανισμό και το κρέμασμα εκείνων που πουλούσαν ή έκαιγαν κάρβουνο. Η πρώτη επιστημονική δημοσίευση για την ρύπανση έγινε το 1661.

Με την έλευση της βιομηχανικής επανάστασης, η σύσταση των αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα άρχισε να αλλάζει δραματικά, με άμεσες και σοβαρές επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, ακολουθώντας την τεχνολογική πρόοδο και την αύξηση:

- του πληθυσμού της γης,
- του αριθμού, της έκτασης και της πυκνότητας των κατοίκων των πόλεων,
- του όγκου της βιομηχανίας και των διαφόρων μεταφορικών μέσων,
- της λατομικής, οικοδομικής και οδοποιητικής δραστηριότητας,
- της ελάττωσης του φυσικού πρασίνου,
- του όγκου των χρησιμοποιούμενων τοξικών φυτοφαρμάκων,
- του συνολικού μέχρι σήμερα αριθμού των πυρηνικών δοκιμών και άλλων ραδιενεργών πηγών,

η ρύπανση της ατμόσφαιρας άρχισε να αυξάνεται επικίνδυνα. Δεκάδες επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με σημαντικό αριθμό θυμάτων, οδήγησαν στην κατάρτιση προγραμμάτων για την προστασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

1.5.3 Αέριοι ρύποι

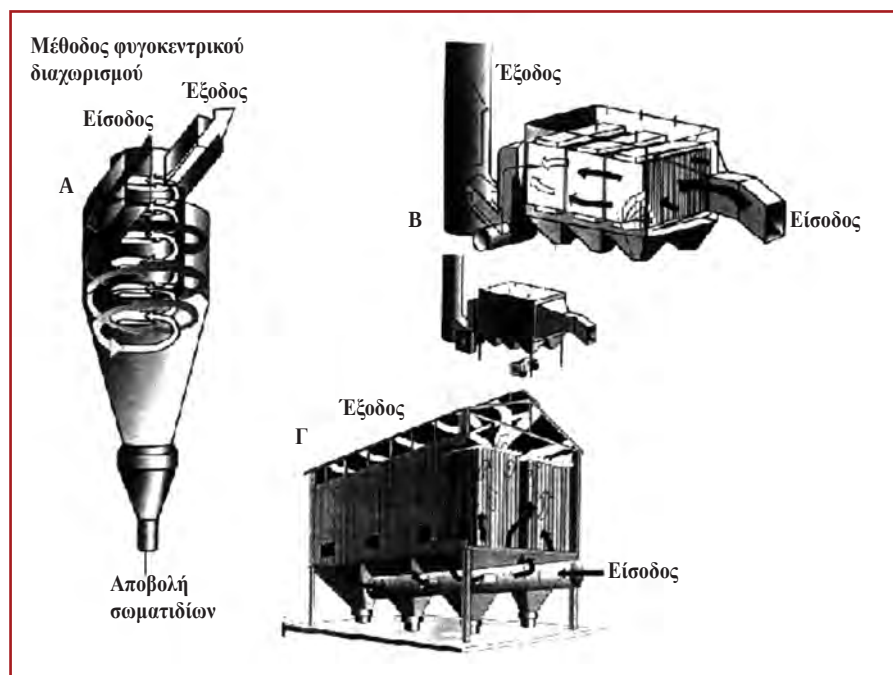
Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ένα πολύπλοκο μίγμα αερίων και σωματιδίων. Πολλά από τα στοιχεία του μίγματος θεωρούνται αέριοι ρύποι, εφόσον η παρουσία τους μπορεί δυνητικά να βλάψει το περιβάλλον.

Οι ρύποι, που περιγράφονται στη συνέχεια, έχουν αναγνωρισθεί ως οι σοβαρότεροι.

1.5.3.1 Αιωρούμενα σωματίδια

Με τον όρο σωματίδιο εννοούμε κάθε σώμα (υγρό ή στερεό) που βρίσκεται σε διασπορά και έχει διάμετρο μεγαλύτερη από $0,0002\mu\text{m}$ και μικρότερη από $500\mu\text{m}$. Ο καπνός, η σκόνη, η ομίχλη, η αχλή, η υπτάμενη τέφρα, θεωρούνται ως αιωρούμενα σωματίδια. Ο καπνός, η ομίχλη και ορισμένες άλλες κατηγορίες αιωρούμενων σωματιδίων αναφέρονται ως αεροζόλ ή αερολύματα. Ένας μεγάλος αριθμός φυσικών διαδικασιών εισάγει σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Στις διαδικασίες αυτές περιλαμβάνονται εκρήξεις ηφαιστειών και η δημιουργία σκόνης από το έδαφος λόγω πνοής του ανέμου. Από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η καύση καυσίμων, οι κατασκευές και οι βιομηχανικές διαδικασίες αυξάνουν σημαντικά το σωματιδιακό φορτίο της ατμόσφαιρας. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι και τεχνικές για τον περιορισμό των εκπομπών σωματιδίων. Συνηθέστερες είναι οι εξής:

1. Μέθοδοι βαρύτητας - θάλαμοι βαρύτητας
2. Μέθοδοι φυγοκεντρικού διαχωρισμού
3. Μέθοδοι υγρής δέσμευσης ή έκπλυσης - πύργοι έκπλυσης ή ψεκασμού
4. Μέθοδοι διήθησης - σακκόφιλτρα
5. Μέθοδοι ηλεκτροστατικής καθίζησης - ηλεκτροστατικά φίλτρα



Εικόνα 21 Συσκευές για την απομάκρυνση σωματιδίων. Α. Φυγοκεντρικός κυκλώνας, Β. Ηλεκτροστατικά φίλτρα, Γ. Σακκόφιλτρα.[11]

1.5.3.2 Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs - Volatile Organic Compounds)

Οι οργανικές αυτές ενώσεις αποτελούνται κυρίως από μόρια βενζίνης, διαλυτών χρωμάτων και οργανικών καθαριστικών διαλυμάτων, καθώς και από προϊόντα ατελούς καύσης καυσίμων και απορριμμάτων. Συμμετέχουν στις αντιδράσεις σχηματισμού τροποσφαιρικού όζοντος.

1.5.3.3 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

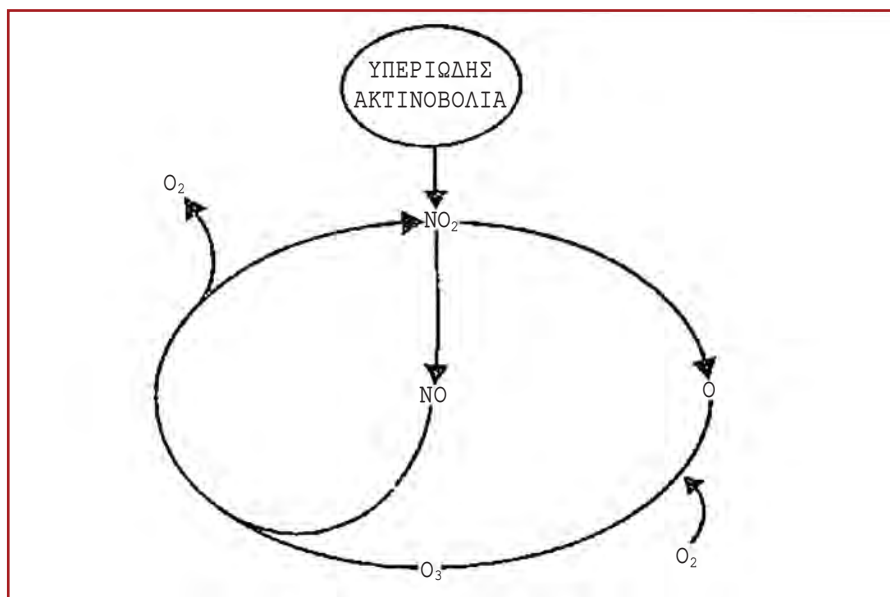
Είναι άχρωμο και άοσμο αέριο, δηλητηριώδες σε υψηλές συγκεντρώσεις λόγω της ιδιότητάς του να διακόπτει την παροχή οξυγόνου σε όργανα και ιστούς. Το CO εκτέμπεται στην ατμόσφαιρα από ένα πλήθος γεωφυσικών και βιολογικών διεργασιών, όπως εκρήξεις ηφαιστείων, ηλεκτρικές εκκενώσεις, πυρκαγιές δασών, καύση υδρογονανθράκων. Ωστόσο η συμβολή των φυσικών διεργασιών στην επιβάρυνση της αστικής ατμόσφαιρας σε CO είναι σχετικά μικρή. Κύρια πηγή εκπομπής CO στο αστικό περιβάλλον αποτελεί η οδική κυκλοφορία. Επομένως, ο περιορισμός των εκπομπών CO στην ατμόσφαιρα έχει άμεση σχέση με τον έλεγχο της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων, τη βελτίωση της λειτουργίας των κινητήρων τους και τη χρήση καταλυτών στις εξατμίσεις.

1.5.3.4 Οξείδια του Αζώτου (NO_x)

Τα δύο κύρια οξείδια του αζώτου (NO_x) που είναι παρόντα στην ατμόσφαιρα, είναι το μονοξείδιο του αζώτου NO και το διοξείδιο του αζώτου NO₂. Σε παγκόσμια κλίμακα το μεγαλύτερο ποσό NO_x που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα έχει τη μορφή NO και παράγεται από τη φυσική βακτηριδιακή δράση. Περίπου 50.107 τόνοι παράγονται κάθε χρόνο με αυτή τη διαδικασία. Από ανθρωπογενείς πηγές το αντίστοιχο ποσό είναι περίπου 5.10⁷ τόνοι. Ενώ όμως οι φυσικές πηγές είναι διασκορπισμένες σε όλη τη γη, οι ανθρωπογενείς πηγές παράγουν υψηλές συγκεντρώσεις σε περιορισμένες εκτάσεις. Πολλά από τα σοβαρά προβλήματα της ρύπανσης από NO_x δεν οφείλονται στα ίδια τα οξείδια, αλλά στο ρόλο που αυτά διαδραματίζουν στη δημιουργία δευτερογενών ρύπων.

Ο φωτολυτικός κύκλος του NO₂ είναι μια σειρά από αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ηλιακού φωτός και του NO₂. Τα στάδια αυτού του κύκλου είναι τα ακόλουθα:

- Το NO₂ απορροφά υπεριώδη ακτινοβολία από τον Ήλιο.
- Μετά την απορρόφηση της ενέργειας το NO₂ διασπάται σε NO και O.
- Το ατομικό οξυγόνο αντιδρά με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο και παράγει O₃ ως δευτερεύοντα ρύπο.
- Το O₃ αντιδρά με NO και δίνει NO₂ και O₂ οπότε ο κύκλος ολοκληρώνεται.



Εικόνα 22 Ο φωτολυτικός κύκλος του NO_2 [9]

Το τελικό αποτέλεσμα αυτού του κύκλου είναι η ταχεία ανακύκλωση του NO_2 . Αλλά η παρουσία υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα διαταράσσει την ισορροπία του κύκλου, με συνέπεια την παραγωγή O_3 στην ατμόσφαιρα και τη δημιουργία φωτοχημικής καπνομίχλης.

Τα μέτρα που λαμβάνονται για τον περιορισμό των NO_x αναφέρονται, τόσο στον έλεγχο των καύσεων, όσο και στη δέσμευση ή τη μετατροπή τους σε μη τοξικές ενώσεις.

Κατά την καύση για παραγωγή ενέργειας γίνεται προσπάθεια να διατηρείται χαμηλή η θερμοκρασία, ώστε να ελαχιστοποιείται το ποσοστό των NO_x που εκπέμπονται. Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατό να ελαττωθούν οι εκπομπές, ακόμη και κατά 90%. Σχετικά με τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, γίνονται προσπάθειες περιορισμού των εκπομπών NO_x , με την επιλογή καλύτερων συνθηκών καύσης ή τη χρησιμοποίηση καταλυτών που καταστρέφουν τα NO_x .

1.5.3.5 Ενώσεις θείου - Διοξείδιο του θείου (SO_2)

Η παρουσία των ενώσεων θείου στην ατμόσφαιρα οφείλεται τόσο σε φυσικές όσο και σε ανθρωπογενείς πηγές. Το 1/3 περίπου του θείου που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα, σε παγκόσμια βάση, έχει ανθρωπογενή προέλευση. Το περισσότερο από αυτό (>90%) είναι με τη μορφή SO_2 . Τα υπόλοιπα 2/3 είναι από φυσικές

πηγές όπως π.χ ηφαίστεια, και είναι κύρια υδρόθειο H_2S . Επίσης μεγάλες ποσότητες θειούχων ενώσεων εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα ως προϊόντα βιολογικών δραστηριοτήτων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ενώσεων αυτών μετατρέπεται σε διοξείδιο του θείου. Μεγάλες ποσότητες θειικών αλάτων εκπέμπονται και από τους ωκεανούς στην ατμόσφαιρα με την μορφή αεροζόλ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση του SO_2 στην ατμόσφαιρα μιας περιοχής αποτελεί μέτρο του βαθμού ρύπανσης της περιοχής αυτής.

Ο περιορισμός των εκπομπών των οξειδίων του θείου, ιδιαίτερα στις πυκνοκατοικημένες περιοχές είναι επιτακτική ανάγκη. Διότι το SO_2 είναι αέριο δηλητηριώδες, για τα φυτά και για τα ζώα. Επίσης μετατρέπεται σε θειικό οξύ, που είναι βασικό συστατικό της όξινης βροχής. Για το λόγο αυτό, συνεχώς λαμβάνονται νέα μέτρα, όπως η χρησιμοποίηση καυσίμων που περιέχουν μικρά ποσοστά θειούχων ενώσεων, η απομάκρυνση των θειούχων ενώσεων από τα καύσιμα (πριν την καύση) και η απομάκρυνση των SO_x από τα αέρια των καμινάδων.

1.5.3.6 Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος μεταφέρεται στο ανθρώπινο σώμα με την αναπνοή, το νερό και την τροφή. Μέσω της αναπνοής απορροφάται πολύ περισσότερο απ' ό,τι μέσω του πεπτικού συστήματος. Η κατακράτηση στα παιδιά είναι μεγαλύτερη και μεγάλο μέρος από το Pb που απορροφάται αποτίθεται τελικά στα οστά, ενώ παράλληλα προκαλούνται σοβαρές βλάβες στον εγκέφαλο.

Με τη χρήση μολυβδωμένης βενζίνης αυξάνεται η ποσότητα του μολύβδου που εισπνέεται, κυρίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης, σε συνδυασμό με τα καταλυτικής τεχνολογίας αυτοκίνητα, αναμένεται να οδηγήσει σε δραστική ελάττωση των εκπομπών μολύβδου στην ατμόσφαιρα.

1.5.3.7 Όζον (O_3)

Συνήθως η λέξη όζον συνδέεται με την ευεργετική δράση του στρώματος όζοντος που υπάρχει στην στρατόσφαιρα και μας προστατεύει από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία.

Το όζον όμως, όταν σχηματίζεται στην τροπόσφαιρα, αποτελεί τοξική ουσία για τα φυτά και τα ζώα. Στις αστικές περιοχές σχηματίζεται κυρίως στο φωτολυτικό κύκλο του NO_2 , όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχουν υδρογονάνθρακες. Είναι ισχυρό οξειδωτικό και προκαλεί βλάβες στα μάτια και τους πνεύμονες. Με αφορμή την περίπτωση του όζοντος μπορούμε να πούμε ότι «*ρύπος είναι κάθε χημική ουσία που βρίσκεται σε λάθος τόπο*».

1.5.3.8 Τοξικά αέρια

Τα τοξικά αέρια αποτελούνται από καρκινογόνες ουσίες, ραδιενεργές ουσίες ή χημικά στοιχεία και ενώσεις, που εκπέμπονται ως ρύποι στην ατμόσφαιρα αλλά δεν περιλαμβάνονται στους τυπικούς ρύπους που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Έχουν καταγραφεί 200 περίπου ρύποι αυτής της κατηγορίας, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι καρκινογόνοι.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σε ποια στρώματα χωρίζεται η ατμόσφαιρα, με κριτήριο τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος;
2. Να αναφέρετε τα βασικά χαρακτηριστικά της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας.
3. Ποια είναι η σύσταση του καθαρού ξηρού αέρα στην τροπόσφαιρα;
4. Ποιοι ατμοσφαιρικοί ρύποι έχουν αναγνωριστεί ως οι σοβαρότεροι και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους;
5. Τι γνωρίζετε για το φωτολυτικό κύκλο του NO_2 ;

1.6 ΝΕΡΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σημασία του νερού για την διατήρηση της ζωής στον πλανήτη είναι δεδομένη. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του υδρολογικού κύκλου και γίνεται εκτενής αναφορά στη ρύπανση των νερών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Παράλληλα, επισημαίνονται οι βασικοί λόγοι που οδηγούν στην ανεπάρκεια του νερού σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα είναι ένα από τα σημεία τα οποία θα πρέπει να αποτελέσουν αντικείμενο διαλόγου μέσα στην τάξη. Ξεχωριστή αναφορά γίνεται στις τεχνικές αντιμετώπισης του προβλήματος της λειψυδρίας.

1.6.1 Εισαγωγή

Είναι γνωστό σε όλους ότι το νερό είναι απαραίτητο για κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη μας. Αξίζει να σημειωθεί ότι το νερό αποτελεί το 50-90% του βάρους όλων των ζωντανών οργανισμών. Είναι μία από τις πιο σημαντικές ενώσεις που υπάρχουν στη Γη, αφού συντηρεί τα φυτά και τα ζώα. Παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του καιρού και συμβάλλει στο σχηματισμό της επιφάνειας του πλανήτη μέσα από διαδικασίες όπως είναι η διάβρωση.

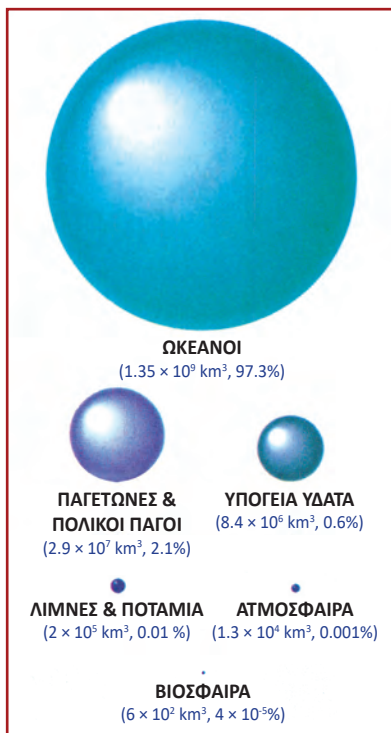
Το νερό που χρειάζεται ο σύγχρονος πολιτισμός είναι σημαντικά περισσότερο από αυτό που απαιτείται για τη φυσική επιβίωση. Χρησιμοποιούνται πια τεράστιες ποσότητες νερού για τη βιομηχανία, για γεωργικές δραστηριότητες και για αστικές ανάγκες όπως είναι τα αποχετευτικά συστήματα. Αξίζει να αναφερθεί ότι η χρήση γλυκού νερού διπλασιάστηκε παγκοσμίως μεταξύ των ετών 1940 και 1980 και αναμένεται να διπλασιαστεί πάλι μέχρι το 2000.

Οι ωκεανοί είναι οι μεγαλύτερες υδαταποθήκες. Τα αποθέματα νερού που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους είναι σημαντικά σε ποσότητα, αλλά ένα μεγάλο μέρος τους δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, γιατί περιέχει μεγάλες ποσότητες διαλυμένων ουσιών.

Το νερό των λιμνών και των ποταμών είναι ένα μικρό ποσοστό του συνόλου. Παρ' όλα αυτά είναι εξαιρετικά σημαντικό για τον άνθρωπο γιατί είναι γλυκό νερό, έτοιμο για χρήση.

Πέρα από την ποσότητα του νερού, που είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω των αυξημένων αναγκών μας, είναι επιτακτικό να διατηρούμε υψηλή ποιότητα στο νερό. Η ρύπανση των τρεχούμενων νερών, των λιμνών και των υπογείων νερών είναι ευρεία, τόσο στις αναπτυγμένες από την εντατικοποίηση ποικίλων δραστηριοτήτων, όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου άλλα πιο πιεστικά οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα έχουν, συχνά, προτεραιότητα.

Τα παραπάνω καθιστούν σαφή την ανάγκη για ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. Για να προστατευτούν τα αποθέματα του νερού, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις ανάγκες μας, είναι απαραίτητη η κατανόηση των διεργασιών, με τις οποίες ανανεώνονται τα αποθέματα αυτά. Κατ' αυτό τον τρόπο, μπορούμε να



Εικόνα 23 Η κατανομή του νερού στη Γη [11]

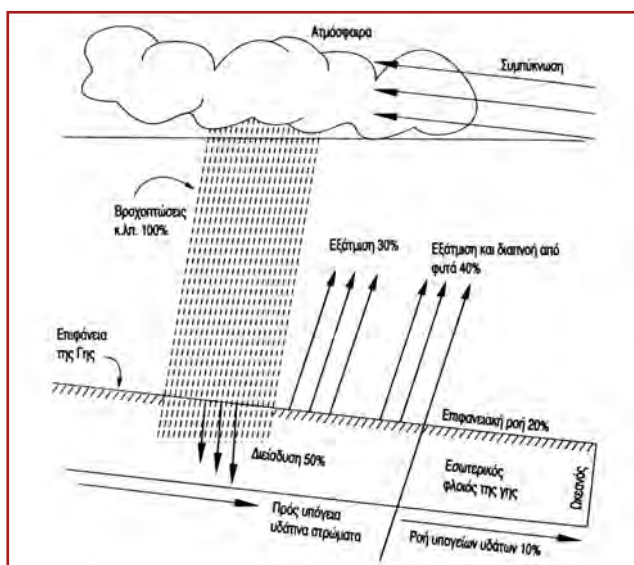
χρησιμοποιούμε και να διαθέτουμε το νερό, ώστε να μη θέτουμε σε κίνδυνο τα μελλοντικά αποθέματα αυτού του καθοριστικής σημασίας φυσικού πόρου.

1.6.2 Ο υδρολογικός κύκλος

Το νερό της Γης, το οποίο παρουσιάζεται με τη μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα ή με την υγρή μορφή του στο έδαφος, στο υπέδαφος και στις υδάτινες μάζες που καλύπτουν τα 3/4 της επιφάνειας του πλανήτη, βρίσκεται σε μια συνεχή κίνηση και υφίσταται συνεχή μετάπτωση από την υγρή στην αέρια φάση του και αντίστροφα. Η συνεχής μεταφορά του νερού από την ατμόσφαιρα προς την ξηρά και τις υδάτινες μάζες του πλανήτη και η επιστροφή του στην ατμόσφαιρα ονομάζεται υδρολογικός κύκλος.

Ο υδρολογικός κύκλος ή κύκλος του νερού, όπως επίσης αποκαλείται, είναι μια από τις πλέον σημαντικές διεργασίες στη φύση. Λόγω της θέρμανσης από τον ήλιο, το νερό των ωκεανών, των λιμνών, των ποταμών, του εδάφους και της βλάστησης εξατμίζεται και ανέρχεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών. Οι υδρατμοί αυτοί ψύχονται, μετατρέπονται σε νερό υγρής φάσης ή σε πάγο και σχηματίζουν νέφη. Όταν τα σταγονίδια ή οι παγοκρύσταλλοι των νεφών αποκτήσουν αρκετά μεγάλο μέγεθος, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης με τη μορφή βροχής ή χιονιού.

Αφού φτάσει στην επιφάνεια της Γης, το νερό χύνεται απευθείας σε ποτάμια, λίμνες και ωκεανούς, ή διεισδύει στους υδροφόρους ορίζοντες και το έδαφος, στο οποίο και απορροφάται από τα φυτά μέσω της εξάτμισης των επιφανειακών υδάτων ή της εξατμισοδιαπνοής των φυτών, τα μόρια του νερού επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα για να επαναλάβουν τον κύκλο.



Εικόνα 24 Ο υδρολογικός κύκλος [30]

Το νερό μιας λίμνης, το χιόνι σε ένα μακρινό βουνό, ο υγρός αέρας σε ένα τροπικό νησί και οι σταγόνες της πρωινής υγρασίας είναι μέρη του ίδιου συστήματος. Η συνολική απώλεια νερού από την επιφάνεια του πλανήτη ισούται με τη συνολική ετήσια βροχόπτωση της Γης. Η μεταβολή οποιουδήποτε μέρους του συστήματος, όπως είναι, για παράδειγμα, η έκταση της βλάστησης σε μια περιοχή, επηρεάζει ολόκληρο το σύστημα.

Αν και η κίνηση σε ορισμένα σημεία του κύκλου μπορεί να είναι σχετικά γρήγορη, η πλήρης ανακύκλωση των υπόγειων υδάτων διαρκεί πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους.

1.6.3 Το πρόβλημα της λειψυδρίας

Ένας από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες γεωπολιτικής και κοινωνικο-οικονομικής πίεσης και αστάθειας σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι η ανεπάρκεια των υδάτινων αποθεμάτων (λειψυδρία) και η γεωγραφική κατανομή τους.

Από το 1950 η παγκόσμια κατανάλωση νερού έχει υπερτριπλασιαστεί. Η απάντηση σ' αυτή την αυξανόμενη ζήτηση συνήθως υπήρξε η κατασκευή περισσότερων και μεγαλύτερων έργων διαχείρισης νερού (π.χ. φραγμάτων και εκτροπών). Η αύξηση του πληθυσμού και η αστικοποίηση έχουν δημιουργήσει τεράστια προβλήματα, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων και η εξάντληση των υδροφορέων σε πολλές περιοχές του κόσμου - κυρίως στη Μέση Ανατολή - είναι πολύ πιθανό να οδηγήσουν σε μη αντιστρέψιμα αποτελέσματα, διαταράσσοντας την παγκόσμια ειρήνη. Σύμφωνα με επιστήμονες και πολιτικούς αναλυτές, η έλλειψη του νερού μπορεί να είναι τα επόμενα χρόνια ό,τι υπήρξε το πρόβλημα του πετρελαίου κατά τη δεκαετία του '70, δηλαδή πηγή διεθνών συρράξεων και μεγάλων μεταβολών στις εθνικές οικονομίες.



Εικόνα 25 Το νερό αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο, ο οποίος σε πολλές περιοχές του πλανήτη θρίσκεται σε ανεπάρκεια.

1.6.4 Τα υδάτινα αποθέματα του πλανήτη

Οι φωτογραφίες της Γης από το διάστημα δείχνουν έναν εντυπωσιακά γαλάζιο πλανήτη. Ο συνολικός όγκος νερού - περίπου 1.400 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα - καλύπτει το 70% της επιφάνειας της Γης. Όμως το 97,5% της ποσότητας αυτής έχει πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα, γεγονός που το καθιστά ακατάλληλο για πόση, άρδευση και βιομηχανική χρήση. Από το υπόλοιπο 2,5%, το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται στα μεγάλα παγόβουνα της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής.

Οι απαιτήσεις σε υδάτινα αποθέματα εξαρτώνται από τον πληθυσμό, το κλίμα και το επίπεδο της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης. Το πρόβλημα της έλλειψης του νερού στις διάφορες περιοχές του πλανήτη, επιτείνεται από:

- α) την πληθυσμιακή αύξηση και την υψηλότερη ζήτηση,
- β) τις αυξημένες απαιτήσεις για άρδευση των καλλιεργειών και τη μόλυνση των υδάτων,
- γ) το συνδυασμό περιβαλλοντικών και γεωπολιτικών ζητημάτων,
- δ) τις κλιματικές αλλαγές.

Η φυσικο-γεωγραφική κατανομή των υδάτινων αποθεμάτων στον πλανήτη σε σχέση με τις πληθυσμιακές πυκνότητες των διαφόρων περιοχών, δεν βοηθεί την ομαλή κατανομή τους ανάλογα με τις ανάγκες. Πολλά κράτη με μικρό πληθυσμό διαθέτουν τεράστια αποθέματα νερού. Αντίθετα, πολλές πυκνοκατοικημένες χώρες διαθέτουν ελάχιστα αποθέματα. Από ένα παγκόσμιο πληθυσμό 6 δισεκατομμυρίων ανθρώπων σήμερα, 1,3 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε επαρκή αποθέματα νερού και 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε ικανοποιητικές υγειονομικές εγκαταστάσεις. Το 65% περίπου του νερού που αντλείται από ποτάμια, λίμνες, και υπόγειους υδροφορείς χρησιμοποιείται στη γεωργία, το 25% στη βιομηχανία και το 10% καλύπτει τις ανάγκες της οικιακής κατανάλωσης. Το πρόβλημα αναμένεται να επιδεινωθεί τα επόμενα χρόνια, λόγω της παγκόσμιας πληθυσμιακής αύξησης, η οποία εκτιμάται ότι θα φτάσει τα 2,6 δισεκατομμύρια μέχρι το 2030. Σημειώνεται ότι η κατανάλωση νερού αυξάνεται με διπλάσιο ρυθμό σε σχέση με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Το 1990, 28 χώρες με συνολικό πληθυσμό 335 εκατομμύρια αντιμετώπιζαν σημαντικά προβλήματα ανεπάρκειας νερού. Μέχρι το 2025, αναμένεται να αντιμετωπίζουν τέτοια προβλήματα 34 χώρες, με συνολικό πληθυσμό 653 - 904 εκατομμύρια, ανάλογα με την πληθυσμιακή αύξηση. Το 2050, ο πληθυσμός που θα ζει σε περιοχές με προβλήματα νερού αναμένεται να ανέλθει σε 1.06 - 2.43 δισεκατομμύρια.



Εικόνα 26 Το πρόβλημα της λειψυδρίας σχετίζεται άμεσα με την ξηρασία και τη διάβρωση των εδαφών.

Το πρόβλημα της λειψυδρίας συνδέεται άμεσα με το φαινόμενο της ξηρασίας. Η ξηρασία είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από την παρατεταμένη απουσία ή τη σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων σε μια περιοχή για μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Επηρεάζει άμεσα τα αποθέματα νερού και έχει επιπτώσεις στις αγροτικές και υδρολογικές δραστηριότητες. Επίσης, αποτελεί μια συνιστώσα της κλιματικής μεταβλητότητας, συνδέεται πολλές φορές με το φαινόμενο El Nino και μπορεί να παρατηρηθεί σε όλα τα σημεία του πλανήτη. Εμφανίζει όμως μεγαλύτερη συχνότητα στις άνυδρες περιοχές, με σημαντικές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, λόγω της επίδρασης στην υποβάθμιση του εδάφους, στις καλλιεργούμενες εκτάσεις και στις εθνικές οικονομίες των χωρών που πλήττει.

1.6.5 Συγκρούσεις για το νερό

Το πρόβλημα της λειψυδρίας αναμένεται να είναι έντονο στη Βορειοδυτική Κίνα, στη δυτική και νότια Ινδία, σε μεγάλα τμήματα του Πακιστάν και του Μεξικού, και στις δυτικές ακτές των ΗΠΑ και την Νότιας Αμερικής. Ειδικά στη Μέση Ανατολή και στην Αφρική, η έλλειψη του νερού αναμένεται να οδηγήσει, τα επόμενα χρόνια, σε πρωτοφανείς, για την περιοχή, συνεργασίες, ή σε ευρύτερες συρράξεις.

Χωρίς τη διεθνή συνεργασία, η μείωση των υδάτινων αποθεμάτων θα μπορούσε να απειλήσει την ανάπτυξη και την παγκόσμια ειρήνη. Περισσότερο από το

πετρέλαιο και τις διεκδικήσεις εκτάσεων γης, το πρόβλημα των υδάτινων αποθεμάτων είναι ο πιο πιθανός λόγος για μελλοντικές διενέξεις, σε τοπικό ή παγκόσμιο επίπεδο.

Σε πολλές χώρες, σημαντικό μέρος των επιφανειακών υδάτινων πόρων προέρχεται από γειτονικές χώρες. Οι λεκάνες απορροής που έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να προκαλέσουν συγκρούσεις, είναι εκείνες στις οποίες τουλάχιστον δύο χώρες μοιράζονται τα νερά ενός ποταμού, που είναι ανεπαρκή για το σύνολο της ζήτησης, χωρίς να υπάρχει αναγνωρισμένη σύμβαση για τα δικαιώματα μεταξύ των χωρών της λεκάνης. Τέτοιες είναι οι περιοχές γύρω από τους ποταμούς Ιορδάνη, Τίγρη και Ευφράτη, Νείλο, Γάγγη κ.ά.

1.6.6 Διαχείριση των υδάτινων πόρων στη Μεσόγειο και στην Ελλάδα

Η έλλειψη νερού αποτελεί ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα σε όλη την περιοχή της Μεσογείου, καθώς συνδέεται άμεσα με το ξηρό κλίμα της περιοχής και τις αυξημένες ανάγκες από τον τουρισμό και τη γεωργία. Ο τουρισμός, η αστική ανάπτυξη, η σύγχρονη γεωργία, η βελτίωση της ποιότητας ζωής και η βιομηχανοποίηση οδηγούν στην εκτεταμένη χρήση των υδάτινων πόρων. Το πρόβλημα μάλιστα αναμένεται να επιδεινωθεί τα επόμενα χρόνια, λόγω αλλαγών στις χρήσεις γης και κοινωνικο-οικονομικών μεταβολών, αλλά και λόγω της πιθανότητας μείωσης των βροχοπτώσεων, εξαιτίας των κλιματικών μεταβολών.

Η περιορισμένη ύπαρξη υδάτινων αποθεμάτων σε όλες τις παράκτιες μεσογειακές χώρες έχει οδηγήσει σε εξάντληση των υπόγειων αποθεμάτων, λόγω της υπεράντλησης. Έτσι, παρατηρείται σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων.



Εικόνα 27 Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί βασική προτεραιότητα των χωρών της Μεσογείου.

Στην Ελλάδα δεν φαίνεται να υπάρχει, προς το παρόν, σημαντικό πρόβλημα λειψυδρίας, αν και πριν μερικά χρόνια, λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας, το πρόβλημα ήταν ιδιαίτερα οξύμενο. Ειδικά στα αστικά κέντρα (Αθήνα-Θεσσαλονίκη), μετά τα πρόσφατα έργα υδροδότησης, φαίνεται να υπάρχουν διαθέσιμες ικανοποιητικές ποσότητες νερού, καλής ποιότητας.

Παρά την εντύπωση που επικρατεί γενικά, η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο υδάτινο δυναμικό. Ωστόσο, το ανάγλυφο του εδάφους, η γεωλογική του σύνθεση και οι κλιματολογικές συνθήκες μειώνουν σημαντικά τη διαθέσιμη πρακτικά ποσότητα νερού και παρεμποδίζουν την αξιοποίησή της. Επίσης, σοβαρό πρόβλημα δημιουργείται από την άνιση γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων, καθώς το μεγαλύτερο μέρος τους σημειώνονται στη Δυτική Ελλάδα.

Τα ποσοτικά προβλήματα νερού στη χώρα μας εστιάζονται στην εξάντληση των υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων, κυρίως λόγω των ανεξέλεγκτων γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις αστικές περιοχές, με την επέκταση των πόλεων.

Το πρόβλημα όμως της διαχείρισης των υδάτινων πόρων δεν είναι μόνο ποσοτικό (λειψυδρία) αλλά και ποιοτικό και συνδέεται με τη διάβρωση, η οποία μειώνει την ικανότητα αποθήκευσης του νερού στο έδαφος.

Η ρύπανση και γενικά όλες οι ανεπιθύμητες ποιοτικές αλλαγές στους υδάτινους πόρους δεν είναι πάντοτε αναστρέψιμες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο κίνδυνος υφαλμύρωσης των υπόγειων υδάτων και παράκτιων υδροφορέων (λόγω υπεράντλησης) - ειδικά στις παράκτιες πεδινές γεωργικές εκτάσεις - και η άμεση ρύπανση πηγών νερού από τα απόβλητα (κυρίως υγρά), τα φυτοφάρμακα και τα χημικά λιπάσματα.

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Ελλάδα είναι η εισαγόμενη ρύπανση, καθώς το 25% των επιφανειακών υδάτων προέρχεται από γειτονικές χώρες, μέσω των ποταμών Έβρου, Νέστου, Στρυμόνα και Αξιού.

Τίθεται, λοιπόν, επιτακτικά το θέμα της προστασίας των υδατικών πόρων και της ορθολογικής διαχείρισής τους. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρξει συστηματική μείωση των απωλειών νερού σε ευαίσθητες και υποβαθμισμένες περιοχές με την κατασκευή φραγμάτων και μικροδεξαμενών. Έτσι, το νερό που συλλέγεται θα μπορεί να αξιοποιείται για άρδευση. Ο έλεγχος των αρδεύσεων και ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα με καλής ποιότητας νερό θα ανακόψουν την πορεία υποβάθμισης των υδάτινων πόρων.

Η περαιτέρω αύξηση των διαθέσιμων σήμερα υδάτινων πόρων μπορεί να επιτευχθεί με την κατασκευή νέων υδροταμιευτήρων, τη μαζική μεταφορά νερού από λεκάνη σε λεκάνη, τον τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων και την εφαρμογή μέτρων κατά της διάβρωσης. Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων απαιτείται ο αυστηρός και συστηματικός έλεγχος της

ποιότητάς τους και η τήρηση αυστηρών προδιαγραφών για την εγκατάσταση βιομηχανικών μονάδων και την κατεργασία των αποβλήτων.

Η διαχείριση των υδάτινων πόρων θα πρέπει να στηρίζεται, λοιπόν, στην ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής και των καναλιών, στην εφαρμογή της αντίστοιχης νομοθεσίας και στην εκπόνηση και τήρηση ολοκληρωμένων Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για όλα τα έργα που έχουν επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον. Λόγω της πολυδιάστατης σημασίας του νερού, η πολιτική διαχείρισης των υδάτινων πόρων πρέπει να εντάσσεται σε μια γενικότερη πολιτική για όλους τους φυσικούς πόρους, τον πολεοδομικό σχεδιασμό, το περιβάλλον, κλπ.

1.6.7 Τεχνικές αντιμετώπισης του προβλήματος της λειψυδρίας

Το πρόβλημα των περιορισμένων υδάτινων αποθεμάτων απαιτεί τη συνεργασία των κρατών σε πολιτικό επίπεδο και συνεργασία σε επίπεδο επιστημονικών γνώσεων και τεχνολογικής ανάπτυξης. Οι νέες προηγμένες τεχνολογίες εξοικονόμησης και παραγωγής νερού, σε συνδυασμό με την ορθολογική και βιώσιμη διαχείριση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων, παρέχουν ελπίδες για τον περιορισμό του προβλήματος τα επόμενα χρόνια. Με τις τεχνικές που είναι διαθέσιμες σήμερα, οι αγρότες θα μπορούσαν να περιορίσουν τις απαιτήσεις τους σε νερό κατά 10-50%, οι βιομηχανίες κατά 40-90%, και οι πόλεις κατά το ένα τρίτο, χωρίς υποβάθμιση της οικονομικής απόδοσης ή της ποιότητας ζωής.

Εκτός από την κατασκευή φραγμάτων και τον εκσυγχρονισμό των αρδευτικών συστημάτων, το πρόβλημα του νερού μπορεί να αντιμετωπιστεί με διάφορες μεθόδους, όπως:

- αφαλάτωση του θαλασσινού νερού,
- τεχνητή βροχή,
- ανακύκλωση του χρησιμοποιημένου νερού (των υδάτων της βιομηχανίας και των ομβρίων υδάτων),
- υδατοδεξαμενές,
- περισσότερο αποτελεσματική κατανομή του διαθέσιμου νερού,
- χρήση της βιοτεχνολογίας,
- ανακύκλωση των νερών των υπονόμων για αρδευτικές χρήσεις,
- συλλογή των υδάτων των πλημμυρών,
- εκμετάλλευση των εποχιακά ρεόντων υδάτων.

Ακόμη, μερικές χώρες που αντιμετωπίζουν πρόβλημα λειψυδρίας μελετούν τη δυνατότητα εισαγωγής νερού από άλλες χώρες, μέσω αγωγών, υπερδεξαμενοπλοίων ή πλαστικών σάκων.



Εικόνα 28 Η κατασκευή φραγμάτων μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της ανεπάρκειας των υδάτινων πόρων.

Μια λύση, η οποία προτιμάται, ιδίως όταν δεν μπορεί να εφαρμοστεί καμία άλλη μέθοδος, είναι η αφαλάτωση των θαλάσσιων υδάτων. Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού αποτελεί μία βιώσιμη τεχνολογία για την παραγωγή γλυκού νερού. Η λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Η αφαλάτωση συνεισφέρει όμως μόνο το 0,2% της παγκόσμιας χρήσης νερού, καθώς το κόστος λειτουργίας των εργοστασίων παραμένει ακόμη εξαιρετικά υψηλό και απαγορευτικό για εκτεταμένη χρήση. Ο λόγος είναι ότι η απομάκρυνση του αλατιού από το νερό - είτε με θέρμανση και συμπύκνωση των ατμών (μέθοδος γνωστή σαν απόσταξη), είτε φιλτράροντάς το με μια μεμβράνη (μέθοδος γνωστή σαν αντίστροφη ώσμωση) - απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Το 1995 υπήρχαν παγκοσμίως πάνω από 11.000 μονάδες αφαλάτωσης - τα δύο τρίτα από αυτές στη Μ. Ανατολή, κυρίως στη Σαουδική Αραβία - με συνολική απόδοση 7,4 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού το χρόνο.

Μερικές χώρες που αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα έλλειψης νερού, όπως το Ισραήλ, έχουν αναπτύξει καλλιέργειες σε ξηρό περιβάλλον, με εξαιρετικά περιορισμένα αποθέματα νερού, που είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αναπτύχθηκε μια νέα μέθοδος άρδευσης με την οποία το νερό μεταφέρεται από ένα δίκτυο πορωδών ή διάτρητων σωληνώσεων που τοποθετείται πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, κατευθείαν στις ρίζες των φυτών. Με τη μέθοδο αυτή οι απώλειες από την εξάτμιση και τη διαρροή διατηρούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Ακόμη, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί, με αρκετή επιτυχία, κατάλληλες καλλιέργειες με βαθύ σύστημα ριζών που αυξάνει την ικανότητα των φυτών να κατακρατεί την υγρασία.

1.6.8 Ρύπανση των υδάτων

Σαν ρύπανση των υδάτων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών ή χημικών χαρακτηριστικών τους. Αυτή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική διαταραχή της ισορροπίας του φυσικού συστήματος και να προκαλέσει προβλήματα σε ζωντανούς οργανισμούς.

Η ρύπανση των υδάτων μπορεί να προέρχεται από φυσικές διεργασίες όπως είναι για παράδειγμα η ηφαιστειακή δραστηριότητα, η διάβρωση των εδαφών, κ.α.

Στο μεγαλύτερο βαθμό της πάντως, η ρύπανση του νερού οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι πηγές της ρύπανσης μπορεί να είναι οικιακές, αγροτικές ή βιομηχανικές. Είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που δε γνωρίζει εθνικά σύνορα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες οι βασικές αιτίες της ρύπανσης των νερών σχετίζονται με την έλλειψη αποχετευτικών συστημάτων, καθώς και με τις ακατάλληλες πρακτικές που υιοθετούνται στη γεωργία και τη δασοπονία. Στις ανεπτυγμένες χώρες τα βιομηχανικά απόβλητα, όπως είναι οι οργανικές χημικές ενώσεις και τα τοξικά μέταλλα, δημιουργούν προβλήματα στην ποιότητα του νερού. Το επίπεδο της ρύπανσης του νερού δεν αυξάνεται μόνο με το βαθμό βιομηχανοποίησης των χωρών, αλλά και με την αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας.

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν οι βασικοί τύποι των ρύπων του νερού. Σημειώνεται ότι οι διάφορες υδαταποθήκες πλήττονται από πολλούς διαφορετικούς ρύπους. Ο βαθμός στον οποίο επηρεάζονται από τη ρύπανση εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Για παράδειγμα οι λίμνες είναι πιο ευαίσθητα συστήματα σε σχέση με τα ποτάμια. Αυτό συμβαίνει γιατί το νερό στις λίμνες χρειάζεται 10 έως 100 χρόνια για να αντικατασταθεί. Αντίθετα, τα ποτάμια με το τρεχούμενο νερό τους μπορούν πιο εύκολα να απαλλαγούν από τους ρύπους τους με την προϋπόθεση πάντα ότι η πηγή της ρύπανσης δεν είναι σταθερή.

1.6.9 Οργανικά απόβλητα

Η βασική πηγή οργανικών αποβλήτων είναι τα αστικά λύματα. Άλλες πηγές είναι οι απορροές από αγροτοκτηνοτροφικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπως είναι τα εργοστάσια επεξεργασίας χαρτιού και τροφίμων και τα υφαντουργεία.

Οι πιο συνηθισμένοι αποδέκτες τέτοιων αποβλήτων είναι τα ποτάμια. Αλλά σε αρκετές περιπτώσεις είναι και οι λίμνες και οι θάλασσες. Τα οργανικά απόβλητα χρειάζονται μεγάλες ποσότητες οξυγόνου προκειμένου να διασπαστούν από αερόβια βακτήρια και μύκητες. Στην περίπτωση που το διαλυμένο οξυγόνο του νερού επαρκεί για την αποσύνθεση των οργανικών συστατικών, δεν δημιουργούνται δυσάρεστες οσμές και ιζήματα. Όταν όμως οι συγκεντρώσεις των οργανικών συστατικών αυξάνονται, απαιτείται περισσότερο οξυγόνο για τη διάσπασή τους. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται αναερόβια διάσπαση, η οποία έχει ασταθή και δυσάρεστα για το περιβάλλον προϊόντα.

Η προσθήκη οργανικών ουσιών στο νερό μειώνει σημαντικά το ποσό του διαθέσιμου διαλυμένου οξυγόνου. Αυξάνει τη θολότητα του νερού, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η ηλιακή ακτινοβολία να εισχωρήσει σε βάθος στο νερό και να περιορίζεται έτσι η φωτοσύνθεση. Επίσης, η απόθεση οργανικών ιζημάτων στον πυθμένα ποταμών, λιμνών ή θαλασσών δημιουργεί σημαντικές αλλαγές στη φύση του υποστρώματός τους.

****BOD (Biochemical Oxygen Demand)**

Η ποσότητα του οξυγόνου που χρειάζεται για να μπορέσουν ρυπασμένα νερά να καθαριστούν με βιολογικά μέσα (αερόβιοι αποικοδομητές - βακτήρια) ονομάζεται και Βιοχημική Απαίτηση σε Οξυγόνο (Biochemical oxygen demand - BOD).

1.6.10 Θρεπτικές Ουσίες

Ένα σημαντικό πρόβλημα, που παρατηρείται στα νερά των λιμνών, των ποταμών και των θαλασσών, είναι ο ευτροφισμός. Ως ευτροφισμός χαρακτηρίζεται ο υπερεμπλουτισμός του νερού με θρεπτικά συστατικά και κυρίως με άζωτο και φώσφορο.

Τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα δρουν με τον τρόπο, με τον οποίο δρουν τα λιπάσματα στις καλλιέργειες της ξηράς. Έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των υδάτων. Η προσθήκη τέτοιων ουσιών σε μεγάλη κλίμακα έχει συνδεθεί με την αυξημένη παραγωγικότητα των υδάτων σε φύκια, τα οποία διαταράσσουν την οικολογική ισορροπία των θαλάσσιων κοινοτήτων.

Είναι συχνή η ανάπτυξη -σε παράκτια νερά- μακροφύτων και ενός στρώματος πλαγκτόν, το οποίο είναι αποκρουστικό και καταστροφικό για την ελκυστικότητα των παραλιών.

Πέρα όμως από την αισθητική άποψη, όταν το πλαγκτόν αυτό πεθαίνει και βυθίζεται, διασπάται από



Εικόνα 29 Χαρακτηριστική εικόνα ευτροφισμού σε ρηχές λίμνες. Η ηλιακή ακτινοβολία που απαιτείται για τη φωτοσύνθεση εξακολουθεί να φτάνει μέχρι τον πυθμένα. Έτσι, η αυξημένη παροχή θρεπτικών συστατικών, έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγικότητα των θαλάσσιων φυτών και την ανάπτυξη βλάστησης, που φτάνει ως την επιφάνεια του νερού. [11]

βακτήρια. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση του οξυγόνου του νερού, με αποτέλεσμα το θάνατο ψαριών και ασπονδύλων. Επίσης, τα στρώματα του πλαγκτόν μπορεί να είναι ιδιαίτερα τοξικά, απειλώντας τη δημόσια υγεία.

Ο ευτροφισμός είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα, αφού, σε παγκόσμια κλίμακα, τα νερά γίνονται αποδέκτες λυμάτων -αστικών και βιομηχανικών- απορροών από γεωργικές, κτηνοτροφικές δραστηριότητες, υδατοκαλλιέργειες κ.λπ.

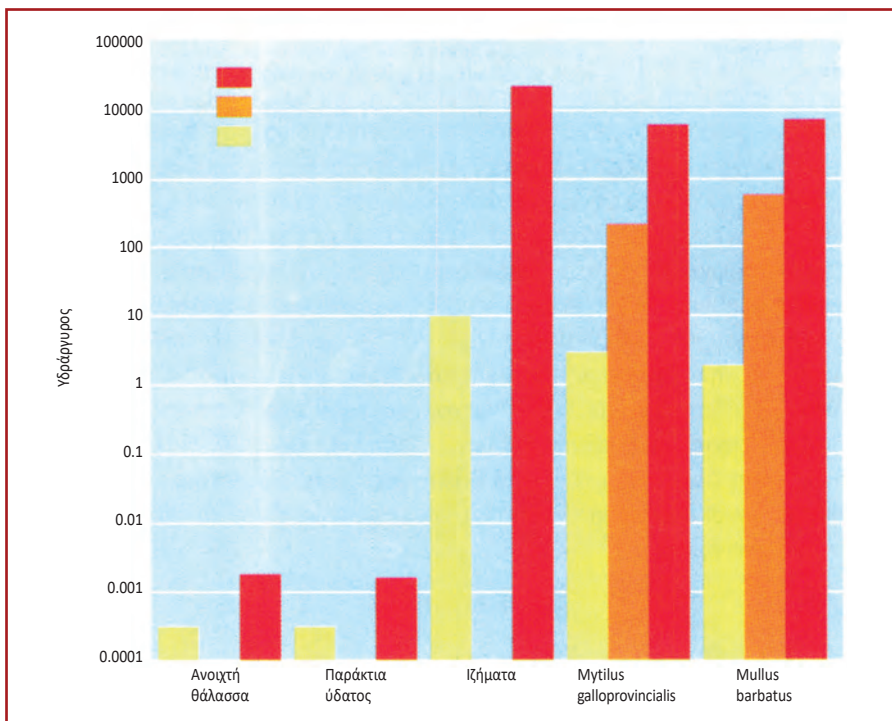
Στη Μεσόγειο, έχουν εντοπιστεί περιοχές που έχουν πληγεί από το φαινόμενο του ευτροφισμού, με πιο χαρακτηριστική εκείνη της Βόρειας Αδριατικής. Η σοβαρή υποβάθμιση που έχει επέλθει στην Αδριατική είναι αποτέλεσμα της διαρκούς προσθήκης θρεπτικών συστατικών, που ξεπερνούν κατά πολύ την ικανότητα αφομοίωσης της θαλάσσιας περιοχής. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην Αδριατική καταλήγουν κάθε χρόνο 100.000 τόνοι ανόργανου αζώτου και περίπου 6.000 τόνοι ανόργανου φωσφόρου, μέσω μόνο του Πάδου. Αν συνυπολογίσει κανείς και το γεγονός ότι η Αδριατική έχει μικρό βάθος (κάτω από 35 μέτρα) και τα νερά της χαρακτηρίζονται από μικρή ανατάραξη, τότε κατανοεί ότι είναι ιδιαίτερα ευάλωτη σε τέτοια φαινόμενα

1.6.11 Βαριά Μέταλλα

Μέταλλα που απελευθερώνονται από ανθρώπινες δραστηριότητες φτάνουν στους υδάτινους αποδέκτες έμμεσα (από τα ποτάμια και την ατμόσφαιρα) και άμεσα (από βιομηχανικές απορρίψεις και εξορύξεις). Παρ' όλα αυτά, είναι γεγονός ότι οι ποσότητες αυτές είναι πολύ μικρότερες από εκείνες που καταλήγουν στο νερό λόγω φυσικών διεργασιών, όπως είναι η διάβρωση των πετρωμάτων και οι ηφαιστειακές δραστηριότητες.

Πολλά μέταλλα είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και γίνονται τοξικά μόνο όταν η έκθεση των ζωντανών οργανισμών σε αυτά ξεπεράσει κάποιο κατώφλι. Τα βαριά μέταλλα είναι σταθερές ενώσεις και μπορούν να αποτελέσουν ρύπους για το περιβάλλον, με την έννοια ότι δε διασπώνται και δεν καταστρέφονται. Αυτό σημαίνει ότι έχουν την τάση να συσσωρεύονται στα εδάφη και στα ιζήματα. Οι περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει, δίνουν πληροφορίες για τις συγκεντρώσεις του υδραργύρου, του καδμίου, του ψευδαργύρου και του μολύβδου.

Για την παρακολούθηση των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων -και στο πλαίσιο του Μεσογειακού Προγράμματος για την Παρακολούθηση και την Έρευνα της Ρύπανσης (MEDPOL - Mediterranean Pollution Monitoring and Research Program)- χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες ψάρια και οστρακοειδή (το μύδι *Mytilus galloprovincialis* και το μπαρμπούνι *Mullus barbatus*). Σε πολλές περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις τέτοιων μετάλλων σε ζωντανούς οργανισμούς στη Μεσόγειο βρέθηκαν αρκετά υψηλές, συχνά υψηλότερες από αυτές του Βόρειου Ατλαντικού.



Εικόνα 30 Μέση τιμή και εύρος των συγκεντρώσεων του υδραργγύρου στη Μεσόγειο

1.6.12 Οργανοχλωριωμένες ενώσεις

Οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις είναι ουσίες στις οποίες το χλώριο συνδέεται χημικά με τον άνθρακα. Οι περισσότερες είναι σταθερές, τοξικές και έχουν την τάση να συσσωρεύονται στους ανθρώπινους οργανισμούς. Υπάρχουν περίπου 11.000 οργανοχλωριωμένες ενώσεις, από τις οποίες ελάχιστες είναι εκείνες που απαντώνται στη φύση. Οι περισσότερες παράγονται κατά τη διάρκεια βιομηχανικών διεργασιών, είτε πρωτογενώς με τη μορφή προϊόντων και υποπροϊόντων της παραγωγικής διαδικασίας, είτε δευτερογενώς, με τυχαίες χημικές αντιδράσεις στο ευρύτερο περιβάλλον.

Η κύρια πηγή των βιομηχανικών οργανοχλωριωμένων ενώσεων είναι η παραγωγή χλωρίου, που άρχισε το 1893 και τώρα πια υπερβαίνει τους 40 εκατομμύρια τόνους το χρόνο. Ο βαθμός, στον οποίο οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις διασπώνται σε απλούστερα χημικά συστατικά, είναι μικρός σε σχέση με το ρυθμό απελευθέρωσής τους στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα να αυξάνουν με το χρόνο οι ποσότητες των ενώσεων αυτής της ομάδας στη φύση.

Οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις είναι πια παρούσες παντού πάνω στη Γη, από τα βάθη της θάλασσας μέχρι τη στρατόσφαιρα και από την Αρκτική μέχρι την Ανταρκτική. Μάλιστα ο Βόρειος Ατλαντικός Ωκεανός θεωρείται η μεγαλύτερη δεξαμενή στον κόσμο, μιας ομάδας οργανοχλωριωμένων ενώσεων, των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων, που είναι γνωστά σαν PCBs.

Οι περισσότερες από αυτές τις ενώσεις έχουν την ιδιότητα να μην διαλύονται στο νερό και γι' αυτό το λόγο έχουν την τάση να μεταφέρονται. Οι πιο πτητικές, όπως για παράδειγμα οι χλωροφθοράνθρακες -(CFCs)- μεταφέρονται στην επιφάνεια του νερού, ενώ οι λιγότερο πτητικές -(PCBs)- συγκεντρώνονται στα ιζήματα και από εκεί μπορεί να εισέλθουν στην τροφική αλυσίδα.

1.6.13 Πετρελαϊκοί Υδρογονάνθρακες

Η ρύπανση των θαλασσών από πετρέλαιο οφείλεται κυρίως στα πλοία, καθώς και στις δραστηριότητες που σχετίζονται με την εξόρυξη και εκμετάλλευση πετρελαίου και αερίου. Έχει εκτιμηθεί ότι γύρω στα 3,2 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου καταλήγουν κάθε χρόνο σε υδάτινους αποδέκτες, εξαιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Από αυτούς, σχεδόν το 47% προέρχεται από θαλάσσιες μεταφορές και πάνω από το 31% από αστικές και βιομηχανικές εκροές.

Το 30- 40% των πετρελαιοειδών που καταλήγουν στο νερό αποτελείται από πτητικά συστατικά, τα οποία εξατμίζονται γρήγορα, ενώ τα υπόλοιπα συστατικά σχηματίζουν ένα λεπτό στρώμα πετρελαίου. Αυτό το στρώμα εμποδίζει τις φυσικές ανταλλαγές που συμβαίνουν μεταξύ νερού και ατμοσφαιρικού αέρα, οι οποίες είναι απαραίτητες για το βιολογικό κύκλο της θαλάσσιας ζωής. Με άλλα λόγια, ελαχιστοποιείται η ανανέωση του νερού με το οξυγόνο του αέρα και εμποδίζεται η ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει βαθιά στην όποια υδαταποθήκη. Έτσι προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, καθώς και υπερβολική ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Οι πιο επιβαρυντικές εισροές πετρελαίου στο υδάτινο περιβάλλον προέρχονται από ατυχήματα δεξαμενόπλοιων. Το 1967 το πλοίο Torrey Insert προσάραξε έξω από τις Βρετανικές ακτές και απελευθέρωσε 95.000 τόνους αργού πετρελαίου. Η διαδικασία καθαρισμού της πετρελαιοκηλίδας αποδείχτηκε εξίσου καταστροφική, αφού χρησιμοποιήθηκαν τοξικές ουσίες. Το 1973 το Amoco Cadiz απέρριψε 220.000 τόνους πετρελαίου έξω από τις ακτές της Γαλλίας. Αυτή τη φορά χρησιμοποιήθηκαν πιο αποτελεσματικές διεργασίες καθαρισμού. Σήμερα, είναι πολλές οι χώρες εκείνες που έχουν αναπτύξει κατάλληλους σχεδιασμούς για την αντιμετώπιση απρόοπτων διαρροών πετρελαίου γύρω από τις ακτές τους. Οι σχεδιασμοί αυτοί περιλαμβάνουν αποθέματα χαμηλής τοξικότητας διασπορέων, τη συμβολή αεροσκαφών για ψεκασμό, τη διάθεση εμπλεκόντων φραγμάτων για περιορισμό της ρύπανσης και την καθιέρωση κατευθυντήριων οδηγιών δράσης.



Εικόνα 31 Το 1989 το τάνκερ Exxon Valdez απέρριψε στη θάλασσα 11 εκατομμύρια γαλόνια πετρελαίου, το οποίο κατέληξε στις ακτές της Αλάσκα. (σε μήκος ακτής περισσότερο από 700 μίλια). Η οικολογική καταστροφή που συντελέστηκε ήταν πραγματικά ανυπολόγιστη. [11]

1.6.14 Οξίνιση των υδάτων

Η όξινη βροχή δημιουργείται όταν το διοξείδιο του θείου (SO_2) και / ή τα οξείδια του αζώτου (NO_x), καθώς και τα προϊόντα οξείδωσής τους, είναι παρόντα στην ατμόσφαιρα μέσω των ρύπων που εκλύονται σε αυτή, από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Τα οξέα που σχηματίζονται από τις αντιδράσεις των ενώσεων αυτών με τους υδρατμούς επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης, με τη μορφή βροχής ή χιονιού.

Το νερό της βροχής έχει φυσιολογικά μία οξύτητα και το pH του έχει ως αντιπροσωπευτική τιμή το 5.6 περίπου. Η βροχή χαρακτηρίζεται όξινη, όταν το pH της είναι μικρότερο από το 5.

Τα οξείδια του θείου είναι οι ρύποι εκείνοι που κατά κύριο λόγο δημιουργούν την όξινη βροχή. Οι ενώσεις αυτές προέρχονται από την καύση του άνθρακα και ειδικά από τις καύσεις του μαζούτ και του πετρελαίου ντίζελ που έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε θείο.

Τα οξείδια του αζώτου συνήθως προέρχονται από τις εκπομπές των οχημάτων ή από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατά κανόνα, συμβάλλουν λιγότερο από τις ενώσεις του θείου στο πρόβλημα της όξινης βροχής. Αλλά έχουν

παρατηρηθεί και περιπτώσεις στις οποίες συμβαίνει το αντίστροφο, όπως για παράδειγμα στις δυτικές ακτές των Η.Π.Α.

Ο βαθμός ρύπανσης των επίγειων υδάτων από την όξινη βροχή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ένας καθοριστικός παράγοντας είναι η ικανότητα του νερού της κάθε υδαταποθήκης να λειτουργεί ως ρυθμιστικό διάλυμα και να εξουδετερώνει τις επιπτώσεις της επιβαλλόμενης οξύτητας. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα πετρώματα που βρίσκονται κάτω από τις λίμνες ή τους ποταμούς, αλλά και από τον τύπο του εδάφους που περιβάλλει τους σχηματισμούς αυτούς.

Η όξινση των υδάτων μπορεί να περιοριστεί με την προσθήκη ασβέστου στις υδαταποθήκες που έχουν πληγεί, ή -ακόμη πιο αποτελεσματικά- με την ελάττωση των εκπομπών θείου και αζώτου στην ατμόσφαιρα.

1.6.15 Ραδιενεργές Ουσίες

Οι φυσικές εισροές ραδιενέργειας στο περιβάλλον γίνονται από το φλοιό της γης ή από κοσμική ακτινοβολία. Από τη δεκαετία του '40 και μετά έχουν ανιχνευτεί ανθρωπογενείς ραδιενεργές ουσίες στα νερά, εξαιτίας πυρηνικών δοκιμών, που πραγματοποιήθηκαν κυρίως ανάμεσα στο 1954 και το 1962. (Οι δραστηριότητες αυτές οδήγησαν σε ραδιενεργή μόλυνση των υδάτων από ξηρή και ιδιαίτερα υγρή απόθεση. Οι τεχνητές ραδιενεργές ουσίες που παράγονται από τέτοιες δοκιμές περιλαμβάνουν άνθρακα-14 (C-14), καίσιο-137 (Cs-137), υδρογόνο-3 (H₃/τρίτιο) και στρόντιο-90 (Sr-90), όπως επίσης πλουτώνιο και άλλα στοιχεία. Αξίζει πάντως να αναφερθεί ότι τα ατμοσφαιρικά κατάλοιπα των δοκιμών παρουσιάζουν πολύ ευρεία διασπορά, πράγμα που περιορίζει τη συγκέντρωσή τους στο περιβάλλον).

Πέρα από τις πυρηνικές δοκιμές, μια πιθανή πηγή ραδιενέργειας για το νερό είναι τα ατυχήματα σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και πυρηνικούς σταθμούς.

Σοβαρά ατυχήματα με απελευθερώσεις ραδιενεργών ουσιών συνέβησαν στο Shellfield (Windscale) στη Βρετανία το 1957, στο Chelyabinsk της πρώην ΕΣΣΔ το 1957, στο Three Mile Island των ΗΠΑ το 1979. Το πιο σοβαρό και πρόσφατο περιστατικό ήταν αυτό του Τσέρνομπιλ, στην πρώην ΕΣΣΔ, το 1986.

Αμέσως μετά το ατύχημα, η συγκέντρωση του καϊσίου-137 στη Μεσόγειο αυξήθηκε κατά μία και δύο τάξεις μεγέθους στα επιφανειακά νερά και τα ιζήματα αντίστοιχα.

Η κατανομή ήταν ιδιαίτερα ετερογενής λόγω των σημαντικών διακυμάνσεων στις τοπικές συνθήκες, ενώ η συγκέντρωσή του ήταν ιδιαίτερα αυξημένη στις εκβολές των ποταμών. Οι περιοχές με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ήταν οι εκβολές του Ρήνου και οι ιταλικές ακτές.



Εικόνα 32 Επιπτώσεις της θαλάσσιας ρύπανσης στους ζωντανούς οργανισμούς

Οι υψηλές αυτές συγκεντρώσεις ελαττώθηκαν με την πάροδο του χρόνου και έφτασαν αυτές της πριν το Τσέρνομπιλ περιόδου προς το τέλος του 1989.

Σημαντικό πρόβλημα για τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας είναι και η απόρριψη των πυρηνικών αποβλήτων. Ραδιενεργά απόβλητα έχουν απομακρυνθεί στο παρελθόν, με απόρριψη στη θάλασσα σε συσκευασμένη μορφή. Χρησιμοποιήθηκαν τοποθεσίες στον Ατλαντικό και Ειρηνικό Ωκεανό και στον Κόλπο του Μεξικού.

1.6.16 Θερμική Ρύπανση

Το νερό έχει την ιδιότητα να απορροφά μεγάλες ποσότητες θερμότητας, χωρίς να μεταβάλλει σημαντικά τη θερμοκρασία του ή την υγρή του φάση. Αυτή η μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού έχει ως αποτέλεσμα την ευρεία χρησιμοποίησή του ως ψυκτικού σε πολλές βιομηχανίες. Η βασική χρήση του νερού ως ψυκτικού γίνεται από τη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αλλά το νερό χρησιμοποιείται σε ένα βαθμό και από διυλιστήρια και χαλυβουργεία.

Το νερό που απαιτείται γι' αυτές τις δραστηριότητες αποσπάται απευθείας από τις διάφορες υδαταποθήκες και πολύ συχνά από τα ποτάμια. Μετά τη χρήση του, το νερό που έχει θερμανθεί, μερικές φορές επιστρέφει απευθείας στην αρχική του πηγή. Αυτό συνιστά τη θερμική ρύπανση του νερού.

Η θερμική ρύπανση μπορεί να αποφευχθεί με την ψύξη του νερού πριν την επιστροφή του στην πηγή του. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται πολλές φορές τεχνητές λίμνες ψύξης στη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εναλλακτικά, το ζεστό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από άλλες βιομηχανίες. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί - και χρησιμοποιείται - στις υδατοκαλλιέργειες.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια η σημασία του νερού για τον άνθρωπο;
2. Τι γνωρίζετε για τον υδρολογικό κύκλο;
3. Τι ονομάζεται ευτροφισμός και πώς επηρεάζει τις διάφορες υδαταποθήκες;
4. Γράψτε τις βασικές μορφές ρύπανσης των υδάτων, δίνοντας τα γενικότερα χαρακτηριστικά των ενώσεων που τις προκαλούν.
5. Ποιοι είναι οι βασικοί λόγοι που οδηγούν στο πρόβλημα της λειψυδρίας;
6. Η κατασκευή διαφόρων έργων επιτείνει ή περιορίζει το πρόβλημα της ανεπάρκειας των υδάτινων πόρων;
7. Με ποιο τρόπο είναι δυνατή η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων;
8. Να αναφέρετε τις πιο σημαντικές τεχνικές αντιμετώπισης της λειψυδρίας.

1.7 ΕΔΑΦΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το έδαφος αποτελεί το τμήμα του περιβάλλοντος, πάνω στο οποίο αναπτύσσεται η ζωή. Για το λόγο αυτό, η κατανόηση των διεργασιών που συμβαίνουν σε αυτό είναι σημαντική. Η ποιότητα του εδάφους επιτείνεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σημαντική μορφή υποβάθμισης του εδάφους είναι η διάβρωση. Η απερίμωση - υποβάθμιση του εδάφους που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις κλιματικές αλλαγές - απειλεί σήμερα πολλές περιοχές του πλανήτη. Η έκταση του φαινομένου είναι ιδιαίτερα μεγάλη στη Μεσόγειο και στην Ελλάδα, κυρίως λόγω των παρεμβάσεων του ανθρώπου στο περιβάλλον. Περιγράφονται οι διαδικασίες που οδηγούν στο φαινόμενο και τα μέτρα που πρέπει να λάβει ο άνθρωπος για την αντιμετώπισή του.

1.7.1 Εισαγωγή

Το έδαφος αποτελεί προϊόν αποσάθρωσης των πετρωμάτων, υπό την επίδραση βιολογικών (φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί) και κλιματικών παραγόντων (κλιματικές συνθήκες).

Το έδαφος α) παρέχει ένα φυσικό, χημικό και βιολογικό περιβάλλον για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών β) αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα για τη ροή των υδάτων και την αποθήκευση και ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών γ) υποστηρίζει τις βιολογικές δραστηριότητες, την ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγικότητα των ζώων δ) φιλτράρει και ελέγχει τις ποσότητες των οργανικών και ανόργανων ουσιών.



Εικόνα 33 Το έδαφος αποτελεί ένα πορώδες υλικό που στηρίζει τα φυτά και τα εφοδιάζει με νερό και θρεπτικά στοιχεία, όπως άζωτο, φώσφορο, κάλιο, κλπ.

1.7.2 Παράγοντες σχηματισμού εδαφών

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό του εδάφους είναι το μητρικό υλικό, από το οποίο σχηματίζεται το έδαφος, το κλίμα, οι ζωντανό οργανισμοί (φυτικοί, μικροοργανισμοί, μεγάλοι ζωικοί οργανισμοί και ο άνθρωπος), η τοπογραφία (δηλαδή η μορφή της επιφάνειας της γης) και ο χρόνος (η διαδικασία σχηματισμού του εδάφους είναι πολύ αργή).

Οι διεργασίες, μέσω των οποίων σχηματίζεται το έδαφος, είναι α) φυσικές, με κυριότερη από αυτές την αποσάθρωση, β) χημικές, οι οποίες σχετίζονται με χημικές αντιδράσεις ανάμεσα σε διάφορα συστατικά του εδάφους, γ) βιολογικές, οι οποίες συνίστανται στη μάζηση και στον τεμαχισμό φυτικών υπολειμμάτων από οργανισμούς που ζουν στο έδαφος.

1.7.3 Ιδιότητες του εδάφους

Για την κατανόηση της φύσης και της συγκρότησης του εδάφους, αλλά και για τον καθορισμό των πλουτοπαραγωγικών του δυνατοτήτων, έχουν επιλεγεί αρκετές ιδιότητες. Οι σπουδαιότερες από τις ιδιότητες αυτές, που σχετίζονται έμμεσα ή άμεσα με τη γεωργική του χρήση, είναι η μηχανική σύσταση, η ορυκτολογική σύσταση, η χημική σύσταση, οι φυσικές ιδιότητες και η μορφολογία του.

Το έδαφος περιέχει κόκκους άμμου, λάσπης (πηλός) και αργίλου. Η μηχανική σύσταση ή υφή του εδάφους αναφέρεται στις σχετικές αναλογίες των παραπάνω πρωτογενών κόκκων του. Ανάλογα με αυτές τις αναλογίες, το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμώδες, πηλώδες, αμμοαργιλώδες κλπ. Τα εδάφη κατατάσσονται σε ελαφρά εδάφη (επικρατούν τα χονδρόκοκκα τεμαχίδια, όπως χαλίκια και άμμος), βαριά εδάφη (επικρατούν λεπτόκοκκα τεμαχίδια, όπως η άργιλος) και μέσα εδάφη (περιέχουν συγχρόνως λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα στοιχεία).

Μια σπουδαία χημική ιδιότητα του εδάφους, που επιδρά στη φυσιολογία των φυτών και των άλλων οργανισμών του εδάφους είναι η οξύτητά του (ή αλκαλικότητα). Μέτρο της οξύτητας είναι το pH, δηλαδή ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο εδαφικό διάλυμα. Οι περισσότερες καλλιέργειες ευδοκιμούν σε έδαφος με μέτρια όξινο pH (5,8-7).

Η οργανική ύλη συνιστά το 2-10% του εδάφους και αποτελείται από πολύπλοκες ενώσεις που παράγονται από την επίδραση βιολογικών, χημικών και φυσικών παραγόντων πάνω στα υπολείμματα των φυτικών και ζωικών ιστών. Το έδαφος περιέχει εκατομμύρια ζωντανών οργανισμών, φυτικών και ζωικών. Ανάμεσά τους διακρίνουμε τα βακτήρια, τα φύκια, τα πρωτόζωα, τους νηματώδεις σκώληκες, τα έντομα, τους γαιοσκώληκες, διάφορα αρθρόποδα κλπ. Η σύνθεση του ζωικού και φυτικού πληθυσμού του εδάφους επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες, τη βλάστηση, την υφή και τη δομή του εδάφους.

Ο τρόπος, με τον οποίο διατάσσονται οι πρωτογενείς κόκκοι της άμμου, της λάσπης και της αργίλου σε συσσωματώματα καθορίζει τη δομή του εδάφους. Το νερό καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες, τη συμπεριφορά και την εξέλιξη του εδαφικού συστήματος. Όσο μειώνεται η υγρασία του εδάφους, τόσο αυξάνεται η συνοχή των εδαφικών υλικών. Η καλλιέργεια του εδάφους πρέπει να πραγματοποιείται όταν αυτό έχει το κατάλληλο ποσοστό υγρασίας. Διαφορετικά υπάρχει

κίνδυνος καταστροφής της δομής του. Όταν, για παράδειγμα, το έδαφος είναι πολύ υγρό κατά την άρωση, υφίσταται συμπίεση. Αν είναι πολύ ξηρό θραύεται σε μεγάλα τεμάχια και λεπτή σκόνη. Έτσι παρεμποδίζεται η βλάστηση των σπόρων και η ανάπτυξη των φυτών.

Η μορφολογία του εδάφους συνιστά σημαντική πηγή πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητές του, τις παραγωγικές του δυνατότητες και την ενδεδειγμένη χρήση του. Ανάμεσα στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εδαφών που εξετάζονται συνήθως είναι: η δομή, η κοκκομετρική σύσταση, η συνεκτικότητα, το χρώμα, η προσθήκη υλικών στην επιφάνεια του εδάφους, οι υδατικές συνθήκες, ο βαθμός διάβρωσης της επιφάνειας του εδάφους κλπ.

1.7.4 Η ποιότητα του εδάφους

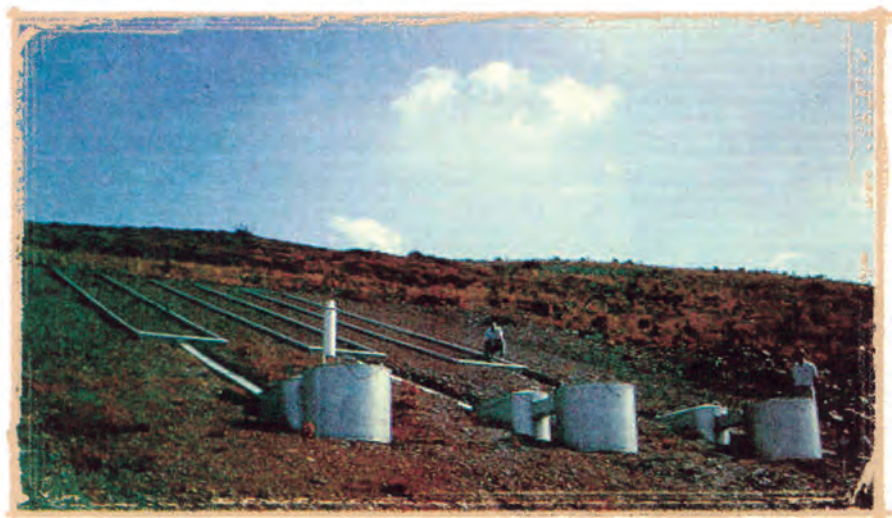
Ποιότητα ή υγεία του εδάφους ονομάζεται η ικανότητά του να συνεισφέρει, στο πλαίσιο των οικοσυστημάτων, στην υγιή ανάπτυξη της χλωρίδας και της πανίδας και στη διατήρηση της ποιότητας του αέρα και των υδάτων, άρα και στην υγεία και την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Η ποιότητα του εδάφους αλλάζει με το χρόνο, λόγω φυσικών γεγονότων ή ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Το υγιές έδαφος μπορεί να συνεισφέρει στην επαρκή παραγωγή τροφίμων και πρώτων υλών για τον αυξανόμενο ανθρώπινο πληθυσμό. Όμως, σε μεγάλη κλίμακα, παρατηρούνται διαρκώς αυξανόμενα προβλήματα ρύπανσης του εδάφους και γενικότερα υποβάθμισης του, λόγω των ανθρωπινων δραστηριοτήτων. Η προστασία, συνεπώς, του εδάφους και η διατήρηση της ποιότητάς του για τις σημερινές και τις μελλοντικές γενεές αποκτούν μια παγκόσμια σημασία.



Εικόνα 34 Η σοφία των αρχαίων πολιτισμών γίνεται εμφανής στον τρόπο διαχείρισης του εδάφους. Σε μια κορυφογραμμή του Περού, η χαμένη πόλη Μαντσού Πικτσού των Ινκας, αποτελεί ένα εξαιρετικό δείγμα σχεδιασμού με δικό της σύστημα τροφοδοσίας και ύδρευσης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λαξευμένες αναβαθμίδες (πεζούλες) στις πιο χαμηλές πλαγιές: πάνω σ' αυτές καλλιεργούνταν καλαμπόκι, πατάτες και ντομάτες. Επιπλέον, οι αναβαθμίδες σχημάτιζαν ένα εσωτερικό αμυντικό σύστημα εναντίον ενδεχόμενων επιδρομών.

Για χιλιάδες χρόνια οι αρχαίοι πολιτισμοί, ανάμεσα τους και ο ελληνικός, στήριξαν την ευημερία και την ανάπτυξη στο έδαφος, φροντίζοντας για τη συντήρηση της παραγωγικότητάς του. Η υιοθέτηση βιώσιμων καλλιεργητικών πρακτικών, σε συνδυασμό με τα πορίσματα της σύγχρονης επιστήμης και τα επιτεύγματα της τεχνολογίας, καλούνται σήμερα να εξασφαλίσουν την υγεία και την παραγωγικότητα του εδάφους.



Εικόνα 35 Στην περιοχή της Γρανάδας, στην Ισπανία, ειδικά φράγματα συγκρατούν το νερό, μαζί με το χώμα που παρασύρει.

1.7.5 Η διάβρωση του εδάφους

Με τον όρο υποβάθμιση του εδάφους εννοούμε κάθε διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της βιολογικής ή οικονομικής παραγωγικότητας στο σύστημα έδαφος-βλάστηση-νερό. Πρόκειται για ένα ευρύτερο φαινόμενο που περιλαμβάνει τη διάβρωση του εδάφους, τη μείωση της εδαφικής γονιμότητας, την καταστροφή των δασών και τη μείωση της φυτοκάλυψης.

Διάβρωση του εδάφους ονομάζεται η απομάκρυνση εδαφικού υλικού από τον άνεμο ή από το νερό (αιολική και υδατική διάβρωση) ή εξαιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η διάβρωση εξαρτάται από το ποσοστό της επιφανειακής φυτοκάλυψης, τον τύπο της βλάστησης, την κλίση του εδάφους, το ποσοστό του νερού που διαπερνά το έδαφος και την ένταση και διάρκεια των βροχοπτώσεων. Η απογύμνωση μιας περιοχής από τη βλάστηση και η προοδευτική ελάττωση των βροχοπτώσεων υποβοηθούν το σχηματισμό αυλακώσεων στο έδαφος. Έτσι, δημιουργείται ένα φυσικό αποχετευτικό δίκτυο που επιδεινώνει την απώλεια χρώματος με τη μορφή ιζήματος.

Η διάβρωση εξαρτάται σημαντικά από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η μεταβολή του τρόπου εκμετάλλευσης της γης -με τη μορφή αντικατάστασης του δάσους από καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή μετατροπής αγρών σε βοσκοτόπια- επιταχύνει το φυσικό ρυθμό διάβρωσης.

Στην περιοχή της Μεσογείου, λόγω των ιδιαίτερων κλιματικών συνθηκών, της τοπογραφίας, των χαρακτηριστικών του εδάφους και της αγροτικής διαχείρισης, η υποβάθμιση του εδάφους (κυρίως η διάβρωση) και των υδάτινων αποθεμάτων αποτελεί σημαντική απειλή για τον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον. Μια σημαντική επίπτωση της γεωργίας στην ποιότητα του εδάφους και των υδάτινων πόρων της Μεσογείου είναι η εισροή θαλασσινού νερού στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, στις παράκτιες περιοχές. Ακόμη η εκτεταμένη χρήση των φυτοφαρμάκων επηρεάζει τις βιοτικές και αβιοτικές διαδικασίες στο έδαφος. Η υποβάθμιση όμως των εδαφών προκαλείται και από την αλόγιστη χρήση των χημικών λιπασμάτων.



***Εικόνα 36** Η διάβρωση του εδάφους αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα, ιδιαίτερα στις χώρες του Τρίτου Κόσμου. Η διάβρωση επηρεάζεται από τη σύσταση του εδάφους, το είδος και την πυκνότητα της βλάστησης, καθώς και την κλίση του εδάφους. Ακόμη, εξαρτάται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και από το ποσοστό των βροχοπτώσεων.*

1.7.6 Το πρόβλημα της απερίμωσης

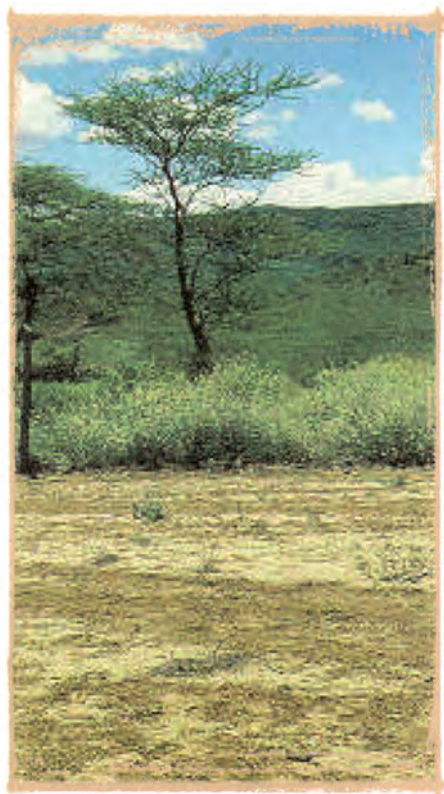
Η απερίμωση ή ερημοποίηση -κατά μερικούς επιστήμονες- αποτελεί το τελικό στάδιο μιας πορείας καταστροφής του εδάφους που αρχίζει με την απομάκρυνση της προστατευτικής βλάστησης και οδηγεί στην απώλεια της ικανότητας του να

συντηρήσει οποιαδήποτε μορφή ζωής. Το φαινόμενο της απερίημωσης - ένα σύνθετο φαινόμενο αλληλεπίδρασης φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων - σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού και κατ' επέκταση των διατροφικών αναγκών, αναμένεται να δημιουργήσει, τα επόμενα χρόνια, σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Ήδη στην Ελλάδα, λόγω των καταστρεπτικών πυρκαγιών και της συνεχούς διάβρωσης των εδαφών, παρουσιάζονται εκτεταμένα φαινόμενα απερίημωσης. Πρόκειται για φαινόμενα μη αναστρέψιμα και μάλιστα με τάση να επεκταθούν.

1.7.6.1 Ένα παγκόσμιο φαινόμενο

Η απερίημωση ορίζεται ως η υποβάθμιση του εδάφους, κυρίως σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, η οποία προκαλείται από δύο βασικούς παράγοντες, την ανθρώπινη επέμβαση στο περιβάλλον και την επίδραση του κλίματος στην επιφάνεια της γης. Ο ανθρώπινος παράγοντας περιλαμβάνει όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες που προκαλούν την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Τέτοιες δραστηριότητες είναι η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, λόγω της αύξησης του πληθυσμού και των αυξημένων αναγκών για διάφορα αγαθά, με αποτέλεσμα την επέκταση των αρδευομένων περιοχών, οι ακατάλληλες τεχνικές χρήσεις γης, η υπερβόσκηση, η αποδάσωση λόγω αναγκών σε καύσιμη ύλη κλπ. Εξάλλου ακραίες κλιματικές συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν μείωση των βροχοπτώσεων, υψηλότερες θερμοκρασίες, μεγάλες περιόδους ξηρασίας, μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου κ.λπ.

Ο όρος απερίημωση δεν πρέπει να συγχέεται με τη δημιουργία ερήμων. Συχνά ο όρος αυτός παραπλανητικά παραπέμπει στην εξάπλωση των ερήμων και στην κάλυψη όλο και περισσότερων γόνιμων εκτάσεων με άμμο. Στην πραγματικότητα το φαινόμενο που παρατηρείται στις ερήμους είναι η περιοδική εξάπλωση και συρρίκνυσή τους, που συνδέεται άμεσα με τις διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων και του τοπικού κλίματος. Αντίθετα, η απερίημωση είναι η διαδικασία, σύμφωνα με την



Εικόνα 37 Η υποβάθμιση των εδαφών στις ξηρές και ημι-ξηρές περιοχές, οδηγεί στο φαινόμενο της απερίημωσης.

οποία γόνιμη γη υποβαθμίζεται και σταδιακά εξαφανίζεται. Πολλές φορές η ξηρασία και η απερίμωση συγχέονται. Όμως η ξηρασία είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο που αναφέρεται σε βροχοπτώσεις χαμηλότερες από τις συνήθειες, ενώ η απερίμωση συνδέεται και με την κακή χρήση της γης, λόγω της ανθρώπινης επέμβασης.

Η υποβάθμιση του εδάφους που προκαλείται από την απερίμωση συνεπάγεται μείωση ή απώλεια παραγωγικότητας των γεωργικών και δασικών εκτάσεων. Κύριος υπεύθυνος αυτής της υποβάθμισης θεωρείται ο άνθρωπος που με τις παρεμβάσεις του στο περιβάλλον συχνά επιταχύνει τους ρυθμούς διάβρωσης και την υποβάθμιση των εδαφών.

Η απερίμωση, εκτός από τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επιφέρει και αρνητικές οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες, αφού υποβαθμίζει τους φυσικούς πόρους και μειώνει την παραγωγικότητα ενός τόπου -και κατ' επέκταση το αγροτικό εισόδημα. Έτσι, ο πληθυσμός μετατοπίζεται σε άλλες περιοχές, με περισσότερες δυνατότητες απασχόλησης.



***Εικόνα 38** Η απερίμωση αποτελεί το τελικό στάδιο της υποβάθμισης του εδάφους, που αρχίζει με την απομάκρυνση της προστατευτικής βλάστησης και οδηγεί στην απώλεια της ικανότητάς του να συντηρήσει οποιαδήποτε μορφή ζωής.*

1.7.6.2 Η έκταση του φαινομένου

Η απερίμωση επηρεάζει σήμερα άμεσα 3.6 δισεκατομμύρια εκτάρια γης, περίπου το 1/4 της συνολικής επιφάνειας ξηράς παγκόσμια, καθιστώντας 12 εκατομμύρια εκτάρια γης ακατάλληλα για καλλιέργεια κάθε χρόνο. Αποτελεί έτσι μια άμεση

απειλή για πάνω από 250 εκατ. άτομα σε όλο τον κόσμο και μια έμμεση απειλή για άλλο ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους σε περισσότερες από εκατό χώρες, αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες, κυρίως στην Αφρική. Σύμφωνα με στοιχεία των Ηνωμένων Εθνών το κόστος της απερίμωσης παγκόσμια ανέρχεται σε 42 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Το έμμεσο όμως οικονομικό και κοινωνικό κόστος είναι πολύ μεγαλύτερο.

Η απερίμωση αντιμετωπίζεται πλέον ως ένα από τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη. Περιοχές που αντιμετωπίζουν πρόβλημα απερίμωσης είναι η Αφρική, που έχει και το μεγαλύτερο πρόβλημα, η Ασία, η Λατινική Αμερική, η Καραϊβική, η Β. Αμερική και η Β. Μεσόγειος. Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι για την καταπολέμηση της απερίμωσης, και γενικότερα της υποβάθμισης της γης απαιτούνται συντονισμένες προσπάθειες σε εθνικό, περιφερειακό και διεθνές επίπεδο.

1.7.6.3 Η απερίμωση στη Μεσόγειο

Στην ευρωπαϊκή ήπειρο, η απερίμωση πλήττει κυρίως την περιοχή της Μεσογείου, καθώς και περιοχές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Η περιοχή της Μεσογείου αποτελεί, μετά τα τροπικά δάση, μία από τις πιο ευαίσθητες περιοχές του πλανήτη. Χαρακτηρίζεται από ξηρότητα, έντονες βροχοπτώσεις σε άτακτα χρονικά διαστήματα και συχνή εμφάνιση ακραίων κλιματικών φαινομένων, όπως ξηρασίες και έντονες βροχοπτώσεις. Όλα αυτά συντελούν στην αυξημένη ευαισθησία της περιοχής στη φυσική υποβάθμιση και στη διάβρωση του εδάφους.

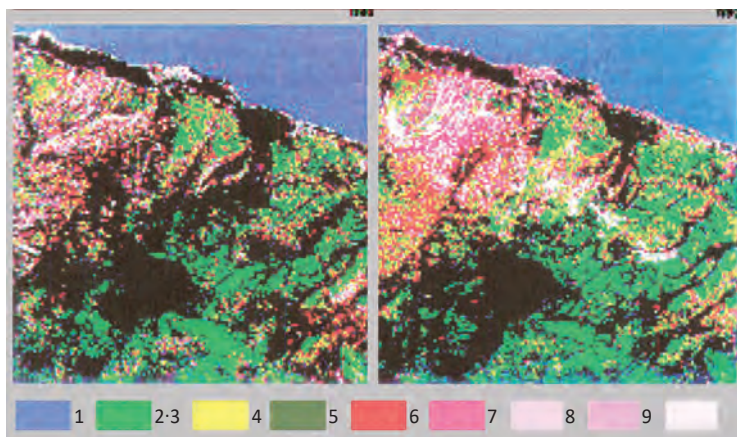
Η απερίμωση στη Μεσόγειο οφείλεται κυρίως στους εξής παράγοντες:

- μετανάστευση πληθυσμών,
- αλλαγές στις χρήσεις γης,
- αύξηση της γεωργικής παραγωγής,
- αυξημένες απαιτήσεις σε νερό μέσω της εντατικοποίησης των καλλιεργειών,
- συχνότερη εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων,
- διείσδυση αλμυρού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα
- αλατοποίηση του εδάφους.

Ο ελλαδικός χώρος εμφανίζεται έντονα υποβαθμισμένος. Πολλές περιοχές αντιμετωπίζουν κίνδυνο απερίμωσης, κυρίως λόγω διάβρωσης. Τέτοιες περιοχές είναι μεγάλο μέρος της Ηπείρου και της δυτικής Στερεάς Ελλάδας, το μεγαλύτερο μέρος της Πελοποννήσου, η ορεινή ζώνη των Ιονίων νήσων, η Κρήτη, τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (Λήμνος, Λέσβος, Σάμος), το μεγαλύτερο μέρος των Κυκλάδων, η Εύβοια και η ορεινή ζώνη των Δωδεκανήσων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σημαντική υποβάθμιση των ορεινών και ημιορεινών όγκων της χώρας μας παρατηρείται μέσω της βόσκησης κτηνοτροφικών ζώων στις περιοχές αυτές).

Οι κύριες αιτίες απερίμωσης που έχουν εντοπιστεί στην Ελλάδα είναι:

- η υπερβόσκηση ευαίσθητων περιοχών,
- οι δασικές πυρκαγιές,
- η εκχέρσωση και η εντατική και αλόγιστη καλλιέργεια πολλών περιοχών,
- η αλόγιστη άρδευση, που προκαλεί αύξηση της αλατότητας των εδαφών,
- η έντονη τουριστική αξιοποίηση που επιβαρύνει τα οικοσυστήματα πολλών περιοχών.



Εικόνα 39 Δορυφορικές εικόνες για την περιοχή του Ξυλόκαστρου στην Πελοπόννησο, από τις οποίες είναι δυνατή η εκτίμηση της κατάστασης του εδάφους και της αφθονίας βλάστησης. Οι αριθμοί αναφέρονται σε ένα δείκτη που σχετίζεται με την υποβάθμιση του εδάφους. Η κλίμακα κυμαίνεται από 1 (περιορισμένη υποβάθμιση και φυτοκάλυψη μεγαλύτερη από 50%), μέχρι το 9 (μη αντιστρεπτή υποβάθμιση και φυτοκάλυψη μικρότερη από 20%). Είναι φανερή η αυξημένη υποβάθμιση του εδάφους (λόγω και του μεγάλου αριθμού πυρκαγιών στην περιοχή), το 1990 σε σχέση με το 1985. [41]

1.7.6.4 Απερίμωση και δασικές πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές έχουν το μεγαλύτερο δυναμικό για να μεταβάλλουν ένα οικοσύστημα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών ο αριθμός των πυρκαγιών στις χώρες της ευρωπαϊκής Μεσογείου έχει αυξηθεί σημαντικά. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί μερικώς στην αντικατάσταση των καλλιεργειών από πευκοδάση και βοσκοτόπια, σε περιοχές όπου η αύξηση της εύφλεκτης βιομάζας είναι δύσκολο να ελεγχθεί. Τα νότια και ανατολικά τμήματα της Μεσογειακής λεκάνης υφίστανται υπερβόσκηση και εκτεταμένη κάλυψη από εύφλεκτα δάση.

Το γεγονός ότι οι μέγιστες βροχοπτώσεις στην περιοχή της Μεσογείου εμφανίζονται συνήθως στην αρχή του φθινοπώρου, όταν έχει λήξει η περίοδος αυξημένου κινδύνου από τις πυρκαγιές, σε συνδυασμό με την αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών κατά το καλοκαίρι, αυξάνει τον κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους και απερίμωσης.

Η μεγάλη συχνότητα εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών τα τελευταία χρόνια έχει έντονα υποβαθμίσει μεγάλο ποσοστό των δασικών εκτάσεων. Όταν η συχνότητα των πυρκαγιών στις ίδιες εκτάσεις είναι μεγάλη και αυτές συνοδεύονται από βόσκηση, η καταστροφή είναι ανεπανόρθωτη και για το έδαφος και για τη βλάστηση, γεγονός το οποίο συμβαίνει και στον ελλαδικό χώρο. Η επιφάνεια του εδάφους μετά τις πυρκαγιές παραμένει απροστάτευτη στη διαβρωτική δράση του νερού. Γι' αυτό άμεσος στόχος θα πρέπει να είναι η ενθάρρυνση της φυσικής βλάστησης, ώστε να επιτευχθεί η ταχύτερη δυνατή κάλυψη του εδάφους.



Εικόνα 40 Η καταστροφή των δασών από πυρκαγιές μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της απερίμωσης.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το σχηματισμό του εδάφους;
2. Πώς ορίζεται η ποιότητα του εδάφους;
3. Να περιγράψετε τη διαδικασία διάβρωσης του εδάφους.
4. Η περιοχή της Μεσογείου αντιμετωπίζει προβλήματα, όσον αφορά το έδαφος;
5. Τι καλείται απερίμωση;
6. Πού οφείλεται η μεγάλη έκταση του φαινομένου της απερίμωσης στην περιοχή της Μεσογείου;
7. Με ποιο τρόπο ο άνθρωπος προκαλεί το φαινόμενο της απερίμωσης ειδικά στην Ελλάδα;

ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗ - ΘΟΡΥΒΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ως θόρυβος ορίζεται το ηχητικό ερέθισμα που είναι ανεπιθύμητο από τον ακροατή, διότι δεν είναι ευχάριστο, είναι ενοχλητικό, περιπλέκεται στην αντίληψη ήχων που θέλουμε να ακούσουμε ή είναι βλαπτικό. Δηλαδή θόρυβος είναι κάθε ανεπιθύμητος ήχος.

Ο θόρυβος τοποθετείται συνήθως μέσα στο γενικό πλαίσιο των προβλημάτων που συνδέονται με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Έτσι έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τις υπόλοιπες μορφές ρύπανσης. Δύσκολα θα μπορούσε κανείς να βρει διαφορές ανάμεσα, για παράδειγμα, στην ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλεί ένα εργοστάσιο στη γύρω περιοχή του (με την εκπομπή αερίων) και στην ηχητική ρύπανση που προκαλεί το ίδιο εργοστάσιο, στην ίδια περιοχή. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος ήταν πάντα μια ανεπιθύμητη κατάσταση. Ποτέ όμως αυτή η κατάσταση δεν είχε πάρει τις διαστάσεις και τη σημασία που έχει στην εποχή μας. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι τρόποι μέτρησης του θορύβου, οι κύριες πηγές αστικού θορύβου και η επίδραση του θορύβου στον άνθρωπο. Περιγράφονται οι φυσικές διεργασίες εξασθένισης των ηχητικών κυμάτων και οι τεχνικές ελάττωσης των επιπέδων του θορύβου.

1.8.1 Μέτρηση του θορύβου

Ο ήχος (άρα και ο θόρυβος) παράγονται από μια τοπική μεταβολή της πίεσης που συμβαίνει σε κάποιο σημείο ενός μέσου. Μέσα διάδοσης του ήχου είναι τα αέρια, τα υγρά και τα στερεά.

Συχνότητα. Η συχνότητα ενός ήχου είναι το πηλίκο του αριθμού των μεταβολών της πίεσης που γίνονται σε ένα ορισμένο χρόνο δια του χρόνου αυτού. Εκφράζεται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή Hz (Hertz). Οι συχνότητες που αντιλαμβάνεται ένα υγιές ανθρώπινο αυτί κυμαίνονται από 15 έως 20000Hz (20kHz).

Ένταση. Για να παραχθεί ένας θόρυβος πρέπει να γίνει μια τοπική μεταβολή της πίεσης, συνήθως του ατμοσφαιρικού αέρα. Το μέγεθος αυτής της μεταβολής εκφράζει την ένταση του θορύβου. Σε σύγκριση με την ατμοσφαιρική πίεση, απαιτούνται πολύ μικρές διακυμάνσεις στην πίεση για να παραχθεί ένας ακουστός ήχος. Έτσι η κλίμακα των ηχητικών πιέσεων, που προκαλούν τους ακουστούς ήχους, καλύπτει ένα πεδίο τάξης μεγέθους 1:1.000.000. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που οδήγησε στον ορισμό μιας σχετικής κλίμακας για τη μέτρηση των ηχητικών εντάσεων. Αυτή είναι η κλίμακα των Decibels (dB). Το Decibel ορίζεται ως δέκα φορές ο λογάριθμος του λόγου των τετραγώνων δύο ηχητικών πιέσεων:

$$\text{Στάθμη ηχητικής πίεσης σε dB} = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

Η p είναι η ηχητική πίεση του μετρούμενου θορύβου και η p_0 μια σταθερή πίεση, που λαμβάνεται ως βάση αναφοράς (και ισούται με 0.002mbar). Η χρήση των dB μειώνει την κλίμακα των ηχητικών εντάσεων από 1:1000000 σε 0 έως 120 dB. Όταν εκφραζόμαστε σε dB δεν χρησιμοποιούμε πλέον τον όρο «ένταση θορύβου», αλλά τον όρο «Στάθμη Ηχητικής πίεσης» (Lp).

Η συχνότητα ενός θορύβου παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στον τρόπο με τον οποίο τον αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος. Έτσι, αν ο άνθρωπος ακούσει δύο ήχους της ίδιας στάθμης αλλά διαφορετικών συχνοτήτων, θα νομίσει ότι ο ήχος της μικρότερης συχνότητας είναι χαμηλότερος. Αν θέλαμε να μετρούμε την ενόχληση που προκαλούν διάφοροι θόρυβοι, θα έπρεπε από τη στάθμη που μετρούμε τους ήχους χαμηλής συχνότητας, να αφαιρούμε ένα ορισμένο (ανάλογα με τη συχνότητα) κάθε φορά αριθμό decibels. Η εργασία αυτή γίνεται αυτόματα από όργανα μέτρησης θορύβων, με την προσθήκη ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος που λέγεται σταθμιστικό κύκλωμα A. Το σταθμιστικό κύκλωμα A έχει περίπου την ίδια απόκριση με το ανθρώπινο αυτί. Όταν χρησιμοποιείται το κύκλωμα A, η στάθμη θορύβου εκφράζεται σε dB(A). Εκτός από το κύκλωμα A, υπάρχουν και τα κυκλώματα B και C (που χρησιμοποιούνται σπάνια) και το κύκλωμα D, που χρησιμοποιείται σήμερα για τις μετρήσεις του αεροπορικού θορύβου.

Η μέτρηση του θορύβου που εκπέμπει μια πηγή είναι σχετικά απλή υπόθεση αν ο θόρυβος είναι σταθερός, δηλαδή αν η στάθμη του δεν αλλάζει με το χρόνο. Οι περιπτώσεις αυτές, όμως, είναι σπάνιες, κυρίως στον τομέα των αστικών θορύβων, στον οποίο οι στάθμες μεταβάλλονται συνεχώς, όπως για παράδειγμα στον κυκλοφοριακό θόρυβο. Στις περιπτώσεις αυτές, μια στιγμιαία μέτρηση της στάθμης του θορύβου δεν μπορεί παρά να έχει ενδεικτική μόνο αξία. Η παρακολούθηση των αυξομειώσεων της στάθμης επισημαίνει μόνο τις ακραίες συνθήκες (μέγιστα - ελάχιστα). Συνήθως, όταν είναι απαραίτητο να εκφραστεί η κατάσταση σε μια μέση στάθμη, χρησιμοποιείται η «ενεργειακά ισοδύναμη στάθμη ηχητικής πίεσης» ή απλά «ισοδύναμη στάθμη» που συμβολίζεται με LEQ.

Πίνακας 4 Τυπικές στάθμες θορύβων σε db(A) [8]

ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ db(A)	
0-10	Κατώφλι ακουστότητας
10-20	
20-30	Υπνοδωμάτιο
30-40	Βιβλιοθήκη
40-50	
50-60	Τυπικό γραφείο
60-70	Κανονική ομιλία
70-80	Αυτοκινητόδρομος
80-90	Εσωτερικό λεωφορείου
90-100	Εσωτερικό υπογείου σιδηρόδρομου
100-110	
110-120	Απογείωση jet
120-130	Αερόσφουρα (κομπρεσέρ)
130-140	Όριο πόνου
140-150	
150-160	Εκτόξευση πυραύλων

1.8.2 Πηγές αστικού θορύβου

Τα σημαντικότερα στοιχεία της κάθε πηγής θορύβου είναι η μορφή και η στάθμη της. Γενικά οι πηγές διακρίνονται σε γραμμικές, σημειακές και πηγές με ακαθόριστη μορφή.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διαφόρων ερευνών που έχουν γίνει κατά καιρούς σε πολλές χώρες, αλλά και με την κοινή εμπειρία, οι κυριότερες πηγές θορύβου στις πόλεις μπορεί να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Βιομηχανικές πηγές θορύβου
- Πηγές που σχετίζονται με τις μεταφορές
- Ασταθείς πηγές θορύβου

Οι κύριες επιπτώσεις του βιομηχανικού θορύβου αφορούν κυρίως τα άτομα που εργάζονται μέσα στους χώρους αυτών των πηγών. Επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον αφορούν μόνο κατοικίες που βρίσκονται κοντά σε βιομηχανικές ζώνες.

Η σημαντικότερη πηγή θορύβου που σχετίζεται με μεταφορές είναι η οδική κυκλοφορία. Η σημασία αυτού του θορύβου οφείλεται στο γεγονός ότι η οδική κυκλοφορία επεκτείνεται σε όλη την αστική περιοχή και συνεπώς αποτελεί μία πηγή, που εκθέτει σε θόρυβο το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων. Παρά το γεγονός ότι το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται σε θόρυβο αεροσκαφών, από πτήσεις σε χαμηλό ύψος πάνω από πυκνοκατοικημένες περιοχές, είναι σχετικά μικρό σε σχέση με το ποσοστό που εκτίθεται στον κυκλοφοριακό θόρυβο, το πρόβλημα παίρνει διαστάσεις λόγω του είδους και της πολύ υψηλής στάθμης του θορύβου των αεροσκαφών.

Οι ασταθείς πηγές θορύβου είναι αυτές που προέρχονται από αθλητικές δραστηριότητες, κατεδαφίσεις, εργοτάξια, έργα οδοποιίας, συνηθισμένες οικιακές δραστηριότητες, σχολεία, παιδικές χαρές, υπαίθριες αγορές, εγκαταστάσεις αναψυχής κ.λπ.

1.8.3 Επίδραση του θορύβου στον άνθρωπο

Από το 600 π.Χ ο θόρυβος είχε συσχετιστεί με διαταραχές στη λειτουργία του νευρικού συστήματος. Γι' αυτό οι Συβαρίτες, στην αρχαία Ελληνική πόλη της Νότιας Ιταλίας, είχαν απαγορεύσει τις μεταλλουργικές εργασίες μέσα στα όρια της πόλης. Η πρώτη συγκεκριμένη και καταχωρημένη ιστορικά συσχέτιση του θορύβου με τη βαρηκοΐα έγινε τον 1^ο μ.Χ αιώνα από τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο στη «Φυσική Ιστορία του». Εκεί αναφέρεται ότι πολλοί Αιγύπτιοι, που ζούσαν κοντά στους καταρράκτες του Νείλου ήταν «εντυπωσιακά κουφοί».

Η βλαπτική επίδραση του θορύβου στην ακοή διακρίνεται στο ακουστικό τραύμα και στη βαρηκοΐα, που προκαλείται από θόρυβο. Ακουστικό τραύμα ονομάζεται η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, που οφείλεται σε πολύ μικρής διάρκειας επίδραση ενός πολύ ισχυρού θορύβου (από εκρήξεις, εκπυροσκορήσεις όπλων κλπ). Βαρηκοΐα από θόρυβο ονομάζεται η προοδευτική και μόνιμη βαρηκοΐα η οποία

οφείλεται στην παρατεταμένη επίδραση του θορύβου. Η βαρηκοΐα αυτή παρουσιάζει δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, η μείωση της ακοής εμφανίζεται αμέσως μετά την επίδραση του θορύβου και διαρκεί από λίγα λεπτά έως ώρες. Στο δεύτερο στάδιο, η βαρηκοΐα δεν υποχωρεί μετά το πέρας της επίδρασης του θορύβου. Στο αρχικό στάδιο, προκαλείται μείωση της ακοής στις συχνότητες 3000-6000Hz και ιδιαίτερα στα 4000Hz. Γι' αυτό αρχικά υπάρχει πρόβλημα στην ακοή και αντίληψη λέξεων που έχουν πολλά σύμφωνα. Αργότερα το πρόβλημα επεκτείνεται και στις υπόλοιπες συχνότητες.

Οι βλάβες όμως δεν περιορίζονται στην ακοή. Ο θόρυβος αυξάνει την αρτηριακή πίεση και προκαλεί αγγειακά και γαστρεντερικά προβλήματα. Η παρατεταμένη επίδραση ενός θορύβου προκαλεί βιοχημικές μεταβολές στο αίμα, όπως είναι η αύξηση της χοληστερίνης και της κορτιζόνης. Επιπλέον ο θόρυβος μειώνει παροδικά την αποδοτικότητα του ατόμου στην εργασία, είτε αυτή είναι διανοητική είτε όχι. Ο θόρυβος εμποδίζει τη συνομιλία και επηρεάζει τη συμπεριφορά. Αυτό γίνεται πιο αντιληπτό στην εργασία. Εκεί ο εργαζόμενος μπορεί να μην αντιλαμβάνεται τις οδηγίες ή να μην ακούει προοδευτικά τα σήματα.

Μελέτη επιστημόνων στην Ελλάδα (Ωτορινολαρυγγολογική Κλινική Παν/μιου Αθηνών στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο) σε εργαζόμενους στον κλάδο της ζυθοποιίας διαπίστωσε ότι οι μισοί περίπου εργαζόμενοι κάτω των 45 χρονών έπασχαν από νευροαισθητήρια βαρηκοΐα υψηλών συχνοτήτων. Η βαρηκοΐα αυτή σχετιζόταν άμεσα με το θόρυβο κατά την ώρα εργασίας.

1.8.4 Ελάττωση του θορύβου

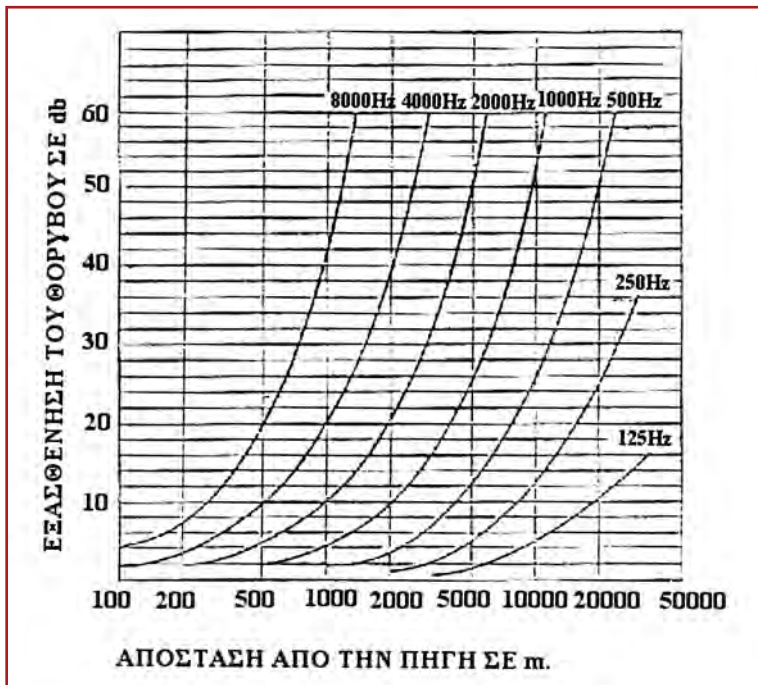
Μέσα σε μία αστική περιοχή διακρίνονται ζώνες, κάθε μία από τις οποίες έχει ένα διαφορετικό ανώτατο όριο θορύβου. Μία τυπική κατάταξη σε ζώνες είναι η εξής:

- Ζώνη 1: περιοχές νοσοκομείων, αναψυχής, αγροτικές περιοχές
- Ζώνη 2: περιοχές αστικής κατοικίας
- Ζώνη 3: περιοχές κατοικίας με μικρή ανάμειξη βιοτεχνικών εργαστηρίων και καταστημάτων
- Ζώνη 4: περιοχές με βιοτεχνικά εργαστήρια ή κύριους δρόμους
- Ζώνη 5: κέντρο πόλης, διοίκηση, εμπόριο, γραφεία
- Ζώνη 6: βιομηχανικές περιοχές.

Κάθε μια από τις ζώνες αυτές έχει ανώτατο επιτρεπόμενο όριο θορύβου κατά 5 db μεγαλύτερο από την προηγούμενη. Έτσι, αν καθορισθεί μία στάθμη ησυχίας για την πρώτη ζώνη, προκύπτουν αυτόματα και οι τιμές των υπολοίπων. Όπως είναι φυσικό, κάθε προσπάθεια ελάττωσης του θορύβου επιδιώκει να ελαχιστοποιήσει το ποσοστό των ατόμων που εκτίθενται στον θόρυβο. Οι προσπάθειες ελάττωσης του

θορύβου είναι μακροχρόνιες και πρέπει να πραγματοποιούνται συστηματικά και επί σειρά ετών, ώστε να αρχίσουν να γίνονται αισθητά τα αποτελέσματα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του ήχου σχετίζονται ή με φυσικά ή με τεχνητά μέσα.

Ελάττωση της στάθμης του θορύβου με την απόσταση. Η στάθμη του θορύβου μειώνεται κατά 6 db για κάθε διπλασιασμό της απόστασης. Η ελάττωση αυτή ισχύει εφόσον η πηγή θορύβου έχει σφαιρική μορφή, δηλαδή εκπέμπει θόρυβο ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις. Πηγές με άλλες μορφές εμφανίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 41 Εξασθένηση του θορύβου σε συνάρτηση με την συχνότητα και την απόσταση από την πηγή [4]

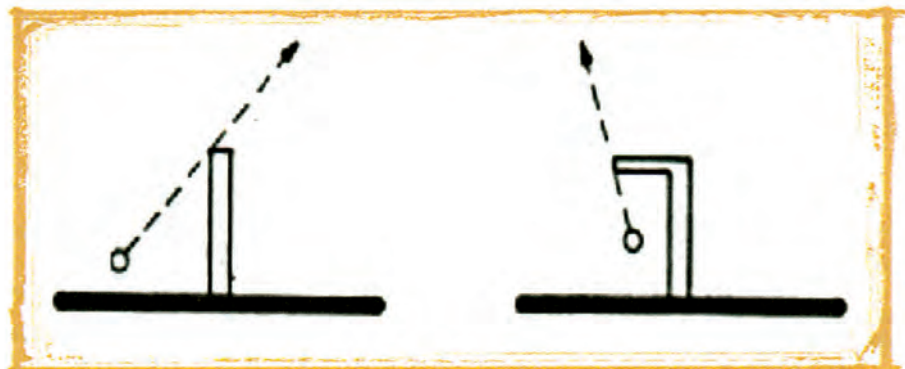
Απορρόφηση από τον αέρα. Η ελάττωση αυτή εξαρτάται από τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία και τη συχνότητα του θορύβου. Ο **άνεμος** αποτελεί ένα πρόσθετο παράγοντα που επηρεάζει τη διάδοση του θορύβου. Έτσι η διάδοση προς την πλευρά που πνέει ο άνεμος είναι εντονότερη από τη διάδοση προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Κίνηση του ηχητικού κύματος μέσα από περιοχές με βλάστηση. Τα δένδρα, οι θάμνοι και οι διάφορες καλλιέργειες έχουν ως αποτέλεσμα την ελάττωση της στάθμης θορύβου. Η ελάττωση αυτή προκαλείται λόγω της διάχυσης και απορρόφησης που δημιουργούν τα φυλλώματα των φυτών.



Εικόνα 42 Φυσικό φράγμα θορύβου [2]

Τεχνητά μέσα για την ελάττωση του θορύβου. Το γνωστότερο τεχνητό μέσο για τη μείωση του θορύβου είναι τα ηχοπετάσματα ή αντιηχητικά φράγματα. Πρόκειται για κατασκευές με μικρό ύψος, τρία μέτρα περίπου, τα οποία αποκόπτουν την οπτική επαφή ανάμεσα στην πηγή και το δέκτη του θορύβου.



Εικόνα 43 Ηχοπετάσματα [2]

1.8.5 Αντιμετώπιση κυκλοφοριακού θορύβου

Η αντιμετώπιση του προβλήματος του κυκλοφοριακού θορύβου γίνεται σε δύο επίπεδα. Το πρώτο αφορά τη μείωση του θορύβου στην πηγή και έχει σχέση με τις τεχνικές βελτιώσεις στα οχήματα και με τη νομοθεσία για τον έλεγχο των ανώτατων επιτρεπό-

μενων ορίων εκπομπής για κάθε τύπο οχήματος τόσο κατά τη φάση της έγκρισης τύπου του όσο και κατά τη φάση της μετέπειτα ζωής του. Στη χώρα μας, η έγκριση των τύπων των οχημάτων, ως προς το θόρυβο, ακολουθεί τη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 5 Επιτρεπόμενα ανώτατα όρια στάθμης θορύβου αυτοκινήτων οχημάτων [2]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΕΝ ΚΙΝΗΣΕΙ ΣΕ dB(A)	
	ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΜΕΧΡΙ 30/9/1982	ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΑΠΟ 1/10/1982
Αυτοκίνητα Επιβατηγά	82	80
Φορτηγά ή λεωφορεία των οποίων το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος δεν υπερβαίνει τα 3500Kgr	84	81
Λεωφορεία των οποίων το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος υπερβαίνει τα 3500Kgr	89	82
Φορτηγά των οποίων το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος υπερβαίνει τα 3500Kgr	89	86
Λεωφορεία με κινητήρα ισχύος ίσης ή μεγαλύτερης από 200HP	91	85
Φορτηγά με κινητήρα ισχύος ίσης ή μεγαλύτερης από 200HP των οποίων το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος υπερβαίνει τα 12.000Kgr	91	88

**Πίνακας 6 Επιτρεπόμενα ανώτατα όρια στάθμης θορύβου
μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων [8]**

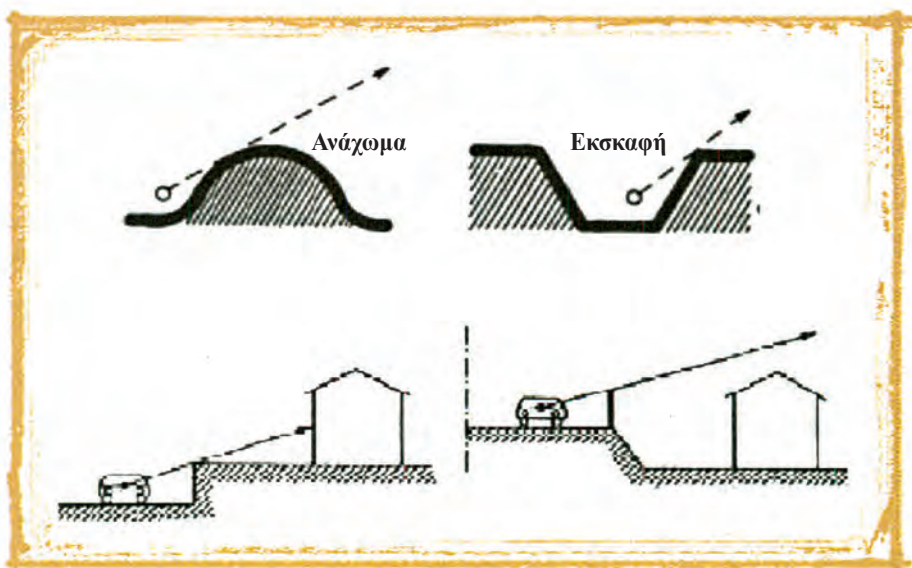
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΚΥΒΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ cm ³	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ dB(A)	
		ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΜΕΧΡΙ 13/6/1981	ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΑΠΟ 14/6/1981
Μοτοποδήλατο	Μέχρι και 50cm ³	80	78
Μοτοσικλέτα	Μέχρι και 80 cm ³	82	78
Μοτοσικλέτα	Πάνω από 80 cm ³ Μέχρι και 125 cm ³	82	80
Μοτοσικλέτα	Πάνω από 125 cm ³ Μέχρι και 350 cm ³	84	83
Μοτοσικλέτα	Πάνω από 350 cm ³ Μέχρι και 500 cm ³	85	85
Μοτοσικλέτα	Πάνω από 500 cm ³	86	86
Τρίτροχο μοτοποδήλατο	Μέχρι και 50 cm ³	86	86
Τρίτροχη μοτοσικλέτα	Πάνω από 50 cm ³	86	86

Το δεύτερο επίπεδο αφορά τα μέτρα που δεν έχουν σχέση με το ίδιο το όχημα, αλλά με την κυκλοφορία (ορθή κατανομή της από ακουστικής πλευράς, ομαλή ροή, πεζόδρομοι κλπ), με τη διάδοση του θορύβου και με τους τρόπους ανακοπής του (φράγματα, ηχομονώσεις κτιρίων κλπ).

Η μείωση των επιπέδων θορύβου της κυκλοφορίας, σε μια ήδη υφιστάμενη κατάσταση, είναι ένα πολύ δύσκολο έργο. Αντίθετα, η προσπάθεια για τον προγραμματισμό μιας αποδεκτής κατάστασης θορύβου από την κυκλοφορία, σε μια υπό ανάπτυξη περιοχή, χωρίς να είναι εύκολη, είναι πρακτικά εφαρμόσιμη.



Εικόνα 44 Ηχοπετάσματα κατά μήκος δρόμου ταχείας κυκλοφορίας



Εικόνα 45 Διάφορα Ηχοφράγματα - Τρόποι προστασίας κατοικιών από κυκλοφοριακό θόρυβο.[2]

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι ορίζουμε ως θόρυβο;
2. Τι εκφράζει η συχνότητα ενός ήχου; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της συχνότητας;
3. Τι εκφράζει η ένταση ενός θορύβου; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της έντασης;
4. Γιατί χρησιμοποιούμε τα σταθμιστικά κυκλώματα στη μέτρηση του θορύβου;
5. Ποιες είναι οι βασικές πηγές αστικού θορύβου;
6. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη διάδοση του θορύβου και πώς γίνεται αυτό;

1.9 ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι επιδράσεις της ακτινοβολίας στον άνθρωπο έχουν αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής έρευνας, κυρίως μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο. Η κοινή γνώμη, αλλά και η επιστημονική κοινότητα, έχουν ευαισθητοποιηθεί ιδιαίτερα στο θέμα της ραδιενέργειας, μετά το ατύχημα στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσέρνομπιλ. Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και οι κύριες επιδράσεις της ραδιενεργού ακτινοβολίας στον άνθρωπο.

Εισαγωγή

Ο Becquerel, το 1896, ανακάλυψε πρώτος ότι το στοιχείο ουράνιο εξέπεμπε χωρίς καμία διέγερση μια διεισδυτικά ακτινοβολία, η οποία αρχικά ονομάστηκε ακτινοβολία Becquerel. Παρόμοια εκπομπή παρατηρήθηκε στη συνέχεια και σε άλλα, βαριά κυρίως στοιχεία, με ατομικό αριθμό μεγαλύτερο του 82.

Το φαινόμενο αυτό, της αυτόματης και ανεξαρτήτως συνθηκών εκπομπής ακτινοβολίας από δεδομένα στοιχεία, ονομάστηκε ραδιενέργεια από τον Pierre και τη Marie Curie. Το ζεύγος Curie ανακάλυψε ότι και το θόριο εκπέμπει ραδιενεργή ακτινοβολία. Στη συνέχεια, η μελέτη διάφορων ορυκτών οδήγησε στην ανακάλυψη του πολώνιου και του ράδιου, των οποίων η ακτινοβολία βρέθηκε πολύ ισχυρότερη από αυτή του ουρανίου και του θορίου. Η διαφορά της έντασης της ραδιενέργειας στα διάφορα ορυκτά, οφείλεται στη διαφορά της περιεκτικότητας του ορυκτού στο ραδιενεργό στοιχείο.

Ο Rutherford υποστήριξε ότι η ραδιενέργεια είναι ενδοατομικό πυρηνικό φαινόμενο αφού δεν επηρεάζεται από φυσικές και χημικές μεταβολές. Τα στοιχεία, στα οποία παρατηρείται το φαινόμενο αυτό, ονομάζονται ραδιοϊσότοπα ή ραδιονουκλεΐδια και διακρίνονται σε φυσικά και τεχνητά.

Φυσικά ονομάζονται τα ραδιενεργά στοιχεία που βρίσκονται στη φύση. Τέτοια είναι τα βαριά στοιχεία, όπως είναι το ουράνιο, το θόριο, το ακτίνιο κ.α., μαζί με όλα τα ραδιενεργά προϊόντα της διάσπασής τους. Είναι, επίσης, τα στοιχεία κάλιο, ρουβίδιο, σαμάριο κ.λπ., τα οποία απαντώνται σε μικρότερη αναλογία. Αυτά προέρχονται από την εποχή της δημιουργίας των στοιχείων της γης. Με βάση το χρόνο υποδιπλασιασμού τους, είναι δυνατή μια πρώτη προσέγγιση της ηλικίας της γης.

Φυσικά ραδιενεργά είναι, επίσης, κάποια ισότοπα, όπως ο $^{17}_{14}\text{C}$ που δημιουργείται από την κοσμική ακτινοβολία (ακτινοβολία που προέρχεται από πυρηνικές διεργασίες που γίνονται στα άλλα άστρα σήμερα ή έγιναν πριν από πολλά χρόνια).

Το πρώτο τεχνητό ραδιενεργό δημιουργήθηκε από τους Joliot και Curie το 1934. Αυτοί ανακάλυψαν ότι το $^{27}_{13}\text{Al}$ γίνεται ραδιενεργό με βομβαρδισμό με σωμάτια άλφα (^4_2He), πετυχαίνοντας έτσι την πρώτη πυρηνική αντίδραση.

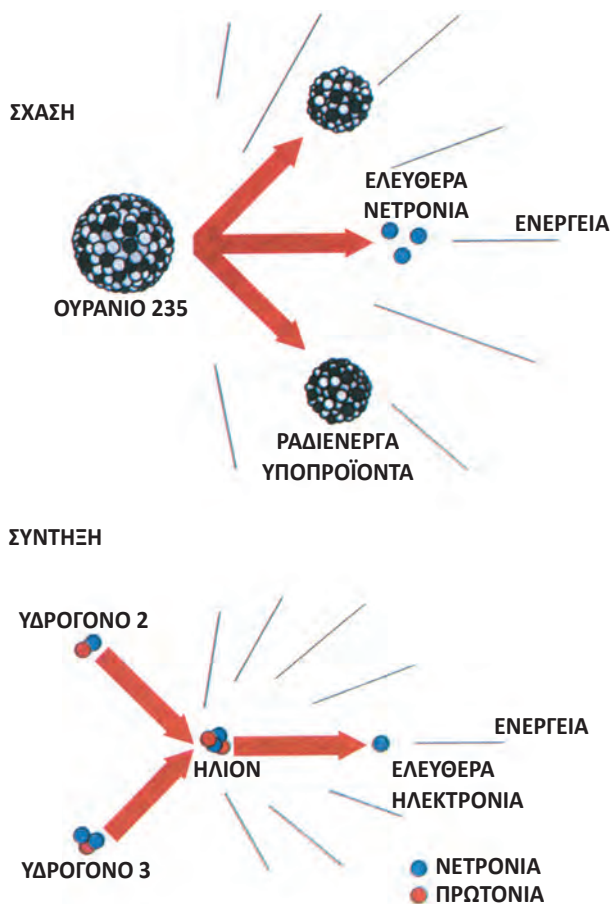
Μετά την ανακάλυψη της ραδιενέργειας, αναζητήθηκαν, όπως ήταν άλλωστε φυσικό, η φύση της ραδιενεργού ακτινοβολίας και οι νόμοι που διέπουν το φαινόμενο.

1.9.1 Ραδιενεργός ακτινοβολία

Ο πυρήνας κάθε ατόμου αποτελείται από νουκλεόνια (πρωτόνια και νετρόνια). Ο συνολικός αριθμός των νουκλεονίων του πυρήνα ενός ατόμου ονομάζεται μαζικός αριθμός (A), ενώ ο αριθμός των πρωτονίων του ονομάζεται ατομικός αριθμός (Z). Ένα άτομο με δεδομένα A και Z ονομάζεται νουκλεΐδιο.

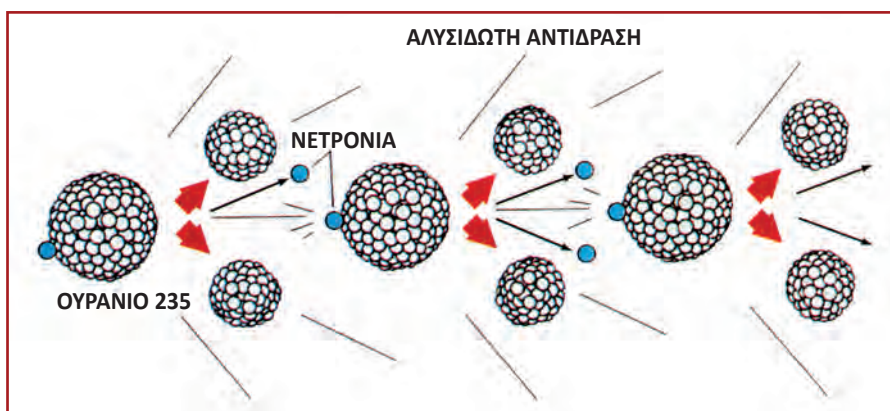
Ένα χημικό στοιχείο ορίζεται από το σταθερό αριθμό πρωτονίων στον πυρήνα του, ενώ ο αριθμός των νετρονίων μπορεί να ποικίλλει. Τα άτομα ενός στοιχείου που διαφέρουν στον αριθμό των νετρονίων, ονομάζονται ισότοπα. Για παράδειγμα το οξυγόνο ($Z=8$) έχει τρία σταθερά ισότοπα, το οξυγόνο-16, το οξυγόνο-17 και το οξυγόνο-18.

Το βαρύτερο άτομο που υπάρχει στη φύση είναι το ουράνιο, το οποίο αποτελείται από δύο ισότοπα, το ουράνιο -238 (U-238) που βρίσκεται σε αναλογία μεγαλύτερη του 99% και το ουράνιο-235 (U-235), σε αναλογία μικρότερη του 1%. Το δεύτερο ισότοπο (U-235) είναι λιγότερο σταθερό από το πρώτο. Σ' αυτό οφείλεται η διαδικασία της σχάσης.



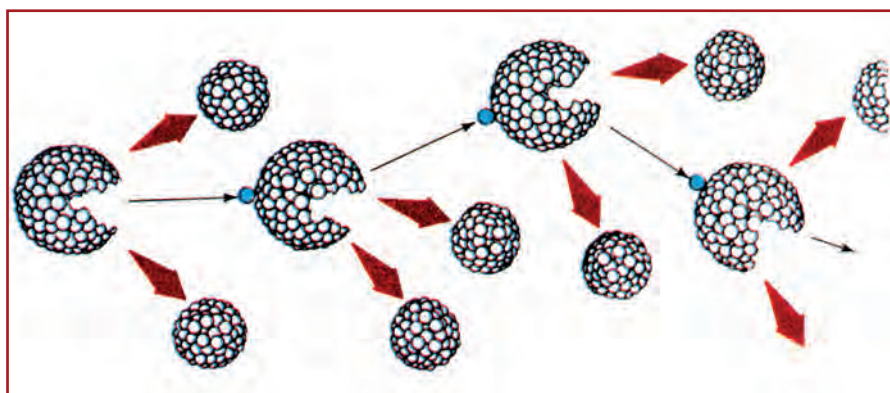
Εικόνα 46 Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται με δύο τρόπους α) τη σχάση, δηλαδή το «σπάσιμο» ενός πυρήνα σε δύο κομμάτια και β) τη σύντηξη, τη «συνένωση» δηλαδή δύο πυρήνων για το σχηματισμό ενός άλλου πυρήνα. Και στις δύο περιπτώσεις, μέρος της μάζας των αρχικών πυρήνων μετατρέπεται σε ενέργεια.[11]

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται ως εξής: Άτομα ουρανίου -235 βομβαρδίζονται με νετρόνια. Όταν ένα νετρόνιο συγκρουστεί με τον πυρήνα του U-235, ο τελευταίος «σπάζει» σε δύο κομμάτια, τα οποία είναι άνισα μεταξύ τους. Κατά τη διάρκεια της σχάσης, παράγονται τουλάχιστον δύο άλλα νετρόνια, τα οποία κινούνται με μεγάλες ταχύτητες. Αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, μπορεί να προκαλέσουν σχάσεις σε άλλους γειτονικούς πυρήνες ουρανίου. Από τις νέες αυτές σχάσεις απελευθερώνονται νέα νετρόνια, τα οποία, καθώς απομακρύνονται, προκαλούν νέες σχάσεις κ.ο.κ. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *αλυσιδωτή αντίδραση*. Αν δεν ελεγχθεί, καταλήγει στην πυρηνική έκρηξη.



Εικόνα 47 Η αλυσιδωτή αντίδραση [11]

Όταν οι αλυσιδωτές αντιδράσεις πραγματοποιούνται υπό έλεγχο, έχουμε την «ελεγχόμενη σχάση», που λαμβάνει χώρα κατά τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων.



Εικόνα 48 Στην περίπτωση της ελεγχόμενης αλυσιδωτής αντίδρασης, τα πλεονάζοντα νετρόνια απορροφώνται από ράβδους ελέγχου, ώστε να αποφεύγεται η πυρηνική έκρηξη. [11]

Στην περίπτωση της σχάσης, η μάζα των προϊόντων είναι μικρότερη από τη μάζα των αρχικών πυρήνων. Η απώλεια σε μάζα μεταφράζεται σε κέρδος σε ενέργεια, σύμφωνα με το νόμο $E=mc^2$, που πρώτος διατύπωσε ο Αϊνστάιν.

Αυτή η μετατροπή της μάζας σε ενέργεια έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας. Είναι χαρακτηριστικό ότι η σχάση ή σύντηξη, κατά την οποία η μάζα θα μεταβάλλεται κατά 1 κιλό, απελευθερώνει την τρομακτική ενέργεια μιας ατομικής βόμβας.

Μια μορφή της ενέργειας, που εκλύεται κατά τη διάρκεια της σχάσης, είναι και η ραδιενέργεια. Ο άνθρωπος δεν έχει τη δυνατότητα να σταματήσει την εκπομπή ραδιενεργού ακτινοβολίας από ένα ραδιενεργό πυρήνα. Από τη στιγμή που υπάρχει έκλυση ραδιενεργού ακτινοβολίας, το μόνο που απομένει είναι η αναμονή για τη φυσική μείωση του αριθμού αυτών των πυρήνων, η οποία συντελείται συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Κάθε είδος ραδιενεργών πυρήνων χαρακτηρίζεται από ένα σταθερό χρονικό διάστημα, μέσα στο οποίο ο αριθμός των πυρήνων αυτών μειώνεται κατά το ήμισυ. Αυτό το χρονικό διάστημα ονομάζεται χρόνος υποδιπλασιασμού ή χρόνος ημιζωής.

Οι ραδιενεργοί πυρήνες υφίστανται μεταβολές στη σύνθεσή τους (μεταβολή του αριθμού, της φύσης ή της ενέργειας των νουκλεονίων τους) και απελευθερώνουν τους θυγατρικούς τους πυρήνες, καθώς και σωματίδια άλφα (α), σωματίδια βήτα (β) και ακτίνες γάμμα (γ).

Η ακτινοβολία είναι ένας πολύ σημαντικός ρύπος στην εποχή μας. Για να ανιχνευτεί, απαιτεί υψηλών προδιαγραφών συσκευές. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πώς έχει εκτιμηθεί η σχέση δόσης - επίδρασης για τον άνθρωπο.

1.9.2 Επιδράσεις της ραδιενέργειας

Οι πυρηνικές αντιδράσεις παράγουν ταχέως κινούμενα σωματίδια και/ή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υψηλών ενεργειών. Οι αλληλεπιδράσεις τέτοιων εκπομπών με την ύλη είναι δυνητικά επικίνδυνες. Αυτό συμβαίνει, γιατί η ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά τη διάρκεια των πυρηνικών αντιδράσεων μπορεί να διεγείρει μόρια, να σπάσει χημικούς δεσμούς, να αποσπάσει ηλεκτρόνια από άτομα και μόρια. Τα ελεύθερα αυτά ηλεκτρόνια μπορεί να προκαλέσουν μοριακή διέγερση και διασπάσεις δεσμών. Τα χημικά είδη που προκύπτουν από τέτοιες αλληλεπιδράσεις είναι συχνά ιδιαίτερα ενεργά και σχηματίζουν νέα προϊόντα.

Οι διάφορες μορφές ακτινοβολίας εκπέμπονται σε διάφορες ενέργειες και με διαφορετική ισχύ διείσδυσης. Αυτό έχει ως συνέπεια να διαφέρουν και οι επιδράσεις στο υλικό που θα τις δεχτεί. Τα σωματίδια άλφα είναι μεγάλα και έχουν μικρή διεισδυτική ισχύ. Δεν εισχωρούν περισσότερο από μερικά χιλιοστά στο σώμα. Γίνονται όμως πολύ πιο επικίνδυνα αν ληφθούν, με την τροφή, εσωτερικά. Είναι αρκετά ασθενή ώστε να μην μπορούν να διαπεράσουν ένα φύλλο χαρτιού.

Τα σωματίδια βήτα, όντας μικρότερα, μπορούν, για παράδειγμα, να περάσουν από ένα φύλλο χαρτί. Θα τα σταματήσει, όμως, ένας ζωικός ιστός βάθους 2 εκατοστών. Γίνονται, όπως και τα σωματίδια άλφα, πιο επικίνδυνα με την κατάποση, οπότε και μπορεί να ακτινοβολούν άμεσα στα εσωτερικά όργανα του ανθρώπινου σώματος, που είναι πιο ευαίσθητα από το δέρμα. Δε μπορεί να διαπεράσουν αλουμίνιο.

Η ακτινοβολία γάμμα είναι εξαιρετικά διεισδυτική και διαπερνά το ανθρώπινο σώμα. Αποτελεί τον σημαντικότερο κίνδυνο μετά από μία πυρηνική έκρηξη, λόγω της μεγάλης της ενέργειας και σταματά μόνο μπροστά σε ένα παχύ στρώμα μολύβδου.

Όλες αυτές είναι *ιονίζουσες* ακτινοβολίες. Βασική επίδρασή τους είναι η χημική αλλαγή της ύλης, με την οποία αλληλεπιδρούν σε ατομικό και -στην περίπτωση της οργανικής ύλης- σε κυτταρικό επίπεδο. Σ' αυτή την περίπτωση μπορεί να ανακοπεί η διεργασία της κυτταρικής διαίρεσης ή, σε ακραίες περιπτώσεις όταν οι αμυντικοί μηχανισμοί του οργανισμού έχουν καταβληθεί, να εξοντωθεί το κύτταρο.

Οι επιδράσεις της ακτινοβολίας στους ανθρώπους έχουν αποτελέσει το αντικείμενο έρευνας για περίπου 100 χρόνια, με ιδιαίτερα εντατικές προσπάθειες μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έχουν συντεθεί σε ένα διεθνώς καταξιωμένο σύνολο προτύπων για την προστασία από την ακτινοβολία, βασισμένο στις προτάσεις της Διεθνούς Επιτροπής για τη Ραδιολογική Προστασία (ICRP).

Η ακτινοβολία σε μεγάλες και σε μικρό χρονικό διάστημα λαμβανόμενες δόσεις μπορεί να βλάψει ζωτικά όργανα και να προκαλέσει το θάνατο. Τέτοιες εκθέσεις σχετίζονται με γεγονότα, όπως μία πυρηνική έκρηξη ή ένα σοβαρό ατύχημα. Η ραδιολογική προστασία ασχολείται κυρίως με τις επιδράσεις σχετικά μικρών δόσεων που απορροφώνται σε μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτές μπορεί να προκαλέσουν λευχαιμία ή άλλου είδους καρκίνους μετά από δεκαετίες ή να οδηγήσουν σε γενετικές ή χρωμοσωματικές βλάβες, που μπορεί να μεταφερθούν στις επόμενες γενιές.

Η Ραδιοβιολογία είναι μια δύσκολη επιστήμη. Είναι μεγάλη και διαρκής η προσπάθεια που γίνεται για την επίτευξη διεθνών προτύπων στα μέτρα προστασίας, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή ασφάλεια για το κοινό, αλλά και για τα άτομα που εκτίθενται σε ιονίζουσες ακτινοβολίες, λόγω επαγγελματικής απασχόλησης στην ατομική έρευνα και στην πυρηνική βιομηχανία.

1.9.3 Μονάδες ραδιενέργειας και δοσιμετρία

Ο αριθμός των πυρηνικών διασπάσεων ενός ραδιενεργού δείγματος στη μονάδα του χρόνου ορίζεται σαν ενεργότητα του δείγματος αυτού.

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μονάδες ραδιενέργειας είναι το Curie (Ci), το Becquerel (Bq) και το Rutherford (rd), τα οποία ορίζονται ως εξής:

1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ διασπάσεις ανά δευτερόλεπτο. Αυτός είναι και ο μέσος αριθμός διασπάσεων που προέρχονται από ένα γραμμάριο Ραδίου (Ra). Επίσης $1 \text{ rd} = 10^6$ διασπάσεις ανά δευτερόλεπτο, ενώ για το Becquerel, που είναι μάλλον η πιο γνωστή μονάδα, ισχύει ότι $1 \text{ Bq} = 1$ διάσπαση ανά δευτερόλεπτο.

Σ' ένα ραδιενεργό δείγμα δεν ενδιαφέρει μόνο ο αριθμός των διασπάσεων ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή η ενεργότητα) αλλά και το είδος (άλφα, βήτα ή γάμμα) και η ενέργεια της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. Για το λόγο αυτό έχουν καθοριστεί τρία θεμελιώδη μεγέθη, τα οποία μαζί με την ενεργότητα της πηγής, χρησιμοποιούνται στη μελέτη των φαινομένων που σχετίζονται με τη ραδιενέργεια. Τα μεγέθη αυτά είναι η έκθεση (exposure), η δόση που απορροφήθηκε (absorbed dose) και η ισοδύναμη δόση (dose equivalent).

Η Έκθεση (E) αναφέρεται σε γάμμα ή Χ ακτινοβολία και καθορίζει το ολικό φορτίο που παράγεται από τα φωτόνια της ακτινοβολίας στη μονάδα μάζας ξηρού αέρα σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Μονάδα έκθεσης είναι το Roentgen (R).

Η δόση που απορροφήθηκε (D) καθορίζει την ενέργεια που απορροφήθηκε ανά μονάδα μάζας του υλικού. Μονάδα μέτρησης είναι το rad.

Η ισοδύναμη δόση (DE) καθορίζει το βιολογικό αποτέλεσμα συγκεκριμένου είδους ακτινοβολίας και είναι η δόση (D) που απορροφήθηκε, πολλαπλασιασμένη με ένα παράγοντα ποιότητας (Q). Είναι, δηλαδή, $DE = D \cdot Q$. Μονάδα της ισοδύναμης δόσης είναι το rem, που ισοδυναμεί με δόση ενός rad, όταν $Q=1$.

Τα διάφορα όργανα ή μέλη του ανθρώπινου σώματος παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία στις επιδράσεις της ακτινοβολίας. Γι' αυτό το λόγο έχουν οριστεί και φυσιολογικές μονάδες μέτρησης της ακτινοβολίας, όπως είναι το Φυσικό Ισοδύναμο Roentgen, Rep (Roentgen Equivalent Physical).

****Ραδόνιο**

Το ραδόνιο (Rn) είναι ένα φυσικής προέλευσης αέριο που σχηματίζεται λόγω της ραδιενεργού διάσπασης του Ραδίου (Ra). Όλα τα γνωστά ισότοπα του ραδονίου -που είναι 20- είναι ραδιενεργά. Οι διασπάσεις όλων σχεδόν των ισोटόπων αυτών ξεκινούν με την εκπομπή ενός σωματίου άλφα και την παραγωγή ενός ισότοπου του Πολωνίου (Po).

Τα προϊόντα της διάσπασης του ραδονίου, δηλαδή οι θυγατρικοί πυρήνες που προκύπτουν, είναι στην πλειοψηφία τους ραδιενεργοί με σχετικά μικρούς χρόνους ημιζωής.

Αν εισπνεύσουμε ένα άτομο ραδονίου, αυτό είναι μάλλον απίθανο να παραμείνει στους πνεύμονές μας. Το πιο πιθανό είναι ότι θα αποβληθεί με την εκπνοή. Οι θυγατρικοί του πυρήνες, όμως είναι μεταλλικά στοιχεία, τα οποία θα οξειδωθούν σύντομα μετά το σχηματισμό τους και θα απορροφηθούν από αιωρούμενα σωματίδια. Αυτά τα σωματίδια μπορούν να εισπνευστούν, να

εγκατασταθούν στους ιστούς των πνευμόνων και να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στους ευαίσθητους ιστούς τους.

Υψηλές συγκεντρώσεις ραδονίου στα κτίρια παρατηρούνται μόνο σε συγκεκριμένους γεωγραφικούς τόπους. Αυτό ισχύει γιατί υπάρχουν δύο μόνο δυνατόι τρόποι για να εισχωρήσει το ραδόνιο στα κτίρια. Ο ένας είναι η διαρροή του αερίου από τα θεμέλια του κτιρίου, από πετρώματα που είναι πηγές ραδονίου και βρίσκονται κάτω από το κτίσμα. Το ραδόνιο υπάρχει ιδιαίτερα σε περιοχές με γρανίτη και πυριγενή πετρώματα. Ο άλλος τρόπος που διαρρέει το αέριο είναι από αποθέματα νερού τα οποία προέρχονται από τέτοιου τύπου πετρώματα. Ακόμη και σε περιοχές «υψηλού κινδύνου» για την παρουσία ραδονίου, είναι μικρές οι ποσότητες του αερίου αυτού έξω από περιορισμένους χώρους. Επίσης, οι συγκεντρώσεις ραδονίου διαφοροποιούνται σημαντικά από κτίριο σε κτίριο στην ίδια περιοχή, αλλά και στο ίδιο κτίριο, από εποχή σε εποχή. Τα κτίρια που δεν έχουν καλό εξαερισμό και έχουν διαπερατά θεμέλια παρουσιάζουν τις πιο αυξημένες συγκεντρώσεις σε ραδόνιο.

Στη Βρετανία, τα όρια για την έκθεση σε ραδόνιο σε τόπους διαμονής αναθεωρήθηκαν στις αρχές του 1990. Το όριο στο οποίο πρέπει να ληφθούν μέτρα για να μειωθεί η συγκέντρωση του αερίου μειώθηκε στο μισό, στα 200Bq ανά κυβικό μέτρο, ενώ η μέση συγκέντρωση στη Βρετανία είναι 20 Bq ανά κυβικό μέτρο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Δώστε τον ορισμό της ραδιενέργειας.
2. Ποια ραδιοϊσότοπα ονομάζονται φυσικά και ποια τεχνητά;
3. Ποια διαδικασία ονομάζεται σχάση και πώς πραγματοποιείται;
4. Τι ονομάζεται χρόνος υποδιπλασιασμού ή χρόνος ημιζωής;
5. Ποιες είναι οι επιδράσεις της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά τη διάρκεια των πυρηνικών αντιδράσεων;
6. Τι ονομάζεται ενεργότητα ενός ραδιενεργού δείγματος;
7. Ποια είναι τα θεμελιώδη μεγέθη που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των φαινομένων που σχετίζονται με τη ραδιενέργεια;

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Παρ' όλη την πρόοδο που έχει σημειωθεί στις μέρες μας σε ότι αφορά την υγεία και τη μακροβιότητα των ανθρώπων, είναι έντονος ο προβληματισμός που επικρατεί πια σε σχέση με τις επιδράσεις της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στη δημόσια υγεία. Στις μελέτες που γίνονται υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες αβεβαιότητας και υπάρχει έλλειψη στοιχείων, πράγμα που δυσχεραίνει την προσπάθεια αποσαφήνισης των μηχανισμών μέσω των οποίων επηρεάζεται η ανθρώπινη υγεία από τις περιβαλλοντικές μεταβολές.

Εισαγωγή

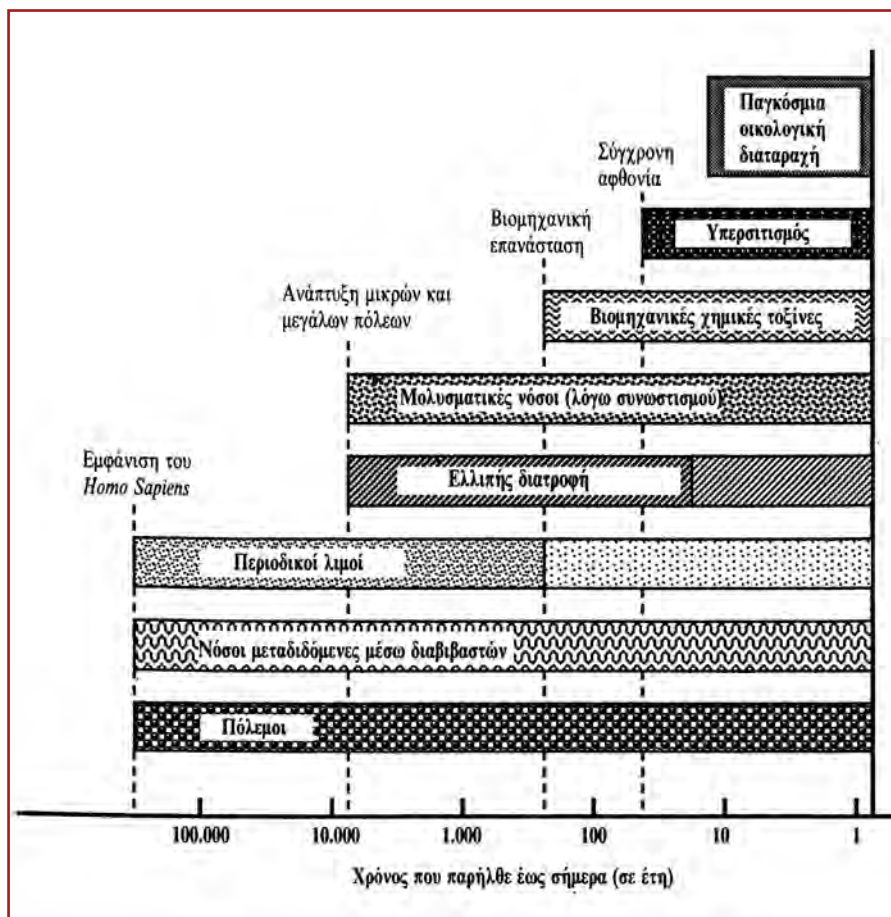
Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος έχει εκτεθεί σε δυσμενείς για την υγεία του καταστάσεις που είναι σε άμεση συνάρτηση με τη φθορά των φυσικών συστημάτων του πλανήτη. Είναι βέβαια γεγονός ότι κατά τη διάρκεια των 10.000 ετών παρουσίας του στον πλανήτη ο άνθρωπος έχει έρθει αντιμέτωπος με πολλαπλά προβλήματα που προέρχονταν από τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος. Όμως η διαταραχή των οικοσυστημάτων που συντελείται στην εποχή μας και η εμφάνιση μιας παγκόσμιας οικολογικής κρίσης που εκφράζεται με πληθώρα παραγόντων όπως είναι η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, η υποβάθμιση της ποιότητας των εδαφών, η πιθανή μεταβολή του κλίματος, η μείωση των υπόγειων υδάτων, η γενετική εξάντληση των εκτρεφόμενων ζώων κ.λπ., επιβάλλει μια πιο συστηματική μελέτη των πιθανών επιδράσεων (άμεσων και έμμεσων, βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων) όλων αυτών των μεταβολών στην υγεία του ανθρώπου.

Υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα και σε πολλές περιπτώσεις έλλειψη στοιχείων όσον αφορά τα αίτια και τις συνέπειες των παγκόσμιων περιβαλλοντικών μεταβολών και κυρίως τις επιδράσεις τους στην υγεία. Ο ρυθμός των μεταβολών υπερβαίνει πολλές φορές τις δυνατότητες της επιστήμης για τη σαφή αξιολόγηση των καταστάσεων. Έτσι γίνεται επιτακτική η ανάγκη για την διαρκή παρακολούθηση των εξελίξεων και τη διαμόρφωση μηχανισμών για την αντιμετώπιση και κυρίως την πρόληψη σημαντικών προβλημάτων.

1.10.1 Επιδράσεις της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων στην ανθρώπινη υγεία

Επί χιλιάδες χρόνια ο ανθρώπινος πληθυσμός έρχεται αντιμέτωπος με την πείνα, τις πλημμύρες, τους λοιμούς και τον πόλεμο. Οι κίνδυνοι για την υγεία του πληθυσμού κατά την πορεία της ανθρώπινης εξέλιξης έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά, όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί.

Τα τελευταία χρόνια, στα βιομηχανικά κυρίως κράτη έχει σημειωθεί αξιοθαύμαστη πρόοδος σε ότι αφορά την υγεία και τη μακροβιότητα, που σχετίζεται άμεσα με τον πλούτο και τη μόρφωση. Η γενική όμως αυτή πρόοδος έχει συνοδευτεί από την εμφάνιση δύο πολύ σημαντικών κινδύνων για την υγεία του πληθυσμού: την αύξηση των χρόνιων νοσημάτων, τα οποία αποδίδονται στην εξάπλωση του πλούσιου τρόπου ζωής (ιδιαίτερα στη διατροφή) και στις τοξικές επιδράσεις των χημικών ουσιών που υπάρχουν στο περιβάλλον.



Εικόνα 49 Η διαφοροποίηση των κινδύνων για την υγεία του ανθρώπινου πληθυσμού, με την πάροδο των χρόνων.[32]

Η υφή λοιπόν των περιβαλλοντικών προβλημάτων μεταβάλλεται. Η διαταραχή της σταθερότητας και της παραγωγικότητας των φυσικών συστημάτων της Βιόσφαιρας, δημιουργεί ένα ποιοτικά διαφορετικό είδος κινδύνου για την υγεία. Ενώ οι τοξικοί ρύποι του περιβάλλοντος επηρεάζουν, κατά κύριο λόγο, μικρές ομάδες ή τοπικές κοινωνίες, οι παγκόσμιες περιβαλλοντικές μεταβολές μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές ακόμα και μη αναστρέψιμες μεταβολές στα οικοσυστήματα, οι οποίες με τη σειρά τους θα επηρεάσουν την υγεία ολόκληρου του πληθυσμού στο άμεσο ή και στο απώτερο μέλλον.

Εξετάζοντας απλά παραδείγματα μπορούμε να δούμε τον τρόπο με τον οποίο η διαταραχή των φυσικών συστημάτων της Γης ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς

την υγεία ολόκληρων πληθυσμών. Η μείωση του όζοντος και οι κλιματολογικές μεταβολές που συνδέονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου εκτιμάται ότι συνδέονται με ποικίλες -κατά κύριο λόγο δυσμενείς- επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η μείωση του όζοντος της στρατόσφαιρας μεταβάλλει σε παγκόσμια κλίμακα, τον κίνδυνο προσβολής από καρκίνο του δέρματος, ο οποίος προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνδέεται με πιθανή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Μια τέτοια αύξηση θα μπορούσε για παράδειγμα να συνδέεται με τη διεύρυνση του φυσικού περιβάλλοντος όπου διαβιούν τα κουνούπια της ελονοσίας. Φυσική συνέπεια μιας παρόμοιας μεταβολής θα είναι η αύξηση και του πληθυσμού στον οποίο ενδημεί η νόσος αυτή.

Ένα γενικότερο παράδειγμα είναι ότι η μείωση του όζοντος και οι κλιματολογικές μεταβολές που ενδέχεται να προκληθούν από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, θα έχουν ποικίλες -κυρίως δυσμενείς- επιδράσεις στην παραγωγικότητα της παγκόσμιας γεωργίας και αλιείας, επηρεάζοντας κατ' αυτό τον τρόπο τα αποθέματα τροφής. Το γενικό συμπέρασμα είναι πως το μέσο επίπεδο των κινδύνων που απειλούν την υγεία των πληθυσμών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από ευρύτερους περιβαλλοντικούς παράγοντες, στους οποίους συμπεριλαμβάνεται και η ευστάθεια των οικοσυστημάτων.

Στον πίνακα που ακολουθεί (σελίδα 121) φαίνονται οι πιθανές επιπτώσεις των κυριότερων περιβαλλοντικών μεταβολών, σε παγκόσμια κλίμακα, στην υγεία του ανθρώπου.

Μακροπρόθεσμα η υγεία και η επιβίωση ενός πληθυσμού δεν μπορεί να διατηρηθεί αν υπάρξει υπέρβαση της ικανότητας του συστήματος που υποστηρίζει την ανάπτυξη του πληθυσμού αυτού.

Για το ανθρώπινο είδος το κριτήριο της διαβίωσης μέσα στο πλαίσιο του οικοσυστήματος είναι λιγότερο σαφές από ό,τι για άλλα είδη. Οι άνθρωποι διαθέτουμε τη μοναδική ικανότητα να προσαρμοζόμαστε στις περιβαλλοντικές αντιξοότητες, να αντλούμε επιπρόσθετη ενέργεια και πόρους πέρα από εκείνους που ρέουν ελεύθερα διαμέσου των οικοσυστημάτων, και να αντισταθμίζουμε τις τυχόν ανεπάρκειες της οικολογικής παραγωγής σε ορισμένη περιοχή ανταλλάσσοντας αγαθά με ανθρώπους άλλων περιοχών. Μπορούμε λοιπόν με τον τρόπο αυτό να ζούμε σχετικά αποστασιοποιημένοι από τις άμεσες ευθύνες προς τα τοπικά οικοσυστήματα. Όμως δεν μπορούμε να παραβλέψουμε το γεγονός ότι δεν υπάρχει κανένας ζωντανός οργανισμός στη γη σε κατάσταση πλήρους ελευθερίας, με την έννοια ότι όλοι είμαστε άρρηκτα συνδεδεμένοι, πρώτα από όλα μέσω της διατροφής και της αναπνοής, με τα υλικά που μας περιβάλλουν και με το μέσο στο οποίο ζούμε.

ΠΙΝΑΚΑΣ : Πιθανές δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπινου πληθυσμού που προκαλούνται από τις περιβαλλοντικές μεταβολές σε παγκόσμια κλίμακα

Περιβαλλοντικές μεταβολές	Τρόπος εμφάνισης	Άμεσες Βραχυπρόθεσμες	Άμεσες Μακροπρόθεσμες	Έμμεσες Βραχυπρόθεσμες	Έμμεσες Μακροπρόθεσμες
Εντανόμενο φαινόμενο θερμοκηπίου	Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και άλλες κλιματολογικές μεταβολές	Ασθένειες και θάνατοι που σχετίζονται με κύματα καύσωνα	Ασθένειες και θάνατοι που σχετίζονται με κύματα καύσωνα	Εξάπλωση λοιμώξεων που μεταδίδονται μέσω διαβιβημάτων	Μεταβολές στη βιωσιμότητα των (βρώσιμων) ψαριών στους θερμότερους οκεανούς
		Φυσικές καταστροφές: κυκλώνες, πλημμύρες, καταιγισθήσεις, πυρκαγιές	Φυσικές καταστροφές: κυκλώνες, πλημμύρες, καταιγισθήσεις, πυρκαγιές	Έλλειψη τροφών λόγω μειωμένης γεωργικής εκμετάλλευσης	
	Ανοδος της στάθμης της θάλασσας	Αυξημένος κίνδυνος από θαλάσσιο σάλο και ορμητικές πλημμυρίδες	Αυξημένος κίνδυνος από θαλάσσιο σάλο και ορμητικές πλημμυρίδες	Πλημμύρες → κοινωνικές αναταραχές, προβληματική υγιεινή, απώλεια καλλιεργήσιμων εδαφών	Καταστροφή των υγροβιότοπων → μείωση αλλελεμιάτων
Μείωση του όζοντος της στρατόσφαιρας	Αύξηση της ροής της ακτινοβολίας UV-B προς την επιφάνεια της Γης	Ηλιακά εγκαύματα, αεροοξείδια, εξασθένιση του ανοσοποιητικού συστήματος → αυξημένος κίνδυνος λοιμώξεων	Ηλιακά εγκαύματα, αεροοξείδια, εξασθένιση του ανοσοποιητικού συστήματος → αυξημένος κίνδυνος λοιμώξεων	Καρκίνος του δέρματος, επιπτώσεις στην όραση, καταρράκτης, πteryγιο	Καταστροφή των υγροβιότοπων → μείωση αλλελεμιάτων
Όξινα αερολύματα (από την καύση θειούχων ορυκτών καυσίμων)	Όξινη βροχή	Επίδραση στο αναπνευστικό σύστημα	Επίδραση στο αναπνευστικό σύστημα	Πρόκληση βλαβών στον υδροφόρο κώδομο (μείωση του αριθμού των γαριών)	Διαταραγμένη ανάπτυξη δασών → μειωμένη απόδοση των οικοσυστημάτων
Υποβίθωση του εδάφους: εντατική γεωργία και βόσκηση	Διάβρωση, στασιμότητα, απώλεια θετικών συστατικών, αύξηση της περιεκτικότητας σε άλατα, μεταστροφή σε έρημο	Μείωση της γεωργικής παραγωγής	Μείωση της γεωργικής παραγωγής	Έκθεση σε παρυστοκτόνα και λασπώματα (πορά επίσης να προκαλέσουν υπερτροφία των φυκών)	Συνέπεια από την πλήρωση φερμάκων και ποταμών με λάσπη
Απώλεια της βιοποικιλότητας	Αποστράγγιση των υπόγειων υφολοφύων σποριμάτων	Έλλειψη νερού : προς πόση και για τις ανάγκες της υγιεινής	Έλλειψη νερού : προς πόση και για τις ανάγκες της υγιεινής	Μείωση της γεωργικής παραγωγής	Αποδόσση → επαύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
	Καταστροφή του φυσικού τόπου διαμονής	Αποδόσση → αποδιοργάνωση τοπικής καλλιέργειας	Αποδόσση → αποδιοργάνωση τοπικής καλλιέργειας	Απώλεια δυναμικά εδαφικών ειδών	
	Απώλεια της γενετικής ποικιλότητας, εξασθένιση των οικοσυστημάτων	Απώλεια της γενετικής ποικιλότητας, εξασθένιση των οικοσυστημάτων	Απώλεια της γενετικής ποικιλότητας, εξασθένιση των οικοσυστημάτων	Απώλεια των φαρμακευτικών και άλλων υλικών που βοηθούν στη διατήρηση της υγείας	Μειωμένη ζοτικότητα των οικοσυστημάτων
Άλλες επιδράσεις του υπερπληθυσμού (διατετρα στα φτωχά κράτη)	Πολυάσπασμάς των κοινωνικοοικονομικών αστικών φτωχών συνοικιών (λόγω της πληθυσμιακής μετακίνησης και της αυξημένης γονιμότητας)	Μολύνσεις, υποσιτισμός, άστεργο, αντικατοικητική συμπεριφορά	Μολύνσεις, υποσιτισμός, άστεργο, αντικατοικητική συμπεριφορά	Κοινωνικές αναταραχές	Συνέπεια της υπερφόρτισης των τοπικών οικοσυστημάτων

Οι αναφορές σε «βραχυπρόθεσμες» και «μακροπρόθεσμες» επιδράσεις είναι ενδεικτικές και δηλώνουν σχετικές χρονικές θέσεις.

1.10.2 Εκτίμηση των επιδράσεων της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στην υγεία του ανθρώπου.

Δυσκολίες και προοπτικές

Οι τοξικοί περιβαλλοντικοί ρύποι δρουν άμεσα στην ανθρώπινη υγεία. Έτσι η επίδρασή τους μπορεί συνήθως να μετρηθεί και ο συνολικός κίνδυνος υγείας του πληθυσμού που εκτέθηκε σ' αυτούς μπορεί να υπολογιστεί. Στην περίπτωση όμως των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων, η εκτίμηση των κινδύνων συναντά δύο σημαντικά εμπόδια. Κατ' αρχήν πολλές από τις συνέπειες μπορεί να προκύψουν μέσω έμμεσων μηχανισμών και όχι λόγω άμεσης τοξικότητας. Έπειτα, πολλά από τα αναμενόμενα προβλήματα δεν έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν, οπότε οι επιστήμονες δε διαθέτουν επαρκή στοιχεία για τις επιδράσεις τους στην πράξη.

Κατά την εκτίμηση λοιπόν των συνεπειών των περιβαλλοντικών μεταβολών στην ανθρώπινη υγεία οι επιστήμονες πορεύονται με «περιορισμένη ορατότητα», από τη στιγμή που δε γνωρίζουν ολόκληρο το φάσμα των οικολογικών συνεπειών. Αυτό δε σημαίνει βέβαια ότι η επιστήμη πρέπει να επαναπαυτεί έως ότου έχει πιο συγκεκριμένα στοιχεία. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της πολυμερούς συμφωνίας για τη μείωση της χρήσης των χλωροφθορανθράκων, που είχε πραγματοποιηθεί πριν επιβεβαιωθεί επιστημονικά η ιδιότητά τους να καταστρέφουν το όζον και πολύ πριν να υπάρξουν οι όποιες ενδείξεις για τις δυσμενείς επιδράσεις στα βιολογικά συστήματα. Αυτή η αλλαγή πολιτικής βασίστηκε εξ ολοκλήρου σε θεωρητικές προβλέψεις, μολονότι στη συγκεκριμένη περίπτωση οι διαδικασίες και οι συνέπειες των βλαβών μπορούν να αποτιμηθούν πιο εύκολα από ό,τι εκείνες των κλιματολογικών μεταβολών ή της απώλειας της βιοποικιλότητας.

Οι επιστήμονες της περιβαλλοντικής υγείας είναι αναγκασμένοι να εργάζονται περισσότερο με προβλέψεις και αναλογίες και λιγότερο με τους υπολογισμούς που βασίζονται στην παρατήρηση. Χρειάζονται επίσης περισσότερη επικοινωνία με τους επιστήμονες άλλων ειδικοτήτων, ώστε να κατανοήσουν καλύτερα τις σχετιζόμενες θεωρίες και τις οικολογικές διεργασίες, προκειμένου να μπορέσουν να εκτιμήσουν τους κινδύνους που σχετίζονται με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Να διευκρινίσουμε εδώ τι ακριβώς εννοούν οι επιστήμονες όταν μιλούν σε αυτή την περίπτωση για «κίνδυνο». Ο κίνδυνος αναφέρεται στην πιθανότητα να συμβεί ένα συγκεκριμένο γεγονός και μπορεί να εκφραστεί σαν συχνότητα με βάση το χρόνο (π.χ., 15 θάνατοι από καρδιακή προσβολή ανά 1.000 άτομα ετησίως) ή σαν συνολική πιθανότητα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής (π.χ., μία στις δέκα γυναίκες αναπτύσσει καρκίνο του μαστού). Τέτοιοι δείκτες επιτρέπουν την περιγρα-

φή του μέσου κινδύνου που διατρέχει μια συγκεκριμένη ομάδα ή πληθυσμός και επιτρέπουν τη σύγκριση του κινδύνου ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες ή άτομα.

Η εκτίμηση του κινδύνου που διατρέχει η υγεία του πληθυσμού λόγω οικολογικών διαταραχών στηρίζονται σε έναν σημαντικό βαθμό σε πειράματα προσομοίωσης ή τη δημιουργία μοντέλων σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα εργαστηριακά πειράματα χρησιμεύουν μάλλον λιγότερο, αφού συνήθως περιλαμβάνουν απλουστευμένα συστήματα, στα οποία για να ελεγχθούν οι επιδράσεις μεταβάλλεται ένας μόνο παράγοντας κάθε φορά, ενώ διατηρούνται σταθεροί οι υπόλοιποι. Ο πραγματικός κόσμος των οικοσυστημάτων είναι βέβαια διαφορετικός, υπάρχουν πολλοί και αλληλοεξαρτώμενοι παράγοντες οι οποίοι συμμεταβάλλονται.

Η απολύτως αξιόπιστη εκτίμηση ενδέχεται να είναι αδύνατη, όμως μπορούν πάντα με τον τρόπο αυτό να προκύψουν ορισμένα σενάρια και στη συνέχεια να αξιολογηθούν οι διαφορές στις επιπτώσεις που απορρέουν από τα σενάρια αυτά, με τη χρήση των κατάλληλων μοντέλων.

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) είχε ορίσει την «υγεία» όχι απλά σαν την απουσία ασθένειας ή αναπηρίας, αλλά σαν την κατάσταση της πλήρους σωματικής, πνευματικής και κοινωνικής ευεξίας. Το 1957 ο ορισμός αυτός συμπληρώθηκε με τη δήλωση ότι η υγεία αποτελεί μία κατάσταση του ανθρώπινου οργανισμού η οποία εκφράζεται με την επαρκή λειτουργία του κάτω από δεδομένες γενετικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι παραπάνω ορισμοί υπογραμμίζουν την άποψη πως, η καλή βιολογική λειτουργία του ανθρώπου απαιτεί τη διαχείριση του οικοσυστήματος μέσα στο οποίο έχει εξελιχτεί αυτός.

Σε μια εποχή όπου σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (WCED) «η ταχύτητα των συντελούμενων μεταβολών στη χρήση των φυσικών πόρων μας παρέχει ελάχιστο χρόνο στον οποίο θα μπορούσαμε να προλάβουμε και να αποτρέψουμε τις απρόβλεπτες συνέπειες», είναι επιβεβλημένη η υιοθέτηση νέων αντιλήψεων, μεθόδων έρευνας και μηχανισμών αντίδρασης που θα απορρέουν από μια μακρόπνοη πολιτική, θα σέβονται τον άνθρωπο και παράλληλα, θα ελέγχουν την ολοένα αυξανόμενη επίδρασή του στον πλανήτη.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Δώστε παραδείγματα για τον τρόπο με τον οποίο η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει την υγεία του ανθρώπινου πληθυσμού.
2. Πώς ορίζεται ο «κίνδυνος» που διατρέχει η υγεία του ανθρώπου λόγω των μη ορθολογικών παρεμβάσεων του ανθρώπου στο περιβάλλον;
3. Αναπτύξτε τις δυσκολίες που υπάρχουν στην προσπάθεια εκτίμησης του κινδύνου που διατρέχει η υγεία του πληθυσμού λόγω οικολογικών διαταραχών.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί, τα τελευταία χρόνια, βασική προτεραιότητα επιστημόνων και πολιτικών. Η προστασία του περιβάλλοντος λαμβάνεται πλέον σοβαρά υπόψη στο Δίκαιο όλων σχεδόν των αναπτυγμένων χωρών. Ειδικότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει μια σειρά από νομοθετήματα για το περιβάλλον. Στο κεφάλαιο αυτό ο μαθητής αποκτά βασικές γνώσεις όσον αφορά το Δίκαιο του περιβάλλοντος, κυρίως όπως αυτό έχει αναπτυχθεί στην Ευρώπη και στην Ελλάδα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη νομοθεσία που αναφέρεται στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, βασικό εργαλείο προστασίας και αποκατάστασης του περιβάλλοντος, όταν αυτό υποβαθμίζεται λόγω των ανθρώπινων έργων και δραστηριοτήτων.

1.11.1 Βιώσιμη ανάπτυξη και περιβάλλον

Σύμφωνα με την Agenda 21 - το κείμενο των Ηνωμένων Εθνών που υιοθετήθηκε στη Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992 - καθίσταται πλέον απαραίτητη η διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος, κατά τις αρχές της βιώσιμης (ή αιεφόρου) ανάπτυξης, της ανάπτυξης δηλαδή η οποία ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

Η βιώσιμη ανάπτυξη, που συμπεριλαμβάνει την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ανάπτυξη, χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι:

- εξασφαλίζει τη διατήρηση της συνολικής ποιότητας της ζωής,
- εξασφαλίζει τη διαρκή αξιοποίηση των φυσικών πόρων,
- αποφεύγει την πρόκληση μόνιμων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Εικόνα 50 Η διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων και για τις επόμενες γενιές αποτελεί βασική αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης.

1.11.2 Δίκαιο προστασίας περιβάλλοντος

Τα περισσότερα και πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που απασχολούν την ανθρωπότητα έχουν παγκόσμιο χαρακτήρα. Η εξέλιξή τους δηλαδή αφορά όλους τους κατοίκους του πλανήτη, οι οποίοι και θα υποστούν τα αποτελέσματά

τους. Μια άλλη κατηγορία προβλημάτων είναι τα περιφερειακά, αυτά δηλαδή που εμφανίζονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή οποία μπορεί να βρίσκεται εντός των γεωγραφικών ορίων ενός κράτους ή, τις περισσότερες φορές, που εξαπλώνονται σε περισσότερα κράτη τα οποία συνορεύουν.

Με βάση αυτό τον διαχωρισμό, η νομοθεσία και οι πολιτικές για την προστασία του περιβάλλοντος διακρίνονται αντίστοιχα σε παγκόσμιες (υπό την αιγίδα ενός ειδικού τμήματος του ΟΗΕ) και σε περιφερειακές (π.χ. συμφωνίες μεταξύ ορισμένων κρατών στο πλαίσιο δράσης ενός οργανισμού, όπως είναι η Ευρωπαϊκή Ένωση).

Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η διεθνής κοινότητα έχει αρχίσει να εφαρμόζει μια σειρά από διεθνείς συμβάσεις, πρωτόκολλα και άλλα νομικά εργαλεία. Έτσι, πολλές διεθνείς συμβάσεις υπογράφηκαν, επικυρώθηκαν και τέθηκαν σε εφαρμογή για να ρυθμίσουν σημαντικά περιβαλλοντικά θέματα, όπως η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, το εμπόριο επικίνδυνων αποβλήτων, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η άγρια πανίδα.

1.11.3 Πολιτική και Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον

Σε αυτό το πλαίσιο η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) καλείται να προσαρμόσει την περιβαλλοντική της πολιτική και νομοθεσία, με στόχους:

- α) τη διατήρηση, προστασία, βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος,
- β) την προστασία της υγείας του ανθρώπου,
- γ) τη συνετή και ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και
- δ) την προώθηση μέτρων για την αντιμετώπιση, σε διεθνές επίπεδο, των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Κατά τις δύο προηγούμενες δεκαετίες εφαρμόστηκαν στην Ευρώπη τέσσερα κοινοτικά Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον, τα οποία οδήγησαν στη θέσπιση 200 περίπου νομοθετικών πράξεων σε θέματα διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος (ρύπανση περιβάλλοντος, διαχείριση αποβλήτων, εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων, προστασία της φύσης κλπ.).

Το 1993 το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε το 5ο Πρόγραμμα Δράσης στον τομέα του περιβάλλοντος με τίτλο «Στόχος η αειφορία». Επιλέγοντας ως βασικούς τομείς παρέμβασης τη Βιομηχανία, την Ενέργεια, τις Μεταφορές, τη Γεωργία και τον Τουρισμό - τομείς που αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής οικονομικής δραστηριότητας - το 5ο Πρόγραμμα Δράσης θεωρεί ότι το περιβάλλον θα πρέπει να ενσωματωθεί σε όλες τις οικονομικές και κοινωνικές πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι κυβερνήσεις πρέπει να νομοθετούν και να ελέγχουν την εφαρμογή της νομοθεσίας, η βιομηχανία πρέπει να υιοθετήσει καθαρές τεχνολογίες, οι περιφερειακές και τοπικές αρχές πρέπει να καταρτίζουν περιβαλλοντικά προγράμματα και τα μεμονωμένα άτομα πρέπει να δράσουν κατά τρόπο υπεύθυνο όσον αφορά το περιβάλλον και να κάνουν «πράσινες» επιλογές.

Η νομοθεσία της Ε.Ε. για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος περιλαμβάνει τους ακόλουθους τύπους νομοθετημάτων: τους Κανονισμούς, τις Οδηγίες και τις Αποφάσεις.

- Οι Κανονισμοί είναι νόμοι της Ε.Ε. που ισχύουν ενιαία, απόλυτα και άμεσα σε όλα τα κράτη-μέλη.
- Οι Οδηγίες, που αποτελούν και την πιο συνηθισμένη μορφή νομοθεσίας στο κοινοτικό δίκαιο περιβάλλοντος, θέτουν ένα γενικό πλαίσιο στόχων, που το κράτος-μέλος πρέπει να υλοποιήσει μέσα σε καθορισμένα χρονικά όρια. Οι τρόποι και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή των Οδηγιών επιλέγονται από το ίδιο το κράτος.
- Οι Αποφάσεις, τέλος, δεσμεύουν μόνο τους αποδέκτες - άτομα, κράτη μέλη ή νομικά πρόσωπα - για τους οποίους προορίζονται.

1.11.4 Ελληνική πολιτική και νομοθεσία για το περιβάλλον

Στο ισχύον Σύνταγμα του Ελληνικού κράτους, που ψηφίσθηκε το 1975, καθιερώνεται για πρώτη φορά η υποχρέωση του Ελληνικού Κράτους να προστατεύει το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον, και περιγράφεται το πλαίσιο στο οποίο οφείλουν να κινούνται ο νομοθέτης και η εκτελεστική εξουσία όταν πρόκειται να λάβουν αποφάσεις που αφορούν στον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό.

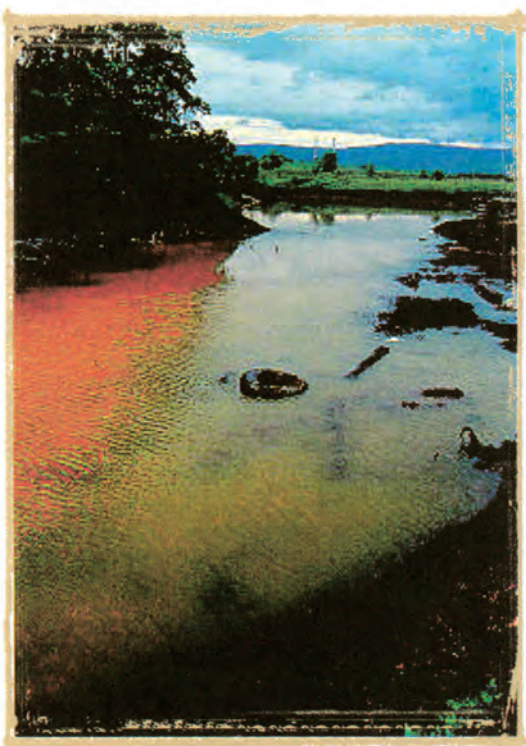
Πιο συγκεκριμένα στο άρθρο 24 του Συντάγματος αναφέρεται ότι: «Η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του κράτους. Για τη διαφύλαξη του το κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα».

Τη συνταγματική κατοχύρωση της προστασίας του περιβάλλοντος (φυσικού, οικιστικού και πολιτιστικού), ακολούθησε ένας μεγάλος αριθμός νομοθετημάτων για θέματα που αφορούν το περιβάλλον.

1.11.4.1 Ο Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος

Ο βασικός Νόμος σε θέματα περιβάλλοντος είναι ο Νόμος 1650 του 1986. Οι βασικοί στόχοι του νόμου αυτού είναι:

- Η αποτροπή της ρύπανσης και γενικότερα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και η λήψη όλων των αναγκών, για τον σκοπό αυτό, προληπτικών μέτρων.
- Η διασφάλιση της ανθρωπίνης υγείας από τις διάφορες μορφές υποβάθμισης του περιβάλλοντος.
- Η προώθηση της ισόρροπης ανάπτυξης του εθνικού χώρου μέσα από την ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος.
- Η διασφάλιση της δυνατότητας ανανέωσης των φυσικών πόρων, και η ορθολογική αξιοποίηση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.
- Η διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των φυσικών οικοσυστημάτων.
- Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος.



***Εικόνα 51** Η αποτροπή της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, αποτελεί βασική προτεραιότητα της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.*

Με τον Νόμο 1650/1986 δεν επιδιώκεται μόνο η προστασία του εδάφους, των επιφανειακών και υπόγειων νερών, της ατμόσφαιρας, των ακτών, των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών, των νησιών, αλλά και η ευαισθητοποίηση και ενεργοποίηση των πολιτών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος μέσα από τη σωστή πληροφόρηση και εκπαίδευση.

1.11.4.1 Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας για το περιβάλλον με την αντίστοιχη Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Η διαρκής εναρμόνιση του Εθνικού Δικαίου με αυτό της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση κάθε κράτους μέλους. Στην Ελλάδα η εναρμόνιση του Περιβαλλοντικού Δικαίου πραγματοποιείται με την έκδοση Προεδρικών Διαταγμάτων ή Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) είναι το καθ' ύλη αρμόδιο Υπουργείο τόσο για την ενσωμάτωση του Κοινοτικού περιβαλλοντικού δικαίου στο εθνικό δίκαιο, όσο και για την παρακολούθηση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής πολιτικής και νομοθεσίας στην Ελλάδα.

Μετά την εφαρμογή του νέου θεσμικού πλαισίου για τον Β΄ Βαθμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης οι περιβαλλοντικές αρμοδιότητες στην Ελλάδα κατανέμονται σε τρία επίπεδα:

- Κεντρική Διοίκηση (Υπουργεία, Οργανισμοί)
- Περιφερειακή Διοίκηση (Περιφέρειες)
- Νομαρχιακή και Τοπική Αυτοδιοίκηση (Νομαρχίες, Δήμοι, Κοινότητες)

1.11.5 Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την πρόβλεψη των επιπτώσεων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, και επομένως και για την ουσιαστική και αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος, είναι οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.). Με τις μελέτες αυτές προσδιορίζεται η κατάσταση του συγκεκριμένου περιβάλλοντος που ενδέχεται να επηρεασθεί από έργα ή δραστηριότητες του ανθρώπου, εκτιμάται το είδος και το μέγεθος των επιπτώσεων που μπορεί να προκύψει, και σχεδιάζονται τα αναγκαία μέτρα και έργα για την αντιμετώπιση και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων.

Στο πλαίσιο της αποτροπής της ρύπανσης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος έχουν θεσμοθετηθεί τα τελευταία χρόνια, τόσο διεθνώς όσο και στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, σχετικά νομοθετήματα για τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων.

1.11.5.1 Ευρωπαϊκή πολιτική και νομοθεσία για τις ΜΠΕ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσμοθέτησε τις ΜΠΕ το 1985 με την οδηγία 85/337/ΕΟΚ, ενώ το 1997 προχώρησε στην αναθεώρηση της Οδηγίας.

Η Οδηγία αναφέρεται στην εκτίμηση των επιπτώσεων ενός μεγάλου αριθμού δημόσιων και ιδιωτικών έργων σε: άνθρωπο, πανίδα, χλωρίδα, έδαφος, ύδατα, αέρας, κλίμα, τοπίο, υλικά αγαθά και πολιτιστική κληρονομιά.

Τα έργα που προτείνεται από την Κοινότητα να ελέγχονται όσον αφορά στις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις πριν τους δοθεί η σχετική άδεια υλοποίησης, κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με το είδος τους και το μέγεθός τους. Για κάθε κατηγορία έργων προτείνονται διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τον έλεγχο των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. Στην πρώτη κατηγορία περι-

λαμβάνονται τα έργα που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα έργα της δεύτερης κατηγορίας υποβάλλονται σε διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εφόσον το κρίνουν τα κράτη μέλη.

Ακόμη, σύμφωνα με την Οδηγία, πρέπει να ζητούνται και να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι θέσεις της Κοινής Γνώμης αλλά και των αρμόδιων αρχών, όσον αφορά στα σχετικά περιβαλλοντικά ζητήματα.

Με την Κοινοτική Οδηγία 97/11 του 1997 τροποποιείται η προηγούμενη Οδηγία. Οι διατάξεις της νέας Οδηγίας αποσαφηνίζουν, συμπληρώνουν και βελτιώνουν τη διαδικασία εκτίμησης των επιπτώσεων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον. Ακόμη εισάγεται η υποχρέωση για εκπόνηση ΜΠΕ όταν τα έργα έχουν διασυννοριακές επιπτώσεις σε άλλα Κράτη Μέλη.

1.11.5.2 Ελληνική Πολιτική και νομοθεσία για τις ΜΠΕ

Σε εναρμόνιση με την Οδηγία 85/337 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εκδόθηκε το 1990, η Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 69269/90, η οποία καθορίζει το περιεχόμενο και τις διαδικασίες εκπόνησης και έγκρισης των ΜΠΕ. Με την Απόφαση αυτή γίνεται η κατάταξη των έργων και δραστηριοτήτων σε δύο κατηγορίες, και θεσπίζεται το περιεχόμενο των ΜΠΕ.

Τα έργα κατατάσσονται σε κατηγορίες Α και Β. Στην κατηγορία Α ανήκουν τα μεγαλύτερα έργα, και κατά τεκμήριο αυτά που αναμένεται να προκαλέσουν μεγαλύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον (π.χ. διυλιστήρια, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, χημικές εγκαταστάσεις, αυτοκινητόδρομοι, αεροδρόμια, λιμάνια, κλπ.), ενώ η κατηγορία Β περιλαμβάνει μικρότερα έργα. Για τα έργα της κατηγορίας Α απαιτείται διεξοδική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενώ για τα έργα της Κατηγορίας Β επαρκεί, σε πρώτη φάση, η συμπλήρωση ενός τυποποιημένου ερωτηματολογίου για τις επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον.

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία τα επί μέρους στάδια για την έγκριση κατασκευής ενός έργου, από περιβαλλοντικής άποψης, είναι τα εξής:

1. Ο επενδυτής υποβάλλει τα σχετικά με την επένδυση περιβαλλοντικά στοιχεία.
2. Η αρμόδια Υπηρεσία εγκρίνει (ή όχι), κατ' αρχήν, τον τόπο κατασκευής ή εγκατάστασης του έργου (πρόκειται για την Προέγκριση Χωροθέτησης).
3. Προϋπόθεση για την αδειοδότηση αποτελεί η διαπίστωση ότι το συγκεκριμένο έργο ή δραστηριότητα θα επηρεάζει το περιβάλλον σε βαθμό που κρίνεται αποδεκτός από τη Νομοθεσία και από τις Δημόσιες αρχές. Για να διαπιστωθεί αυτό είναι απαραίτητη η υποβολή στις Αρχές στοιχείων για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου. Η έκθεση των στοιχείων αυτών γίνεται με τη μορφή μιας μελέτης (ΜΠΕ), με την οποία γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων, η οποία οδηγεί σε συμπεράσματα.

4. Ο επενδυτής υποβάλλει πλέον πλήρη φάκελο στοιχείων και την αντίστοιχη ΜΠΕ.
5. Η Υπηρεσία ζητάει την άποψη της «τοπικής» Νομαρχίας. Η νομοθεσία δηλαδή επιβάλλει την ενημέρωση του κοινού, ώστε να είναι δυνατή η υποβολή προτάσεων ή ενστάσεων από τους ενδιαφερομένους, πριν την υλοποίηση του έργου.
6. Η Υπηρεσία συντάσσει ανάλογη τελική Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων, απαραίτητη προϋπόθεση για την χορήγηση άδειας κατασκευής και λειτουργίας του έργου ή της δραστηριότητας.

Στην ΚΥΑ 69269/90 καθορίζεται η δομή και το περιεχόμενο των ΜΠΕ για κάθε κατηγορία έργων:

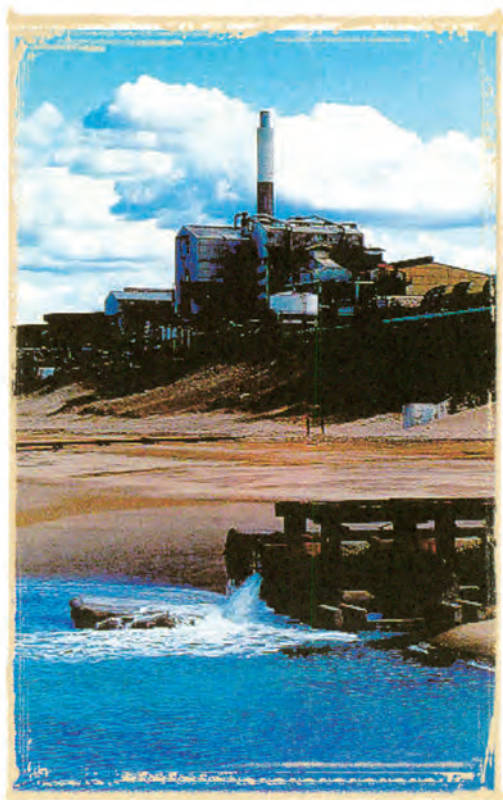
- Ονομασία και είδος έργου ή δραστηριότητας
- Περίληψη
- Γεωγραφική θέση-Έκταση-Διοικητική υπαγωγή
- Περιγραφή και καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης περιβάλλοντος
- Περιγραφή προτεινόμενου έργου ή δραστηριότητας
- Εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η περιγραφή και καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης περιβάλλοντος συνοδεύεται από χάρτες της περιοχής, αφού είναι απαραίτητη η γνώση της μορφολογίας του εδάφους και των υφιστάμενων χρήσεων γης της περιοχής του έργου ή της δραστηριότητας. Στη συνέχεια γίνεται εκτενής αναφορά:

- στο φυσικό περιβάλλον (οικοσυστήματα, έδαφος, μετεωρολογικά-υδρολογικά στοιχεία, χλωρίδα-πανίδα),
- στο ανθρωπογενές περιβάλλον (οικισμοί, παραγωγικοί τομείς-φυσικοί πόροι-τουρισμός, υφιστάμενη υποδομή) της περιοχής,
- στις πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον,
- στην υφιστάμενη κατάσταση ρύπανσης, και στην αλληλεπίδραση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Η περιγραφή του προτεινόμενου έργου ή δραστηριότητας περιλαμβάνει αναφορές σε εναλλακτικές λύσεις, κατά τη φάση κατασκευής και κατά τη φάση λειτουργίας του έργου. Η εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων γίνεται για το στάδιο κατασκευής αλλά και για το στάδιο λειτουργίας. Παρουσιάζονται έτσι οι οικολογικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα, στους υδάτινους πόρους, στο έδαφος και στη χλωρίδα-πανίδα, οι επιπτώσεις από το θόρυβο και γενικότερα οι επιπτώσεις στα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά και στην οικιστική ανάπτυξη της περιοχής. Τέλος γίνεται αναλυτική περιγραφή των μέτρων για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι ΜΠΕ δεν είναι απλώς τεχνικές μελέτες αντιρρύπανσης. Αντίθετα, είναι μελέτες που σκοπό έχουν να εκτιμήσουν και να αξιολογήσουν τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του έργου στο περιβάλλον, δηλαδή το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών



Εικόνα 52 Η εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αποτελεί προϋπόθεση για την άδεια λειτουργίας μεγάλων βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, κ.α. Έτσι μια ΜΠΕ πρέπει να είναι αντικείμενο διεπιστημονικής θεώρησης και προσέγγισης, ώστε να εμφανίζεται: α) η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, β) η συστηματική παρακολούθηση (βάσει προτεινόμενου προγράμματος) των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, γ) η τήρηση των περιβαλλοντικών όρων κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας των έργων.

Την ΚΥΑ 69269/90 τροποποιούν ή συμπληρώνουν μια σειρά από άλλες Υπουργικές Αποφάσεις που ακολούθησαν τα επόμενα χρόνια.

Με την Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ 75308/90 «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησής τους

για το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και δραστηριοτήτων κλπ.» του 1990 καθορίζονται:

- η διαδικασία, οι χρονικές προθεσμίες και το περιεχόμενο δημοσιοποίησης των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την αρμόδια διεύθυνση του ΥΠΕΧΩΔΕ που συνήθως υποβάλλονται προς το οικείο Νομαρχιακό Συμβούλιο και όλους τους ενδιαφερομένους πολίτες και φορείς,
- η διαδικασία δημοσιοποίησης της απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων,
- η διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ κρατών - μελών της ΕΟΚ στην περίπτωση που η πραγματοποίηση ενός έργου ή δραστηριότητας στο ελληνικό έδαφος έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον άλλου κράτους-μέλους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να δώσετε τον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της;
2. Ποιοι είναι οι στόχοι της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για το περιβάλλον;
3. Τι επιδιώκεται με τις μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ);
4. Ποια είναι η δομή και το περιεχόμενο μιας ΜΠΕ;
5. Νομίζετε ότι είναι δυνατή η προστασία του περιβάλλοντος, όταν έχει κατασκευαστεί ένα έργο σε μια περιοχή;

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι ανθρώπινες κοινωνίες σε όλες τις φάσεις της εξέλιξής τους είχαν σκοπό την εξασφάλιση καλύτερων συνθηκών ζωής. Για την ανάπτυξη και την πρόοδό τους ήταν αναγκαίο να εκμεταλλευτούν εντατικά τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους. Αυτή η επιλογή τους καθόρισε τον τρόπο οργάνωσης των κοινωνιών αυτών, την οργάνωση του χώρου και τη χρήση και διαχείριση του διαθέσιμου εδάφους. Ο αστικός χώρος επεκτάθηκε σε βάρος του αγροτικού και δημιουργήθηκαν σοβαρά κοινωνικά προβλήματα, αλλά και σοβαρές καταστροφές του περιβάλλοντος. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, ο θόρυβος, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, οι ελλείψεις ελεύθερων χώρων, η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κλπ. είναι μερικά από τα κρίσιμα προβλήματα που απασχολούν όλο και περισσότερο τις ανθρώπινες κοινωνίες σήμερα.

2.1.1 Οι επιδράσεις της ανάπτυξης στη χρήση εδάφους

Μέχρι την εποχή που άρχισε η καλλιέργεια των φυτών και η εξημέρωση των ζώων, ο ανθρώπινος πληθυσμός αριθμούσε μόνο λίγα εκατομμύρια. Με το πέρασμα της ιστορίας των ανθρώπινων κοινωνιών από το κυνηγετικό (τροφοσυλλεκτικό) στάδιο στο καλλιεργητικό, αυξήθηκε ο συνολικός πληθυσμός του ανθρώπινου γένους. Υπολογίζεται ότι γύρω στο 8000 π.Χ. ο πληθυσμός του πλανήτη ήταν γύρω στα 5 εκατομμύρια, ενώ το έτος 1 μ.Χ. ήταν 100 εκατομμύρια. Έκτοτε ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται συνέχεια. Για το διπλασιασμό του από 500 σε 1000 εκατομμύρια χρειάστηκαν περίπου 200 χρόνια (από το 1650 μ.Χ έως το 1850), ενώ για να γίνει ο επόμενος διπλασιασμός χρειάστηκαν 80 χρόνια (2000 εκ. το 1930), για τον επόμενο χρειάστηκαν μόλις 45 χρόνια (1975) ενώ για τον τελευταίο χρειάστηκαν μόλις 24 χρόνια (1999: 6000 εκ.). Από το συνολικό αυτό πληθυσμό, το μεγαλύτερο ποσοστό ζει σε πόλεις.

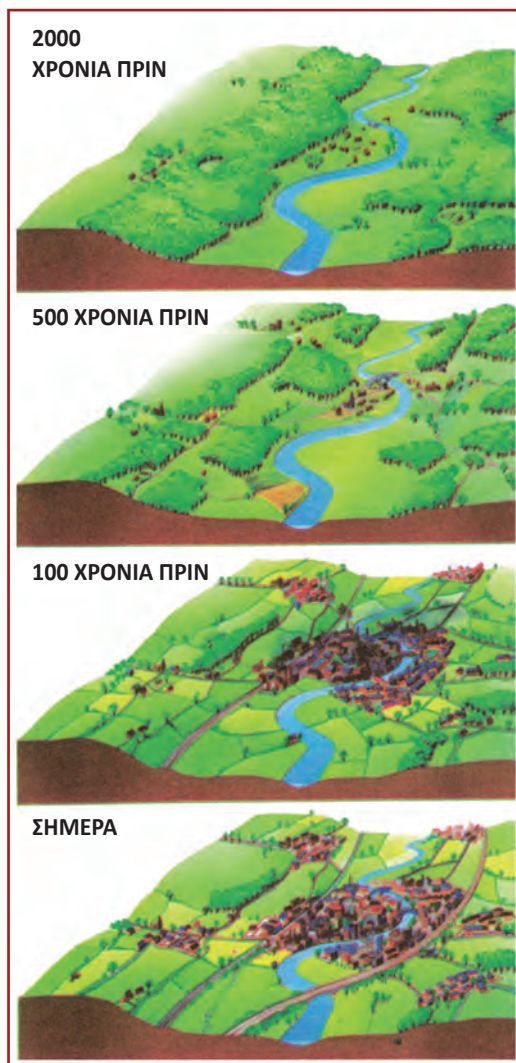


Διάγραμμα 1 Αύξηση πληθυσμού

Η δημογραφική έκρηξη των τελευταίων χρόνων, με 90 εκατομμύρια ανθρώπων πλεόνασμα κάθε χρόνο, βρίσκεται σε διάσταση με την προσφορά αγαθών που δεν αυξάνεται με τους ίδιους ρυθμούς, ενώ η ανθρωπότητα οφείλει να ικανοποιεί τις ανάγκες του πληθυσμού του πλανήτη, ο οποίος διαρκώς αυξάνεται, χωρίς να εξαντλεί τα όρια των διαθέσιμων φυσικών πόρων.

Ο άνθρωπος για την επιβίωσή του, εξαρτάται από κάποια οικοσυστήματα φυσικά (δάση, λιβάδια, ωκεανούς) και «τεχνητά» (καλλιεργήσιμους αγρούς). Η παραγωγή της τροφής του, ο εφοδιασμός της βιομηχανίας με πρώτες ύλες, αλλά και η υγεία και η ευημερία του, άρα και των ανθρώπινων κοινωνιών, ανά τους αιώνες, σχετίζεται απόλυτα με τα φυσικά οικοσυστήματα. Ακριβώς γι' αυτό έχει τεράστια σημασία να διατηρείται το φυσικό περιβάλλον σε καλές συνθήκες, για τη ζωή και την εξέλιξη της, γιατί οι περισσότεροι φυσικοί πόροι (με εξαίρεση τα ορυκτά καύσιμα και τα μέταλλα) προέρχονται από τα προαναφερθέντα είδη των οικοσυστημάτων.

Ο άνθρωπος θα πρέπει να χρησιμοποιεί τη φύση κατάλληλα και όχι να την καταναλώνει ή να την εκμεταλλεύεται, κάνοντας κατάχρηση. Όμως ο άνθρωπος κατάφερε να καταστρέψει ανεπανόρθωτα συνδυασμούς ανόργανης ύλης και οργανικής ζωής που η φύση χρειάστηκε αιώνες για να δημιουργήσει, καθώς το περιβάλλον αποτέλεσε και αποτελεί τον αποδέκτη όλων των ανθρώπινων ενεργειών και δραστηριοτήτων, θετικών και αρνητικών. Στο μακρόχρονο αγώνα του, πρώτα για επιβίωση και στη συνέχεια για ευημερία, αγνόησε τις επιπτώσεις των δραστηριοτήτων και επεμβάσεων του στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα τη διατάραξη των φυσικών οικοσυστημάτων.



Εικόνα 53 Σχηματική εξέλιξη της ανάπτυξης των ανθρώπινων οικισμών στο έδαφος. {22}

Το περιβάλλον, παρά την ενότητα που το χαρακτηρίζει λόγω της χωρικής του υπόστασης, μπορεί να διαιρεθεί σε δύο κύριες ενότητες: η πρώτη περιλαμβάνει το φυσικό χώρο και η δεύτερη το χώρο που δημιουργήθηκε από την ανθρώπινη παρέμβαση (ανθρωπογενής χώρος). Η πρώτη ενότητα, δηλαδή ο φυσικός χώρος, αποτελείται από τα οικοσυστήματα και τα είδη πανίδας και χλωρίδας, δηλαδή από τον επίγειο, τον ορεινό ή πεδινό χώρο, το δασικό χώρο και τον υγροτοπικό, καθώς και από τα σώματα των εσωτερικών υδάτων, από το θαλάσσιο και το ατμοσφαιρικό περιβάλλον.

Η δεύτερη ενότητα, που αποτελεί το ανθρωπογενές περιβάλλον, συντίθεται από το πλέγμα των ανθρώπινων «έργων», μικρών και μεγάλων οικισμών, μεμονωμένων κτισμάτων, μεταφορικών δικτύων, λιμανιών και αεροδρομίων, παραγωγικών μονάδων, δικτύων υποδομής, φραγμάτων, καλλιεργειών και αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Η δεύτερη αυτή ενότητα συμπεριλαμβάνει έργα που συνθέτουν το πολιτιστικό περιβάλλον και την πολιτισμική κληρονομιά των ανθρώπινων κοινωνιών, που έχουν δημιουργηθεί κυρίως από τις παλαιότερες γενεές, αλλά και από σύγχρονα έργα. Το ανθρωπογενές περιβάλλον επικάθεται στο φυσικό χώρο, τον διαπερνά και τον αλλοιώνει με διαφορετική ένταση.



Εικόνα 54 Χρήση διαθέσιμου εδάφους: Σχηματική κατανομή διαφόρων χρήσεων {22}

Με αυτή την έννοια το έδαφος, που ανήκει στην πρώτη ενότητα, δηλαδή στο φυσικό περιβάλλον, εντάσσεται και στη δεύτερη, δηλαδή στο «ανθρωπογενές» περιβάλλον, εφόσον όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες αναπτύσσονται πάνω στο έδαφος. Τα ανθρώπινα έργα παράγονται και αναπαράγονται διαρκώς σε κάθε σημείο του φυσικού περιβάλλοντος. Καταλαμβάνουν «χώρο», επεκτείνονται και καταλαμβάνουν ακόμη περισσότερο, καθώς στα παλιά έργα προστίθενται νέα. Θεωρητικά, μπορεί να υποστηρίξουμε ότι δεν αποτελεί πρόβλημα ούτε η παραγωγή ούτε η κατανάλωσή τους. Το πρόβλημα γεννιέται από τους περιορισμούς, που το φυσικό περιβάλλον (ο φυσικός χώρος) θέτει. Αυτοί οι περιορισμοί δεν γίνονται, συχνά, σεβαστοί, καθώς τα περισσότερα τεχνικά έργα χρειάζονται για την παραγωγή τους χώρο, ενέργεια και φυσικούς πόρους. Συχνά προκαλούνται ανυπολόγιστες ζημιές στην πολιτιστική κληρονομιά, η οποία ως έργο προηγούμενων γενεών είναι αξία αναντικατάστατη που πρέπει να συντηρούμε και να διαφυλάττουμε, όσο και στα φυσικά οικοσυστήματα.

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις, με σκοπό τη κάλυψη ανθρώπινων αναγκών και του υπερπληθυσμού, είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των εργαζομένων στη γεωργία και αύξηση της απασχόλησης στη βιομηχανία και τις υπηρεσίες.

Όσο περισσότερο ανεπτυγμένη είναι σήμερα μια χώρα, τόσο λιγότερο ποσοστό της εργατικής δύναμης απασχολείται στον πρωτογενή τομέα. Για παράδειγμα στις ΗΠΑ μόνο ποσοστό 2% των εργαζομένων απασχολούνται στη γεωργία. Το ποσοστό αυτό καλύπτει τις ανάγκες των 250 εκατομμυρίων κατοίκων στις ΗΠΑ και επιπλέον γίνονται και εξαγωγές.

Ανάλογα το ποσοστό των εργαζομένων στη γεωργία στην Αγγλία είναι 2%, στη Γερμανία 2% και ανάλογα είναι τα ποσοστά απασχόλησης στη γεωργία στις ανεπτυγμένες Ευρωπαϊκές χώρες.

Αντίθετα το ποσοστό απασχόλησης στη γεωργία σε μη ανεπτυγμένες χώρες είναι υψηλό. Για παράδειγμα το ποσοστό απασχόλησης στη γεωργία στη Νιγηρία είναι 31%, στην Κένυα 31% κ.ά.

Για την ανάπτυξη απαιτήθηκε εισαγωγή στους χώρους της εργασίας σύγχρονης προηγμένης τεχνολογίας. Με την εισαγωγή όμως σύγχρονης τεχνολογίας μειώνονται οι απαιτήσεις για εργαζόμενους που κάνουν μηχανική δουλειά ρουτίνας και για ένα συγκεκριμένο επίπεδο παραγωγής.

Η νέα αυτή πραγματικότητα οδήγησε στη συγκέντρωση μεγάλου αριθμού εργαζομένων σε πόλεις, οι οποίες είχαν περισσότερες ανάγκες για κατάλληλες οικονομικές δραστηριότητες, ώστε να παρέχουν καλές συνθήκες ζωής και να συντηρούν τις κατασκευές από τις οποίες αποτελούνται.

Οι αλλαγές στην τεχνολογία των κατασκευών έχουν βοηθήσει να ικανοποιηθούν παγκοσμίως οι ανάγκες του πληθυσμού που ήταν 5,2 δισεκατομμύρια το έτος 1990, και προβλέπεται να φθάσει τα 6,2 δισεκατομμύρια κατοίκους στη γη

το έτος 2000. Έξυπνα κτίρια σήμερα χρησιμοποιούν υπολογιστές για να ελέγξουν την καθημερινή λειτουργία τους.

Καθώς οι κοινωνίες αναπτύσσονται, οι πόλεις χρειάζονται περισσότερες κατασκευές για τους εργαζόμενους και τις οικογένειές τους. Σε μια κοινωνία που είναι ανεπτυγμένη οικονομικά, χρησιμοποιούνται όλες οι κατασκευές και όλες βρίσκονται σε καλή κατάσταση. Δηλαδή οι κατασκευές διατηρούνται, βρίσκονται σε πλήρη λειτουργία, εξυπηρετούν τους σκοπούς για τους οποίους έγιναν και διατηρούν την αξία τους. Οι δρόμοι συντηρούνται, όπως και τα πάρκα, τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης και τα κτίρια. Όλοι επιδιώκουν να κατοικήσουν σε ανάλογες περιοχές και να αγοράσουν κατοικίες έτσι η αξία των σπιτιών αυξάνεται.

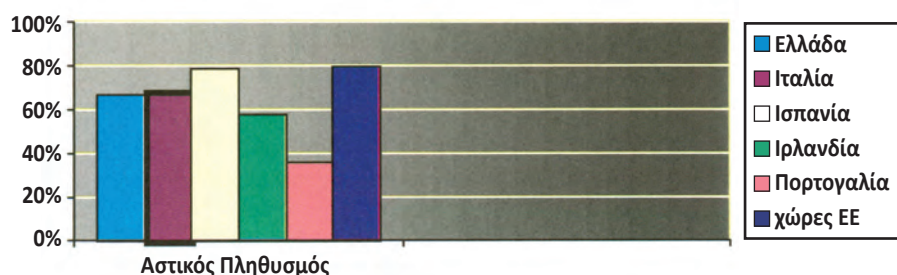
Κοινωνίες που δεν έχουν σημαντικές παραγωγικές και οικονομικές δραστηριότητες δεν μπορούν να διατηρήσουν ικανοποιητικό επίπεδο ζωής και να συντηρήσουν τις κατασκευές και τα σπίτια τους. Στις υπανάπτυκτες αυτές κοινωνίες δεν υπάρχει η απαιτούμενη αγορά και οι οικονομικές δυνάμεις για να στηρίξουν τη συντήρηση και την επιδιόρθωση των κατασκευών. Όταν δεν υπάρχει οικοδομική δραστηριότητα δεν υπάρχει άνθηση της οικονομίας, όπως όταν δεν υπάρχουν τα οικονομικά μέσα δεν είναι δυνατόν να ξαναγίνουν ή να επιδιορθωθούν οι κατασκευές. Ολοένα και λιγότεροι επενδύουν και αγοράζουν κατοικίες στις περιοχές αυτές. Έτσι δημιουργούνται περιοχές «φαντάσματα», υποβαθμισμένες με γενικότερα κοινωνικά προβλήματα. «Κλειδί» για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών είναι η ανάπτυξη της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας, με σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον.

Η εξέλιξη του προβληματισμού γύρω από τα ζητήματα που πλήττουν, σήμερα, το περιβάλλον, καθώς και της οικολογικής σκέψης, βοήθησε στην κατανόηση των αιτιών, αλλά και των συνεπειών, της αλόγιστης ανάπτυξης των ανθρώπινων κοινωνιών πάνω στο διαθέσιμο έδαφος. Παράλληλα, τα κρίσιμα περιβαλλοντικά προβλήματα, που γνώρισε ο αιώνας μας, συνέβαλαν στη συνειδητοποίηση των μεγάλων κινδύνων που απειλούν το περιβάλλον και ιδιαίτερα το κλίμα του πλανήτη.

Έτσι η παγκόσμια κοινότητα οδηγήθηκε στην αναζήτηση λύσεων. Βεβαίως, το πιο ριζικό μέσο για την προστασία της φύσης θα ήταν η αποφυγή των ανθρώπινων παρεμβάσεων. Όμως αυτό δεν είναι ούτε δυνατό ούτε και επιθυμητό. Αναζητήθηκαν ρεαλιστικές και εφικτές λύσεις, που μπορούν να συμβάλλουν στον περιορισμό και στην αναστροφή της περιβαλλοντικής κρίσης. Λύσεις που τοποθετούνται στη βάση μιας αντικειμενικής επανεκτίμησης των αναγκών, ώστε να ρυθμιστούν και να οργανωθούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στο χώρο, κατά τρόπο που να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τα όρια και τους περιορισμούς που θέτει η ίδια η φύση, δηλαδή τη «φέρουσα» ικανότητα των φυσικών οικοσυστημάτων.

2.1.2. Ανάπτυξη των πόλεων: αστικός χώρος και αστικοποίηση

Το φαινόμενο της συγκέντρωσης όλο και μεγαλύτερου αριθμού πληθυσμού στα αστικά κέντρα και η μετατροπή του από αγροτικό σε αστικό πληθυσμό έχει, όπως είδαμε, ονομαστεί «**αστικοποίηση**». Πρόκειται για φαινόμενο που παρουσίασε έξαρση τα τελευταία τριάντα χρόνια, σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες, όπως και στη χώρα μας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η πιο αστικοποιημένη περιοχή του πλανήτη. Το 80% του πληθυσμού της ζει σε αστικά κέντρα. Το φαινόμενο αυτό εκδηλώνεται σε όλες τις χώρες της Κοινότητας με πιο αργό ρυθμό στο βορρά, που άρχισε να αστικοποιείται από τη δεκαετία του 60 και με πιο γρήγορο ρυθμό στο νότο και στην Ιρλανδία. Στην Ελλάδα το 67% του πληθυσμού ζει στα αστικά κέντρα, στην Ιταλία το 69%, στην Ισπανία το 79%, στην Ιρλανδία το 58% και στην Πορτογαλία το 36% (βλέπε διάγραμμα 2.).



Διάγραμμα 2 Ποσοστό Αστικού πληθυσμού

Ο αστικός χώρος της Ευρώπης χαρακτηρίζεται από ένα πυκνό δίκτυο αστικών ζωνών, που γειτνιάζουν μεταξύ τους. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 237 εκατομμυρίων ανθρώπων, υπάρχουν 3.560 πόλεις που έχουν περισσότερους από 10.000 κατοίκους και 169 πόλεις πάνω από 200.000 κατοίκους, από τις οποίες οι 32 είναι πόλεις με περισσότερους από 1.000.000 κατοίκους.

Η έντονη αύξηση του πληθυσμού και της απασχόλησης στα μεγάλα αστικά κέντρα συνοδεύτηκε από μια έντονη διασπορά τους στο εσωτερικό των αστικών περιοχών, καθώς οι κάτοικοι εγκατέλειπαν τα κέντρα των πόλεων για να κατοικήσουν σε προάστια ή σε κοντινές πόλεις, ενώ οι επιχειρήσεις κατευθύνθηκαν προς περιφερειακές ζώνες. Η κατασκευή αυτοκινητοδρόμων και ταχύτερων μέσων μεταφοράς, η βελτίωση των εναέριων συνδέσεων, η πυκνωση των πτήσεων και η πρόοδος των τηλεπικοινωνιών οδήγησαν σε μεγαλύτερη ανάπτυξη των αστικών κέντρων. Σημα-

ντικό ρόλο έπαιξαν και οι κοινωνικοί παράγοντες, όπως η αύξηση του ποσοστού των εργαζόμενων γυναικών και η αυξανόμενη ανάγκη αναζήτησης εργασίας, η ανάγκη άμεσης γειτνίασης με κοινωνικές εξυπηρετήσεις, πολιτιστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες κλπ.

Οι πόλεις εξακολουθούν να ελκύουν τον πληθυσμό, με την ποικιλία των θέσεων εργασίας που προσφέρουν, αλλά και με τις εξυπηρετήσεις κάθε είδους. Η πρόοδος των τηλεπικοινωνιών και των μεταφορών, που διευκολύνουν τις μετακινήσεις, ευνόησε παράλληλα την υπάρχουσα τάση διασποράς του πληθυσμού προς την περιφέρεια των πόλεων. Το γεγονός αυτό συνέβαλε στη μεγαλύτερη επέκταση του αστικού χώρου. Η τάση αυτή, που υλοποιήθηκε με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία δέκα χρόνια, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων πόλεων «δορυφόρων» γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα, κύρια στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

Το γεγονός αυτό, βοήθησε στην αποσυμφόρηση των κέντρων των πόλεων και στη δημιουργία ευνοϊκότερων συνθηκών διαβίωσης, αλλά και προϋποθέσεων για την αποκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις οδήγησε σε αύξηση των μετακινήσεων από τον τόπο κατοικίας στον τόπο εργασίας, με αποτέλεσμα τον περιορισμό του ελεύθερου χρόνου των κατοίκων, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, εξαιτίας της αύξησης της κυκλοφορίας, καθώς και την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αέριων ρύπων.

Η αποκέντρωση αυτή οδήγησε σε ορισμένες περιπτώσεις στην ανάπτυξη αυτών των περιοχών, λειτουργικά και οικονομικά, περιοχών οι οποίες συχνά υποβαθμίστηκαν.



Εικόνα 55 Ανάπτυξη των αστικών κέντρων {22}

Απαιτείται λοιπόν η ορθολογική ανάπτυξη των πόλεων με τη βοήθεια κατάλληλων ρυθμιστικών σχεδίων που γίνονται από εξειδικευμένους επιστήμονες.

Η νέα εποχή της πληροφόρησης δίνει τη δυνατότητα για εργασία από απόσταση και αυτό βοηθάει στην αποκέντρωση. Δημιουργεί δυνατότητες για εργασία ποιότητας σε ατομική βάση και απελευθερώνει τον άνθρωπο από δύσκολες και, συχνά, επικίνδυνες συνθήκες δουλειάς.

Σήμερα οι περισσότερες κατασκευές που απαιτούνται για την κάλυψη των εκρηκτικά αναπτυσσόμενων αναγκών, κτίζονται σε διαθέσιμες υπέργειες περιοχές. Με τους σημερινούς ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού εκτιμάται ότι προκειμένου να ικανοποιηθούν οι στεγαστικές ανάγκες στο άμεσο μέλλον θα γίνονται κατασκευές υπόγειες, κάτω από τη θάλασσα ή και στο διάστημα.

2.1.3 Κοινωνικός αποκλεισμός

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων είναι ο κοινωνικός αποκλεισμός, που εμφανίζεται ιδιαίτερα σε πόλεις οι οποίες αντιμετωπίζουν οικονομικά προβλήματα, κυρίως λόγω παρακμής της βιομηχανικής δραστηριότητας. Η ανεργία άρχισε, εδώ και χρόνια, να πλήττει πολλές ευρωπαϊκές πόλεις, γεγονός που συνδυάστηκε με την υποβάθμιση των συνθηκών στέγασης, παροχής κοινωνικών υπηρεσιών και εξυπηρέτησεων, πρόσβασης στην εκπαίδευση και ποιότητας ζωής. Σοβαρή συνέπεια υπήρξε η αύξηση της εγκληματικότητας, αλλά και η κατανάλωση ναρκωτικών. Τα προβλήματα αυτά εντείνονται από την αύξηση του αριθμού των μεταναστών ή των εθνικών μειονοτήτων που δυσκολεύονται να ενσωματωθούν κοινωνικά.



Εικόνα 56 Άποψη περιοχής κατοικίας πληθυσμού χαμηλών εισοδημάτων{27}

Τα φαινόμενα αυτά οφείλονται, σε μεγάλο βαθμό, στη διάλυση της παραδοσιακής μορφής «οικογένειας» και στη μείωση της ηθικής, οικονομικής και κοινωνικής υποστήριξης που παρείχε. Το πρόβλημα του κοινωνικού αποκλεισμού εκφράζεται με πολλούς τρόπους στο χώρο και έχει συνέπειες στη λειτουργία των πόλεων και στην ποιότητα ζωής. Κοινωνικές ομάδες, που δεν βρίσκουν δουλειά και αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα επιβίωσης, συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένες υποβαθμισμένες γειτονιές, πότε στο κέντρο και συχνότερα στην περιφέρεια των πόλεων, για να αναζητήσουν στέγη και υποστήριξη, μέσα από τη συνοχή της κοινωνικής τους ομάδας. Έτσι δεν ενσωματώνονται στη ζωή των πόλεων, ζουν στο «περιθώριο», σε περιοχές που υποβαθμίζονται περισσότερο και αποκόβονται από τη ζωή των πόλεων.



Εικόνα 57 Πέραμα Αττικής: Βιομηχανική ανάπτυξη και φαινόμενα κοινωνικού αποκλεισμού. {27}

2.1.4 Τα πρόβλημα του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα

Οι σημαντικές αλλαγές που συντελέστηκαν κατά την εξέλιξη των πόλεων οδήγησαν σε σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Μόνο την τελευταία δεκαετία έγινε κατανοητό, στην Ευρώπη, ότι, παρά την τεράστια οικονομική πρόοδο που επιτεύχθηκε και τα μέτρα που λαμβάνονται για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ρύπανσης του νερού, το περιβάλλον των αστικών περιοχών και το «παγκόσμιο» περιβάλλον αντιμετωπίζει σοβαρούς κινδύνους.

Οι ευρωπαϊκές πόλεις αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα **ποιότητας αέρα, θορύβου, κυκλοφοριακής συμφόρησης.**

Οι κύριες **πηγές ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα** προέρχονται από την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας (παραγωγή ηλεκτρισμού) για την κίνηση των εργοστασίων και αυτοκινήτων, τη θέρμανση και ψύξη των κτιρίων, αλλά και από τις βιομηχανικές δραστηριότητες, την κυκλοφορία κλπ. Οι συγκεντρώσεις ρύπων είναι διαφορετικές στις διάφορες πόλεις της Ευρώπης, ανάλογα με την ένταση των δραστηριοτήτων, τη σύνθεση των καυσίμων και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Η διαφορά στην εμφάνιση και στη συχνότητα φαινομένων υψηλής συγκέντρωσης ρύπων οφείλεται στις τοπικές μετεωρολογικές, τοπογραφικές και κλιματικές συνθήκες.

Είναι πάντως γεγονός ότι έχουν γίνει σημαντικές αλλαγές στη διάρκεια των τελευταίων είκοσι χρόνων στα θέματα ποιότητας του αέρα, με τη λήψη των κατάλληλων μέτρων.



Εικόνα 58 Βιομηχανική εγκατάσταση {27}

Ο **θόρυβος** αποτελεί επίσης σημαντική πηγή ρύπανσης (ηχητική ρύπανση). Ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού των πόλεων ζει εκτεθειμένο σε μη ανεκτά, για τον οργανισμό, επίπεδα θορύβου. Το πρόβλημα της ηχορύπανσης είναι σοβαρότερο στα κέντρα των πόλεων και σε περιοχές που γειτνιάζουν με δραστηριότητες ή τεχνικά έργα που προκαλούν θόρυβο (αεροδρόμια, οδικοί άξονες εθνικής σημασίας κλπ.). Η αντιμετώπιση του θέματος αυτού δεν είναι καθόλου εύκολη, λόγω της ύπαρξης πολλών και διαφορετικών πηγών ηχητικής ρύπανσης.

Το αστικό περιβάλλον υποβαθμίζεται κυρίως από την **κυκλοφορία**, που τείνει να αποτελέσει ένα από τα πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι πόλεις αντιμετωπίζουν μια συνεχή αύξηση του αριθμού των ιδιωτικής χρήσης αυτοκινήτων η οποία δυσχεραίνει τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Παράλληλα, έχουν επιμηνυνθεί οι διαδρομές, λόγω των μεγάλων αποστάσεων ανάμεσα στον τόπο κατοικίας και εργασίας. Αυτό οφείλεται στην εγκατάλειψη των κέντρων των πόλεων και τη στροφή προς την περιφέρεια, γεγονός που πολλαπλασίασε τις καθημερινές μετακινήσεις και αύξησε τις αποστάσεις.



Εικόνα 59 Νέφος και κυκλοφορία στα αστικά κέντρα (27)

Άλλα σοβαρά προβλήματα δημιουργούνται από την αύξηση του όγκου των οικιακών και άλλων απορριμμάτων και από τον τρόπο συγκέντρωσής τους.

2.1.5 Αστικό περιβάλλον και Ενέργεια

Οι ορυκτές πρώτες ύλες και τα ορυκτά καύσιμα είναι απαραίτητα για το σημερινό πολιτισμό. Τα δεύτερα είναι αναγκαία για την παραγωγή ενέργειας, με την καύση τους σε ανθρακικά, πετρελαϊκά ή πυρηνικά εργοστάσια από τα οποία παράγεται ο ηλεκτρισμός. Επίσης χρησιμοποιούνται για την κίνηση κάθε είδους πάσης φύσεως οχημάτων (αυτοκινήτων, πλοίων, τραϊνών, αεροπλάνων) και μηχανημάτων. Τα πρώτα (οι ορυκτές πρώτες ύλες) αποτελούν τη βάση για τη μεγάλη πλειοψηφία των βιομηχανικών παραγωγικών διαδικασιών.

Η αλληλεξάρτηση της εκμετάλλευσης των ορυκτών πρώτων υλών και των ορυκτών καυσίμων μοιραία ακολούθησε την πορεία του πολιτισμού και τον πολλαπλασιασμό των αναγκών, οδηγώντας στην εντατική εξόρυξη, επεξεργασία και κατανάλωση των δύο αυτών κατηγοριών φυσικών πόρων, που αυξάνεται με ρυθμό γεωμετρικής προόδου.

Είναι γεγονός ότι η απεριόριστη αύξηση του πληθυσμού και της βιομηχανικής παραγωγής μειώνει όλο και περισσότερο τη φέρουσα ικανότητα των φυσικών οικοσυστημάτων, με αποτέλεσμα αυτή να μη μπορεί στο μέλλον να καλύψει τις αυξανόμενες αυτές ανάγκες της ανθρωπότητας.

Δεν είναι τυχαίο ότι το νέο σύστημα αξιών για την αειφόρο ανάπτυξη βασίζεται στη χρήση φυσικών πόρων που ανανεώνονται, που μπορούν δηλαδή να αναγεννηθούν μέσα από φυσικές διαδικασίες, όπως το έδαφος, το νερό, ο αέρας, η άγρια ζωή. Εννοείται ότι και οι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι δεν είναι ανεξάντλητοι και πρέπει να τους χρησιμοποιούμε και να τους διαχειριζόμαστε με ορθολογικό τρόπο, λαμβάνοντας μέτρα εξοικονόμησής τους.



Εικόνα 60 Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ {27}



Εικόνα 61 Καθαρές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας: Φ/Β σύστημα
Ενέργεια από τον ήλιο {27}

Οι βιώσιμες επιλογές στα θέματα ενέργειας είναι οι λύσεις που στηρίζονται στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό, τα κύματα, η βιομάζα, η γεωθερμία κλπ. Πρόκειται για συνειδητή στρόφη πολιτικής μετά τη διαπίστωση ότι η ανθρωπότητα δεν μπορεί να αναπτύσσεται άλλο χρησιμοποιώντας και εξαντλώντας τους φυσικούς πόρους και ότι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προσφέρουν καθαρή ενέργεια. Παράλληλα, έχει διαπιστωθεί ότι η ανάπτυξη των καθαρών τεχνολογιών ενέργειας θα αποτελέσει μοχλό για την αειφόρο ανάπτυξη, επιφέροντας αλλαγές στα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης και ενισχύοντας την αποκέντρωση και την περιφερειακή ανάπτυξη.



Εικόνα 62 Ανεμογεννήτρια:
Παραγωγή Ενέργειας από
τον άνεμο {27}

2.1.6 Ο αγροτικός χώρος

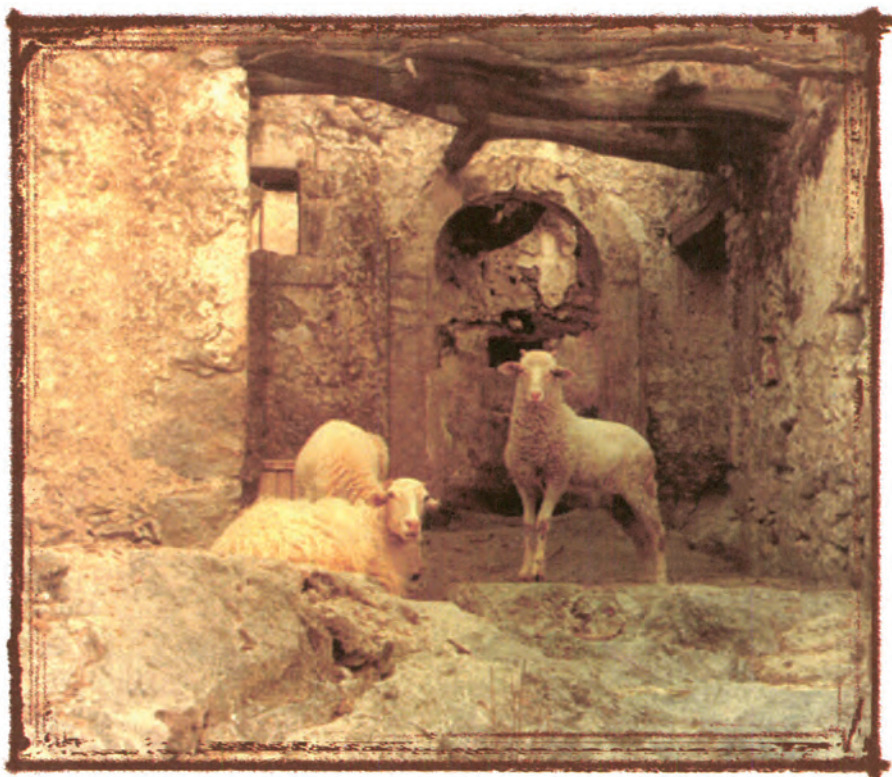
Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της τελευταίας δεκαετίας υπήρξε η μείωση του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, εξαιτίας της φυγής των νέων προς τις πόλεις για να αναζητήσουν καλύτερες συνθήκες εργασίας και ποιότητα ζωής. Η έλξη που ασκούν οι πόλεις είναι μεγάλη, ιδιαίτερα λόγω των πολλαπλών ευκαιριών που

προσφέρουν σε κάθε επίπεδο. Παράλληλα, υποβαθμίστηκε η πρωτογενής παραγωγική δραστηριότητα, καθώς τα αγροτικά προϊόντα δεν απέδιδαν οικονομικά και οι συνθήκες εργασίας ήταν δύσκολες.



Εικόνα 63 Κοπή κορμών δένδρων (ξυλεία): Μία από τις αγροτικές δραστηριότητες {23}

Η **γεωργία**, που αποτελούσε την κύρια απασχόληση για σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού, για πολλούς λόγους, δεν ελκύει πια τους νέους και έφτασε να αντιπροσωπεύει, στην Ευρώπη, μόνο το 6% της απασχόλησης, έναντι του 13,5%, στο οποίο ανερχόταν το 1970.



Εικόνα 64 Μια συμβολική εικόνα της εγκατάλειψης των αγροτικών οικισμών {27}

Το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο σε περιοχές και χώρες, που γνώρισαν μεγάλη ανάπτυξη αυτού του τομέα και στήριξαν την τοπική οικονομία στη γεωργία, όπως και σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας. Σήμερα, πάντως, δεν υπάρχει καμία σχέση ανάμεσα στη μείωση των θέσεων εργασίας στο γεωργικό τομέα και στην απομάκρυνση των κατοίκων από τον αγροτικό χώρο. Ο λόγος είναι ότι πολλές περιοχές αναπτύσσουν άλλες καινούργιες δραστηριότητες, αρκετά ανταγωνιστικές οι οποίες θα μπορούσαν να συγκρατήσουν τον πληθυσμό. Τέτοιες δραστηριότητες είναι ο «πράσινος» τουρισμός και οι δραστηριότητες αναψυχής, υγείας, παραθερισμού. Η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής στις πόλεις οδηγεί, σήμερα, σε μια μαζική έξοδο από αυτές προς την ύπαιθρο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων προοπτικών για τον αγροτικό κόσμο.

Πάντως, οι περιοχές που διαθέτουν ελκυστικό φυσικό περιβάλλον, μνημεία ή άλλους πόλους έλξης κατάφεραν να συγκρατήσουν, έστω μερικώς, τον πληθυσμό τους και να αναπτύξουν νέες συναφείς δραστηριότητες. Αλλά και στην περίπτωση αυτή δεν έλειψαν οι αρνητικές επιπτώσεις, λόγω της εγκατάλειψης σημαντικών παραγωγικών εκτάσεων, της κατασπατάλησης εκτάσεων και της αλλοίωσης, συχνά, του φυσικού περιβάλλοντος από τα μεγάλα τεχνικά και κτιριακά έργα.



Εικόνα 65 Θαυμάσιοι παραδοσιακοί οικισμοί σταδιακά εγκαταλείπονται και ερημώνουν ή μετατρέπονται σε τουριστικά θέρετρα {24}

Όλη αυτή η εξέλιξη οδήγησε στη σχεδόν ολοκληρωτική εξαφάνιση μικρών αγροτικών οικισμών και στην ανάπτυξη των «μεσαίων» πόλεων που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή, οι οποίες απορρόφησαν πληθυσμό και δραστηριότητες. Παρ' όλο που η γεωργία δεν αντιπροσωπεύει πια παρά ένα πολύ μικρό ποσοστό του ενεργού πληθυσμού, συνεχίζει να καταλαμβάνει σημαντικό ποσοστό σε έκταση.

Οι **παραλιακές ορεινές περιοχές** εξοπλίζονται όλο και περισσότερο με κατάλληλη υποδομή αναψυχής και ημερήσιας διαμονής για να εξυπηρετήσουν τους κατοίκους των πόλεων, που σε κάθε ευκαιρία αναζητούν τη φύση. Η κυρίαρχη τάση του μαζικού τουρισμού οδηγεί σε μια μαζική μετανάστευση νέων, που κατάγονται από άλλες περιοχές και έρχονται σε αναζήτηση εργασίας. Η μεγάλη ανάπτυξη του τουρισμού, που συνεπάγεται πλήθος λιμενικών, τουριστικών και άλλων εγκαταστάσεων και τεχνικών έργων, έχει οδηγήσει στον κορεσμό των παραλιακών αυτών περιοχών και στη μεταφορά και διάχυση προς την ενδοχώρα διαφόρων κατηγοριών οχλήσεων, που οφείλονται στην τουριστική δραστηριότητα. Συχνά οι επιπτώσεις είναι σοβαρές, όχι μόνο στο θαλάσσιο μέτωπο, στην ακτογραμμή, ή στα νερά, αλλά και στο φυσικό τοπίο, στα μνημεία κλπ.

Δεν είναι καθόλου σπάνιο το φαινόμενο της πλήρους υποβάθμισης και καταστροφής του τοπίου. Βασική φροντίδα σε κάθε σχεδιασμό ευαίσθητων παραλιακών τουριστικών ζωνών είναι η προστασία της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς και η διαχείριση του ρεύματος των τουριστών ή επισκεπτών με στροφή προς άλλες μορφές τουρισμού, συμβατές με το περιβάλλον και τους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι η σχέση ανάμεσα στη δημογραφική ανάπτυξη των ανθρώπινων κοινωνιών, στις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις για την κάλυψη των αναγκών τους και στα φυσικά οικοσυστήματα;
2. Ποια ήταν η αντίδραση των ανθρώπινων κοινωνιών μπροστά στη διαπίστωση των καταστροφών που πλήττουν σήμερα το περιβάλλον;
3. Ποια τα αίτια της αστικοποίησης και ποια τα αποτελέσματα; Αναφέρατε τα χαρακτηριστικά προβλήματα των σύγχρονων πόλεων και του αγροτικού χώρου.
4. Αναφέρατε τις πιο σημαντικές καταστροφές που έχει υποστεί το περιβάλλον από την ανάπτυξη των πόλεων και ποια είναι τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις σύγχρονες μεγαλουπόλεις. Αναφέρατε τα προβλήματα που δημιουργούνται από την αυξανόμενη χρήση ενέργειας.
5. Η ανάπτυξη είναι έννοια που έρχεται σε αντίθεση με αυτήν της προστασίας του περιβάλλοντος ή μπορεί να συμβαδίσει με αυτή, και εάν ναι με ποιο τρόπο;

2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Ελλάδα γνωρίζει μια ανισομερή και άναρχη ανάπτυξη του αστικού χώρου σε βάρος του αγροτικού, η οποία επέφερε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η οικονομία της χώρας συνδέθηκε με την ανάπτυξη του τομέα των κατασκευών και καθορίζεται ακόμη από την ανάπτυξη μεγάλων κατασκευαστικών έργων. Σήμερα, η χώρα διαθέτει κατάλληλη νομοθεσία και σχεδιασμό για τη ρύθμιση και οργάνωση του χώρου με σκοπό την ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων. Έχει κατοχυρώσει διαδικασίες πρόληψης και ελέγχου για την προστασία του περιβάλλοντος και βελτιώνει σημαντικά τις κατασκευές και την υποδομή της για μια βιώσιμη - αειφόρο ανάπτυξη.

2.2.1. Χαρακτηριστικά της ανάπτυξης της χώρας

Η χλωρίδα, η πανίδα και οι βιότοποί τους, οι διάφοροι τύποι οικοσυστημάτων, οι φυσικοί σχηματισμοί και τα τοπία αποτελούν τη φυσική κληρονομιά της χώρας. Στην Ελλάδα υπάρχει ένας πολύ μεγάλος αριθμός διαφορετικών τύπων φυσικών βιοτόπων στους οποίους ζει μεγάλο πλήθος ειδών χλωρίδας και πανίδας και ενδημικών ειδών. Ο πλούτος αυτός οφείλεται στη γεωγραφική θέση της χώρας και στη μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών, γεωλογικού υπόβαθρου και γεωμορφολογίας (έντονο ανάγλυφο, κοιλάδες, κατακερματισμός ακτών, νησιά κλπ). Σ' αυτό το μωσαϊκό οι ανθρώπινες κοινωνίες ανέπτυξαν πολλές δραστηριότητες, που συνεισέφεραν σημαντικά στην αύξηση της ποικιλότητας της φυσικής κληρονομιάς (πρωτογενής τομέας-αγροτική παραγωγή, κτηνοτροφία).



Εικόνα 66 Μεγάλα τεχνικά έργα που θεωρούνται απαραίτητα για την ανάπτυξη συχνά απειλούν ολόκληρα φυσικά οικοσυστήματα {21}

Τα προβλήματα της **ατμοσφαιρικής ρύπανσης** άρχισαν να εμφανίζονται, στην Ελλάδα, τα τελευταία τριάντα χρόνια. Συνδέονται άμεσα με την εισροή του πληθυσμού στα αστικά κέντρα.

Παράλληλα, η **κατανάλωση ενέργειας**, που προέρχεται από υγρά καύσιμα για την κάλυψη των αναγκών των Μεταφορών, της Βιομηχανίας και της Βιοτεχνίας, καθώς και για τη θέρμανση των κατοικιών, αυξήθηκε λόγω της αστικής ανάπτυξης και της οικονομικής προόδου, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της ατμοσφαιρικής

ρύπανσης να είναι ανάλογη της πληθυσμιακής συγκέντρωσης. Τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της χώρας (υψηλή ηλιοφάνεια και θερμοκρασία), σε συνδυασμό με την τοπογραφία, που είναι δυσμενής, από την άποψη της δυνατότητας διάχυσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν παράγοντες που συνέβαλαν στην επιδείνωση του προβλήματος (φωτοχημική ρύπανση).

Η κατανάλωση ενέργειας έχει άμεση σχέση με την ατμοσφαιρική ρύπανση, κυρίως διότι από την καύση του λιγνίτη και άλλων ορυκτών καυσίμων εκλύονται στην ατμόσφαιρα ρυπογόνα αέρια και κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), αέριο που συμβάλλει ιδιαίτερα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (υπερθέρμανση του πλανήτη).

Σήμερα παρατηρείται μια σαφής στροφή προς μέτρα που μπορούν να περιορίσουν την κατανάλωση συμβατικών μορφών ενέργειας και προωθείται μια συνεκτική πολιτική με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μια σειρά νέoi νόμοι έχουν εκδοθεί πρόσφατα και ενισχύουν αυτή την τάση με συγκεκριμένους τρόπους και κίνητρα. Μεγαλύτερη σημασία δόθηκε στον περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων - άρα και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα - από τον τομέα των κτιρίων.



Εικόνα 67 Μεγάλο πρόβλημα των αστικών κέντρων αποτελεί η αύξηση του όγκου των απορριμμάτων. Στην Ελλάδα το πρόβλημα εντείνεται από τον ανοργάνωτο και ανεξέλεγκτο τρόπο απόρριψης των σκουπιδιών {67}

Είναι γεγονός ότι μια σειρά σοβαρών περιβαλλοντικών και άλλων προβλημάτων χαρακτηρίζουν τον ελληνικό χώρο. Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι η κατασπατάληση

των φυσικών πόρων και η υποβάθμιση, συρρίκνωση και καταστροφή οικολογικά ευαίσθητων περιοχών, εντάθηκαν από την άναρχη επέκταση των πόλεων και τη διασπορά των οικιστικών συγκεντρώσεων (νομίμων και αυθαιρέτων). Αυτές επέφεραν ρύπανση του αέρα, του νερού (των ακτών και της θάλασσας) και του εδάφους, συρρίκνωση των ορεινών όγκων, καταστροφή των δασών και της γεωργικής γης, αλλοίωση των βιοτόπων, καταστροφικές επεμβάσεις στους φυσικούς σχηματισμούς του εδάφους κλπ.

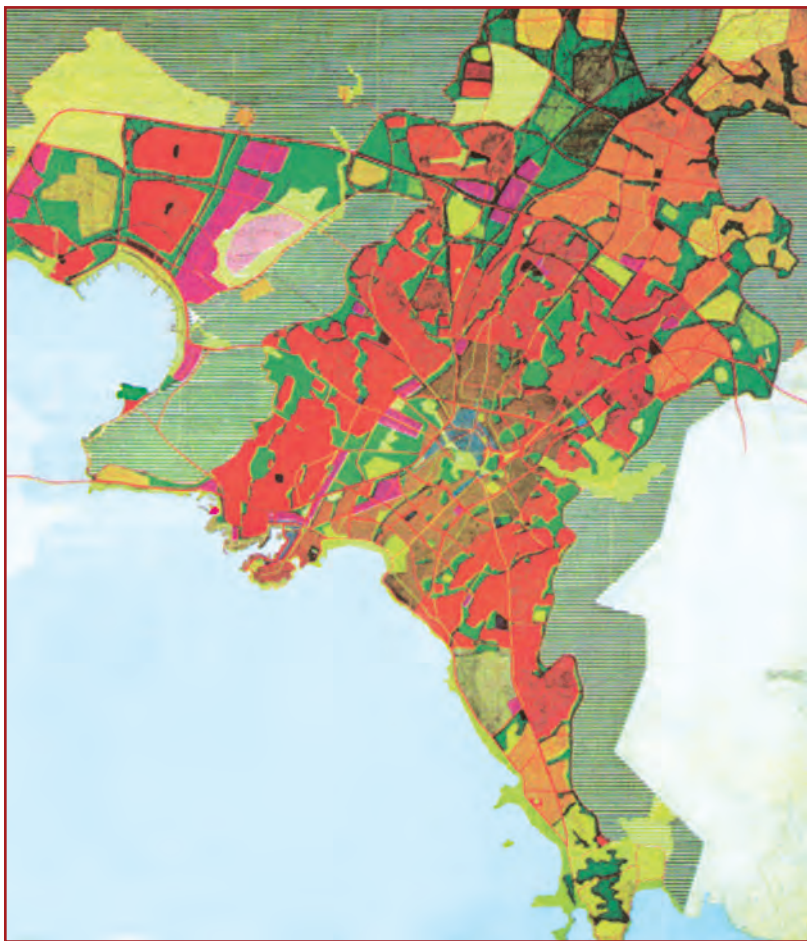


Εικόνα 68 Αυθαιρεσία και εγκατάλειψη. {26}

2.2.2. Ορθολογική χρήση και διαχείριση του χώρου

Μια μεγάλη προσπάθεια για τη συνολική ρύθμιση του χώρου, με γνώμονα την ορθολογική χρήση του εδάφους έγινε στη χώρα μας στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση μέσα από την Επιχείρηση Πολεοδομικής Ανασυγκρότησης της χώρας, κατά την οποία εκπονήθηκαν Χωροταξικά Σχέδια και Αναπτυξιακά Προγράμματα για τους νομούς της χώρας, εκδόθηκαν

νόμοι, εκπονήθηκαν μελέτες για τους επιμέρους τομείς ανάπτυξης της χώρας (Βιομηχανία, Τουρισμός, Γεωργία, Αναψυχή, Κατοικία, Προστασία του Φυσικού Περιβάλλοντος κλπ.), οι οποίοι δημιούργησαν ένα σαφές πλαίσιο για την ανάπτυξη και ορθολογική οργάνωση του χώρου σε κάθε επίπεδο.

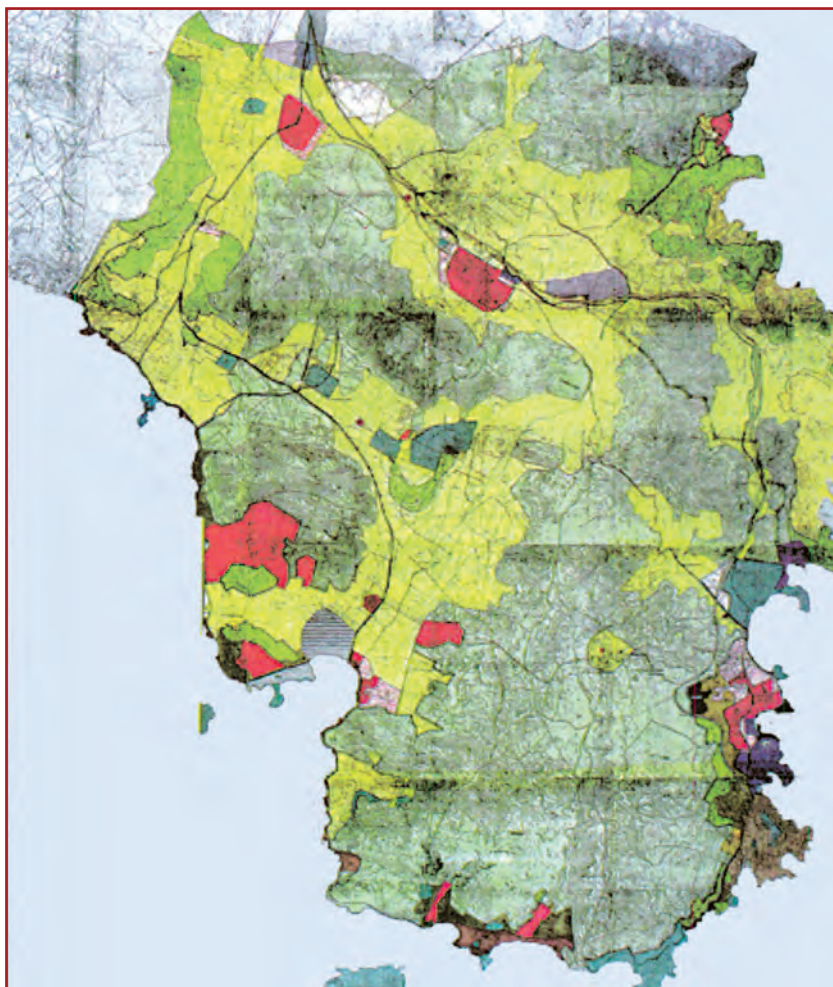


Εικόνα 69 Το σχέδιο ανάπτυξης και κατανομής χρήσεων (στο έδαφος) για το λεκανοπέδιο Αθηνών {20}

Με την ψήφιση του νόμου για την «Προστασία του Περιβάλλοντος» δόθηκε η ευκαιρία για την εκπόνηση και άλλων ειδικών μελετών, με προτεραιότητα στις πιο ευαίσθητες - περιβαλλοντικά - περιοχές.

Σήμερα μια σειρά ρυθμίσεων έχουν κατοχυρώσει το στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος, της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων και

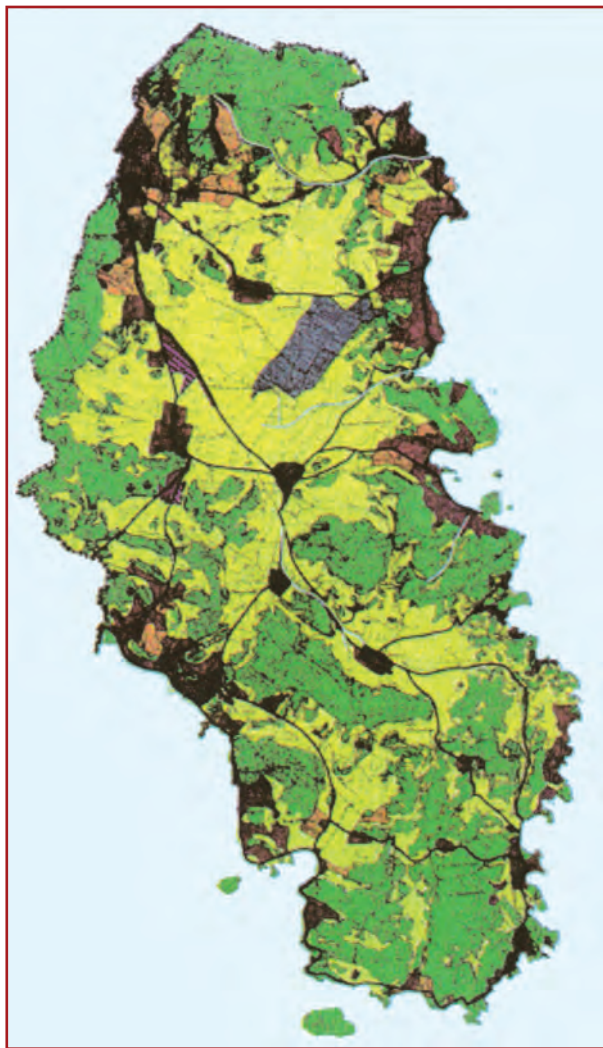
της ισόρροπης ανάπτυξης. Καθορίστηκαν οι χρήσεις γης, οριοθετήθηκαν προστατευόμενες περιοχές, ορίστηκαν οι όροι ανάπτυξης νέων οικιστικών ή βιομηχανικών - βιοτεχνικών περιοχών κλπ.



***Εικόνα 70** Παράδειγμα σχεδίου οριοθέτησης Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) για την περιοχή της Λαυρεωτικής στην Αττική. {20}*

Καθορίστηκαν Ζώνες όπου μπορεί να οργανωθούν οργανωμένα στεγαστικά προγράμματα, κοινωνικά ή άλλα, προγράμματα οικοδομικών συνεταιρισμών, αποκατάστασης κατοίκων που έχουν πληγεί από θεομηνίες ή φυσικές καταστροφές (σεισμούς, κατολισθήσεις εδαφών, πλημμύρες, κλπ). Εξασφαλίστηκε κατάλληλη γη για την εγκατάσταση παραγωγικών δραστηριοτήτων και έργων υποδομής

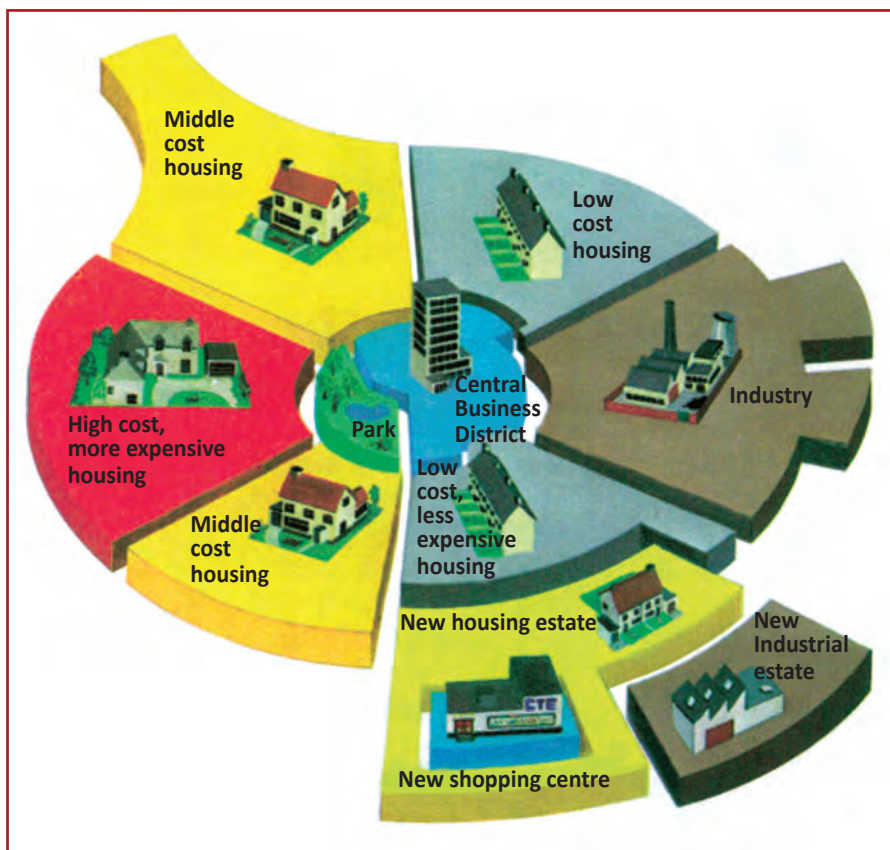
(βιομηχανιών και βιοτεχνιών - βιομηχανικών, βιοτεχνικών πάρκων), σταθμών μέσων μεταφοράς, κλπ. με παράλληλη φροντίδα για την προστασία ευαίσθητων περιοχών, όπως είναι η γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, οι βιότοποι, τα δάση, οι ακτές, τα τοπία φυσικού κάλλους, κλπ.



Εικόνα 71 Παράδειγμα οριοθέτησης Ζωνών Περιβαλλοντικής Προστασίας στην περιοχή της Λαυρεωτικής στην Αττική {20}

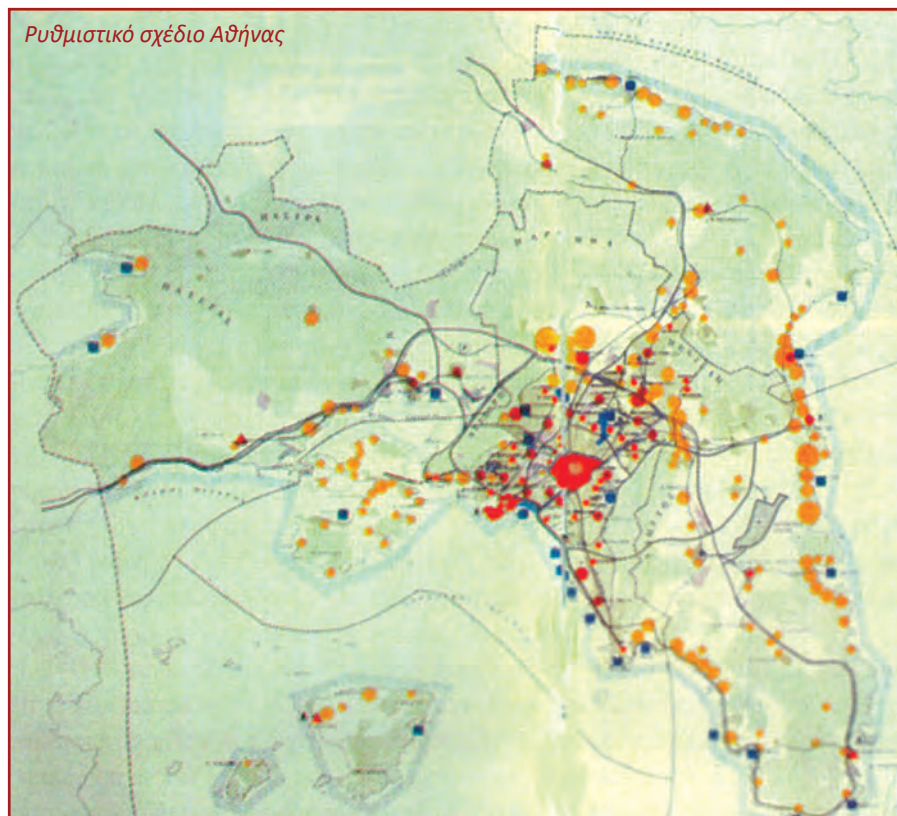
Εκπονήθηκαν **Ειδικές Χωροταξικές Μελέτες**, οι οποίες υποδεικνύουν τον τρόπο ανάπτυξης περιοχών με σκοπό την ορθολογική εκμετάλλευση και την οικολογική

ισορροπία για βιώσιμη (αιεφόρο) ανάπτυξη. Καθορίστηκαν επίσης και προγραμματίστηκαν αναγκαία έργα τεχνικής υποδομής και ο χώρος εγκατάστασής τους (εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων - βιολογικοί καθαρισμοί - χώροι διάθεσης απορριμμάτων - χωματερές - θέσεις ενεργειακών σταθμών και εγκαταστάσεων ήπιων μορφών ενέργειας - ηλιακά, αιολικά πάρκα κλπ. - δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, εγγειοβελτιωτικά έργα και συστήματα, έργα συγκοινωνιακής και μεταφορικής υποδομής κλπ.).



Εικόνα 72 Σκίτσο με σχηματική διάταξη (κατανομή) των χρήσεων (δραστηριοτήτων) στο έδαφος {22}

Για τα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας εκπονήθηκαν αναπτυξιακά σχέδια, τα Ρυθμιστικά Σχέδια και Σχέδια Προστασίας του Περιβάλλοντος, καθώς και Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια για όλους τους Δήμους και Κοινότητες και Πολεοδομικές Μελέτες.



Εικόνα 73 Χάρτης του Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας {20}

2.2.3. Η σπουδαιότητα των κατασκευών για την ελληνική οικονομία και το περιβάλλον

Οι κατασκευές και η δημιουργία υποδομών αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους οικονομικούς τομείς της χώρας μας. Εκατοντάδες μελετητικά και κατασκευαστικά γραφεία, βιομηχανίες, καταστήματα πώλησης κατασκευαστικών υλικών και εξαρτημάτων έχουν ως αντικείμενο τις κατασκευές και παράγουν σημαντικό ποσοστό του ακαθάριστου Εθνικού προϊόντος.

Χαρακτηριστικό της σπουδαιότητας που έχουν οι κατασκευές για τον Ελληνικό χώρο είναι η απασχόληση μηχανικών και άλλων ειδικοτήτων, εκτός των Αρχιτεκτόνων

και των Πολιτικών Μηχανικών, σε αυτές. Το γεγονός αυτό ενισχύεται από την έλλειψη κατάλληλων υποδομών που θα μπορούσαν να αποτελέσουν προϋπόθεση για τη βιομηχανική ανάπτυξη και γενικότερα την ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου.

Ενώ δηλαδή οι Αρχιτέκτονες και οι Πολιτικοί Μηχανικοί αποτελούν το 58% των μηχανικών της χώρας στην οικοδομή και τις κατασκευές απασχολείται ποσοστό 72% των πτυχιούχων μηχανικών του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας. Αυτό δείχνει ότι και οι μηχανικοί άλλων ειδικοτήτων απασχολούνται στις κατασκευές σαν αποτέλεσμα της έλλειψης κατάλληλης βιομηχανικής ανάπτυξης και ανάλογου αριθμού θέσεων εργασίας για συναφείς ειδικότητες, καθώς και τον κυρίαρχο ρόλο της οικοδομικής και κατασκευαστικής δραστηριότητας.

Καθώς η χώρα μας προσπαθεί να αναπτυχθεί και να πλησιάσει το επίπεδο ανάπτυξης των Ευρωπαϊκών χωρών, έχει ολοένα αυξανόμενες ανάγκες κατάλληλων υποδομών που τις εξασφαλίζει ο τομέας των κατασκευών.

Οι πρώτοι άνθρωποι ζούσαν σε σπηλιές και σε καλύβες. Δεν γνώριζαν ακόμη τις τεχνικές εκείνες που θα τους επέτρεπαν να κτίσουν ασφαλέστερες κατασκευές που θα τους προστάτευαν από τις καιρικές συνθήκες και τα άγρια ζώα.

Οι πρώτοι Αιγύπτιοι, οι Έλληνες και αργότερα οι Ρωμαίοι, ανέπτυξαν κατάλληλες τεχνικές και οικοδόμησαν θαυμάσιες πόλεις και ανθεκτικές κατασκευές, δρόμους, κτίρια, ακόμη και περίφημα δίκτυα υδροδότησης και αποχέτευσης.

Το τεχνολογικό σύστημα των κατασκευών αναφέρεται στην κατασκευή αντικειμένων που παραμένουν ακίνητα σε μια θέση. Το σύστημα των κατασκευών απαιτεί τη χρησιμοποίηση κατεργασμένων πρώτων υλών, που προέρχονται από φυσικούς πόρους, τους οποίους συνδυάζει κατάλληλα και προσφέρει ως αποτέλεσμα μια κατασκευή.

Στις κατασκευές συμπεριλαμβάνονται κτίρια, γέφυρες, φράγματα, λιμάνια, δρόμοι, τούνελ, σιδηρόδρομοι, αεροδρόμια, δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης, βιομηχανικές κατασκευές και κτίρια, ενεργειακά συστήματα κλπ.

Όλα τα παραπάνω συστήματα κατασκευών, κτίρια και τεχνικά έργα, είναι καθοριστικά για την ανάπτυξη και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων.

Οι κατασκευές ποιότητας μας προσφέρουν καλύτερο βιοτικό επίπεδο, υγιεινή, άνετη διαβίωση και περισσότερη ασφάλεια, καθώς επίσης εξοικονομούν συμβατική ενέργεια, νερό, χρησιμοποιούν κατασκευαστικά υλικά που είναι φιλικά στο περιβάλλον κλπ. Όμως για όλα αυτά πληρώνουμε κάποιο αντίτιμο.

Για παράδειγμα ένα φράγμα μπορεί να αποθηκεύει μια μεγάλη ποσότητα νερού, την οποία χρειαζόμαστε για το δίκτυο ύδρευσης και για την παραγωγή ενέργειας, η τεχνητή λίμνη όμως που δημιουργείται μπορεί να σκεπάσει μια πεδιάδα με γόνιμα χωράφια.

Για να εξασφαλισθεί δηλαδή η μεγιστοποίηση των θετικών επιδράσεων, από κάθε τεχνικό έργο, και να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές παρενέργειες στο περιβάλλον, χρειάζονται σοβαρές μελέτες, κατάλληλη ευαισθητοποίηση και μόρφωση

των πολιτών, καθώς επίσης και κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο κανονισμών και ελέγχου από πλευράς πολιτείας.

Συνοψίζοντας στον Ελληνικό χώρο παρατηρούνται σήμερα:

- Αυθαίρετη δόμηση. Κατασκευάζονται δηλαδή κτίρια σε περιοχές που δεν επιτρέπεται από την πολιτεία και δεν προβλέπεται δόμηση σύμφωνα με τα σχέδια πόλεων που ισχύουν. (Για παράδειγμα σε δάση, σε παραλίες κ.ά.). Οι αρμόδιες υπηρεσίες έχουν το δικαίωμα από το νόμο να κατεδαφίζουν τις κατασκευές αυτές που δημιουργούν ένα άναρχο περιβάλλον, υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής και δημιουργούν κέρδη σε βάρος του κοινωνικού συνόλου.
- Έλλειψη κατάλληλων υποδομών που μπορούν να εξυπηρετήσουν την κυκλοφορία του αυξανόμενου όγκου των οχημάτων και τις μεταφορές κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ανταγωνιστικότητα και ποιότητα ζωής.
- Έλλειψη σύγχρονων υποδομών αποκομιδής σκουπιδιών και απορριμμάτων.
- Έλλειψη εφαρμογής κατάλληλων διαδικασιών ελέγχου και συντήρησης των κατασκευών, ώστε να εξασφαλίζεται ασφάλεια, οικονομία και ποιότητα ζωής.
- Έλλειψη κατάλληλων ρυθμιστικών σχεδίων για όλες τις περιοχές και διαδικασιών εφαρμογής που να οριοθετούν τις θέσεις εγκατάστασης βιοτεχνικών και βιομηχανικών μονάδων, κατοικίας, εμπορικών κέντρων κ.ά.
- Έλλειψη κατάλληλων διαδικασιών ελέγχου εγκατάστασης φίλτρων σε εργοστάσια για προστασία από ρύπους που εκλύονται στην ατμόσφαιρα, καθώς και μέτρησης και αξιολόγησης των ρύπων κ.ά.

Για όλα τα παραπάνω έχουν θεσμοθετηθεί κατάλληλα σχέδια και διάφορες διαδικασίες ελέγχου, υπάρχει όμως έδαφος για πολλές βελτιώσεις τόσο στη φάση των μελετών όσο και της εφαρμογής και ελέγχου. Μόνο με τον τρόπο αυτό η χώρα μας θα εξασφαλίσει ένα σύγχρονο και αποδοτικό τρόπο λειτουργίας. Οι κατασκευές και οι βιομηχανίες χρειάζονται για να εξασφαλισθεί η ζωή. Θα πρέπει όμως να κατασκευάζονται και να ελέγχονται με τρόπο ώστε να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον, να ελαχιστοποιούνται οι αρνητικές επιδράσεις, να διασφαλίζεται η μέγιστη ασφάλεια και αποδοτικότητα των οικοδομικών και τεχνικών έργων και η ίδια η ποιότητα της ζωής.

Όλοι μαθητές και πολίτες θα πρέπει να ευαισθητοποιηθούν στα θέματα αυτά, ώστε να εφαρμόζουν και να συμβάλλουν και οι ίδιοι στη διαμόρφωση των σχεδίων και των σύγχρονων κανονισμών προστασίας του περιβάλλοντος. Μόνο με τον τρόπο αυτό μπορεί να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη ισορροπία μεταξύ οικονομικών δραστηριοτήτων και ανάπτυξης και της ανάγκης συντήρησης του φυσικού περιβάλλοντος.

Η τεχνολογία προσφέρει ολοένα και πιο αποτελεσματικές - βιώσιμες - λύσεις προς αυτή την κατεύθυνση. Νέες καινοτόμες τεχνολογίες προσφέρουν λύσεις για την εφαρμογή διαδικασιών παραγωγής που επιβαρύνουν ολοένα και λιγότερο το

περιβάλλον. Η αντικατάσταση όμως των παραδοσιακών διαδικασιών παραγωγής με νέες που χρησιμοποιούν τεχνολογίες που δεν ρυπαίνουν («καθαρές» τεχνολογίες παραγωγής), προϋποθέτει ανάπτυξη, επενδύσεις και γνώσεις. Η μόρφωση, στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, των ευρύτερων κοινωνικών στρωμάτων είναι η αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή στη χώρα μας σύγχρονων παραγωγικών διαδικασιών που οδηγούν στο μέγιστο αποτέλεσμα, με τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά και τα ιδιαίτερα στοιχεία που καθόρισαν την ανάπτυξη στην Ελλάδα και ποιες οι σοβαρότερες επιπτώσεις της στο περιβάλλον;
2. Με ποιο τρόπο αντιμετωπίζεται το ζήτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την εφαρμογή των σχεδίων ρύθμισης και οργάνωσης του χώρου; Αναφέρατε κάποια εργαλεία σχεδιασμού, που διαθέτει σήμερα η χώρα.
3. Με ποιο τρόπο έχει συμβάλλει ο τομέας των κατασκευών στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας;
4. Αναφέρατε τρόπους ώστε οι κατασκευές να συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεών τους στο περιβάλλον.
5. Με ποιο τρόπο μπορούμε να αντικαταστήσουμε τις παραδοσιακές διαδικασίες παραγωγής με καθαρές τεχνολογίες και ποια θα είναι τα οφέλη στο περιβάλλον;

2.3 ΑΡΧΕΣ-ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΓΙΑ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι φυσικοί πόροι δεν είναι ανεξάντλητοι για αυτό η ίδια η φύση θέτει περιορισμούς και όρια τα οποία πρέπει να σεβόμαστε. Καμία διορθωτική ενέργεια δεν είναι ικανή να αποκαταστήσει τη διαταραχή της οικολογικής ισορροπίας που συμβαίνει, εφόσον οι ανθρωπίνες δραστηριότητες εξελίσσονται με εντατικό ρυθμό και αγνοούν τις δυνατότητες και τα όρια αυτά. Για να γίνει αυτό δυνατό πρέπει οι στόχοι και οι αρχές του σχεδιασμού να έχουν γνώμονα την ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων. Το σπουδαιότερο, πάντως, μέλημα είναι να τηρούνται από την αρχή σε κάθε αναπτυξιακό σχεδιασμό ή προγραμματισμό οι αρχές της πρόβλεψης και πρόληψης ώστε να ελαχιστοποιούνται, κατά το δυνατό, οι αναμενόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και, κατά δεύτερο λόγο, να επιχειρούνται εντατικές προσπάθειες για την αποκατάσταση αυτών. Πρέπει, κάθε φορά, να υιοθετείται μια συνεκτική και αποφασιστική πολιτική προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων.



Εικόνα 74 Χαρακτηριστικό χιουμοριστικό σκίτσο: Συσσώρευση προβλημάτων όλων των ειδών - Λίγο πριν τη λήψη μέτρων...{27}

Τα φυσικά οικοσυστήματα δεν είναι ανεξάντλητα. Διαθέτουν συγκεκριμένα όρια, που καθορίζονται από τη «φέρουσα» ικανότητά τους, δηλαδή από το μέγιστο αριθμό ατόμων - ειδών, τον οποίο μπορούν να στηρίξουν. Όταν ένας πληθυσμός υπερβεί αυτό το μέγιστο αριθμό, οι φυσικοί πόροι αρχίζουν να φθίνουν, να υποβαθμίζονται. Γιατί όσο αυτός αυξάνεται τόσο περισσότεροι φυσικοί πόροι απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών του και τόσο περισσότερο απειλείται η φέρουσα ικανότητα των φυσικών οικοσυστημάτων. Το ίδιο συμβαίνει και με το διαθέσιμο έδαφος, το χώρο. Όσο περισσότερο αυξάνεται ο πληθυσμός, τόσο περισσότερο έδαφος χρησιμοποιείται για την κατοίκησή του και για την ανάπτυξη παραγωγικών και άλλων δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών του.

Το περιβάλλον θέτει περιορισμούς και όρια σε κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες. Συνήθως, καμία διορθωτική ενέργεια δεν είναι ικανή να αποκαταστήσει

τη διαταραχή της οικολογικής ισορροπίας, που επέρχεται αν ξεπεραστούν αυτά τα όρια.

Η στέρηση του καθαρού αέρα, του νερού, της κατάλληλης γήινης ατμόσφαιρας, που προστατεύει από την ακτινοβολία, όπως και η στέρηση του εδάφους και η αλλαγή του κλίματος, απορυθμίζουν αμέσως τη λειτουργία όλων των ζωντανών οργανισμών. Διαταράσσεται η ισορροπία, η τροφική αλυσίδα, η παραγωγή κατάλληλων για τη διατροφή προϊόντων. Καμία πρόοδος δεν μπορεί να αντισταθμίσει αυτές τις απώλειες.

Στην αναζήτηση της αποκατάστασης των σχέσεων ανάμεσα στους φυσικούς πόρους και την παγκόσμια οικονομία, προέχει η αποκατάσταση της «υγείας» της γης και αυτής της κοινωνίας των ανθρώπων.



Εικόνα 75 Μια συμβολική πορεία προς το φως... σε ποδηλατόδρομο, μέσο μετακίνησης ιδιαίτερα «φιλικό» στο περιβάλλον. {27}

2.3.1 Πολιτική προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων

Η ανάγκη της πρόληψης και προφύλαξης του φυσικού περιβάλλοντος από κάθε έργο και ανθρώπινη δραστηριότητα επιβάλλει αφενός τη **μελέτη** και γνώση των **περιβαλλοντικών επιπτώσεων** που αυτά προκαλούν και αφετέρου την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων για την ελαχιστοποίηση τους και την αποκατάσταση της περιβαλλοντικής απόδοσης. Σήμερα οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που ζητούνται για κάθε έργο, αποτελούν μια σημαντική συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος. Γιατί η διάγνωση των πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον από κάθε έργο ή δραστηριότητα αποτελεί αποφασιστικό εργαλείο για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη σταδιακή αναστροφή της περιβαλλοντικής κρίσης, ώστε να δημιουργηθούν πιο ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης για τον άνθρωπο και τον πλανήτη.

Η **πρόβλεψη** και η **πρόληψη** γίνονται, στις μέρες μας, τα βασικά κριτήρια για κάθε απόφασή μας σχετικά με τη χρήση του χώρου, την κατασκευή τεχνικών έργων και την εγκατάσταση δραστηριοτήτων. Όλα τα παραπάνω οδηγούν στον εντοπισμό των προβλημάτων, που οφείλονται στην κατασπατάληση και κακοδιαχείριση του διαθέσιμου εδάφους, μέσω της γνώσης των φυσικών νόμων και του κύκλου ζωής των οικοσυστημάτων.

Η **στροφή προς την ανάπτυξη και τη χρήση ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων** και καθαρών τεχνολογιών είναι επιβεβλημένη. Η συμφιλίωση μεταξύ ανάπτυξης και οικολογικών φραγμών και ορίων οδηγεί στην επιλογή βιώσιμων λύσεων και στη σταδιακή αλλαγή των μοντέλων παραγωγής και κατανάλωσης, όπου ο όρος «αποδοτικότητα» παίρνει την έννοια της μέγιστης οικονομικής απόδοσης του κάθε ατόμου, ενώ ο όρος **«κέρδος» ή «όφελος» ερμηνεύεται ως περιβαλλοντικό και κοινωνικό όφελος και όχι μόνο ως αξία χρήσης**. Στο παραπάνω πλαίσιο των αλλαγών εγγράφεται και η προτεραιότητα που δίνεται πλέον στον όρο «ποιότητα ζωής», έναντι της έννοιας «αφθονία αγαθών».

Ο πιο ευνοϊκός τομέας, στον οποίο μπορεί να εφαρμοσθεί άμεσα η φιλοσοφία της αειφόρου ανάπτυξης είναι αυτός του σχεδιασμού του χώρου (σε χωροταξικό και πολεοδομικό επίπεδο) και ιδιαίτερα αυτός του σχεδιασμού του αστικού χώρου.

Από την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για τη χωροθέτηση κάθε χρήσης και δραστηριότητας, που θα γίνεται με βάση την εξέταση όλων των παραμέτρων και συνθηκών που συνηγορούν για την καταλληλότητα της τοποθεσίας (οικιστική καταλληλότητα), έως την ορθολογική χρήση και διαχείριση του διαθέσιμου εδάφους (αστικού και αγροτικού) και την ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση των φυσικών πόρων, εισάγονται και πρακτικά βιώσιμοι στόχοι που συμβάλλουν στην προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Η επιλογή των κατάλληλων πλέον τεχνολογιών, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων που κάποιες δραστηριότητες προκαλούν στο περιβάλλον, αποτελεί βασικό κριτήριο για την λήψη των σχετικών αποφάσεων για την εγκατάσταση κάθε είδους δραστηριότητας στο χώρο, όσο και για την κατασκευή κάθε κατηγορίας κτιρίου ή τεχνητού έργου.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι ονομάζεται «φέρουσα ικανότητα» των φυσικών οικοσυστημάτων;
2. Με ποιο τρόπο η ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων μπορεί να εντάσσεται στα όρια που θέτει η φύση και να μην απειλεί τη «φέρουσα» ικανότητά της;
3. Τι ονομάζεται «αρχή της πρόληψης» και πόσο σημαντική είναι για το σχεδιασμό;
4. Είναι δυνατό να προλαμβάνονται ή να ελαχιστοποιούνται οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και με ποιο τρόπο;
5. Αναφέρατε τις αρχές και τους στόχους στους οποίους πρέπει να προσαρμόζεται κάθε προσπάθεια ορθολογικού σχεδιασμού;
6. Με ποιο τρόπο επιτυγχάνεται ορθολογική χρήση και διαχείριση του διαθέσιμου εδάφους;
7. Ποια είναι τα αναγκαία μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται με στόχο την πρόληψη και την αποκατάσταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων;

2.4 ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, τα τεχνικά έργα υποδομής και γενικά οι κατασκευές είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και πρόοδο των ανθρώπινων κοινωνιών. Συμβάλλουν στην ανάπτυξη και στη βελτίωση των συνθηκών ζωής. Τέτοιες είναι οι βιομηχανικές δραστηριότητες, τα θαλάσσια και αεροπορικά μέσα μεταφοράς τα οδικά και άλλα μεταφορικά δίκτυα, όπως λιμάνια, αεροδρόμια, δρόμοι, καθώς και ο τουρισμός. Επιφέρουν, όμως, αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Είναι αναγκαία η γνώση των αιτίων και των πηγών που δημιουργούν τις, κάθε φύσης, οχλήσεις, τις επιπτώσεις που δημιουργούνται από τα έργα αυτά στον αέρα, στο έδαφος, στο νερό, ώστε να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την ελαχιστοποίηση αυτών των επιπτώσεων με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

2.4.1 Τα οδικά έργα ως γραμμική πηγή ρύπων και θορύβου

Η ύπαρξη ενός πλήρους δικτύου οδικών αξόνων αποτελεί, για κάθε χώρα, ιδιαίτερα σημαντικό μέσο για την ισόρροπη ανάπτυξη του εθνικού χώρου. Οι οδικοί άξονες διευκολύνουν την επικοινωνία ανθρώπων και αγαθών (εμπορευμάτων) και τη σύνδεση των περιφερειών κάθε χώρας. Θεωρούνται έτσι βασικοί παράγοντες για την περιφερειακή ανάπτυξη. Οι οδικοί άξονες αποτελούν μέρος του ευρύτερου δικτύου μεταφορών μιας χώρας και χρησιμοποιούνται για την ταχύτερη και ανεμπόδιση κυκλοφορία των αυτοκινήτων, σε επίπεδο τοπικό, εθνικό και υπερτοπικό. Διακρίνονται σε τοπικούς (επαρχιακούς) δρόμους, άξονες αστικής κυκλοφορίας (τοπικής ή υπερτοπικής σημασίας, περιφερειακές οδούς κλπ.), εθνικές οδούς και αυτοκινητοδρόμους.

Κατά την ανάπτυξη των ανθρώπινων κοινωνιών και τη δημιουργία νέων απαιτήσεων και αναγκών, δημιουργήθηκαν νέες πρακτικές στην επικοινωνία. Αυτές αύξησαν την ανάγκη για ανάπτυξη ολοκληρωμένων δικτύων μεταφοράς (οδικοί και σιδηροδρομικοί άξονες) δευτερεύουσας και πρωτεύουσας σημασίας, που αποτελούν προϋπόθεση σαν την ικανή προϋπόθεση για την ορθολογική ανάπτυξη του συνόλου του χώρου (σε κάθε επίπεδο, ευρωπαϊκό και εθνικό).



Εικόνα 76 Τα έργα για τη χάραξη ενός μεγάλου οδικού έργου και οι επιπτώσεις στη γύρω περιοχή πριν έλθουν και οι επιπτώσεις από την κυκλοφορία: Η νέα περιφερειακή οδός Σταυρού-Ελευσίνας στην Αττική. {21}

2.4.1.1 Οι επιπτώσεις

Για την ανάπτυξη αυτών των δικτύων απαιτείται η κατασκευή μεγάλων οδικών και άλλων έργων που, μεταξύ άλλων, σχετίζονται και με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, την αύξηση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας κλπ. Η άποψη που επικρατεί είναι ότι η κατασκευή όλο και περισσότερων δρόμων ενισχύει την οικονομία, με κάθε τρόπο. Παρ' όλ' αυτά, υπάρχει και η άλλη πλευρά του νομίσματος: η κατασκευή νέων οδικών έργων, κυρίως αυτοκινητοδρόμων, οδηγεί σε αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και συχνά αφενός επιβαρύνει τις εμπορικές μεταφορές και αφετέρου επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, με ανυπολόγιστο περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος.

Οι επιπτώσεις από τα έργα κατασκευής δικτύων μεταφορικής υποδομής αφορούν σχεδόν το σύνολο των φυσικών οικοσυστημάτων. Αλλά προκαλούν και άλλες οχλήσεις, που πλήττουν τη συνοχή του αστικού ή αγροτικού χώρου και γενικά τη ζωή των ανθρώπων κοινωνιών. Σοβαρές είναι οι συνέπειες στο υδατικό και φυσικό περιβάλλον, στη χρήση του εδάφους, στο ακουστικό περιβάλλον και στην ατμόσφαιρα. Η φύση των μεταφορών απαιτεί συνεχή γραμμική ανάπτυξη των αξόνων, που επιδρά κυρίως στην άμεση ζώνη επιρροής τους, αλλά και στο ευρύτερο περιβάλλον.

2.4.1.2 Υδατικό περιβάλλον

Επιπτώσεις εμφανίζονται στο υδατικό περιβάλλον. Το ξέπλυμα των οδοστρωμάτων (ή αντίστοιχα των γραμμών του σιδηροδρόμου) από τη βροχή, δημιουργεί απόνερα, στα οποία περιέχονται κυρίως βαρέα μέταλλα, στερεοί υδρογονάνθρακες και σκόνες, που μεταφέρονται στο έδαφος και επηρεάζουν τους υδάτινους πόρους. Παράλληλα, οι εκπομπές όξινων αέριων ρύπων επιδρούν και αλλοιώνουν τα νερά της βροχής με την πρόσμιξη όξινων ουσιών (φαινόμενο «οξίνισης» των ομβρίων και όξινης βροχής). Αυτό έχει επιβλαβείς συνέπειες στην πανίδα και στο ανθρωπογενές περιβάλλον (μολυσμένα νερά). Μεγαλύτερη επίπτωση παρατηρείται στους αποδέκτες (υπόγειες ή επιφανειακές λεκάνες συλλογής), όπου τελικά καταλήγουν τα απόνερα των οδικών αξόνων.

2.4.1.3 Φύση και Έδαφος

Σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις που προκαλούνται στη φύση και το έδαφος κατά την κατασκευή των οδικών έργων. Τότε εμφανίζεται το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης απόρριψης απορριμμάτων. Κατά τη φάση αυτή, τα προβλήματα είναι προσωρινά και προέρχονται από αδιάθετα αδρανή υλικά ή εκχώματα εγκαταλειμμένα μηχανήματα και υλικά, αλλά και από τους χρήστες. Άλλα προβλήματα προέρχονται από παράπλευρες δραστηριότητες, που σχετίζονται με τη λειτουργία των οδικών μεταφορών και είναι κυρίως οι τάσεις για ανάπτυξη δραστηριοτήτων, όπως

αναψυκτήρια, εστιατόρια, χώροι εξυπηρέτησης αυτοκινήτων (γκαράζ, συνεργεία, κλπ.). Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα αντιμετωπίζονται με τη λήψη των κατάλληλων μέτρων.



Εικόνα 77 Ένα σύγχρονο και φιλικό μεταφορικό μέσο, όπως το τρένο, σε όλο του το μήκος, προκαλεί μια σοβαρή «τομή» στο φυσικό οικοσύστημα {27}

Οι σημαντικότερες, όμως, επιπτώσεις από τα έργα δικτύων μεταφοράς εκδηλώνονται στις περιοχές, από τις οποίες διέρχονται οι οδικοί ή άλλοι μεταφορικοί άξονες, όπως στις γεωργικές και περιαστικές περιοχές, στις δασικές εκτάσεις, στους εθνικούς δρυμούς, στα τοπία ιδιαίτερου φυσικού ή αισθητικού ενδιαφέροντος, στους βιότοπους (υδροβιότοπους), καθώς και σε χαρακτηριστικούς τύπους οικοτόπων (αμμοθίνες κλπ.). Η κατασκευή και χρήση αυτών των έργων δημιουργεί αλλοιώσεις, που συχνά δεν επανορθώνονται. Πρόκειται για την καταστροφή της συνέχειας της πανίδας και χλωρίδας ενός τόπου, του τοπίου, των δασών, της γεωργικής γης, των οικισμών. Μερικές από αυτές τις επιπτώσεις είναι δυνατό να περιοριστούν με την έγκαιρη λήψη κατάλληλων μέτρων προστασίας (αποκατάσταση τοπίου, φυτεύσεις, δημιουργία προσπελάσεων χλωρίδας και πανίδας εγκάρσια στους άξονες κλπ.). Άλλες δεν επανορθώνονται.

2.4.1.4 Ακουστικό Περιβάλλον

Προβλήματα στο ακουστικό περιβάλλον, που προέρχονται από την αστική και υπεραστική κυκλοφορία στους οδικούς και άλλους άξονες μεταφοράς, εμφανίζονται από το θόρυβο, που συχνά ξεπερνά τα επιτρεπόμενα όρια και έχει σημαντικές επιπτώσεις στον άνθρωπο. Είναι γεγονός ότι ο θόρυβος, κυρίως από την υπεραστική κυκλοφορία σε μεγάλους αυτοκινητοδρόμους, καλύπτει ζώνη περίπου 200 μέτρων.



Εικόνα 78 Έργο επέκτασης οδοστρώματος σε βασικό οδικό άξονα για τη διευκόλυνση της ροής των αυτοκινήτων. Η όχληση από τα έργα είναι προσωρινή. Τα προβλήματα που θα προκύψουν από την περισσότερη κυκλοφορία, τα καυσαέρια και τις μεγαλύτερες ταχύτητες θα είναι μόνιμα... {27}

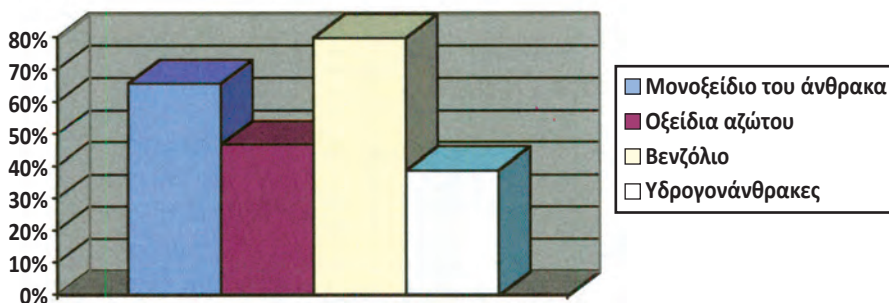
2.4.1.5 Ατμοσφαιρικό Περιβάλλον

Οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τις μεταφορές στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικές και επηρεάζουν το παγκόσμιο κλίμα. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που προκαλείται από την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, κυρίως λόγω της κατανάλωσης ενέργειας, η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος και η όξινη βροχή είναι καταστροφές ύψιστης σημασίας. Γιατί αλλοιώνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στη σταδιακή μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος, φαινόμενο που έχει καταστροφικές συνέπειες και απειλεί την ύπαρξη του πλανήτη.



Εικόνα 79 Κατασκευή οδικού έργου. {27}

Ο συνδυασμός της ανεξέλεγκτης αύξησης της κυκλοφορίας και των μεταφορών γενικότερα, με την ξεπερασμένη τεχνολογία που χρησιμοποιείται ακόμη και την εξάρτηση από το πετρέλαιο οδήγησε σε τεράστια προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.



Διάγραμμα 3 Μεταφορές και ατμοσφαιρική ρύπανση στις χώρες του ΟΟΣΑ

Στις χώρες του Ο.Ο.Σ.Α., όπως φαίνεται στο διάγραμμα 7 (Δ2), ο κλάδος των μεταφορών ευθύνεται για το 66% των συνολικών εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα, το 47% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου, το 80% των εκπομπών καρκινογόνου βενζολίου και το 39% των εκπομπών υδρογονανθράκων. Φορτηγά, ΙΧ αυτοκίνητα, λεωφορεία, αλλά και πλοία, αεροπλάνα και εμπορικά τρέινα, κινούνται με καύσιμα που προέρχονται από αργό πετρέλαιο. Το 50% της παγκόσμιας κατανάλωσης πετρελαίου γίνεται από τα αυτοκίνητα. Αποτέλεσμα της καύσης πετρελαίου είναι η ετήσια έκλυση στην ατμόσφαιρα περίπου 4 δισ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα που προκαλεί τις επερχόμενες κλιματικές αλλαγές.



Εικόνα 80 Προβλήματα από την κυκλοφορία: Μποτιλιάρισμα, θόρυβος, νέφος, χάος. {27}

2.4.2 Τα μέτρα

Ο χαρακτήρας των επιπτώσεων από τα οδικά έργα είναι τόσο πολύπλοκος, ώστε απαιτούνται εξίσου πολύπλοκες δραστικές επεμβάσεις σε πολλούς τομείς. Στόχος είναι μια «φιλική» για το περιβάλλον πολιτική μεταφορών, που θα εγγυάται τον περιορισμό των μετακινήσεων - κυρίως των ιδιωτικών (Ι.Χ. αυτοκίνητα) - και την προώθηση μαζικών μέσων μεταφοράς (τρένο, μετρό, τραμ, ποδήλατο κλπ). Παράλληλα, απαιτούν δραστικό περιορισμό του πληθυσμού στα αστικά κέντρα, ουσιαστική αποκέντρωση δραστηριοτήτων (άνθηση τοπικών κοινοτήτων) και προγραμματισμό για την ορθολογική χάραξη των δικτύων μεταφοράς, την ισόρροπη κατανομή τους στο χώρο, τον περιορισμό της κατασκευής νέων οδικών αξόνων κλπ.

Ειδικά μέτρα πρέπει να ληφθούν για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κάθε επίπεδο, με μελέτες, ελέγχους, τήρηση των αναγκαίων περιβαλλοντικών όρων και υλοποίηση «σωστικών» επεμβάσεων. Μέχρι σήμερα, στη χώρα μας, όλες αυτές οι παράμετροι ελέγχονται στοιχειωδώς.

2.5 ΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΗΓΗ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΥ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η βιομηχανική δραστηριότητα, παρά το γεγονός ότι έπαιξε και παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και πρόοδο των ανθρώπινων κοινωνιών, ευθύνεται για τα περισσότερα από τα δεινά που πλήττουν, σήμερα, το περιβάλλον. Δημιούργησε σοβαρές επιπτώσεις στο σύνολο των φυσικών οικοσυστημάτων και στην ποιότητα της ατμόσφαιρας και των υδάτων. Επιβαρύνει ιδιαίτερα το ακουστικό περιβάλλον, έχει συνέπειες στα στερεά απόβλητα κλπ. Τα προβλήματα που προέρχονται από την εγκατάσταση και λειτουργία της βιομηχανίας διακρίνονται σε **ενεργειακά προβλήματα** (όσα δηλαδή σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των μονάδων), σε προβλήματα **παραγωγής** (αυτά που δημιουργούνται κατά τη διαδικασία παραγωγής προϊόντων) και σε προβλήματα **μεταφοράς** πρώτων υλών, ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων.



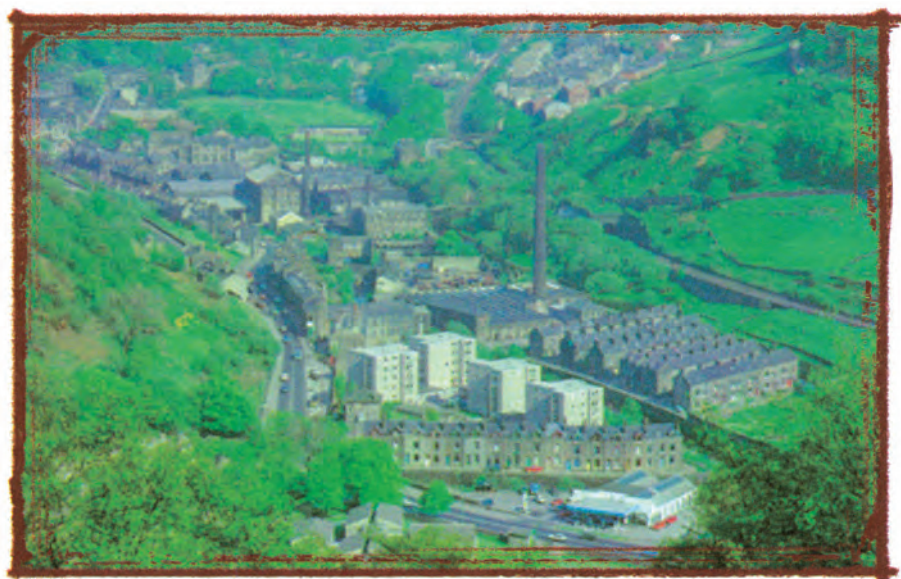
Εικόνα 81 Εικόνα θαλάσσιου μετώπου με φόντο μια ρυπογόνο βιομηχανία. {27}

Στη χώρα μας, τα κύρια προβλήματα από τη βιομηχανική δραστηριότητα, εντοπίζονται όπου υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση βιομηχανικών μονάδων και ένταση βιομηχανικής δραστηριότητας (υπερσυγκέντρωση), όπως στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, στη Θεσσαλονίκη, σε άλλες παραλιακές πόλεις, αλλά και σε περιοχές που λειτουργούν μεμονωμένες μονάδες. Το μεγαλύτερο πρόβλημα εμφανίζεται στις περιοχές λειτουργίας λιγνιτικών μονάδων - Κοζάνη, Πτολεμαΐδα και Μεγαλόπολη - οι οποίες είναι τα μεγάλα ενεργειακά κέντρα της χώρας, όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με την καύση του λιγνίτη. Το φαινόμενο της διογκούμενης, αποκλειστικής σχεδόν, οικονομικής κυριαρχίας της πρωτεύουσας στηρίχτηκε σε μεγάλο βαθμό στην υπερσυγκέντρωση στην Αθήνα μονάδων βαριάς βιομηχανίας, προπολεμικά και τα πρώτα μεταπολεμικά χρόνια, όταν η πρωτεύουσα αποτελούσε το μοναδικό πόλο έλξης για το είδος αυτό της βιομηχανίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικών βιομηχανικών συγκεντρώσεων στο Θριάσιο Πεδίο, στη Δυτική Αθήνα και στους γύρω νομούς, όπως η Κορινθία, η Βοιωτία και η Εύβοια, συντελώντας και στην ανάπτυξη νέων οικισμών, συχνά αυθαίρετων, για την εγκατάσταση του εργατικού δυναμικού.

Η σχέση της βιομηχανίας με το περιβάλλον - άρα και το μέγεθος των επιπτώσεων - εξαρτάται από την περιβαλλοντική νομοθεσία που ισχύει και εφαρμόζεται σε κάθε χώρα, τα επιτρεπτά όρια εκπομπών, τον έλεγχο τήρησης των περιβαλλοντικών όρων, αλλά και από την αντίληψη των επιχειρήσεων για τα θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, το τεχνολογικό επίπεδο, τους χώρους που έχει αναπτυχθεί (σε συνάρτηση με τους χώρους οικιστικής ανάπτυξης), το μέγεθος και την οικονομική ευρωστία της βιομηχανίας και άλλες παραμέτρους.



Εικόνα 82 Η συγκέντρωση της βιομηχανίας επέφερε ρύπανση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος. {27}



Εικόνα 83 Μια καλά οργανωμένη βιομηχανική ζώνη στην περίμετρο οικισμού, όπου κυριαρχεί το φυσικό τοπίο. Η όχληση και εδώ είναι εμφανής. {27}.

Το μέγεθος του προβλήματος της ρύπανσης από τη βιομηχανική δραστηριότητα είναι μεγάλο. Απαιτείται ολοκληρωμένος σχεδιασμός και μια βιομηχανική πολιτική συνδεδεμένη με την προστασία του περιβάλλοντος, για τον αποτελεσματικό έλεγχο της βιομηχανικής ρύπανσης, αλλά και τη χορήγηση αδειών λειτουργίας νέων βιομηχανικών μονάδων.

Σήμερα στη χώρα μας είναι υποχρεωτική η εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) για να εγκριθούν οι ανάλογοι περιβαλλοντικοί όροι, που απαιτούνται από μια βιομηχανία με στόχο την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Έχουν τεθεί ανώτατα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής βιομηχανικών ρύπων. Διενεργούνται απογραφές των εκπομπών και σοβαροί περιβαλλοντικοί έλεγχοι. Επιβάλλονται πρόστιμα στους παραβάτες (περιβαλλοντικά τέλη) και προωθείται η χρήση των καθαρών τεχνολογιών με το πλέγμα των αναπτυξιακών νόμων που θεσπίζουν σοβαρά κίνητρα για την πραγματοποίηση περιβαλλοντικών επενδύσεων από τη βιομηχανία.



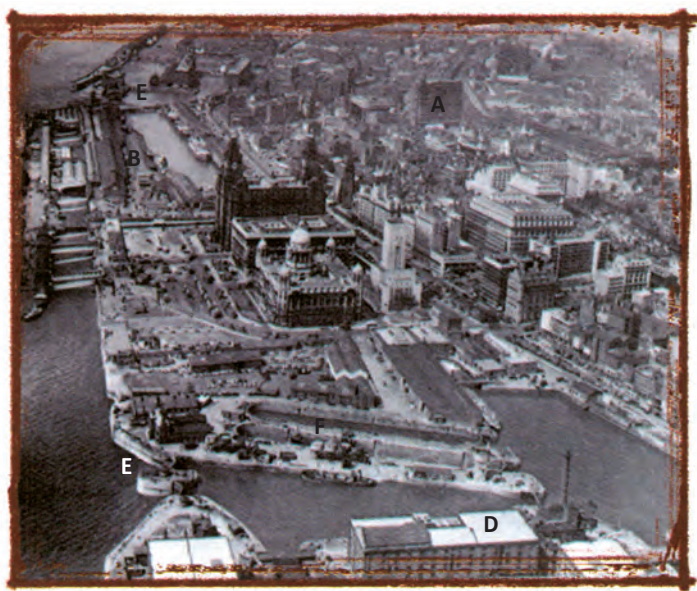
Εικόνα 84 Μεγάλα Τεχνικά Έργα και διατάραξη τοπίου. Η κατασκευή αγωγών μεταφοράς αποβλήτων είναι απαραίτητη. {27}.

Ένα άλλο εξίσου σοβαρό ζήτημα είναι αυτό των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Αντιμετωπίζεται με την ενθάρρυνση της ανακύκλησης και αξιοποίησης των αποβλήτων ή και επιβάλλεται, όπου είναι δυνατό, κατά τη φάση της έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων, με τον καθορισμό τιμών εκπομπής ρύπων στα υγρά απόβλητα και ζωνών διάθεσης των αποβλήτων. Πρόσφατα καθιερώθηκαν η απονομή του οικολογικού σήματος σε βιομηχανικές μονάδες που έχουν προσαρμοστεί στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, καθώς και οικολογικοί έλεγχοι για την απονομή του οικολογικού σήματος (ειδικού λογότυπου - eco-labeling). Κάθε επιχείρηση που ασκεί βιομηχανική δραστηριότητα μπορεί ελεύθερα να συμμετάσχει στο σύστημα αυτό.

2.5.1. Θαλάσσια και αεροπορικά μέσα μεταφοράς και δίκτυα

Τα λιμάνια και τα αεροδρόμια αποτελούν τους χώρους μαζικής διακίνησης ατόμων και εμπορευμάτων και διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ περιοχών σε εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Ιδιαίτερα τα αεροπορικά μέσα μεταφοράς έχουν αναδειχθεί ως τα πιο αποτελεσματικά και σύγχρονα μέσα διακίνησης, καθώς ελαχιστοποιούν τις αποστάσεις και παρέχουν υψηλή ποιότητα υπηρεσιών.

Τα θαλάσσια και αεροπορικά μέσα μεταφοράς αποτελούν τα πιο σημαντικά έργα μεταφορικής υποδομής, που έχουν κατ' εξοχή αναπτυξιακό χαρακτήρα. Ο χαρακτήρας



Εικόνα 85 Αποψη Λιμενικής Ζώνης {21}

και η φύση των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται απαιτούν μεγάλα τεχνικά έργα και ειδικές εγκαταστάσεις για την εξυπηρέτηση της λειτουργίας τους. Ωστόσο, αντίστοιχα μεγάλες είναι οι αρνητικές συνέπειες στο ατμοσφαιρικό και υδάτινο περιβάλλον, στο έδαφος, στο ακουστικό περιβάλλον και στο παγκόσμιο περιβάλλον.

Τα θαλάσσια και τα αεροπορικά μέσα μεταφοράς προκαλούν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της κατασκευής και λειτουργίας των μεγάλων τεχνικών έργων (λιμάνια, λιμενικές ζώνες, ναυπηγεία, αεροδρόμια, αποθήκες, χώροι επισκευής αεροπλάνων κλπ) που απαιτούνται, αλλά και από την ίδια τη δραστηριότητά τους. Κύριο πρόβλημα αποτελούν οι εκπομπές διαφόρων ουσιών, που προέρχονται από την καύση υγρών καυσίμων, όπως αέριοι ρύποι και υγρά ή στερεά σωματίδια. Αυτές έχουν άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στο ανθρωπογενές και στο φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 86 Μια «σκοτεινή» εικόνα του όγκου ενός παλιού πλοίου στο Ναυπηγείο {25}

2.5.2. Λιμάνια

Τα λιμάνια και γενικά τα λιμενικά έργα προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στο υδατικό περιβάλλον. Το ίδιο συμβαίνει και με το δίκτυο ναυσιπλοΐας. Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται ιδιαίτερα στις καταστροφές του θαλάσσιου χώρου των λιμανιών και των αξόνων πλεύσης των πλοίων και από τη δραστηριότητα που αναπτύσσεται

στα λιμάνια, η οποία απαιτεί σημαντικά τεχνικά έργα (προβλήτες, αποβάθρες, λιμενο-βραχίονες κλπ.) για τη δημιουργία των χώρων υποδοχής και διακίνησης των πλοίων, όσο και για τη διευκόλυνση των επιβατών (κτιριακές και άλλες εγκαταστάσεις). Τα έργα αυτά στο σύνολό τους, καταστρέφουν τις ακτογραμμές (επιδρούν στη γραμμή του χειμέριου κύματος), το παράκτιο μέτωπο (αλλοιώνουν την αισθητική του τοπίου) κλπ..

Παράλληλα, δημιουργούνται σημαντικές επιπτώσεις στο υδάτινο - θαλάσσιο περιβάλλον από τις λειτουργίες που αναπτύσσονται στα λιμάνια και κυρίως από την κίνηση - κυκλοφορία των πλοίων κάθε είδους και κατηγορίας και από τη μεταφορά ανθρώπων, εμπορευμάτων και πρώτων υλών. Οι επιπτώσεις αυτές είναι ορατές στο θαλάσσιο υδατικό περιβάλλον από τη θολότητα των θαλάσσιων νερών που προέρχεται από τη διασπορά υδρογονανθράκων (πετρέλαιο, λάδια, απορρίμματα), οι οποίοι συντελούν στην επιβάρυνση και ρύπανση των οργανικών στοιχείων του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Στους διάφορους άξονες πλεύσης οι επιπτώσεις σχετίζονται κυρίως με τη ρύπανση από πετρελαιοκηλίδες. Συχνά παρατηρούνται οικολογικές καταστροφές σε μεγάλη έκταση, από πετρέλαιο που χύνεται στη θάλασσα, από ατυχήματα (ναυάγια) ή από αμέλεια των πληρωμάτων, οι οποίες συχνά δεν είναι δυνατό να περιοριστούν.

2.5.3. Αεροδρόμια

Οι αερολιμένες (αεροδρόμια) και οι αεροπορικές, γενικά, μεταφορές δημιουργούν, επίσης, αρνητικές επιπτώσεις στο υδατικό περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές εντοπίζονται κυρίως στις εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης των επιβατών (με τα αστικά λύματα), στις επισκευαστικές εγκαταστάσεις των αεροπλάνων, στα «ξεπλύματα» των διαδρόμων προσγείωσης και απογείωσης, στις εγκαταστάσεις τροφοδοσίας καυσίμων (πετρελαιοειδή, λάδια κλπ.). Οι πιο πάνω δραστηριότητες δημιουργούν «ανεπιθύμητα» υγρά απόβλητα που διοχετεύονται είτε σε αστικούς (π.χ. δίκτυα αποχέτευσης) είτε σε υπόγειους υδροφορείς μέσω διήθησης. Λόγω, όμως, ποσότητας δεν μπορεί να θεωρηθούν καθοριστικές για τη ρύπανση του υδατικού περιβάλλοντος.

Είναι ευνόητο ότι πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών αυτών επιπτώσεων, τόσο σε επίπεδο τήρησης ειδικών περιβαλλοντικών όρων και κανονιστικών μέτρων, όσο και σε επίπεδο άμεσης εφαρμογής ικανών επανορθωτικών μέτρων, ιδιαίτερα στην περίπτωση ατυχημάτων. Τέτοια μέτρα ελέγχου και καταστολής έχουν τεθεί από διεθνείς, κοινοτικές και εθνικές διατάξεις. Παράλληλα, οι όποιες επιπτώσεις μπορεί να εξαλειφθούν με την εφαρμογή των κατάλληλων προληπτικών μέτρων. Αυτό το στοιχείο έχει εισαχθεί, με τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, στην πρακτική του σχεδιασμού νέων αερολιμένων και στην επέκταση των υφιστάμενων.



Εικόνα 87 Τα σχέδια των αεροδιαδρόμων που προβλέπονται για το νέο αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος», στα Σπάτα Αττικής. {21}



Εικόνα 88 Οι προβλεπόμενες κτιριακές και άλλες εγκαταστάσεις για το νέο αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος. {21}.

Ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα αποτελεί η επιλογή των κατάλληλων θέσεων (χώρων), προκειμένου να εγκατασταθούν τέτοιες δραστηριότητες. Απαιτείται ιδιαίτερη μελέτη πολλών συναφών θεμάτων, που σχετίζονται με τη συνολική θεώρηση της ανάπτυξης μιας περιοχής (τοπικό και εθνικό επίπεδο), αλλά και οικονομικών, κοινωνικών και άλλων δεδομένων, με έμφαση στη μελέτη του εντοπισμού των αναμενόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ώστε να ληφθούν υπόψη όλοι οι όροι που πρέπει να τηρηθούν για την ελαχιστοποίησή τους.

Είναι γεγονός ότι η εγκατάσταση (χωροθέτηση) λιμενικών και αεροποϊκών έργων (θαλάσσιων και αεροπορικών μέσων μεταφοράς), καθώς και οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται σ' αυτές επηρεάζουν ιδιαίτερα και με πολλούς τρόπους το έδαφος με τη δημιουργία τάσεων ανάπτυξης και επέκτασης άλλων, συναφών, δραστηριοτήτων, αλλά και με τη δημιουργία των ίδιων των τεχνικών έργων και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται σ' αυτά.

2.5.4. Αντιμετώπιση των προβλημάτων

Τα λιμάνια και τα αεροδρόμια, ως τα κατ' εξοχήν αναπτυξιακά έργα, που συμβάλλουν στην ανάπτυξη κάθε τόπου, προσελκύουν πολλές δραστηριότητες (εμπόριο, αποθήκες, επισκευαστικές βάσεις, ξενοδοχειακή υποδομή, εξυπηρετήσεις αναψυχής κλπ.), αλλά και την κυκλοφορία οχημάτων. Έτσι, αν δεν έχει επιλεγεί η κατάλληλη θέση και, κυρίως, αν δεν έχουν ληφθεί μέτρα για την προστασία των χρήσεων γης και την κυκλοφορία, αλλοιώνεται σημαντικά ο χαρακτήρας μεγάλων εκτάσεων διαθέσιμου εδάφους και δημιουργούνται πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τέτοια προβλήματα είναι η καταστροφή της περιαστικής γης και της γεωργικής γης υψηλής παραγωγικότητας, τοπίων ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και δασικών εκτάσεων, η σταδιακή αλλαγή της χρήσης γης (από αγροτική σε αστική), η προσέλευση νέων δραστηριοτήτων και, συχνά η υπερσυγκέντρωσή τους, η επέκταση του αστικού χώρου, καθώς και τα προβλήματα που συναρτώνται με την κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Τα ζητήματα αυτά, συνήθως αντιμετωπίζονται από το στάδιο του σχεδιασμού με τις μελέτες χωροθέτησης και περιβαλλοντικών επιπτώσεων και με τη λήψη παράλληλων μέτρων, που στοχεύουν στην προστασία και στον έλεγχο της ανάπτυξης ευρύτερων χωρικών ενοτήτων, οι οποίες επηρεάζονται από τις νέες δραστηριότητες. Παράλληλα πρέπει να αντιμετωπίζονται έγκαιρα και άλλα προβλήματα, που δημιουργούνται κατά την κατασκευαστική φάση των λιμανιών και αεροδρομίων, όπως είναι οι προσωρινές επιπτώσεις από τα απορρίμματα (περίσσεια εκχωμάτων από μεταφορά κατασκευαστικών υλικών, τσιμέντα, αδρανή, βιομηχανικά ορυκτά, γεωργικά προϊόντα), από την παράπλευρη οδική κυκλοφορία και από τα στερεά απορρίμματα (από χρήστες και επιβάτες).

Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τοξικά και άλλα επικίνδυνα απόβλητα που προκύπτουν από τη λειτουργία των μεταφορών ή από ατυχήματα, τα οποία οφείλονται σε διαρροές κατά τη μεταφόρτωση τοξικών αποβλήτων, στη διάβρωση τοξικών βαφών (πλοίων), στη διαρροή μεταχειρισμένων ορυκτελαίων και άλλων υδρογονανθράκων (κυρίως από εγκαταστάσεις επισκευής αεροσκαφών) και σε κατάλοιπα πετρελαιοειδών από τις δεξαμενές τροφοδοσίας καυσίμων.

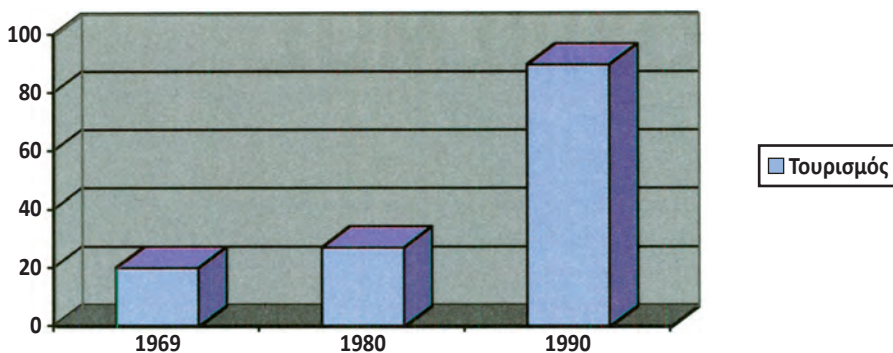
Το γενικότερο σύστημα ανάπτυξης των θαλάσσιων μεταφορών δημιουργεί και προβλήματα ηχορύπανσης που προέρχονται κυρίως από τις χερσαίες λιμενικές δραστηριότητες κατά την επιβίβαση και αποβίβαση ατόμων και τη φόρτωση και εκφόρτωση εμπορευμάτων, ή από το θόρυβο των πλοίων (μηχανές, σειρήνες) και τα ναυπηγεία. Οι αεροπορικές μεταφορές αποτελούν τη σημαντικότερη, σε ένταση, πηγή θορύβου που επηρεάζει σημαντικής έκτασης αστικές και αγροτικές περιοχές. Πέραν του θορύβου, σοβαρές είναι οι επιπτώσεις από την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία, από τα ραντάρ και από άλλες πηγές (ραδιοβοηθήματα, κλπ.) Η επίπτωση του θορύβου από τα αεροδρόμια είναι αρνητική, μόνιμη και ισχυρή στην περιοχή που γειτνιάζει με κάθε αεροδρόμιο. Είναι απολύτως αναγκαία η λήψη των ανάλογων μέτρων αντιθορυβικής προστασίας, καθώς και η βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας των αερολιμένων (εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων και των αεροσκαφών, περιβαλλοντική παρακολούθηση της λειτουργίας των αεροδρομίων, με εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού μετρήσεων και ελέγχου κλπ.). Βασικό ζήτημα αποτελεί η προστασία από τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που προέρχεται από την τηλεπικοινωνιακή υποδομή, την εξάπλωση των πομπών ραντάρ των σταθμών δορυφορικών επικοινωνιών, των πάρκων κεραιών, σταθμών FM και TV και των κεραιών κινητής τηλεφωνίας.

Γενικά, τα θαλάσσια και αεροπορικά μέσα μεταφοράς έχουν τεράστια συμβολή στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Θα πρέπει όμως να μελετώνται και να κατασκευάζονται κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η οικολογική ισορροπία. Στην αντίθετη περίπτωση δημιουργούνται πολλά προβλήματα και οικολογικές καταστροφές, που μπορεί και να είναι μη αναστρέψιμες.

2.6 ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Καθώς αναπτύσσεται ο τουρισμός, ως μια σημαντική οικονομική δραστηριότητα, οι επιπτώσεις του, θετικές και αρνητικές, είναι πολλές και αντικρουόμενες, ιδίως όταν δεν υπάρχει σχεδιασμός ή δεν τηρούνται οι όροι και οι κατευθύνσεις ορθολογικής ανάπτυξης. Το ζήτημα αυτό προκαλεί, εδώ και χρόνια, το ιδιαίτερο ενδιαφέρον επιστημόνων και ειδικών. Γίνονται προσπάθειες για να αντιμετωπισθούν οι αρνητικές επιπτώσεις της δραστηριότητας αυτής με κάθε πρόσφορο τρόπο. Η γενίκευση των επιπτώσεων είναι δύσκολη, καθώς αυτές εξαρτώνται από ένα σύστημα παραγόντων που σχετίζονται μεταξύ τους, όπως η κατάσταση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπικού περιβάλλοντος, το είδος του τουρισμού και των τουριστών, η ικανότητα των τοπικών κοινωνιών να διαχειριστούν και να αξιοποιήσουν ορθολογικά τους πόρους κλπ. Ο τουρισμός αποτελεί έναν από τους πλέον δυναμικούς τομείς για την ανάπτυξη της οικονομίας κάθε χώρας και ειδικά της Ελλάδας.



Διάγραμμα 4 Τουρισμός και ΑΕΠ

Το έτος 1990 ο τουρισμός κάλυψε το 10% του ΑΕΠ, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 8 (Δ8). Δεν είναι τυχαίο που ο τουρισμός έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό στοιχείο για τις οικονομίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αντιπροσωπεύει το 5 - 7% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι επιπτώσεις από τον τουρισμό μπορεί σε άλλες περιπτώσεις, να είναι θετικές. Οι τοπικές κοινωνίες μπορεί να ωφεληθούν όχι μόνο οικονομικά, αλλά και κοινωνικά, με τις πολιτιστικές ανταλλαγές που αναπτύσσονται, τον εμπλουτισμό τους από την επικοινωνία, τον εκσυγχρονισμό και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, αρκεί να έχουν ευαισθητοποιηθεί για τα θέματα προστασίας των φυσικών και πολιτισμικών τους πόρων.

Δυστυχώς, οι επιπτώσεις από τον τουρισμό, όπως έχει - μέχρι σήμερα - αναπτυχθεί, είναι περισσότερο αρνητικές. Προέρχονται, ως επί το πλείστον, από τον τουρισμό που ονομάζεται «μαζικός τουρισμός», ο οποίος επικράτησε εδώ και πολλά χρόνια και ίσως συνεχίσει να επικρατεί και στο μέλλον. Αυτό το είδος του τουρισμού είναι συνήθως το λιγότερο ευαίσθητο στους τοπικούς πόρους, διότι κατευθύνεται σε περιοχές όπου υπάρχει εντατική ανάπτυξη και εκμετάλλευση του «τουριστικού» πόρου, ενώ ταυτόχρονα αναζητεί οικονομικές λύσεις για τη διαμονή, διατροφή και τις υπηρεσίες.

Το αποτέλεσμα είναι να διαμορφώνονται ανάλογες αρνητικές συμπεριφορές, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης τουριστών, της έλλειψης απαιτήσεων για ποιότητα και στοιχειώδους περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης. Τα στοιχεία αυτά επηρεάζουν αρνητικά και τη συμπεριφορά των τοπικών κοινωνιών, που δεν ενδιαφέρονται να προσφέρουν ποιοτικές υπηρεσίες, αλλά να κερδίσουν όσο το δυνατό περισσότερα χρήματα, με το λιγότερο κόστος. Παράλληλα, άλλο χαρακτηριστικό του μαζικού τουρισμού είναι η μεγάλη συγκέντρωση στο χρόνο και το χώρο, που οδηγεί, εποχιακά, σε αιχμές της ζήτησης και υπερφορτίζει τους τοπικούς πόρους και τις υποδομές.



***Εικόνα 89** Οι μαρίνες, για την εξυπηρέτηση σκαφών, είναι απολύτως απαραίτητες για την ανάπτυξη τουριστικών δραστηριοτήτων. {27}.*

Ο τουρισμός εξαρτάται από τους τοπικούς φυσικούς και πολιτισμικούς πόρους και τους καταναλώνει. Σ' αυτό το πλαίσιο αποκτούν ειδικό «βάρος» οι αρνητικές επιπτώσεις του τουρισμού στα φυσικά οικοσυστήματα, στον τοπικό κοινωνικό ιστό και πολιτισμό και στην τοπική κοινωνία γενικότερα. Οι πολλαπλές αυτές επιπτώσεις σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς οφείλονται στο γεγονός ότι ο τουρισμός αναπτύσσει πολύπλοκες δομές και έχει ισχυρές σχέσεις και διασυνδέσεις με διάφορες άλλες οικονομικές δραστηριότητες, όπως το εμπόριο, οι μεταφορές, οι κατασκευές, κλπ. ενώ επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες (κοινωνικο-πολιτισμικούς).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον τουρισμό, μπορεί να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- στα χερσαία οικοσυστήματα και τους φυσικούς πόρους (έδαφος, χλωρίδα, πανίδα, τοπίο, ατμόσφαιρα),
- στα υδατικά (όχι μόνο θαλάσσια) οικοσυστήματα (ποιότητα νερού, χλωρίδα, πανίδα),
- στο ανθρωπογενές περιβάλλον (αρχιτεκτονική κληρονομιά, περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, επέκταση αστικού χώρου, αλλαγή χρήσεων γης και δραστηριοτήτων κλπ.) και
- στις τοπικές κοινωνίες (πολιτισμό, ήθη και έθιμα, ιστορία, άλλες κοινωνικές ιδιαιτερότητες, κοινωνική ένταση, δομή της αγοράς εργασίας, ιδιοκτησία και τιμές γης κλπ.).

Προβλήματα από την εντατική χρήση του τουρισμού αντιμετωπίζουν τόσο οι **αστικές περιοχές**, που ελκύουν τους τουρίστες για την πολιτιστική τους κληρονομιά, όσο και οι **παράκτιες περιοχές** και τα **νησιά**, τα φυσικά οικοσυστήματα και ο αγροτικός χώρος. Το μεγαλύτερο πρόβλημα αντιμετωπίζουν οι παράκτιες περιοχές και τα νησιά, γιατί ο θαλάσσιος τουρισμός είναι ο πιο δημοφιλής, ισχυρά εποχιακός και εντατικός. Αυτό έχει οδηγήσει σε απώλεια περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και ελεύθερων χώρων πρασίνου, σε σημαντικές αλλοιώσεις της παράκτιας γεωμορφολογίας και σε συγκρούσεις για τη χρήση της γης, του νερού και των άλλων πόρων. Αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις οξύνονται περισσότερο από τις έμμεσες επιπτώσεις της σχετικής με τον τουρισμό οικιστικής ανάπτυξης (εμπόριο, ταξιδιωτικές υπηρεσίες, δευτερεύουσα κατοικία, υποδομή, ξενοδοχεία, άλλου τύπου καταλύματα κλπ.).



Εικόνα 90 Μεγάλο τεχνικό έργο σε παράκτια ζώνη για την επεξεργασία αστικών λυμάτων:
Βιολογικός καθαρισμός Ψυτάλλειας {21}

Έχει διαπιστωθεί ότι και οι ορεινές **αγροτικές περιοχές** αντιμετωπίζουν αυξανόμενες πιέσεις από την τουριστική ανάπτυξη και από δραστηριότητες εντατικής αναψυχής με τη μορφή εγκαταστάσεων χειμερινών σπορ, οι οποίες έχουν σημαντικές επιπτώσεις

στο φυσικό περιβάλλον. Απειλούνται σημαντικά αγροτικά οικοσυστήματα, καθώς συχνά εγκαταλείπονται παραδοσιακές δραστηριότητες και πρακτικές διαχείρισης του αγροτικού χώρου, αλλάζουν οι χρήστες και η απασχόληση και αλλοιώνεται ο τοπικός χαρακτήρας ολόκληρων περιοχών.

2.6.1. Επιπτώσεις της ποιότητας του περιβάλλοντος στον τουρισμό

Πολλές περιοχές, που γνώριζαν επί χρόνια εντατική τουριστική δραστηριότητα, έχουν ήδη υποστεί σημαντική πτώση της τουριστικής ζήτησης η οποία οφείλεται κυρίως στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και γενικά του τουριστικού πόρου. Αυτά τα προβλήματα παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα σε περιοχές που αναπτύχθηκαν πρώιμα ως τουριστικοί πόλοι και συνδέθηκαν με το μεταπολεμικό μοντέλο του «μαζικού τουρισμού».

Καθώς η περιβαλλοντική συνείδηση αναπτύσσεται, αλλάζουν ριζικά οι αξίες και τα ήθη των επισκεπτών και του τοπικού πληθυσμού, αλλά και οι απαιτήσεις προς μια αναζήτηση καλύτερης ποιότητας περιβάλλοντος και παροχής υπηρεσιών. Ήδη η ανταγωνιστικότητα ενός τουριστικού θερέτρου μπορεί να μειωθεί σημαντικά λόγω της επιδείνωσης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Αυτή η μείωση μπορεί είτε να επιφέρει περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος, άρα και του τουρισμού, είτε να αποτελέσει κινητήρια δύναμη προς μια άλλου τύπου τουριστική ανάπτυξη. Σήμερα η κυρίαρχη τάση στον τουρισμό είναι ένας σχεδιασμός με στόχο την προσφορά υπηρεσιών υψηλής ποιότητας, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, με βάση τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και την ποικιλότητα των τοπικών πόρων.

Έτσι υιοθετούνται υψηλότερα πρότυπα για υποδομή και ανωδομή, καθώς αναπτύσσονται, παράλληλα, νέες μορφές τουρισμού. Ο τουρισμός καθίσταται όλο και περισσότερο ενεργητικός, επιλεκτικός, εκλεκτικός, πολιτισμικός και περιβαλλοντικός (οικολογικός), με έμφαση στην αναζήτηση ποιότητας υπηρεσιών (και όχι ποσότητας) και περιβάλλοντος. Παρ' όλ' αυτά, όλα τα είδη τουρισμού έχουν αυξανόμενες απαιτήσεις για υποδομή και εντατική αναψυχή (μαρίνες, γήπεδα γκολφ, εγκαταστάσεις για θαλάσσια ή χειμερινά σπορ κλπ.), οι οποίες αυξάνουν τις πιέσεις στους τοπικούς πόρους για εντατική χρήση. Γι' αυτό απαιτούνται, παράλληλα, πολλά και ποικίλα μέτρα προστασίας.



Εικόνα 91 Παιδιά σε εκδήλωση περιβαλλοντικής εκπαίδευσης: Ευαισθητοποίηση για τις ελληνικές ακτές και την προστασία του νησιωτικού χώρου. {27}

2.6.2. Μέτρα προστασίας

Τα διαθέσιμα εργαλεία για τη λήψη κατάλληλων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των παραπάνω επιπτώσεων είναι ποικίλα. Αρχικά απαιτείται ιδιαίτερη γνώση, που θα αποκτηθεί με τη μελέτη των θετικών και αρνητικών περιπτώσεων ανάπτυξης του τουρισμού στη χώρα μας και σε χώρες της Ευρώπης και με την ανταλλαγή εμπειριών για θέματα διαχείρισης της τουριστικής δραστηριότητας. Αυτές οι εμπειρίες πρέπει έπειτα να υιοθετηθούν για να προωθηθούν νέα μοντέλα ανάπτυξης και διαχείρισης, καθώς και προγράμματα διαχείρισης του περιβάλλοντος, με σκοπό τον περιορισμό των πιέσεων που ασκούνται στους τοπικούς πόρους. Άλλα μέτρα είναι:

- η εξοικονόμηση του πόσιμου νερού και της ενέργειας,
- η ανακύκλωση των υγρών αποβλήτων και η ορθολογική χρήση και διαχείριση των στερεών αποβλήτων
- η προστασία των ευαίσθητων παράκτιων και νησιωτικών περιοχών κατά προτεραιότητα, καθώς και άλλων ταχύτατα αναπτυσσόμενων τουριστικά περιοχών, ώστε, παράλληλα με τον τουρισμό, να προστατευθεί το περιβάλλον σύμφωνα με τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης,

- η περιβαλλοντική διαχείριση αγροτικών περιοχών υψηλής επικινδυνότητας (από διάβρωση) που αντιμετωπίζουν προβλήματα εγκατάλειψης,
- η κατάρτιση ειδικών προγραμμάτων για εναλλακτικές μορφές τουρισμού, φιλικές προς το περιβάλλον,
- η στήριξη παραδοσιακών δραστηριοτήτων και επαγγελμάτων,
- η εκπαίδευση και επιμόρφωση του τοπικού πληθυσμού,
- η παρακολούθηση των τοπικών προβλημάτων και των τοπικών περιβαλλοντικών πόρων στα πλαίσια ολοκληρωμένου προγράμματος τουριστικής ανάπτυξης,
- η ενίσχυση των διοικητικών δομών,
- η βελτίωση του πολεοδομικού σχεδιασμού
- η προστασία και ανάδειξη των ιστορικών κέντρων
- η διαχείριση της τουριστικής ζήτησης και της ροής τουριστών στη διάρκεια του χρόνου,
- η διαχείριση των υδάτινων πόρων στα νησιά, με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και πρακτικών εξοικονόμησης - ανακύκλωσης του νερού,
- η διαχείριση των ενεργειακών πηγών, με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,
- η διαχείριση απορριμμάτων και
- η προστασία των ευαίσθητων οικοσυστημάτων, με αυστηρό έλεγχο της οικιστικής ανάπτυξης;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα πιο σημαντικά τεχνικά έργα που κατασκευάζει ο άνθρωπος και που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και πρόοδο των ανθρωπίνων κοινωνιών;
2. Ποια είναι τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την έγκαιρη αντιμετώπιση των σοβαρών αρνητικών επιπτώσεων που αυτά προκαλούν στο περιβάλλον;
3. Αναφέρατε τα τεχνικά έργα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες που προκαλούν υψηλά επίπεδα θορύβου και ποιος είναι ο τρόπος αντιμετώπισής του;
4. Ποια είναι τα τεχνικά έργα που κυρίως προκαλούν ρύπανση της ατμόσφαιρας και ποια είναι τα αίτια;
5. Αναφέρατε τα τεχνικά έργα που προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο έδαφος και στο νερό.
6. Υπάρχουν μέτρα και ποια είναι αυτά που εφόσον ληφθούν έγκαιρα μπορούν να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα οδικά έργα, από τα λιμάνια, τα αεροδρόμια και τον τουρισμό και αν ναι ποια είναι αυτά.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδατικών και εδαφικών πόρων από τα απόβλητα είναι οι Εγκαταστάσεις Βιολογικού Καθαρισμού Αποβλήτων (ΕΒΚ). Οι ΕΒΚ έχουν ως στόχο τον καθαρισμό των αποβλήτων από τα βλαβερά συστατικά που περιέχουν, ώστε αυτά να διατεθούν ασκίνδυνα σε κάποιο υδάτινο αποδέκτη (συνήθως) ή στο έδαφος. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων και περιγράφεται αναλυτικά η δομή και λειτουργία μιας ΕΒΚ, με ιδιαίτερη έμφαση στη β' φάση καθαρισμού, που αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα μιας τέτοιας μονάδας.

3.1.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων είναι:

- τα στερεά συστατικά
- τα οργανικά συστατικά
- το άζωτο
- ο φώσφορος
- οι παθογόνοι μικροοργανισμοί
- η θερμοκρασία
- το ΡΗ (συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου)
- άλλα συστατικά

Στερεά συστατικά

Τα στερεά συστατικά αιωρούνται στα απόβλητα ή είναι διαλυμένα σ' αυτά. Η απομάκρυνσή τους είναι απαραίτητη, γιατί αν διοχετευτούν στον υδάτινο αποδέκτη προκαλούν θολότητα, σχηματίζουν λάσπη στον πυθμένα του και δημιουργούν αναερόβιες συνθήκες, με καταστροφικές συνέπειες για το οικοσύστημα του αποδέκτη.

Οργανικά συστατικά

Τα κυριότερα οργανικά συστατικά των αστικών λυμάτων είναι:

Οι πρωτεΐνες: ενώσεις που αποτελούνται κυρίως από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο.

Οι υδρογονάνθρακες: αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο.

Τα λιπίδια: είναι συστατικά των τροφών του ανθρώπου που δεν διαλύονται στα απόβλητα. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα λίπη που είναι στερεά και τα λάδια που είναι υγρά.

Οι επιφανειακές ενεργές ουσίες που περιέχονται σε ορισμένα συστατικά απορρυπαντικών, σαπουνιών κλπ.

Οι φαινόλες: περιέχονται συνήθως στα βιομηχανικά απόβλητα.

Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα, αν υπάρχουν γεωργικές καλλιέργειες στην περιοχή. Είναι ιδιαίτερα τοξικές ενώσεις.

Όταν οι οργανικές ενώσεις διοχετευτούν στον υδάτινο φορέα χρησιμεύουν ως τροφή για τους μικροοργανισμούς, που μπορεί να υπάρχουν είτε στον φορέα είτε στα απόβλητα, καταναλώνοντας το οξυγόνο. Αν ο ρυθμός κατανάλωσης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό δημιουργίας τους, η συγκέντρωση του οξυγόνου στον αποδέκτη μειώνεται, με αποτέλεσμα την ανατροπή της ισορροπίας του οικοσυστήματος. Επιπλέον, η διοχέτευση οργανικών συστατικών στον αποδέκτη έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία επιφανειακών στρωμάτων από λιπίδια.

Άζωτο

Η μεγάλη συγκέντρωση του αζώτου, σε συνδυασμό με την παρουσία φωσφόρου, μπορεί να οδηγήσει στην υπερβολική ανάπτυξη των φυκιών και των υδροβίων φυτών, δηλαδή σε καταστάσεις ευτροφισμού. Αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση επιπλεόντων, η αύξηση της θολότητας, η ακαταλληλότητα του υδάτινου φορέα για ύδρευση κλπ.

Φώσφορος

Ο φώσφορος θεωρείται βασικός παράγοντας ευτροφισμού όταν διοχετεύεται στον υδάτινο αποδέκτη. Για το λόγο αυτό η απομάκρυνσή του έχει συχνά ιδιαίτερη σημασία.

Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί βρίσκονται στα αστικά απόβλητα, ως προϊόντα αποβολών από ανθρώπους ασθενείς ή φορείς ασθενειών. Μπορεί να προκαλέσουν τη μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού (π.χ. δυσεντερία, ηπατίτιδα, τυφοειδής πυρετός κλπ).

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι βακτήρια, πρωτόζωα και ιοί. Βρίσκονται συνήθως σε μικρές συγκεντρώσεις και σε μεγάλη ποικιλία, με αποτέλεσμα να είναι πρακτικά αδύνατος ο ποσοτικός προσδιορισμός τους. Στην πράξη, προσδιορίζονται ενδεικτικοί μικροοργανισμοί (κολοβακτηρίδια), των οποίων η παρουσία σημαίνει ότι ίσως υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Η θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας του χαρακτήρα των αποβλήτων. Η αύξησή της ευνοεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και συνεπώς επιταχύνει τις βιοχημικές αντιδράσεις.

Το PH

Η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος των αποβλήτων, αλλά και των υδάτων γενικότερα, καθώς συνδέεται με την ύπαρξη ζωής στο υδάτινο φορέα.

Άλλα συστατικά

Χλωριούχα: Προέρχονται από το πόσιμο νερό, τα ανθρώπινα απόβλητα και ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα. Στον υδάτινο αποδέκτη μπορεί να δημιουργήσουν τοξικές ενώσεις. Υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού του αποδέκτη, όταν αυτό προορίζεται για ύδρευση, καθώς του δίνουν υφάλμυρη γεύση.

Βαριά μέταλλα: Περιέχονται κυρίως στα βιομηχανικά απόβλητα. Πρόκειται για διάφορα ιόντα μετάλλων, τα περισσότερα από τα οποία είναι τοξικά, όταν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

3.1.2 Επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Η πλήρης επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει τρία στάδια καθαρισμού:

- μηχανικό (πρωτοβάθμιος)
- βιολογικό (δευτεροβάθμιος)
- χημικό (τριτοβάθμιος)

Οι EBK χαρακτηρίζονται από το βαθμό καθαρισμού τους, δηλαδή τα βλαβερά συστατικά που απομακρύνουν. Ο *πρωτοβάθμιος καθαρισμός* πραγματοποιείται πάντα και απομακρύνει τα ογκώδη στερεά, την άμμο και τα αιωρούμενα στερεά. Ο *δευτεροβάθμιος ή βιολογικός καθαρισμός* απομακρύνει τα οργανικά συστατικά και συχνά τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Ο *τριτοβάθμιος* απομακρύνει τα θρεπτικά στοιχεία (φώσφορο, άζωτο).

3.1.2.1 Προκαταρκτική και πρωτοβάθμια επεξεργασία

Η προκαταρκτική επεξεργασία περιλαμβάνει την απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων (εσχάρωση) και της άμμου (εξάμμωση).

Εσχάρωση

Η εσχάρωση έχει ως στόχο την κατακράτηση και απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων (ξύλων, πλαστικών κλπ) που υπάρχουν στα λύματα. Οι εσχάρες που χρησιμοποιούνται στις EBK μπορεί να είναι χειροκίνητες ή μηχανικές.

Τα εσχαρίσματα αποθηκεύονται προσωρινά και στη συνέχεια απομακρύνονται με μεταφορική ταμιά ή μεταφορικό κοχλία προς τα δοχεία αποθήκευσής τους. Στο μεταφορικό κοχλία μπορεί να γίνει και μερική αφυδάτωσή τους. Η αποθήκευση γίνεται σε κλειστούς κάδους απορριμμάτων και η τελική τους διάθεση συνήθως πραγματοποιείται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Σε μερικές μονάδες τα εσχαρίσματα μπορεί να θάβονται στο χώρο εγκατάστασης. Σε μεγάλες μονάδες, σε μερικές περιπτώσεις, καίγονται.

Εξάμμωση

Η εξάμμωση έχει ως στόχο την απομάκρυνση της άμμου, των σωματιδίων αργίλου και άλλων σωματιδίων. Συχνά οι εξάμμωτές διαθέτουν και διάταξη απομάκρυνσης των λιπών και ελαίων που περιέχονται στα απόβλητα.

Πρωτοβάθμια επεξεργασία - Πρωτοβάθμια καθίζηση

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία αποβλήτων περιλαμβάνει την πρωτοβάθμια καθίζηση. Ο σκοπός της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι η απομάκρυνση σημαντικού μέρους των αιωρούμενων στερεών.

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης μπορεί να αποτελούν το βασικό μέρος της επεξεργασίας των αποβλήτων ή να χρησιμοποιούνται ως ένα προκαταρκτικό στάδιό της. Όταν αποτελούν το βασικό στάδιο εξασφαλίζουν την απομάκρυνση

των στερεών που μπορεί να δημιουργήσουν συγκεντρώσεις λάσπης και άλλων αιωρούμενων συστατικών στα νερά του αποδέκτη. Όταν αποτελεί το προκαταρκτικό στάδιο του βιολογικού καθαρισμού, η πρωτοβάθμια καθίζηση έχει ως στόχο τη μείωση του φορτίου στις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας. Τυπικά, σε μια πρωτοβάθμια καθίζηση απομακρύνεται το 70% των αιωρούμενων στερεών και το 30% περίπου των οργανικών συστατικών.

Η πρωτοβάθμια λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης υφίσταται συμπίκνωση (αύξηση του ποσοστού των στερεών που περιέχει), σταθεροποίηση (μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, των οσμών) και αφυδάτωση - ξήρανση. Μετά το τέλος αυτών των διεργασιών, η λάσπη διατίθεται σε χωματερές ή για λίπασμα.

3.1.2.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία - βιολογικός καθαρισμός

Ο βιολογικός καθαρισμός επιτυγχάνεται με τη βοήθεια δύο ειδών αντιδραστήρων: Αντιδραστήρες στους οποίους η βιομάζα βρίσκεται σε αιώρηση. Είναι οι αντιδραστήρες ενεργού λάσπης.

Αντιδραστήρες, στους οποίους η βιομάζα επικολλάται σε σταθερή επιφάνεια. Είναι τα βιολογικά φίλτρα και οι βιοδίσκοι.

3.1.2.3 Συστήματα ενεργού λάσπης

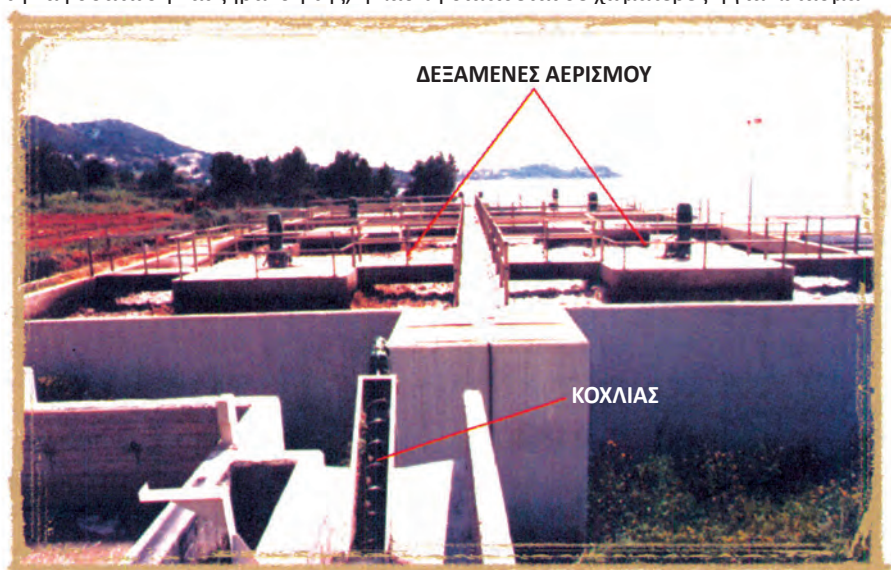
Η μέθοδος ενεργού λάσπης είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας, η οποία παρέχει τις μεγαλύτερες δυνατότητες.

Η διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού στηρίζεται στην πραγματοποίηση μερικών βιοχημικών διεργασιών που γίνονται ανεξέλεγκτα στη φύση (π.χ κατά τη διοχέτευση αποβλήτων σε ένα υδάτινο αποδέκτη), με ελεγχόμενο όμως τρόπο και σε ειδικές δεξαμενές (αντιδραστήρες). Στις δεξαμενές αυτές δημιουργούνται ιδανικές συνθήκες σε βακτήρια, που τροφή τους είναι τα οργανικά συστατικά των λυμάτων. Τα βακτήρια αυτά αναμειγνύονται με τα λύματα, σχηματίζοντας το ανάμεικτο υγρό (Mixed Liquor). Στο ανάμεικτο υγρό παρέχεται συνέχεια οξυγόνο. Αυτό γίνεται με παροχή αέρα ή με μηχανική ανάδευση, ώστε να εξασφαλίζονται αερόβιες συνθήκες.

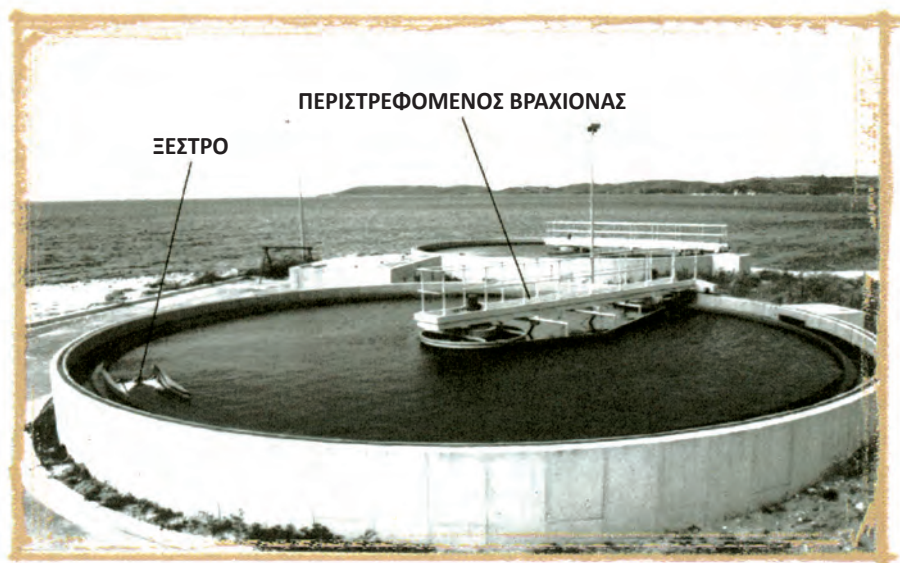
Τα βακτήρια, που έχουν αναπτυχθεί, χρησιμοποιούν τις πλούσιες οργανικές ύλες, οι οποίες περιέχουν τα λύματα, μετατρέποντας ένα κομμάτι τους σε ενέργεια και το υπόλοιπο σε μικροβιακό πρωτόπλασμα (βιομάζα). Έτσι τη θέση των βλαβερών οργανικών συστατικών παίρνουν οι μικροοργανισμοί, που όχι μόνο δεν είναι βλαβεροί, αλλά αποτελούν και το βασικό μέσο καθαρισμού σε μια ΕΒΚ. Το μείγμα των μικροοργανισμών και της τροφής αποτελεί την *ενεργό λάσπη*. Έτσι αυτή η μέθοδος καθαρισμού λέγεται *μέθοδος της ενεργού λάσπης*.

Η σχηματιζόμενη βιομάζα κροκιδώνεται (σβολιάζει) και κατακάθεται εύκολα. Απομακρύνεται έπειτα, συμπαρασύροντας και άλλα στερεά των λυμάτων.

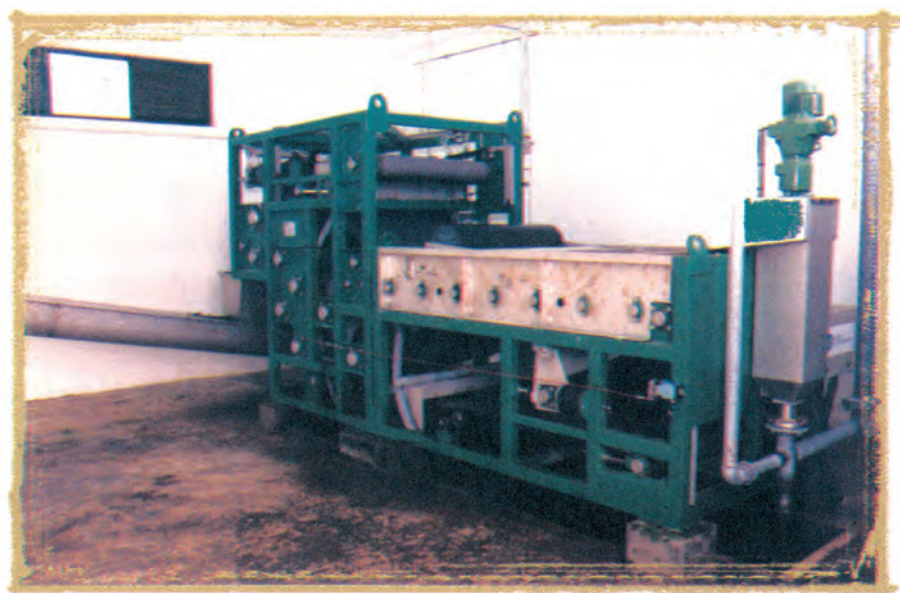
Τα επεξεργασμένα απόβλητα στην έξοδό τους από την δεξαμενή αερισμού, παρασύρουν μαζί τους και βιομάζα. Επομένως, πριν την τελική τους διάθεση, απαιτείται ο διαχωρισμός τους από τη βιομάζα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται και πάλι δεξαμενές καθίζησης που λέγονται *δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης* (όμοιες με τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης). Στον πυθμένα των δεξαμενών αυτών συλλέγεται η δευτεροβάθμια λάσπη, ενώ τα καθαρισμένα απόβλητα υπερχειλίζουν από την περιφέρεια τους. Τα καθαρισμένα απόβλητα υφίστανται μόνο την διεργασία της απολύμανσης (συνήθως χλωρίωση) για την εξόντωση των παθογόνων μικροοργανισμών και διοχετεύονται πλέον στον αποδέκτη (εκτός αν απαιτείται και τριτοβάθμια επεξεργασία). Ένα μέρος της λάσπης που κατακαθίζει, διοχετεύεται μέσω αντλιοστασίου στις δεξαμενές αερισμού. Το υπόλοιπο διοχετεύεται στον παχυντή λάσπης. Η πάχυνση γίνεται συνήθως σε ειδικές δεξαμενές, με τη βοήθεια της βαρύτητας. Από τον παχυντή, τα υπερκείμενα υγρά οδηγούνται στην είσοδο των εγκαταστάσεων. Η παχυνθείσα λάσπη υφίσταται σταθεροποίηση και ξήρανση (αφυδάτωση). Η σταθεροποίηση γίνεται αερόβια, σε δεξαμενές όμοιες με τις δεξαμενές αερισμού, ή αναερόβια, σε δεξαμενές που ονομάζονται δεξαμενές χώνευσης. Η αναερόβια σταθεροποίηση γίνεται χωρίς την παρουσία οξυγόνου από μικροοργανισμούς που καταστρέφουν τα δυσάρεστα - δύσοσμα χαρακτηριστικά της λάσπης, μετατρέποντάς τα σε ένα μίγμα από διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο που λέγεται βιοαέριο. Το αέριο αυτό μίγμα μπορεί να καεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ή άλλων μορφών ενέργειας. Η ξήρανση γίνεται συνήθως στις ταινιοφιλτρόπρεσες, στις οποίες η λάσπη εισέρχεται ανάμεσα σε διηθητικούς μίαντες που συμπιέζονται από σύστημα κυλίνδρων. Μετά την αφυδάτωση και ξήρανσή της, η λάσπη διατίθεται σε χωματερές ή για λίπασμα.



Εικόνα 92 Δεξαμενές αερισμού. Διακρίνεται κοχλίας ανύψωσης λάσπης.
[Βιολογικός καθαρισμός Κεφαλονιάς – Αργοστόλι] [10]



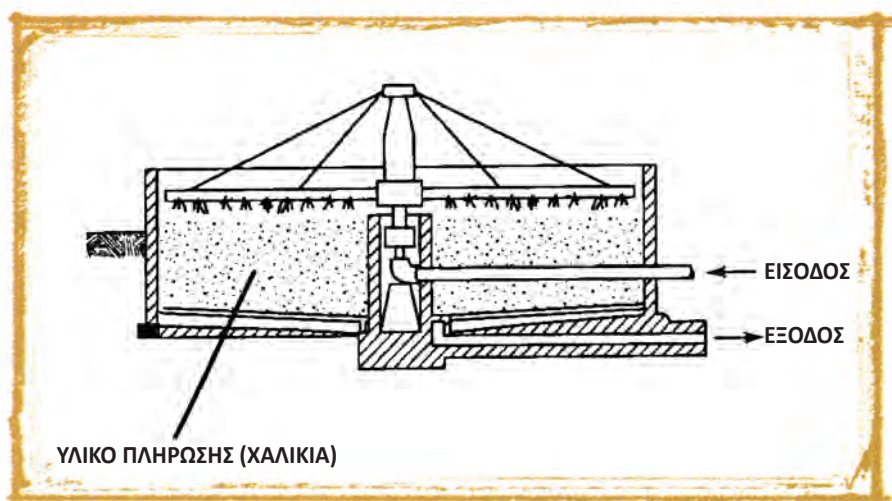
***Εικόνα 93** Δεξαμενή καθίζησης. Ο περιστρεφόμενος άξονας συλλέγει τα αιωρούμενα συστατικά που στη συνέχεια συγκρατούνται από το ξέστρο και αποβάλλονται.
(Βιολογικός καθαρισμός Κεφαλονιάς - Αργοστόλι). [10]*



***Εικόνα 94** Ταινιοφιλτρόπρεσσα. [10]*

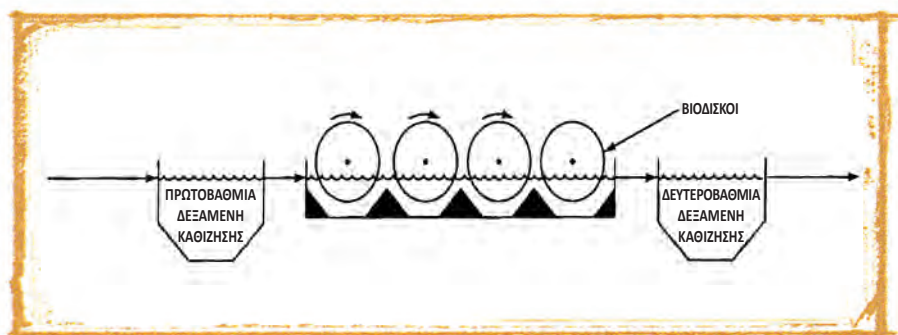
3.1.2.4 Βιολογικά φίλτρα

Συνηθέστερη διάταξη βιολογικών φίλτρων είναι τα χαλικοδιϋλιστήρια ή στάζοντα φίλτρα. Πρόκειται για κυλινδρικούς «πύργους» ύψους 3-4m και διαμέτρου μέχρι 40m που περιέχουν χαλίκια μεγέθους 4-6cm. Τα απόβλητα ρίχνονται από την κορυφή του φίλτρου με την βοήθεια περιστρεφόμενων βραχιόνων και ρέουν με τη βοήθεια της βαρύτητας προς τα κάτω. Με τον τρόπο αυτό έρχονται σε επαφή με τα βακτήρια που έχουν αναπτυχθεί πάνω στα χαλίκια και οξειδώνονται, όπως στις δεξαμενές αερισμού. Αέρας εισέρχεται στο φίλτρο από την βάση των «πύργων». Σαν πληρωτικό υλικό των βιολογικών φίλτρων αντί για χαλίκια συχνά χρησιμοποιούνται κατάλληλα πλαστικά υλικά. Η βιομάζα που έχει αναπτυχθεί πάνω στο πληρωτικό υλικό του φίλτρου, αυξάνεται και κάποια στιγμή αποκολλάται και απομακρύνεται μαζί με τα απόβλητα. Ο διαχωρισμός της από τα απόβλητα γίνεται και πάλι με τη βοήθεια δευτεροβάθμιων δεξαμενών καθίζησης.



Εικόνα 95 Βιολογικό φίλτρο με υλικό πλήρωσης χαλίκια [5]

Μια πρόσφατη μέθοδος βιολογικών φίλτρων είναι οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι ή βιοδίσκοι. Μια σειρά ομοαξονικών πλαστικών δίσκων περιστρέφονται αργά ημιβυθισμένοι μέσα στα απόβλητα. Έτσι η βιομάζα που έχει αναπτυχθεί πάνω τους άλλοτε έρχεται σε επαφή με τον αέρα και άλλοτε με τα απόβλητα.



Εικόνα 96 Βιοδίσκοι [5]

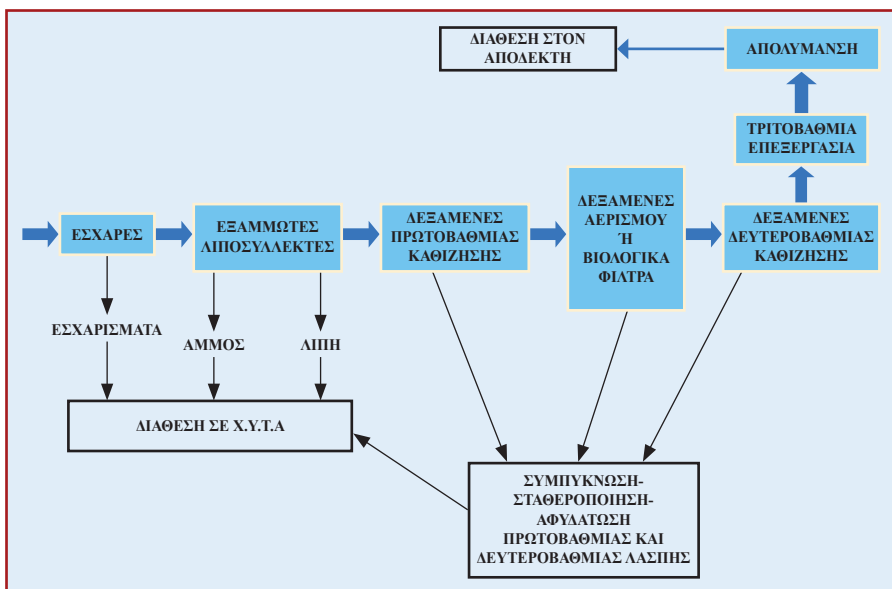
Η μέθοδος επεξεργασίας με βιολογικά φίλτρα, αν και είναι επιλέξιμη για πόλεις με πληθυσμούς μέχρι 40.000 κατοίκων, όταν υπάρχουν απαιτήσεις για υψηλής ποιότητας εκροές από την εγκατάσταση, είναι δαπανηρότερη, σε σύγκριση με τα συστήματα ενεργού λάσπης, τα οποία θεωρούνται τεχνολογικά πιο προηγμένα. Για πολλές εγκαταστάσεις που λειτουργούσαν με βιολογικά φίλτρα προτιμήθηκε κάποιο σύστημα ενεργού λάσπης, όταν απαιτήθηκε επέκταση και βελτίωση της απόδοσής τους. Μια εγκατάσταση, που ως βασική μέθοδο επεξεργασίας έχει τα βιολογικά φίλτρα, καταλαμβάνει περίπου τέσσερις φορές περισσότερη έκταση από μια αντίστοιχη εγκατάσταση ενεργού λάσπης. Η εγκατάσταση αυτή πλησιάζει περίπου το διπλάσιο κόστος, αλλά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια και είναι σχετικά απλούστερη στη λειτουργία.

Η μέθοδος με βιοδίσκους δεν είναι τόσο δοκιμασμένη όπως οι άλλες μέθοδοι. Είναι σχετικά δαπανηρή στην κατασκευή, αλλά έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

3.1.2.5 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία πραγματοποιείται σε μια ΕΒΚ, όταν τα επεξεργασμένα απόβλητα διοχετεύονται σε ένα αποδέκτη όπου μπορεί να συμβεί ευτροφισμός. Περιλαμβάνει την απομάκρυνση του φωσφόρου (ή και του αζώτου), με μεθόδους που μπορεί να είναι βιολογικές ή και χημικές.

Κατά τη βιολογική μέθοδο, τα απόβλητα διέρχονται πρώτα από αναερόβιες και στη συνέχεια από αερόβιες δεξαμενές. Η χημική απομάκρυνση γίνεται με την προσθήκη μεταλλικών ιόντων Ca, Al και Fe, που οδηγούν σε δημιουργία ιζημάτων. Τα χημικά μπορούν να προστεθούν σε διάφορα σημεία της επεξεργασίας των αποβλήτων. Συνήθως όμως προστίθενται μετά τη φάση της δευτεροβάθμιας καθίζησης.



Εικόνα 97 Διάγραμμα ροής μιας τυπικής Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού

3.1.2.6 Νομοθεσία

Με οδηγία που εξέδωσε το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (19/3/92) για τον καθαρισμό των αστικών αποβλήτων προβλέπεται ότι πρέπει να δημιουργηθούν εγκαταστάσεις καθαρισμού αποβλήτων σε όλες τις πόλεις των χωρών της κοινότητας. Συγκεκριμένα προβλέπεται ΕΒΚ για όλες τις πόλεις των χωρών της κοινότητας με πληθυσμό πάνω από 15.000 κατοίκους μέχρι το 2000 και για μικρότερες μέχρι το 2005. Για τις περισσότερες ευαίσθητες περιοχές προβλέπεται και τριτοβάθμιος καθαρισμός, ενώ για τις λιγότερο ευαίσθητες περιοχές, με λιγότερους από 150.000 κατοίκους, ο πρωτοβάθμιος καθαρισμός θεωρείται αρκετός.

3.1.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας σε ΕΒΚ

Προϋπόθεση για την επιτυχία και κοινωνική αποδοχή μιας ΕΒΚ είναι η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσει. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από μια ΕΒΚ είναι:

- οι δυσάρεστες οσμές
- τα μικροσταγονίδια
- τα έντομα
- οι τοξικοί αέριοι ρύποι
- ο θόρυβος
- η αισθητική υποβάθμιση

Δυσάρεστες οσμές

Οι δυσάρεστες οσμές αποτελούν τη σημαντικότερη όχληση από μια ΕΒΚ. Οι κύριες θέσεις δημιουργίας οσμών είναι:

α) Η προκαταρκτική επεξεργασία: οσμές εκλύονται στις δεξαμενές υποδοχής βοθρολυμάτων και στα σημεία συγκέντρωσης των εσχαρισμάτων και της άμμου.

β) Η βιολογική επεξεργασία: όταν οι μονάδες δέχονται μεγαλύτερα οργανικά φορτία από τα φορτία σχεδιασμού τους. Σε συστήματα ενεργού λάσπης προβλήματα οσμών δημιουργούνται όταν η λάσπη δεν αερίζεται επαρκώς.

Στις μονάδες επεξεργασίας λάσπης. Προβλήματα προκύπτουν στα σημεία, στα οποία η λάσπη δεν είναι πλήρως σταθεροποιημένη και παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Μικροσταγονίδια

Τα μικροσταγονίδια είναι υγρά σωματίδια τα οποία μπορεί να περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς. Εκλύονται συνήθως όταν υπάρχει έντονη ανάδευση των αποβλήτων. Τέτοιες θέσεις είναι οι μονάδες αερισμού και οι θέσεις στις οποίες δημιουργείται αναταραχή στην επιφάνεια των υγρών, εξαιτίας πτώσης άλλων υγρών σ' αυτά. Οι μεγαλύτερες εκπομπές παρατηρούνται όταν χρησιμοποιούνται κατακόρυφοι επιφανειακοί ανεμιστήρες στις δεξαμενές αερισμού.

Έντομα

Είναι δυνατό να δημιουργηθούν εστίες εντόμων στις θέσεις, στις οποίες τα λύματα παραμένουν στάσιμα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τέτοιες θέσεις είναι οι περιοχές υποδοχής των βοθρολυμάτων, οι χώροι συγκέντρωσης των βοθρολυμάτων, οι χώροι συγκέντρωσης των εσχαρισμάτων και της άμμου, τα σημεία των αγωγών όπου λιμνάζουν τα απόβλητα και οι χώροι μηχανικής αφυδάτωσης.

Θόρυβος

Οι οχλήσεις από θόρυβο οφείλονται σε τμήματα του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (αντλίες, ανεμιστήρες κλπ.). Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η ηχορύπανση δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στις ΕΒΚ, καθώς τα επίπεδα του θορύβου κυμαίνονται σε ανεκτό επίπεδο όταν η λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού είναι ομαλή και έχουν τηρηθεί οι κατάλληλες προδιαγραφές στην κατασκευή των μονάδων.

Αισθητική υποβάθμιση

Η αισθητική υποβάθμιση είναι θέμα σχεδιασμού της εγκατάστασης. Εάν ο σχεδιασμός δεν λαμβάνει υπόψη του τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης, καθώς και τις προδιαγραφές συμβατότητας της μονάδας με τον περιβάλλοντα χώρο, το αποτέλεσμα είναι αισθητική υποβάθμιση της περιοχής.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις - οχλήσεις από ΕΒΚ μπορεί να αντιμετωπιστούν, δεδομένου ότι υπάρχει η σχετική τεχνολογία, τεχνογνωσία και εμπειρία.

Προσθήκη χημικών ουσιών

Οι οσμές αντιμετωπίζονται με προσθήκη χημικών, που είναι συνήθως οξειδωτικές ουσίες ή μεταλλικά άλατα. Η προσθήκη των ουσιών αυτών γίνεται συνήθως στην προκαταρκτική επεξεργασία, οπότε το πρόβλημα των οσμών είναι σημαντικό.

Τήρηση κανόνων καθαριότητας στην εγκατάσταση

Είναι απαραίτητη η σχολαστική τήρηση των κανόνων καθαριότητας σε όλους τους εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους μιας ΕΒΚ, ώστε να αποφεύγονται οι δυσάρεστες οσμές και η δημιουργία εστιών εντόμων.

Ορθός υδραυλικός σχεδιασμός

Η ταχύτητα ροής των αποβλήτων πρέπει να είναι περιοδικά υψηλή, ώστε να ξεπλένονται οι αγωγοί από στερεά και λίπη που κατακαθίζουν. Τα απόβλητα δεν πρέπει να παραμένουν στάσιμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, διότι έτσι προκαλούνται αναερόβιες συνθήκες και δημιουργούνται εστίες εντόμων. Επίσης, τα ύψη πτώσης των υγρών αποβλήτων δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλα, ώστε να περιορίζεται η εκπομπή μικροσταγονιδίων.

Χρήση διατάξεων απόσμησης

Συχνά, για την αντιμετώπιση των δυσάρεστων οσμών χρησιμοποιούνται διατάξεις απόσμησης. Οι διατάξεις αυτές απορροφούν τον αέρα και τον καθαρίζουν πριν την διοχέτευσή του στην ατμόσφαιρα.

Δεντροφύτευση - Κατασκευή αναχωμάτων

Ο περιορισμός των οχλήσεων στα όρια της εγκατάστασης επιτυγχάνεται με τη χρήση αναχωμάτων και τη δεντροφύτευση στην περίμετρο της εγκατάστασης. Οι δεξαμενές πρέπει να κατασκευάζονται σε χώρους με χαμηλότερο υψόμετρο ή να προστατεύονται με αναχώματα. Η φύτευση ψηλών δέντρων στην περίμετρο της μονάδας περιορίζει τη μεταφορά σταγονιδίων, μειώνει τα επίπεδα θορύβου και βελτιώνει την αισθητική της ΕΒΚ.



Εικόνα 98 Άποψη βιολογικού καθαρισμού

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα τρία βασικά στάδια στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων;
2. Ποιες επεξεργασίες περιλαμβάνει η πρωτοβάθμια επεξεργασία;
3. Ποιες είναι οι βασικές μέθοδοι πραγματοποίησης δευτεροβάθμιου - βιολογικού καθαρισμού;
4. Τι γνωρίζετε για τα συστήματα ενεργού λάσπης;
5. Τι γνωρίζετε για τα βιολογικά φίλτρα;
6. Τι επεξεργασίες περιλαμβάνει η τριτοβάθμια επεξεργασία και πότε απαιτείται;
7. Ποιες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από μια ΕΒΚ;
8. Πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από μια ΕΒΚ;

3.2 ΣΤΕΡΕΑ

ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα στερεά απορρίμματα είναι υλικά, αποτελούμενα κυρίως από παραπροϊόντα ανθρώπινων δραστηριοτήτων μηδαμινής αξίας, από τα οποία ο κάτοχός τους θέλει ή είναι υποχρεωμένος να απαλλαγεί. Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων (αποβλήτων) είναι το σύνολο των ενεργειών που αφορούν τη μεταφορά και επεξεργασία τους. Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού, η τεχνολογική ανάπτυξη και οι αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες των ανθρώπων οδήγησαν τα τελευταία χρόνια σε σημαντική αύξηση της ποσότητας και της σύνδεσης των στερεών αποβλήτων. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στη σύσταση των στερεών απορριμμάτων και τους τρόπους αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς τους. Αναλύονται η δομή και ο τρόπος λειτουργίας ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής και περιγράφονται πιθανά περιβαλλοντικά προβλήματα, που οφείλονται στη λειτουργία του. Αναφέρονται περιληπτικά οι μέθοδοι καύσης και λιπασματοποίησης των απορριμμάτων, καθώς και η αξία της ανακύκλωσης για τη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων.

3.2.1 Αστικά στερεά απορρίμματα

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες στερεών απορριμμάτων:

- αστικά στερεά απορρίμματα, δηλαδή απορρίμματα από κατοικίες, καταστήματα, οδούς, εμπορικές δραστηριότητες, νοσοκομεία, δημόσια ή ιδιωτικά ιδρύματα κλπ.
- βιομηχανικά στερεά απορρίμματα.

3.2.1.1 Επικρατούσα κατάσταση στην Ευρώπη και την Ελλάδα

Η ετήσια παραγωγή στερεών απορριμμάτων στην Ευρώπη υπολογίζεται σε 350Kgr ανά κάτοικο και ημέρα, ενώ παρατηρείται αυξητική τάση 2% ανά έτος. Χώρες με υψηλό βιοτικό επίπεδο παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγή απορριμμάτων σε σύγκριση με χώρες με χαμηλότερο βιοτικό επίπεδο. Η πυκνότητα των απορριμμάτων είναι χαμηλή (από 120 έως 200Kgr/m³). Αυτό συνεπάγεται μεγάλους όγκους παραγωγής. Έτσι ο ετήσιος όγκος υπολογίζεται σε 1 έως 2.5m³ ανά κάτοικο και ο ημερήσιος σε 2.5 έως 6.5lt ανά κάτοικο.

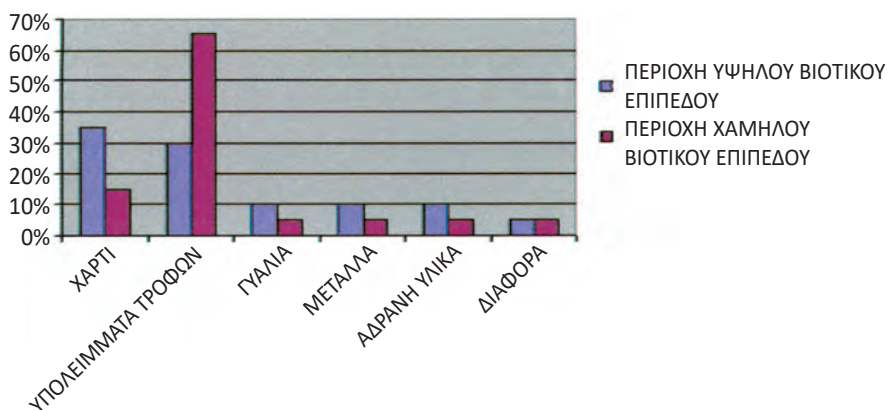
Οι ποσότητες των οικιακών απορριμμάτων στη χώρα μας ανέρχονται σε 3.1 εκατ. τόνους το χρόνο και καταλαμβάνουν όγκο 17.5 εκατ. m³, με ημερήσια παραγωγή 4.5lt ανά κάτοικο.

3.2.1.2 Σύσταση των απορριμμάτων

Στα στερεά απορρίμματα περιέχονται υλικά διαφόρων κατηγοριών όπως: χαρτί, υπολείμματα τροφών, μέταλλα, αδρανή υλικά, γυαλιά, πλαστικά, υφάσματα, ξύλο, ελαστικά αυτοκινήτων κλπ. Τα ποσοστά κάθε κατηγορίας μεταβάλλονται ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων. Σε περιοχές με υψηλό εισόδημα το ποσοστό του χαρτιού είναι αυξημένο. Σε περιοχές με χαμηλό εισόδημα παρατηρείται υψηλό ποσοστό υπολειμμάτων τροφών.

Πίνακας 7 Σύσταση απορριμμάτων με βάση το βιοτικό επίπεδο.[1]

	ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΨΗΛΟΥ ΒΙΟΤΙΚΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΙΟΤΙΚΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ
ΧΑΡΤΙ	35%	15%
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΡΟΦΩΝ	30%	65%
ΓΥΑΛΙΑ	10%	5%
ΜΕΤΑΛΛΑ	10%	5%
ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ	10%	5%
ΔΙΑΦΟΡΑ	5%	5%



Διάγραμμα 5 Γραφική σύγκριση περιοχών υψηλού και χαμηλού βιοτικού επιπέδου.

Η σύνθεση των οικιακών απορριμμάτων στη χώρα μας είναι: χαρτί 20%, μέταλλα 4.5%, πλαστικά 8.5%, ύφασμα - ξύλα - δέρμα - λάστιχο 5%, αδρανή 3%, ζυμώσιμα 49% και υπόλοιπα 5.5%.

3.2.2 Τρόποι αποθήκευσης, συλλογής και μεταφοράς απορριμμάτων

Η προσωρινή αποθήκευση γίνεται σε πλαστικές σακούλες και πλαστικούς ή μεταλλικούς κάδους. Η μεταφορά γίνεται με κλειστά απορριμματοφόρα αυτοκίνητα που διαθέτουν σύστημα άλεσης και συχνά ειδικό ανυψωτικό σύστημα για ειδικά διαμορφωμένους κάδους αυτόματης φόρτωσης - εκφόρτωσης. Ανοικτά οχήματα χρησιμοποιούνται μόνο για τη μεταφορά ογκωδών αντικειμένων όπως έπιπλα, ηλεκτρικές συσκευές, μπάζα κλπ, που συλλέγονται σε ειδικά δρομολόγια.

Η συλλογή των απορριμμάτων γίνεται συνήθως τρεις φορές την εβδομάδα. Στα κεντρικά όμως σημεία των πόλεων και τα εμπορικά κέντρα επιβάλλεται να γίνεται καθημερινά ή και δύο φορές την ημέρα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συλλογή και μεταφορά είναι το δαπανηρότερο σημείο της διαχείρισης των απορριμμάτων. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος μεταφοράς χρησιμοποιούνται συχνά σταθμοί μεταφόρτωσης, μεταφορικά μέσα (όπως τρένα και φορτηγίδες ή ακόμη και η αυτόματη μεταφορά των απορριμμάτων από τις κατοικίες σε κεντρικούς σταθμούς με ειδικούς αγωγούς).

3.2.3 Διάθεση των οικιακών απορριμμάτων

Οι συνήθεις ελεγχόμενοι τρόποι διάθεσης των απορριμμάτων είναι η υγειονομική ταφή, η καύση και η λιπασματοποίηση. Η ανεξέλεγκτη διάθεση (επιφανειακή

απόρριψη) δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία. Τα απορρίμματα διασκορπίζονται, σήπονται, αναπτύσσουν δυσοσμίες και γίνονται πόλος έλξης για έντομα και τρωκτικά, ενώ δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που αυτο-αναφλέγονται.



Εικόνα 99 Ρύπανση του εδάφους από ανεξέλεγκτο τρόπο απόθεσης απορριμμάτων.[10]

3.2.3.1 Μέθοδος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων)

Η μέθοδος της υγειονομικής ταφής περιλαμβάνει την ταφή των απορριμμάτων σε προσεκτικά επιλεγμένες εκτάσεις των οποίων το υπέδαφος δεν παρουσιάζει



Εικόνα 100 Αυλάκωση και επίστρωση της επιφάνειας με στεγανωτικό υλικό

αξιόλογη υδροφορία. Αρχικά η επιφάνεια αυλακώνεται και καλύπτεται με μια στεγανωτική στρώση από άργιλο, πάχους 30cm, πάνω στην οποία τοποθετείται συνθετική στεγανωτική μεμβράνη από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο πάχους 2mm.

Μετά την τοποθέτηση της μεμβράνης εγκαθίσταται δίκτυο διάτρητων πλαστικών αγωγών, που μεταφέρει τα στραγγίδια (ή σταλάγματα) στα σημεία τελικής συγκέντρωσης, δηλαδή τα φρεάτια και τις δεξαμενές συλλογής και υπερχειλίσης. Τα στραγγίδια αντλούνται και ανακυκλοφορούν στη μάζα των απορριμμάτων, για να επιταχυνθεί η βιοαποικοδόμηση. Πριν αρχίσει η λειτουργία, η μεμβράνη καλύπτεται από προστατευτική αποστραγγιστική στρώση εδαφικού υλικού, πάχους περίπου 40cm. Ο ΧΥΤΑ είναι τώρα έτοιμος να δεχτεί απορρίμματα.

Τα απορριμματοφόρα αδειάζουν τα φορτία τους, μπουλντόζες φροντίζουν για την ομοιόμορφη διασπορά των υλικών και συμπιεστές μειώνουν τον όγκο τους. Η εναπόθεση γίνεται σε στρώματα παράλληλα, το ένα επί του άλλου, που καλύπτονται με χώμα πάχους 10-20cm. Οι στρώσεις γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό σχήμα του ΧΥΤΑ να μοιάζει με πυραμίδα.

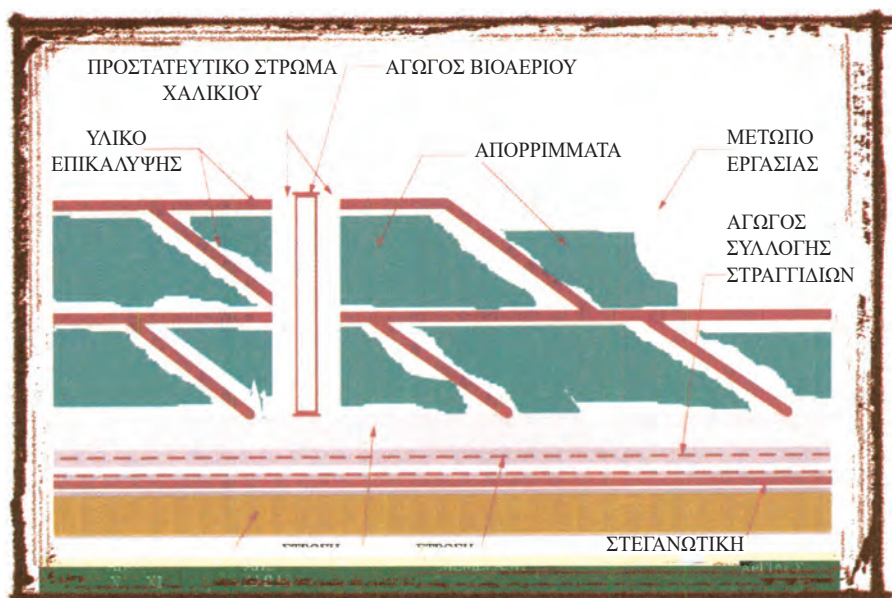
Όταν ο ΧΥΤΑ δεν μπορεί να δεχθεί άλλα απορρίμματα, καλύπτεται με ένα στρώμα αργίλου και ένα στρώμα χώματος και δεντροφυτεύεται ή διαμορφώνεται, ώστε να αποκαθίσταται η αισθητική του τοπίου.



Εικόνα 101 Αγωγοί και φρεάτια συλλογής στραγγιδίων [10]



Εικόνα 102 Διαμορφωμένα πεδία υγειονομικής ταφής στην Πάτρα (αριστερά) και την Ζάκυνθο (δεξιά). [10]

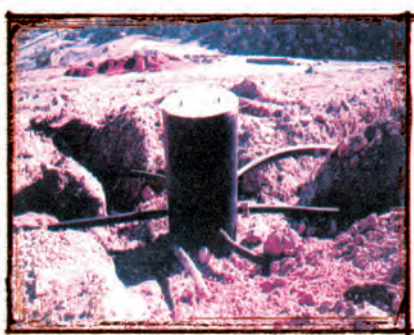
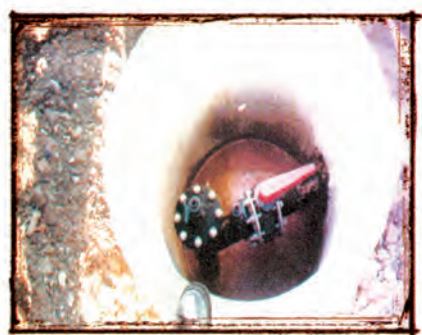


Εικόνα 103 Τυπική διατομή ενός ΧΥΤΑ.[10]



Εικόνα 104 Λειτουργία ενός ΧΥΤΑ. 1.-Μέτωπο εργασίας 2.-Στρώσεις απορριμμάτων 3.-Αγωγοί βιοαερίου 4.-Στεγανωτικές στρώσεις.[10]

Ο τρόπος αποθήκευσης των απορριμμάτων οδηγεί σε αποσύνθεσή τους χωρίς παρουσία οξυγόνου (αναερόβια). Αυτό έχει ως συνέπεια την παραγωγή βιοαερίου. Το βιοαέριο είναι αέριο μίγμα που αποτελείται από μεθάνιο (2/3 περίπου), υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Η καύση του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας.



Εικόνα 105 Φρεάτιο βιοαερίου (αριστερά) και κόμβος διανομής βιοαερίου (δεξιά). [10]

3.2.3.2 Προβλήματα από τη λειτουργία ενός ΧΥΤΑ

Οι μακροχρόνιες φυσικές και βιολογικές διεργασίες, τις οποίες υφίστανται τα «θαμμένα» απορρίμματα ενός χώρου υγειονομικής ταφής, προκαλούν συχνά ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σημαντικότερες από αυτές τις επιπτώσεις είναι:

- παραγωγή στραγγιδίων που μολύνουν τα υπόγεια ύδατα.
- παραγωγή βιοαερίου.
- ατελής αποσύνθεση των απορριμμάτων.
- καθίζηση.

Παραγωγή στραγγιδίων

Το πιο σοβαρό πρόβλημα από την λειτουργία ενός ΧΥΤΑ είναι η πιθανή μόλυνση των υπογείων υδάτων από τα στραγγίδια. Η υγρασία των απορριμμάτων και το βρόχινο νερό, που διηθείται μέσα από αυτά, διαλύει και παρασύρει χημικές ουσίες όπως μέταλλα, χρώματα, διαλυτικές ενώσεις, υγρά από μπαταρίες, μελάνι εφημερίδων, φυτοφάρμακα κλπ. Το μολυσμένο αυτό υδατικό διάλυμα (στραγγίδιο) μπορεί να φθάσει, με την πάροδο του χρόνου, στον υδροφόρο ορίζοντα και να μολύνει τα υπόγεια νερά της περιοχής. Η σωστή επιλογή του χώρου ταφής, η σχολαστική στεγανοποίηση της επιφάνειας υποδοχής των απορριμμάτων και η παρακολούθησή με τη βοήθεια γεωτρήσεων ή φρεατίων της ποιότητας των υπογείων υδάτων, περιορίζουν αν δεν εκμηδενίζουν το πρόβλημα.

Παραγωγή βιοαερίου

Η ανεξέλεγκτη παραγωγή βιοαερίου κατά τη βιοαποσύνθεση των απορριμμάτων μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα, δεδομένου ότι το αέριο αυτό μίγμα είναι δηλητηριώδες και υπό ορισμένες συνθήκες εκρηκτικό. Το βιοαέριο διαχέεται οριζόντια μέσα στο έδαφος, δηλητηριάζει τις ρίζες των φυτών και έτσι σταδιακά καταστρέφει τη βλάστηση στη γύρω από τον ΧΥΤΑ περιοχή. Η απουσία βλάστησης οδηγεί σε διάβρωση του εδάφους και τελικά σε αποκάλυψη των «θαμμένων» απορριμμάτων. Η εγκατάσταση αγωγών βιοαερίου περιορίζει σημαντικά το πρόβλημα και προσφέρει μια δωρεάν πηγή ενέργειας για πολλά χρόνια.

Ατελής αποσύνθεση των απορριμμάτων

Τα πλαστικά συστατικά των απορριμμάτων είναι ανθεκτικά στη φυσική αποσύνθεση. Τελευταία έχουν γίνει προσπάθειες για την παραγωγή πλαστικών που βιοαποσυντίθενται, αλλά, μέχρι στιγμής, τα αποτελέσματα είναι μάλλον αποθαρρυντικά. Σε περιοχές όπου η υγρασία είναι χαμηλή, ακόμη και ο χάρτινος όγκος των απορριμμάτων παρουσιάζει χαμηλή αποσύνθεση, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία και η ποσότητα του νερού που διηθείται μέσα από τα απορρίμματα, τόσο ταχύτερη είναι η αποσύνθεση. Ωστόσο η μελέτη για την επιλογή της περιοχής ταφής των απορριμμάτων πρέπει να γίνεται προσεκτικά, δεδομένου ότι η υπερβολική υγρασία οδηγεί σε υψηλή παραγωγή τοξικών στραγγιδίων.

Καθίζηση

Τα απορρίμματα κατακαθίζουν καθώς αποσυντίθενται και συμπιέζονται. Η καθίζηση μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στη φάση της αποκατάστασης του τοπίου μετά τη λήξη της λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

3.2.4 Μέθοδος καύσης των απορριμμάτων

Η μέθοδος της καύσης εφαρμόζεται όταν τα απορρίμματα είναι πλούσια σε καύσιμα υλικά. Τέτοια βρίσκονται σε απορρίμματα περιοχών με υψηλό βιοτικό επίπεδο, όπου υπερτερούν τα χαρτικά. Σκοπός της καύσης είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων, η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία και η κατά το δυνατό εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας.

Με την καύση μπορεί να μειωθούν το βάρος των απορριμμάτων κατά 70% και ο όγκος κατά 90%. Έτσι παρατείνεται ο χρόνος ζωής των χώρων υγειονομικής ταφής, όπου γίνεται πλέον η ταφή μόνο της στάχτης. Τα τοξικά και επικίνδυνα συστατικά συγκεντρώνονται στη στάχτη. Έτσι η διαχείρισή τους γίνεται πολύ πιο εύκολη από ό,τι στα άκαυστα απορρίμματα. Η παραπέρα επεξεργασία της στάχτης επιτρέπει την ανάκτηση στοιχείων μετάλλων, ενώ το υπόλοιπο μπορεί να διατεθεί ως πληρωτικό υλικό σε τεχνικά έργα.

3.2.4.1 Μειονεκτήματα της καύσης

Ως μειονεκτήματα από την μέθοδο της καύσης μπορεί να αναφερθούν τα ακόλουθα:

- ρύπανση της ατμόσφαιρας,
- υψηλό κόστος κατασκευής και επιλογή της θέσης για την εγκατάσταση,
- περιορισμός της διαδικασίας ανακύκλωσης.

Ρύπανση της ατμόσφαιρας

Όσο εξελιγμένες διατάξεις κι αν χρησιμοποιούνται από τις μονάδες καύσης για τον καθαρισμό των αερίων προϊόντων από την καύση των απορριμμάτων, υπάρχει πάντα ένα σημαντικό ποσοστό αέριων ρύπων που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα.

Υψηλό κόστος κατασκευής και επιλογή της θέσης για την εγκατάσταση

Οι μονάδες καύσης παρουσιάζουν υψηλό κόστος κατασκευής, κυρίως λόγω των ακριβών τεχνολογιών, που αφορούν τον καθαρισμό της στάχτης και των αέριων εκπομπών. Η επιλογή της θέσης είναι ένα πρόσθετο πρόβλημα, δεδομένου ότι καμία πόλη, κοινότητα ή κάτοικος δεν επιθυμούν την εγκατάσταση και λειτουργία μιας μονάδας καύσης απορριμμάτων σε κοντινή απόσταση.

Περιορισμός της διαδικασίας ανακύκλωσης

Η ανάγκη για συνεχή τροφοδότηση των μονάδων καύσης, ώστε να υπάρχει συνεχής και σταθερή παραγωγή ενέργειας, περιορίζει τις διαδικασίες ανακύκλωσης. Για παράδειγμα, σε όσους δήμους στις ΗΠΑ λειτουργούν μονάδες καύσης παρατηρείται σημαντική μείωση στην ανακύκλωση χαρτιού.

3.2.5 Μέθοδος λιπασματοποίησης (βιοσταθεροποίησης) των απορριμμάτων

Με τη λιπασματοποίηση επιδιώκεται η μετατροπή των απορριμμάτων σε οργανικό λίπασμα, μέσω αερόβιας ζύμωσης. Είναι μια ρυθμιζόμενη διάσπαση των οργανικών ενώσεων, κατά την οποία πρωτογενώς παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό και δευτερογενώς το HUMUS (χούμος ή μαυρόχωμα). Η όλη διαδικασία διαρκεί από ένα έως δύο μήνες. Αν στο προϊόν της ζύμωσης δεν περιέχονται επικίνδυνα υλικά και ουσίες, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες καλλιέργειες.

Το υψηλό κόστος και η σύσταση των απορριμμάτων αποτελούν βασικά κριτήρια για την επιλογή αυτής της μεθόδου.

3.2.6 Ανακύκλωση

Η καταστροφή των φυσικών πόρων, η άνοδος των τιμών των πρώτων υλών και η συνεχής αύξηση του όγκου και της σύνθεσης των απορριμμάτων οδηγούν στη λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος και για την εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών.

Ανακύκλωση είναι η επαναφορά και ανάκτηση χρήσιμων υλικών και ενέργειας στο φυσικό και οικονομικό κύκλο και περιλαμβάνει όλα τα μέτρα για την προώθηση της χρήσης αυτών των υλικών και της ενέργειας. Περισσότερο από το 75% των απορριμμάτων είναι ανακυκλώσιμο. Έτσι ένα μεγάλο μέρος των απορριμμάτων είναι υλικά που πηγαίνουν σε λάθος τόπο, με συνέπειες τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τη μη επαναχρησιμοποίησή τους, την ελάττωση των πρώτων υλών, την αύξηση των τιμών και την αύξηση των απαιτούμενων χώρων εναπόθεσης των απορριμμάτων. Η ανακύκλωση εξασφαλίζει την πλήρη χρησιμοποίηση των απορριμμάτων και τη σημαντική μείωση του όγκου τους.

Πίνακας 8 Ανακυκλώσιμα υλικά [1]

ΥΛΙΚΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ
ΧΑΡΤΙΑ	54%
ΓΥΑΛΙΑ	20%
ΠΛΑΣΤΙΚΑ	2.2%
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	38%
ΖΩΪΚΑ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	4.2%
ΛΑΣΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ	12%

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι βασικές μέθοδοι διάθεσης των οικιακών απορριμμάτων;
2. Περιγράψτε τη δομή και τη λειτουργία ενός Χ.Υ.Τ.Α.
3. Τι είναι το βιοαέριο και πού μπορεί να χρησιμοποιηθεί;
4. Ποια περιβαλλοντικά προβλήματα δημιουργούνται από τη λειτουργία ενός Χ.Υ.Τ.Α;
5. Σε ποιες περιπτώσεις προτιμάται η μέθοδος της καύσης των απορριμμάτων και ποια είναι τα μειονεκτήματά αυτής της μεθόδου;
6. Τι γνωρίζετε για τη μέθοδο της λιπασματοποίησης των απορριμμάτων;
7. Ποια διαδικασία ονομάζουμε ανακύκλωση;
8. Τι εξασφαλίζει η ανακύκλωση σε ό,τι αφορά τα απορρίμματα;

3.3

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα μέσα της δεκαετίας του 1950, πολλές γάτες στην πόλη Minamata άρχισαν να εμφανίζουν περίεργα συμπτώματα, που οδηγούσαν τα συμπαγή τετράποδα σε κώμα και θάνατο. Αρχικά δεν δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στο γεγονός διότι θεωρήθηκε ως σύνδρομο που αφορούσε μόνο συγκεκριμένα ζώα. Όταν, όμως, τα συμπτώματα άρχισαν να εμφανίζονται και σε ανθρώπους, η ανησυχία και το ενδιαφέρον αυξήθηκαν κατακόρυφα. Πρόσθετα συμπτώματα, όπως η διανοητική καθυστέρηση, η τρέλα και οι γενετικές ανωμαλίες οδήγησαν ειδικούς επιστήμονες στην αναζήτηση της αιτίας. Τα συμπτώματα οφείλονταν σε οξεία δηλητηρίαση από υδράργυρο. Μια χημική βιομηχανία κοντά στη Minamata έριχνε απόβλητα που περιείχαν υδράργυρο σε ποτάμι, το οποίο κατέληγε στον κόλπο, όπου συνήθως ψάρευαν οι κάτοικοι της πόλης. Ο υδράργυρος πέρασε στην τροφική αλυσίδα, με μοιραία κατάληξη τον άνθρωπο. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων αρχικά στις γάτες εξηγήθηκε από το γεγονός ότι τα ζώα αυτά τρέφονταν σχεδόν αποκλειστικά με ψαροκόκαλα. Μέχρι να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, 50 άνθρωποι πέθαναν και τουλάχιστον άλλοι 150 υπέφεραν από ασθένειες των οστών και του νευρικού συστήματος. Η «νόσος της Minamata», όπως έμεινε στην ιστορία, είναι μία από τις εκατοντάδες τραγικές περιπτώσεις κατά τις οποίες επικίνδυνες χημικές ουσίες, προϊόντα κυρίως βιομηχανικών δραστηριοτήτων, οδήγησαν χιλιάδες ανθρώπους στο θάνατο. Πέρα από τις ανθρώπινες ζωές, τεράστια οικοσυστήματα δηλητηριάστηκαν ή μολύνθηκαν και ολόκληρες πόλεις ερημώθηκαν εξαιτίας της ανεξέλεγκτης χρήσης ή διάθεσης χημικών ουσιών, το πρόβλημα λαμβάνει εξαιρετικές διαστάσεις αν αναλογιστεί κανείς τους εκατομμύρια τόνους επικίνδυνων ουσιών, που έχουν θαφτεί στο έδαφος ή έχουν ποντιστεί στους ωκεανούς, χωρίς κανείς να γνωρίζει ως πότε θα παραμένουν εκεί υπό «ασφαλή» περιορισμό. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στις επικίνδυνες και τοξικές χημικές ουσίες. Περιγράφεται ο τρόπος συσσώρευσης των τοξικών ουσιών στους ζωντανούς οργανισμούς και αναφέρονται μέθοδοι ή τεχνικές για την ασφαλή διάθεση των επικίνδυνων και τοξικών ουσιών στο υπέδαφος.

3.3.1 Επικίνδυνες και τοξικές χημικές ουσίες

Επικίνδυνη χαρακτηρίζεται κάθε ουσία που έχει τη δυνατότητα να εκθέτει σε κίνδυνο την υγεία, την ασφάλεια ή το περιβάλλον, όταν χρησιμοποιείται, αποθηκεύεται, μεταφέρεται ή διατίθεται σαν απόβλητο.

Ως *τοξικές ουσίες*, ειδικότερα, ορίζονται οι ουσίες, οι οποίες όταν εισπνέονται ή καταπίνονται, έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν ζημιές στα ζωντανά κύτταρα και στο κεντρικό νευρικό σύστημα, σοβαρές ασθένειες και σε ακραίες περιπτώσεις το θάνατο.

Οι ποσότητες μιας ουσίας, που προκαλούν τοξικές επιδράσεις, εξαρτώνται από τον τρόπο και το χρόνο έκθεσης. Ορισμένες ουσίες έχουν οξεία τοξικότητα, δηλαδή επιδρούν ακόμη και με μικρή διάρκεια έκθεσης, ενώ άλλες έχουν χρόνια τοξικότητα, δηλαδή εμφανίζουν συμπτώματα μετά από επαναλαμβανόμενες και παρατεταμένες εκθέσεις.

Είναι σαφές ότι μικρή μόνο διαφορά υπάρχει ανάμεσα στις έννοιες «τοξική» και «επικίνδυνη» ουσία. Η βασική διαφορά είναι ότι ο όρος «επικίνδυνη» ουσία είναι ευρύτερος του όρου «τοξική» και περιλαμβάνει ουσίες που μπορεί να έχουν επιζήμιες επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία με διαφορετικούς τρόπους (π.χ έκρηξη, πυρκαγιά).

Οι επικίνδυνες χημικές ουσίες κατατάσσονται ανάλογα με τις ακόλουθες βλαπτικές ιδιότητες:

Ευφλεγξιμότητα: Ουσίες που αναφλέγονται εύκολα (π.χ βενζίνη, αλκοόλη).

Διαβρωτικότητα: Ουσίες που μπορούν να διαβρώσουν δεξαμενές αποθήκευσης ή άλλο εξοπλισμό (π.χ οξέα).

Δραστικότητα: Ουσίες που είναι χημικά ασταθείς και μπορεί να εκραγούν ή να δημιουργήσουν τοξικά νέφη όταν έλθουν σε επαφή με νερό (π.χ εκρηκτικά, πυκνό θειικό οξύ).

Τοξικότητα: Ουσίες που είναι επιβλαβείς για την υγεία όταν εισπνέονται ή καταπίνονται (π.χ χλωρίνη, αμμωνία, φυτοφάρμακα).

3.3.2 Πηγές επικίνδυνων χημικών ουσιών

Ας παρατηρήσουμε λίγο την καθημερινή μας ζωή. Οτιδήποτε σχεδόν χρησιμοποιούμε, από το σαμπουάν και την οδοντόπαστα μέχρι την τηλεόραση και το κινητό τηλέφωνο, είναι προϊόντα χημικής τεχνολογίας. Απολαμβάνουμε μόνο ένα μικρό τμήμα του κύκλου ζωής αυτών των προϊόντων, που ξεκινάει από τα πρωτογενή υλικά παρασκευής τους και καταλήγει στην τελική τους διάθεση. Ας σκεφτούμε, πόσες χημικές ουσίες και παραπροϊόντα χρειάζονται για την παρασκευή ενός σαμπουάν και της συσκευασίας του. Ας σκεφτούμε πού τελικά καταλήγουν τα παραπροϊόντα, το χρησιμοποιημένο σαμπουάν ή το μπουκάλι που το περιείχε. Κάθε προϊόν, στη

διάρκεια του κύκλου της ζωής του, αποβάλλει στο περιβάλλον χημικές ουσίες, οι οποίες δυνητικά βλάπτουν το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου. Πολλαπλασιάζοντας τα εκατοντάδες χιλιάδες προϊόντα με τα δισεκατομμύρια ανθρώπων που τα χρησιμοποιούν και αναλογιζόμενοι το ενδεχόμενο διαρροής μετά από ατύχημα επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον, μπορούμε να εντοπίσουμε τις πηγές και να αντιληφθούμε το μέγεθος του προβλήματος.

3.3.3 Τοξικές χημικές ουσίες

Μεγάλο ποσοστό από τις χημικές ουσίες που εισάγονται στο περιβάλλον αποσυντίθενται και αφομοιώνονται με διάφορες φυσικές διεργασίες. Η πλήρης διάλυση και αραίωση οδηγεί στην εξάλειψη των κινδύνων. Ωστόσο, υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες χημικών ουσιών, για τις οποίες η διάλυση και υπεραραίωση δεν αποτελούν λύση του προβλήματος. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

(Α) τα βαριά μέταλλα και οι ενώσεις τους και

(Β) οι μη βιοδιασπώμενες οργανικές ενώσεις.

Οι χημικές αυτές ουσίες όχι μόνο δεν διαλύονται αλλά έχουν την τάση να συσσωρεύονται σε ζωντανούς οργανισμούς, στους οποίους συμπεριλαμβάνεται και ο άνθρωπος. Έτσι δημιουργείται ένας μακροπρόθεσμος κίνδυνος, που αρχίζει από μηδαμινές συγκεντρώσεις και μπορεί να φθάσει σε θανατηφόρα επίπεδα.

3.3.4 Βαριά μέταλλα

Τα πιο επικίνδυνα βαριά μέταλλα είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το αρσενικό, το κάδμιο, ο κασσίτερος, το χρώμιο, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός. Τα μέταλλα αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως στη μεταλλευτική βιομηχανία και στην παραγωγή ηλεκτρικών στοιχείων και ηλεκτρονικών ειδών. Χρησιμοποιούνται, επίσης, σε ιατρικά είδη, φυτοφάρμακα καθώς και στην παραγωγή χρωμάτων και μελάνης.

Τα βαριά μέταλλα είναι εξαιρετικά τοξικά, διότι διαλύονται στο νερό και μπορεί έτσι να απορροφηθούν στο ανθρώπινο σώμα. Εκεί, έχουν την τάση να ενώνονται με ζωτικής σημασίας ένζυμα και να αναστέλλουν την λειτουργία τους. Ακόμη και σε πολύ μικρές ποσότητες, μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές παθολογικές και νευρολογικές παθήσεις.

3.3.5 Μη βιοδιασπώμενες οργανικές ενώσεις

Οι συνθετικές οργανικές ενώσεις είναι η χημική βάση όλων των πλαστικών, των συνθετικών ινών, των διαλυτικών, των φυτοφαρμάκων, των συντηρητικών ξύλου

και εκατοντάδων άλλων προϊόντων. Το ότι είναι μη βιοδιασπώμενα, αποτελεί συχνά μια από τις επιθυμητές ιδιότητές τους. Δεν θα θέλαμε, για παράδειγμα, μύκητες ή βακτήρια να καταστρέφουν τα ελαστικά του αυτοκινήτου μας.

Οι ενώσεις αυτές, όμως, είναι τοξικές διότι μοιάζουν με φυσικές οργανικές ενώσεις που αφομοιώνονται από τον ανθρώπινο οργανισμό. Έτσι, αντιδρούν με διάφορα ένζυμα, αλλά η ιδιότητά τους να μη βιοδιασπώνται, τα προστατεύει από παραπέρα διάσπαση και επεξεργασία. Αν κάποιος καταπιεί μεγάλη δόση από μια τέτοια ουσία, παθαίνει οξεία δηλητηρίαση και πολύ δύσκολα γλιτώνει το θάνατο. Από την άλλη, μικρές δόσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα δρουν αθροιστικά και προκαλούν μεταλλάξεις, καρκινογενέσεις, τερατογενέσεις, βλάβες στο συκώτι και τα νεφρά, στειρότητα και άλλες σοβαρές παθήσεις.

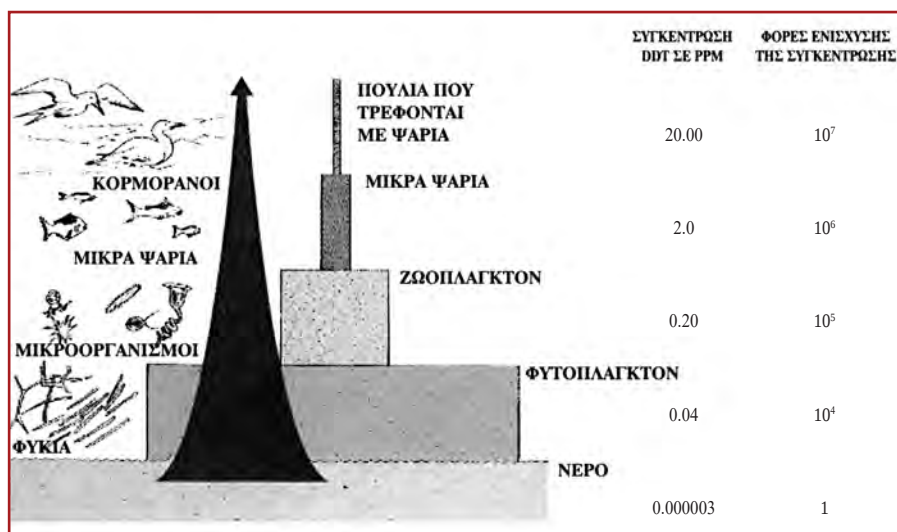
Ιδιαίτερα επικίνδυνoi θεωρούνται οι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες. Είναι υδρογονάνθρακες, στους οποίους άτομα υδρογόνου έχουν αντικατασταθεί από άτομα χλωρίου, βρωμίου, φθορίου ή ιωδίου (τα τέσσερα αυτά στοιχεία είναι γνωστά ως αλογόνα). Από τους αλογονωμένους υδρογονάνθρακες πιο γνωστοί είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες. Χρησιμοποιούνται ευρέως στα πλαστικά, στα φυτοφάρμακα, σε διαλυτικές ουσίες, στα PCB (πολυχλωριωμένα διφαινύλια), σε επιβραδυντικά πυρκαγιών και σε άλλα προϊόντα.

Πίνακας 9 Παραδείγματα τοξικών συνθετικών οργανικών ενώσεων που ανιχνεύονται συχνά στα χημικά απόβλητα [11]

Επιπτώσεις στην Υγεία								
Χημική ουσία	Μεταλλάξεις	Καρκινογενέσεις	Γενετικές ανωμαλίες	Διακοπή κύησης	Νευρολογικές ανωμαλίες	Παθήσεις ήπατος	Παθήσεις νεφρών	Παθήσεις πνευμόνων
Βενζόλιο	X	X	X	X				
Διχλωροβενζόλιο	X			X	X	X		
Εξαχλωροβενζόλιο	X	X	X	X	X			
Χλωροφόρμιο	X	X	X		X			
Τετραχλωράνθρακας	X		X	X	X	X		
Χλωροαιθυλένιο	X				X	X		X
Διχλωροαιθυλένιο		X		X		X	X	
Τετραχλωροαιθυλένιο		X			X	X	X	
Τριχλωροαιθυλένιο	X	X			X	X		
Χλωροεπτάνιο	X	X		X	X	X		
PCB	X	X	X	X	X	X		
Τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη	X	X	X	X	X	X		
Τολουόλιο	X			X	X			
Χλωροτολουόλιο	X	X						
Ξυλόλιο			X	X	X			

3.3.6 Συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που κατατάσσει τα βαριά μέταλλα και τις μη βιοδιασπώμενες οργανικές ενώσεις στις πολύ επικίνδυνες - τοξικές ουσίες, είναι η τάση να συσσωρεύονται στον ανθρώπινο οργανισμό. Η συγκέντρωση των ουσιών αυτών ενισχύεται με την τροφική αλυσίδα, καταλήγοντας σε υψηλές συγκεντρώσεις στους αποδέκτες που βρίσκονται στην κορυφή της πυραμίδας.



Εικόνα 106 Πολύ μικρές συγκεντρώσεις - ίχνη φυτοφαρμάκου DDT εισέρχονται στους μικροοργανισμούς στη βάση της τροφικής αλυσίδας. Μέσα από τα διαδοχικά επίπεδα της πυραμίδας οι συγκεντρώσεις DDT πολλαπλασιάζονται και φθάνουν σε τοξικά επίπεδα στους κορμοράνους, που βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας.[11]

Θυμηθείτε τι συνέβη στην πόλη Minamata. Ο υδράργυρος πέρασε από τους μικροοργανισμούς στο φυτοπλαγκτόν, από εκεί στο ζωοπλαγκτόν, στη συνέχεια πέρασε στα ψάρια και κατέληξε σε υψηλές συγκεντρώσεις στα ζώα και τον άνθρωπο.

Ο άνθρωπος και άλλοι ζωντανόι οργανισμοί δρουν σαν φίλτρα για τα βαριά μέταλλα και τις συνθετικές οργανικές ενώσεις. Τα βαριά μέταλλα εισέρχονται στο σώμα διαλυμένα στο νερό. Εκεί δεσμεύονται από διάφορα μέταλλα και αφαιρούνται από το υδάτινο διάλυμα. Οι συνθετικές οργανικές ενώσεις διαλύονται εύκολα στα λίπη και ελάχιστα στο νερό, με συνέπεια να συγκεντρώνονται στο λιπώδη ιστό. Τόσο λοιπόν τα βαριά μέταλλα, όσο και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις παραμένουν στο σώμα

μας, ενώ το νερό και οι διαλυτές σε αυτό άχρηστες ουσίες αποβάλλονται με τα ούρα. Εφόσον το σώμα μας δεν έχει τη δυνατότητα να αποβάλει ή να μεταβολίσει αυτές τις ουσίες, οι μικροποσότητες που αθροίζονται φθάνουν αργά ή γρήγορα σε τοξικά επίπεδα χωρίς να προηγείται κάποιο σύμπτωμα ή άλλη προειδοποίηση.

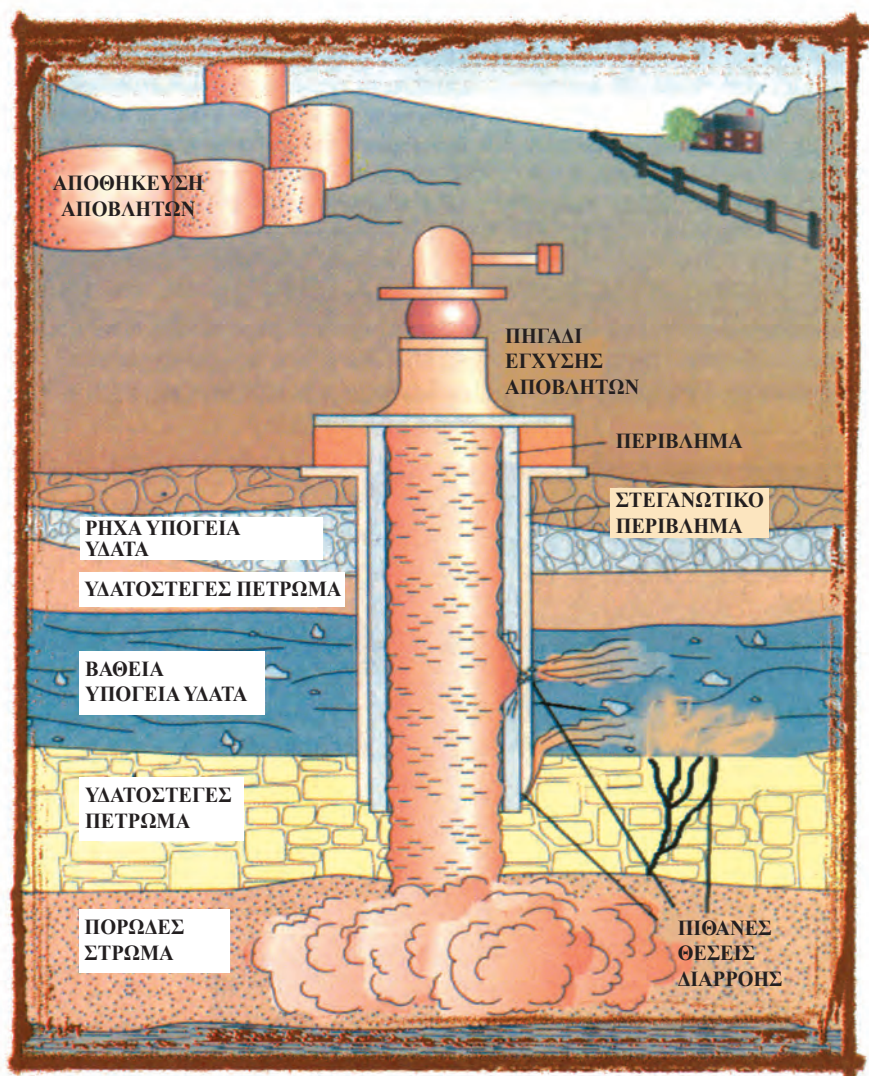
3.3.7 Διαχείριση των χημικών αποβλήτων

Μέχρι τις αρχές τις δεκαετίας του 1970 δεν προβλεπόταν κανένας έλεγχος στη χρήση ή διάθεση των χημικών ουσιών. Στη δεκαετία του 1950 η αλματώδης αύξηση στην παραγωγή και διάθεση συνθετικών οργανικών ουσιών μετέτρεψε - ειδικά στις ανεπτυγμένες χώρες - πολλά ποτάμια σε υπονόμους βιομηχανικών και αστικών λυμάτων και πολλούς υδροβιότοπους σε απέραντες νεκρές εκτάσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η περίπτωση του ποταμού Cuyahoga στο Cleveland, ο οποίος, μεταφέροντας εύφλεκτα χημικά απόβλητα, το 1960 έπιασε φωτιά καταστρέφοντας επτά γέφυρες πριν η κατάσταση τεθεί υπό έλεγχο. Το διαρκώς υποβαθμιζόμενο περιβάλλον και οι ορατές πια επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία οδήγησαν στις αρχές του 1970, στην κατάρτιση και ψήφιση νόμων που αφορούσαν τη διαχείριση των αερίων και υγρών αποβλήτων. Απαγορεύτηκε, λοιπόν, η εκπομπή επικίνδυνων ουσιών στην ατμόσφαιρα και τους υδάτινους αποδέκτες. Δεν «απαγορεύτηκε», όμως, τίποτα για το έδαφος. Έτσι, η ανεξέλεγκτη διάθεση των επικίνδυνων ουσιών στην ατμόσφαιρα ή στα ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες εξελίχθηκε σε ανεξέλεγκτη διάθεσή τους στο έδαφος, με τρεις κυρίως τρόπους:

- έγχυση, μέσα από βαθιά πηγάδια στο έδαφος,
- έγχυση και αποθήκευση σε επιφανειακές δεξαμενές,
- διάθεση σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (Χ.Υ.Τ.Α.).

3.3.7.1 Έγχυση μέσα από βαθιά πηγάδια στο έδαφος

Τα υγρά απόβλητα διοχετεύονται μέσα από βαθιά πηγάδια σε πορώδες εδαφικό υπόστρωμα που βρίσκεται κάτω από τα υπόγεια ύδατα. Θεωρητικά τα απόβλητα διαχέονται στο πορώδες στρώμα και παραμένουν σ' αυτό απομονωμένα. Στην πράξη όμως είναι πολύ πιθανό να βρουν διαδρόμους που θα τα οδηγήσουν στα υπόγεια ύδατα, με μοιραία συνέπεια την επικίνδυνη μόλυνσή τους.



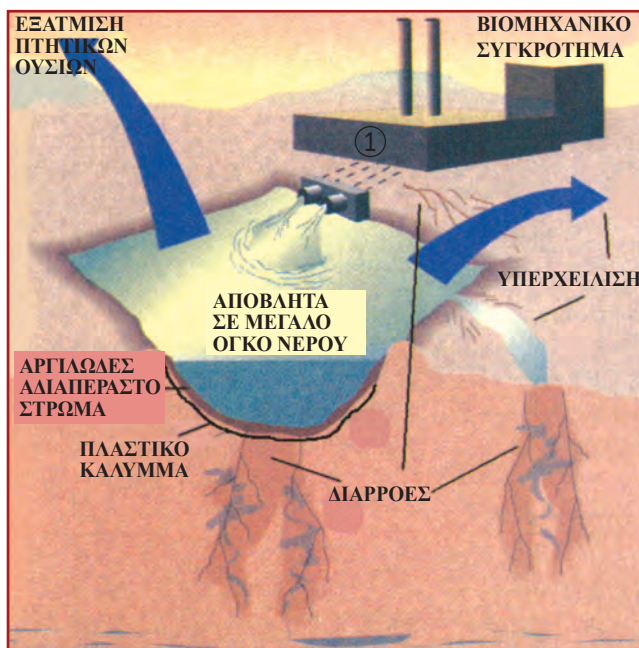
Εικόνα 107 Έγχυση χημικών ουσιών σε βαθύ πορώδες υπόστρωμα του εδάφους. Παρατηρήστε τις πιθανές θέσεις διαρροών προς τα υπόγεια ύδατα.[11]

3.3.7.2 Έγχυση και αποθήκευση σε επιφανειακές δεξαμενές

Πρόκειται για τεχνητές επιφανειακές δεξαμενές των οποίων ο πυθμένας στεγανοποιείται με στρώσεις από αργιλώδη και πλαστικό υλικό. Καθώς τα απόβλητα χύνονται στη δεξαμενή, το στερεό περιεχόμενο κατακάθεται ενώ το νερό εξατμίζεται.

Αν η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται είναι ίση με την ποσότητα των λυμάτων που χύνονται στη δεξαμενή, η κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιείται για πάρα πολλά χρόνια. Προβλήματα της μεθόδου είναι:

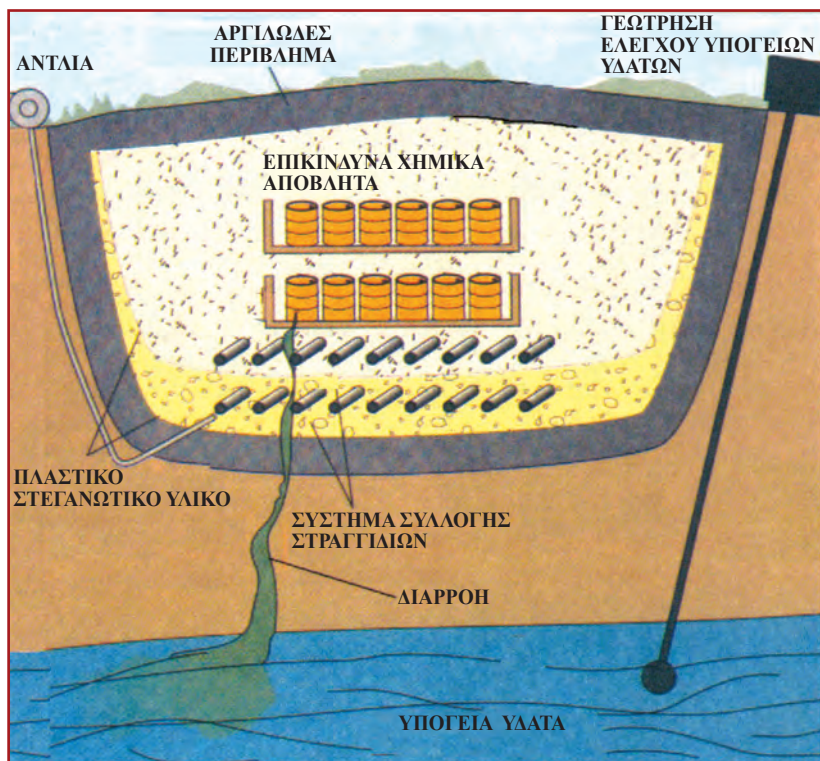
- η μόλυνση των υπογείων υδάτων, εξαιτίας ανεπαρκούς στεγανοποίησης της δεξαμενής,
- η πιθανή υπερχείλιση, που μπορεί να προέλθει από ισχυρές καταιγίδες,
- η μόλυνση της ατμόσφαιρας από πτητικές ουσίες που περιέχονται στα λύματα.



Εικόνα 108 Επιφανειακή δεξαμενή έγχυσης και αποθήκευσης λυμάτων.[11]

3.3.7.3 Διάθεση σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α)

Τα υγρά ή στερεά επικίνδυνα απόβλητα αποθηκεύονται σε βαρέλια και στη συνέχεια θάβονται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Εάν ο ΧΥΤΑ είναι σωστά χωροθετημένος και η στεγανοποίηση έχει γίνει σχολαστικά και διαθέτει σύστημα απομάκρυνσης των στραγγιδίων, η διάθεση των αποβλήτων κρίνεται ασφαλής. Πολλοί βέβαια πιστεύουν ότι είναι ζήτημα χρόνου η διαρροή των επικίνδυνων ουσιών προς το περιβάλλον, ακόμη και στους πιο ασφαλείς ΧΥΤΑ. Ωστόσο η μέθοδος της υγειονομικής ταφής θεωρείται σήμερα ως η ασφαλέστερη, κυρίως όταν συνοδεύεται από μερική προεπεξεργασία των αποβλήτων (αποτέφρωση, βιολογική επεξεργασία) και αποθήκευση τους σε κατάλληλα βαρέλια.



Εικόνα 109 Διάθεση χημικών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. [11]

Υπάρχουν τέσσερα επίπεδα στην αντιμετώπιση του προβλήματος της χημικής ρύπανσης: (1) πρόληψη, (2) ανακύκλωση, (3) επεξεργασία (μετατροπή των επικίνδυνων χημικών ουσιών σε ακίνδυνες) και (4) ασφαλής διάθεση. Δίνοντας προτεραιότητα στα τρία πρώτα επίπεδα, απομένουν ελάχιστα και ίσως ακίνδυνα υλικά προς τελική διάθεση.

Για την αντιμετώπιση των κινδύνων από τη συνεχώς διευρυνόμενη παραγωγή και χρήση τοξικών και επικίνδυνων ουσιών, έχει δημιουργηθεί ένα πλέγμα διεθνών συμβάσεων, οδηγιών και κανονισμών που ρυθμίζουν την παραγωγή, αποθήκευση, διαχείριση και χρήση τους. Το πλέγμα αυτό θα γίνεται διαρκώς πυκνότερο και η εφαρμογή του αυστηρότερη, διότι συνεχώς δημοσιεύονται νεότερα πορίσματα για τους κινδύνους, που περιικλείουν ουσίες και παρασκευάσματα με τα οποία έρχονται σε (συχνά καθημερινή) επαφή ο άνθρωπος και το περιβάλλον.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες χημικές ουσίες θεωρούμε επικίνδυνες και ποιες τοξικές;
2. Με βάση ποιες ιδιότητές τους κατατάσσονται οι επικίνδυνες χημικές ουσίες;
3. Ποιες κατηγορίες χημικών εμφανίζουν τη σοβαρότερη απειλή τοξικής μόλυνσης;
4. Πώς γίνεται η συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό;
5. Ποιες είναι οι βασικές μέθοδοι διάθεσης των χημικών αποβλήτων; Περιγράψτε περιληπτικά κάθε μια. Ποια από τις μεθόδους αυτές θεωρείται ως η ασφαλέστερη;

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) μπορεί να αποτελέσει τη λύση στο ενεργειακό πρόβλημα σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Οι τεχνολογίες αξιοποίησης των ΑΠΕ και τα σημαντικά πλεονεκτήματα που αυτές παρουσιάζουν, αναπτύσσονται σε αυτό το Κεφάλαιο. Έτσι, ο μαθητής έρχεται σε επαφή με τεχνολογίες, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγάλη κλίμακα και στη χώρα μας.

Τα περισσότερα από τα περιβαλλοντικά προβλήματα συνδέονται με την ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται από τον άνθρωπο. Η παραγωγή ενέργειας από τα συμβατικά καύσιμα (π.χ. γαιάνθρακες και πετρέλαιο) έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή επικίνδυνων για το περιβάλλον ρύπων, οι οποίοι ευθύνονται για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η Γη. Σύμφωνα με στοιχεία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις Κλιματικές Αλλαγές (Σώμα των Ηνωμένων Εθνών από 3.000 επιστήμονες), οι εκπομπές των διαφόρων αερίων που εκλύονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναμένεται να προκαλέσουν μέχρι το 2100 σημαντική αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας και άλλες σοβαρές κλιματικές αλλαγές, όπως επίσης και άνοδο της στάθμης της θάλασσας.



Εικόνα 110 Οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

Η Ελλάδα, με βάση τις διεθνείς της υποχρεώσεις όπως προκύπτουν από διάφορες συμφωνίες (π.χ. Συμφωνία στο Κιότο της Ιαπωνίας το Δεκέμβριο του 1997), οφείλει να συμμετέχει ενεργά στη διεθνή προσπάθεια για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) - ενεργειακές πηγές που τροφοδοτούνται συνεχώς από τον ήλιο με τέτοιους ρυθμούς, ώστε να θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες - μπορεί να έχουν σημαντική συμβολή στην επίτευξη αυτού του στόχου, καθώς είναι οι μόνες πηγές ενέργειας που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι τεχνολογίες αξιοποίησης των ΑΠΕ συμπληρώνουν ήδη ένα αιώνα έρευνας και ανάπτυξης, δεν απαιτούν συμβατικά καύσιμα και είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον. Με την ανάλογη οικονομική υποστήριξη, μπορεί να γίνουν, σε πολλές περιπτώσεις, άμεσα ανταγωνιστικές με τις συμβατικές τεχνολογίες. Όλα αυτά καθιστούν τις ΑΠΕ, ως τις πλέον υποσχόμενες πηγές για τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη μας.

4.1.1 Μορφές ενέργειας

Η ενέργεια εμφανίζεται σε διάφορες μορφές. Οι κυριότερες από αυτές είναι: η μηχανική, η θερμική, η ηλεκτρομαγνητική, η χημική και η πυρηνική.

Ενέργεια μιας μορφής είναι δυνατό να μετατρέπεται σε ενέργεια άλλης μορφής - είτε με φυσικές διαδικασίες, είτε με διάφορες διαδικασίες που επινόησε ο άνθρωπος. Συχνά γίνεται διάκριση σε δύο γενικούς τύπους ενέργειας: τη μεταβατική ενέργεια και την αποθηκευμένη ενέργεια.

Η μεταβατική, είναι ενέργεια σε κίνηση και επομένως μπορεί να κινηθεί διαμέσου των τοιχωμάτων ενός συστήματος. Ένα παράδειγμα μεταβατικής ενέργειας είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μορφή ενέργειας που κινείται με την ταχύτητα του φωτός.

Η αποθηκευμένη ενέργεια υπάρχει αποθηκευμένη σε δεδομένο σύστημα. Για παράδειγμα, η μηχανική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί ως κινητική ενέργεια (σφόνδυλος) ή ως δυναμική ενέργεια (ενέργειας ελαστικής παραμόρφωσης ελατηρίων).

Σημειώνεται ότι οι αποθηκευμένες μορφές ενέργειας μπορεί εύκολα να μετατραπούν σε μεταβατική ενέργεια. Η μεταβατική μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ηλεκτρικό ρεύμα (κίνηση ηλεκτρονίων σε κάποιο αγωγό). Αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια ενός φορτισμένου πυκνωτή ή ενός πηνίου. Τόσο η χημική, όσο και η πυρηνική ενέργεια υπάρχουν μόνο ως αποθηκευμένη ενέργεια και απελευθερώνονται ύστερα από κατάλληλες αντιδράσεις.

Η θερμική ενέργεια είναι δυνατό να αποθηκευτεί με τη μορφή λανθάνουσας θερμότητας (ποσότητα θερμότητας που απορροφάται ή απελευθερώνεται όταν μια ουσία μεταβάλλει τη φυσική της κατάσταση υπό σταθερή θερμοκρασία) ή θερμότητας που αντιστοιχεί σε διαφορές θερμοκρασίας. Η θερμική ενέργεια είναι η βασική μορφή ενέργειας, στην οποία καταλήγουν όλες οι άλλες μορφές ενέργειας.

Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

- πρωτογενείς, που συναντώνται άμεσα στη φύση, όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας.
- δευτερογενείς, που λαμβάνονται από τη μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας, όπως ηλεκτρισμός, βενζίνη, επεξεργασμένα καυσόξυλα και επεξεργασμένος άνθρακας.

Σύμφωνα με μια άλλη ταξινόμηση οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε:

- συμβατικές ή κλασικές, όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο, πυρηνική ενέργεια.

- ανανεώσιμες ή νέες ή ήπιες, όπως ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, βιομάζα, γεωθερμική και ενέργεια των θαλασσών και των κυμάτων.

Η πιο συνηθισμένη μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το 1 Joule. Για τη θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται το calorie (1 cal=4,184Joule).

Η ενέργεια ανά μονάδα χρόνου λέγεται ισχύς. Μονάδα μέτρησης της ισχύος στο σύστημα SI είναι το 1 Watt= 1J/s

4.1.2 Ιστορική αναδρομή

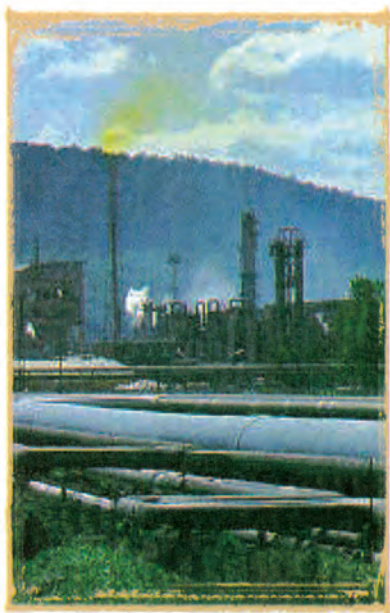
Η παραγωγή και η κατανάλωση της ενέργειας συνδέονται άμεσα με το βιοτικό επίπεδο και την ανάπτυξη της κοινωνίας. Ο άνθρωπος κατά την ιστορική του πορεία, αναγκάστηκε να χρησιμοποιεί, σταδιακά, ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας για να μπορεί να καλύπτει τις αυξανόμενες ενεργειακές του ανάγκες.

Μέχρι το 1850, η κύρια πηγή ενέργειας ήταν το ξύλο. Τα επόμενα χρόνια και μέχρι το 1910, το ξύλο αντικαταστάθηκε από τον άνθρακα. Στο διάστημα 1910-1960, ο άνθρακας παραχώρησε τη θέση του στο πετρέλαιο και στο φυσικό αέριο - πηγές ενέργειας με μικρότερο κόστος και πιο εύχρηστες. Επίσης άρχισε να χρησιμοποιείται και η πυρηνική ενέργεια - αποθηκευμένη μορφή ενέργειας με τη μορφή ουρανίου.

Καθώς όμως αυτή σχετίζεται με σημαντικά προβλήματα μόλυνσης του περιβάλλοντος και ασφάλειας, η χρήση της έχει περιοριστεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

Η μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και των οικονομικών δραστηριοτήτων, αλλά και η βελτίωση του οικονομικού επιπέδου, έχουν οδηγήσει σε αλματώδη αύξηση της ενεργειακής ζήτησης. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί κατά 35-45% μέσα στην επόμενη δεκαπενταετία.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συνειδητοποίηση της στρατηγικής σημασίας των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες) και των περιορισμένων ποσοτήτων τους, καθώς και η ανησυχία για τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, οδήγησε στην εντατικοποίηση της έρευνας για άλλες μορφές ενέργειας. Έτσι, άρχισε η



Εικόνα 111 Η καύση των ορυκτών καυσίμων για ενεργειακούς σκοπούς επιβαρύνει σημαντικά την ατμόσφαιρα.

ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες αντιπροσωπεύουν ποσά ενέργειας που είναι ικανά να λύσουν τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη.

4.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας για τις ενεργειακές ανάγκες και τις ενεργειακές μετατροπές που γίνονται στην επιφάνεια του πλανήτη. Η ηλιακή ενέργεια δημιουργεί και άλλες, έμμεσες, ΑΠΕ. Ο συνδυασμός της περιστροφής της Γης με την ηλιακή θέρμανση της επιφάνειας του πλανήτη, παράγει ρεύματα αέρα στην ατμόσφαιρα και θαλάσσια ρεύματα στους ωκεανούς. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) και την ενέργεια των κυμάτων. Η εξάτμιση του νερού (λόγω της ηλιακής θέρμανσης) και η δημιουργία νεφώσεων και βροχής συνδέονται με την ενέργεια των υδατοπτώσεων, μέρος της οποίας εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος ως υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια της βιομάζας αποτελεί μια δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών.

Μια άλλη μορφή ΑΠΕ, που δεν συνδέεται με την ηλιακή ενέργεια, αλλά προέρχεται από το εσωτερικό της Γης, είναι η γεωθερμική ενέργεια, δηλαδή η θερμική ενέργεια του εσωτερικού της Γης που συνδέεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, με το βάθος από την επιφάνεια της Γης.

Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών που αξιοποιούν τις ΑΠΕ, παρουσιάστηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974, ενισχύθηκε μετά τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων τα τελευταία χρόνια.

Οι ΑΠΕ είναι πηγές ενέργειας που χαρακτηρίζονται, μεταξύ άλλων, από το γεγονός ότι είναι πρακτικά ανεξάντλητες



Εικόνα 112 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητες και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. [48]

και προκαλούν τη μικρότερη δυνατή περιβαλλοντική ρύπανση. Γι' αυτό και αναφέρονται και ως «καθαρές ενεργειακές πηγές ή τεχνολογίες». Οι ΑΠΕ είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και η σχεδόν αποκλειστική πηγή ενέργειας μέχρι την εμφάνιση του άνθρακα και κυρίως των υδρογονανθράκων (πετρέλαιο και φυσικό αέριο).

Οι ΑΠΕ παρουσιάζουν μια σειρά από κοινά πλεονεκτήματα.

4.1.3.1 Ενεργειακά οφέλη

Λόγω της γεωγραφικής τους διασποράς, οι ΑΠΕ συμβάλλουν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, καλύπτοντας άμεσα τις ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο και περιορίζοντας τις απώλειες από τη μεταφορά άλλων μορφών ενέργειας. Η παραγωγή της ενέργειας γίνεται από μονάδες σχετικά μικρής δυναμικότητας, οι οποίες βρίσκονται συνήθως κοντά στον τόπο κατανάλωσης της ενέργειας. Έτσι, επιβραδύνεται η εκμετάλλευση των συμβατικών καυσίμων και μειώνεται η εξάρτηση από εισαγόμενες πηγές ενέργειας.

4.1.3.2 Οικονομικά οφέλη

Οι ΑΠΕ παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς την ταχύτητα της κατασκευής των ενεργειακών μονάδων και ως προς το μέγεθος των απαιτούμενων έργων (η παραγωγή ενέργειας γίνεται από μονάδες σχετικά μικρής δυναμικότητας). Η διάρκεια της κατασκευής έργων ΑΠΕ ελαττώνεται μέχρι και το 1/5 του χρόνου που απαιτείται για την κατασκευή συμβατικών ενεργειακών έργων.

Με τη χρήση των ΑΠΕ επιτυγχάνονται απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και σημαντική προστασία του περιβάλλοντος. Ακόμη, το μηδενικό κόστος της πρώτης ύλης, σε συνδυασμό με τις μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης, συνεπάγεται ιδιαίτερα περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Έτσι, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους.

4.1.3.3 Κοινωνικά οφέλη

Η χρήση των ΑΠΕ ελαττώνει τους κινδύνους που προκαλούνται στην υγεία από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Γι' αυτό η αξιοποίησή τους έχει γενικά καλή κοινωνική αποδοχή. Επίσης, οι ΑΠΕ μπορεί να αποτελέσουν, σε πολλές περιπτώσεις, μοχλό για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και να συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας περιοχής, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια). Ακόμη, οι επενδύσεις των ΑΠΕ μπορεί να δημιουργήσουν πολλές θέσεις εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.

4.1.3.4 Περιβαλλοντικά οφέλη

Οι ΑΠΕ, υποκαθιστώντας τα συμβατικά καύσιμα, συνεισφέρουν στην ελάττωση των εκπομπών διαφόρων ρύπων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα που ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα οξείδια θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.

4.1.3.5 Μειονεκτήματα των ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που παρεμποδίζουν την ευρεία αξιοποίησή τους και την ταχύτερη ανάπτυξή τους. Αυτά είναι:

- το αυξημένο κόστος επένδυσης σε μονάδες εκμετάλλευσης των ΑΠΕ, σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μονάδες των συμβατικών καυσίμων,
- εκτεταμένες εγκαταστάσεις για την παραγωγή ενέργειας μεγάλης ισχύος,
- αυξημένες διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους, κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που δημιουργεί την ανάγκη χρήσης και άλλων ενεργειακών πηγών,
- κάποιες ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οπωσδήποτε όμως πολύ μικρότερες από αυτές των συμβατικών ενεργειακών πηγών και συνήθως αναστρέψιμες,
- έλλειψη ευαισθητοποίησης του κοινού στη χρήση των ΑΠΕ,
- προσανατολισμός της τεχνολογικής έρευνας προς εκμετάλλευση των συμβατικών ενεργειακών πηγών.

4.1.3.6 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η χώρα μας έχει πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα για όλες σχεδόν τις μορφές των ΑΠΕ. Καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ισχυροί άνεμοι επικρατούν στο Αιγαίο, ενώ η ηλιοφάνεια είναι από τις υψηλότερες στην Ευρώπη. Επίσης, υπάρχουν αξιοσημείωτο δυναμικό για μικρά υδροηλεκτρικά έργα στη Βόρειο Ελλάδα και γεωθερμική ενέργεια στα νησιά του Αιγαίου, τη Θράκη και τη Μακεδονία. Ακόμη, με τη χρήση των ΑΠΕ είναι δυνατές και κάποιες άλλες εφαρμογές, όπως η τηλεθέρμανση (κεντρική παραγωγή θερμότητας η οποία στη συνέχεια διανέμεται σε ένα οικισμό, για να θερμανθούν τα σπίτια των κατοικιών) ή η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού για την παραγωγή πόσιμου νερού. Η τελευταία εφαρμογή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα άνυδρα νησιά του Αιγαίου.

Οι κυριότερες μορφές των ΑΠΕ, οι οποίες εξετάζονται στη συνέχεια, είναι:

- η Ηλιακή Ενέργεια,
- η Αιολική Ενέργεια,
- η Υδροηλεκτρική Ενέργεια,
- η Ενέργεια από Βιομάζα,
- η Γεωθερμική Ενέργεια.

4.1.4 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος αποτελεί μια μεγάλη και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές, είναι η ομαλή κατανομή της στο χώρο. Έτσι δεν απαιτείται πάντα η μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, καθώς μπορεί να εγκατασταθούν μικρά ηλιακά συστήματα, στον τόπο χρησιμοποίησης της ενέργειας.

Ως μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας μπορούν να θεωρηθούν:

α) Η ασυνεχής κατανομή της ηλιακής ενέργειας (ημέρα-νύχτα, σύννεφα, χειμώνας-καλοκαίρι). Για το λόγο αυτό επιδιώκεται η αποθήκευση και η χρησιμοποίηση της, σε συνδυασμό με άλλες ενεργειακές πηγές.

β) Η μικρή ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας της ηλιακής ενέργειας που δέχεται η Γη. Για να αξιοποιηθεί λοιπόν αυτή η ενέργεια, απαιτούνται διάφορα συστήματα συλλογής και μετατροπής.

Τα ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε:

α) ενεργητικά ηλιακά συστήματα, που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα (π.χ. ηλιακοί συλλέκτες),

β) παθητικά ηλιακά συστήματα, που αναφέρονται στις κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας,

γ) φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

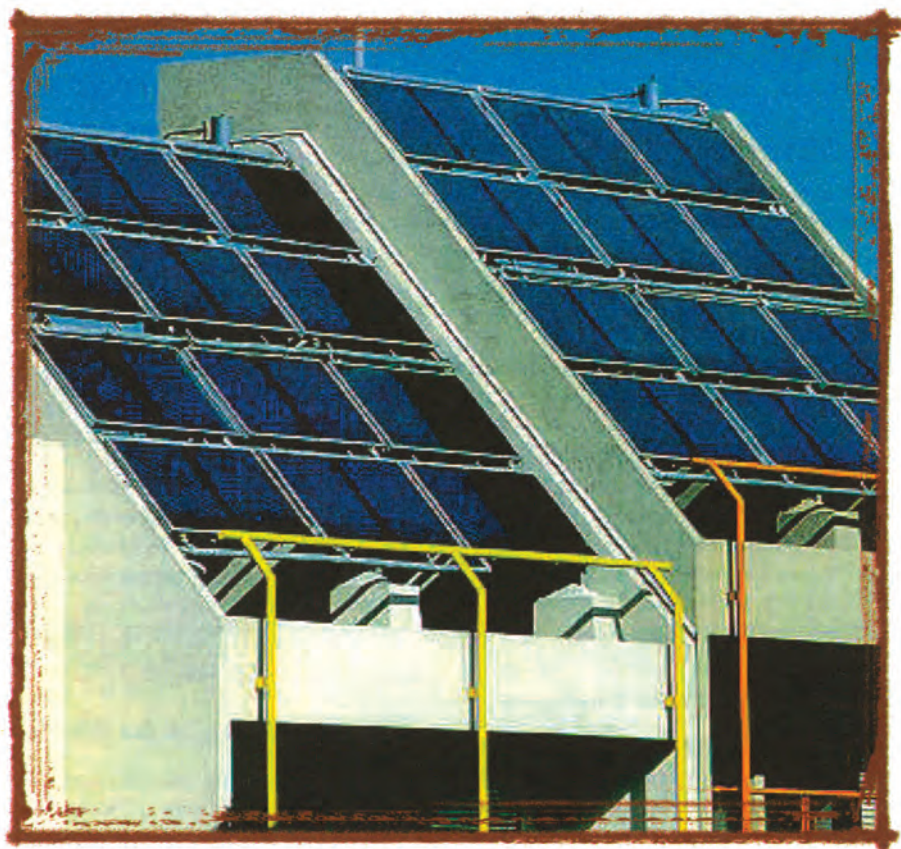
Υπάρχουν ακόμη και τα υβριδικά ηλιακά συστήματα, ένας συνδυασμός παθητικών και ενεργειακών ηλιακών συστημάτων, όπως π.χ. ένα κτίριο εφοδιασμένο με παθητικά συστήματα στο οποίο έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα έχουν γνωρίσει σημαντική διάδοση τα τελευταία χρόνια, φθάνοντας σε υψηλά επίπεδα τεχνολογικής και εμπορικής ωριμότητας, ενώ τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα αναμένεται να εξαπλωθούν ευρύτερα στο άμεσο μέλλον.

Το ηλιακό δυναμικό σε μια περιοχή εξαρτάται από τη διάρκεια της ηλιοφάνειας σ' αυτή. Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας καθιστά τη χώρα μας ιδιαίτερα ευνοημένη όσον αφορά τις ποσότητες της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι, στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο.

4.1.4.1 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Στα Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα χρησιμοποιούνται κατάλληλοι συλλέκτες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την αποθήκευσή της, με τη μορφή



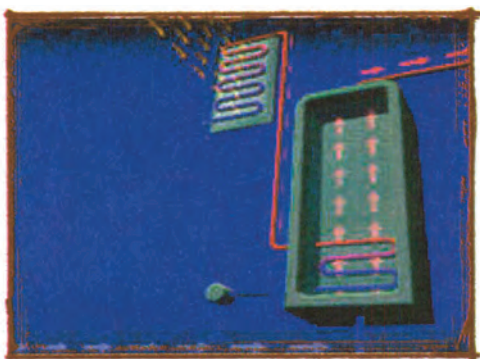
***Εικόνα 113** Ηλιακό χωριό του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας στην Πεύκη Αττικής. Ηλιακοί συλλέκτες στην οροφή των κτιρίων. [14]*

θερμότητας, σε νερό, αέρα ή κάποιο άλλο ρευστό μέσο εναλλαγής της θερμότητας. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση διαφόρων μηχανικών μέσων.

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θέρμανση νερού οικιακής χρήσης. Άλλες εφαρμογές αναφέρονται στη θέρμανση και ψύξη χώρων και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της συλλεγόμενης θερμότητας, γνωστό και ως δεξαμενή, καθώς και από τις απαραίτητες σωληνώσεις κυκλοφορίας του μέσου εναλλαγής και μεταφοράς της θερμότητας. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη, όπου και θερμαίνεται κάποιο κατάλληλο ρευστό. Στη συνέχεια, η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται, με φυσικό ή τεχνητό τρόπο, στο δοχείο αποθήκευσης. Ο ηλιακός συλλέκτης του συστήματος αποτελείται από ένα θερμικά μονωμένο κιβώτιο που περιέχει, κάτω από ένα ή περισσότερα διαφανή καλύμματα, μια

απορροφητική επιφάνεια και κατάλληλα συγκολλημένους σ' αυτή σωλήνες, μέσα στους οποίους ρέει το μέσο εναλλαγής της θερμότητας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συλλεκτών, από τους οποίους οι επίπεδοι είναι οι πιο συνήθεις στις οικιακές εφαρμογές. Οι επίπεδοι είναι σχεδόν πάντα εγκατεστημένοι σταθερά σε ένα μέρος. Είναι αρκετά αποδοτικοί συλλέκτες γιατί έχουν τη δυνατότητα απορρόφησης, αλλά και άμεσης και έμμεσης ακτινοβολίας. Επειδή ο ήλιος δεν είναι πάντα διαθέσιμος τη στιγμή που υφίσταται ανάγκη για ζεστό νερό, στο σύστημα υπάρχει μια δεξαμενή στην οποία αποθηκεύεται το νερό που ζεσταίνεται στο συλλέκτη, όταν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, για να μπορεί αυτό να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη στιγμή υπάρχει ζήτηση.

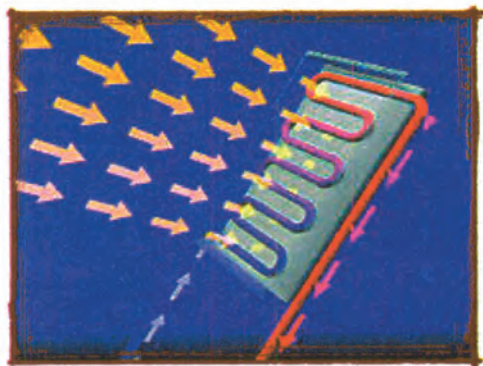


Εικόνα 114 Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού. [48]

Πέρα από την χρήση για τη θέρμανση του νερού σε κατοικίες, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ψύξης και για τον κλιματισμό χώρων. Σ' αυτή την περίπτωση, η συλλεγόμενη θερμότητα τροφοδοτεί ειδικές ψυκτικές μηχανές. Ακόμη, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με την εγκατάσταση ηλιακών θερμικών συστημάτων μπορεί να παραχθεί θερμότητα για τη θέρμανση χώρων.

Τέλος, τα συστήματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για να επιτευχθούν οι σχετικά μεγάλες θερμοκρασίες που απαιτούνται για το σκοπό αυτό, η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει με κάποιο τρόπο να συγκεντρωθεί σε μια μικρή περιοχή συλλογής. Η συγκέντρωση αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών κατόπτρων. Προκειμένου μάλιστα, να αυξηθεί η απόδοση των συστημάτων, εγκαθίστανται μηχανισμοί με τους οποίους οι συλλέκτες παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου, ώστε οι ηλιακές ακτίνες να είναι, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, κατά το δυνατό κάθετες σ' αυτούς.

Τα προβλήματα που αφορούν τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αναφέρονται κυρίως στην αισθητική και δημιουργούνται κυρίως από τους ηλιακούς συλλέκτες/θερμοσίφωνες, που εγκαθίστανται στην κορυφή των



Εικόνα 115 Ηλιακός συλλέκτης. [48]

κτιρίων. Η χρήση κεντρικών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ζεστού νερού στα κτίρια μειώνει στο ελάχιστο τα προβλήματα αισθητικής. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από τους συλλέκτες που τοποθετούνται στην οροφή ή στο έδαφος και τη δεξαμενή αποθήκευσης στο υπόγειο. Τα ίδια ισχύουν και για τη χρήση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση και ψύξη χώρων.

Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, από την εκμετάλλευση τέτοιων συστημάτων μπορεί να εξοικονομηθούν σημαντικές ποσότητες συμβατικών καυσίμων και συγχρόνως να αποτραπεί η εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα έχουν ευρεία εφαρμογή στη χώρα μας, κυρίως για τη θέρμανση νερού προς χρήση, σε οικίες, ξενοδοχεία και κολυμβητήρια. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού για οικιακή χρήση (ηλιακοί θερμοσίφωνες) έχουν γνωρίσει εντυπωσιακή εξάπλωση τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, κυρίως λόγω των φορολογικών ελαφρύνσεων που έχουν όσοι εγκαθιστούν τέτοια συστήματα. Από τους ηλιακούς συλλέκτες που βρίσκονται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης 17 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα), το 1/3 περίπου βρίσκεται εγκατεστημένο στην Ελλάδα (2,3 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα).



Εικόνα 116 Κεντρικό ηλιακό σύστημα στο εμφιαλωτήριο της *Achaia Clauss* στην Πάτρα. [48]

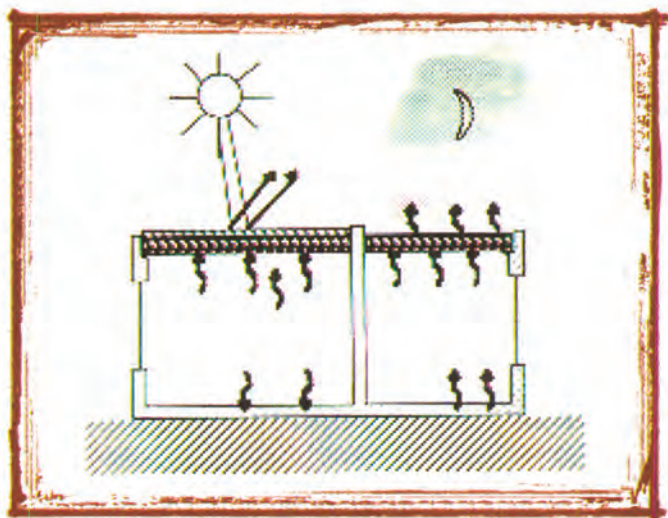
4.1.4.2 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Παθητικά ηλιακά συστήματα είναι τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους δομικά στοιχεία των κτιρίων, που υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για το φυσικό φωτισμό των κτιρίων, τη θέρμανσή τους το χειμώνα και για το δροσίσιμά τους το καλοκαίρι.

Τα κτίρια, δηλαδή, μπορεί να σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε, με την εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου και της βλάστησης, να επιτυγχάνονται στο εσωτερικό τους συνθήκες θερμικής άνεσης, με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας. Ένας τέτοιος σχεδιασμός αποκαλείται συνήθως βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού, η επαρκής μόνωση, ο σωστός προσανατολισμός και σχήμα του κτιρίου, καθώς και η κατάλληλη διαμόρφωση, όταν είναι δυνατό, του περιβάλλοντος χώρου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς περιορίζονται οι ανάγκες του κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη και τεχνητό φωτισμό. Παράλληλα, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες διαβίωσης σ' αυτό. Δεδομένου ότι το κόστος εφαρμογής τέτοιων μεθόδων είναι αρκετά χαμηλό σε μια νέα κατασκευή, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού τα τελευταία χρόνια.

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Σύμφωνα με αυτό, η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τις γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων (παράθυρα) του κτιρίου και η θερμότητά της εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του, θερμαίνοντας τόσο τα δάπεδα και τους τοίχους, όσο και τον εσωτερικό αέρα. Μέρος αυτής της αποθηκευμένης θερμότητας αποδίδεται αργότερα, κατά τις ώρες που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια, θερμαίνοντας το χώρο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 117 Με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας [48]

Χαρακτηριστικές εφαρμογές γίνονται από ορισμένα στοιχεία μιας οικοδομής τα οποία εκτός από τον οικοδομικό ρόλο τους, έχουν τη δυνατότητα να παίρνουν την ηλιακή ενέργεια και να την αποδίδουν σε χρησιμοποιήσιμη ενέργεια, χωρίς την παρεμβολή κάποιων άλλων συστημάτων μετατροπής ή μεταφοράς. Σαν τέτοια στοιχεία χρησιμοποιούνται οι στέγες και οι τοίχοι που έχουν ηλιακό προσανατολισμό. Η επιφάνειά τους βάφεται με σκούρο χρώμα και καλύπτεται αεροστεγανά με

γυαλί σε απόσταση ορισμένων εκατοστών, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εύκολης κυκλοφορίας του αέρα στο διάκενο.

Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή των παθητικών συστημάτων δροσισμού, είναι η ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή η παρεμπόδιση της εισόδου σ' αυτό των ανεπιθύμητων, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ακτίνων του ήλιου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον κατάλληλο σχεδιασμό των κτιρίων, καθώς και με τη χρήση διάφορων ειδών σκιάστρων (εξωτερικών ή εσωτερικών, μόνιμων ή κινητών). Αλλά και η βλάστηση μπορεί να προσφέρει ηλιοπροστασία στους τοίχους και τα ανοίγματα του κτιρίου. Ειδικά τα φυλλοβόλα δένδρα έχουν το πλεονέκτημα ότι παρέχουν σταδιακή ηλιοπροστασία από την άνοιξη έως το φθινόπωρο, ενώ το χειμώνα επιτρέπουν στις ηλιακές ακτίνες να εισέρχονται στο κτίριο.

Η ανανέωση του ζεστού εσωτερικού αέρα με δροσερό εξωτερικό αέρα, μπορεί να επιτευχθεί με τον φυσικό αερισμό, που βασίζεται κυρίως στη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Για το λόγο αυτό απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου και η σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων (παραθύρων) στο κέλυφός του. Ακόμη, μπορεί να εγκατασταθούν και πιο σύνθετα συστήματα για την υποβοήθηση του φυσικού αερισμού και δροσισμού, όπως είναι τα ανοίγματα εξαερισμού, οι ανεμιστήρες οροφής κλπ.

Με την κατάλληλη διάταξη των χώρων και των ανοιγμάτων ενός κτιρίου μπορεί να εξασφαλισθεί και ο φυσικός φωτισμός του, με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο φυσικός φωτισμός συμβάλλει στην εξασφάλιση της κατάλληλης ποσότητας φωτισμού στο χώρο και στην καλή ποιότητά του, για άνετη και ξεκούραστη όραση. Όσο μεγαλύτερα και περισσότερα είναι τα ανοίγματα (παράθυρα) και όσο μικρότερο είναι το βάθος των χώρων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται σ' αυτούς. Παράλληλα, υποβοηθείται η ομοιόμορφη κατανομή του φωτός.

Τα οφέλη από τα παθητικά συστήματα και γενικότερα από το βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι οικονομικά, και κυρίως περιβαλλοντικά, τόσο λόγω της μείωσης των εκπομπών διαφόρων αερίων στο περιβάλλον, όσο και με τη δημιουργία ενός πιο ανθρώπινα δομημένου περιβάλλοντος. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι μόνο αισθητικές. Με την κατάλληλη ένταξη στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, μπορεί να ελαχιστοποιηθούν.

Οι δυνατότητες των παθητικών συστημάτων στην εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα είναι πολύ μεγάλες, διότι συντρέχουν τα ακόλουθα στοιχεία:

- α) μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας το χρόνο,
- β) ήπιο κλίμα καθ' όλο τον χρόνο, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια του χρόνου,
- γ) μικρή οικονομική επιβάρυνση στο κόστος κατασκευής των ηλιακών παθητικών συστημάτων στα κτίρια, σε σύγκριση με τις συμβατικές κατασκευές.

4.1.4.3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) αποτελούν μία από τις ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες με τις καλύτερες προοπτικές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο. Παρ' όλο που το κόστος τους μειώνεται συνεχώς με γρήγορους ρυθμούς (25% στα τελευταία πέντε χρόνια), η παραγόμενη από τα Φ/Β ενέργεια συνεχίζει να είναι ακόμη πιο ακριβή από την αντίστοιχη ενέργεια που παράγεται από συμβατικές μορφές. Τα Φ/Β είναι, όμως, οικονομικά ανταγωνιστικά σε περιοχές όπου δεν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο παραγωγής (απομονωμένοι οικισμοί, νησιά, κλπ.).

Στα φωτοβολταϊκά συστήματα, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική, μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Το φαινόμενο αυτό συνίσταται στην εμφάνιση ηλεκτρικής διαφοράς δυναμικού, όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε ορισμένα υλικά, τους ημιαγωγούς. Πρόκειται για κρυσταλλικά στερεά, όπως το πυρίτιο ή το γερμάνιο, με ηλεκτρική αγωγιμότητα ενδιάμεση, μεταξύ ενός καλού αγωγού και ενός κακού αγωγού.

Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων, που συνδέονται ηλεκτρονικά μεταξύ τους, ονομάζεται φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Η ηλεκτρική ισχύς μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας είναι το άθροισμα της ενέργειας, που παράγουν όλα τα φωτοβολταϊκά στοιχεία της στη μονάδα του χρόνου. Φωτοβολταϊκή συστοιχία ονομάζεται ένα σύνολο φωτοβολταϊκών γεννητριών κατάλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους. Ένα τυπικό αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές) και το σύστημα μετατροπής ισχύος.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατατάσσονται σε α) αυτόνομα, όπου η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται εξολοκλήρου από τον χρήστη και β) συνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής, όπου ένα τμήμα της παραγόμενης ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται τα τελευταία χρόνια στην εφαρμογή των Φ/Β στα κτίρια. Τα Φ/Β προσαρμόζονται στις στέγες και τις προσόψεις, σε σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι τα ακόλουθα:

- Παράγουν απ' ευθείας ηλεκτρικό ρεύμα.
- Μπορούν να ενσωματωθούν, ως κύρια δομικά στοιχεία, στην αρχιτεκτονική ενός κτιρίου (π.χ. σε οροφές, προσόψεις κτιρίων) και να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία του.
- Έχουν αθόρυβη λειτουργία.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (15 με 20 χρόνια) και αξιοπιστία, χωρίς μάλιστα να εμφανίζουν απαιτήσεις συντήρησης.

- Έχουν μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας
- Υπάρχει η δυνατότητα επέκτασής τους ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Σημαντικό μειονέκτημα για τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε ευρεία κλίμακα θεωρείται το μεγάλο κόστος της παραγόμενης ενέργειας, σε σχέση με αυτή που παράγεται από συμβατικές πηγές. Αυτό οφείλεται στο αυξημένο κόστος αρχικής εγκατάστασης και στην απαίτηση χρήσης συσσωρευτών για την αποθήκευση ενέργειας σε αυτόνομα συστήματα. Τα τελευταία όμως χρόνια βελτιώνεται η απόδοσή τους και αυξάνεται ο όγκος παραγωγής τους, με αποτέλεσμα το κόστος τους να μειώνεται διαρκώς. Άλλο μειονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β συστημάτων είναι η απαίτηση χρήσης σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάστασή τους.



Εικόνα 118 Αυτόνομο Φ/Β σύστημα τηλεπικοινωνιών στο Όρος Δίρφη. [48]

Λόγω των συγκριτικών τους πλεονεκτημάτων, τα φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίστανται σε περιοχές όπου είναι ασύμφορο, δύσκολο ή αδύνατο να μεταφερθεί ηλεκτρικό ρεύμα από το υπάρχον δίκτυο (ορεινές περιοχές, μικρά νησιά ή βραχονησίδες κλπ.). Υπάρχουν βέβαια και μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν τις ανάγκες μικρών οικισμών, ξενοδοχείων ή σχολείων.

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις, για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας. Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθιστά ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Σήμερα υπάρχουν αρκετοί χρήστες, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου, για τους οποίους τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται η πιο ενδεδειγμένη και οικονομική λύση για την κάλυψη των ηλεκτρικών τους αναγκών.

Η πρώτη μεγάλη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων που κατασκευάστηκε στη χώρα μας (από τη ΔΕΗ) είναι το Φωτοβολταϊκό Πάρκο της Κύθνου, το οποίο έχει μέγιστη δυνατότητα εξόδου 100kW και τροφοδοτεί το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο, μειώνοντας, με τον τρόπο αυτό, την ποσότητα ενέργειας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα. Μεγάλες επενδύσεις για την ανάπτυξη των Φ/Β συστημάτων, έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια στην Κρήτη.



Εικόνα 119 Μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα, ιδίως σε περιοχές όπου υπάρχουν προβλήματα τροφοδοσίας από το κεντρικό δίκτυο.

4.1.5 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια έμμεση μορφή - όπως και όλες οι ΑΠΕ άλλωστε - της ηλιακής ενέργειας. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία δημιουργεί διαφορές πίεσης και θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας την κίνηση των αερίων μαζών, τους ανέμους.

Η ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο, από την αρχαιότητα, με τους διάφορους ανεμόμυλους. Στη σύγχρονη εποχή, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Οι μηχανές αυτές ονομάζονται αιολικές μηχανές ή ανεμογεννήτριες και κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

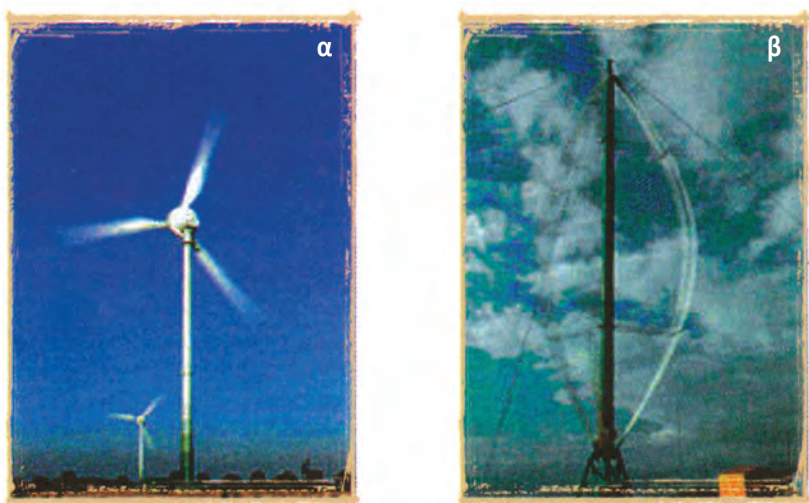
α) τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και περιστρέφεται γύρω από άξονα, που μπορεί να παρακολουθεί συνεχώς τη διεύθυνση του ανέμου και

β) τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός.

Σήμερα, στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90%.

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών αναπτύχθηκε σημαντικά τα τελευταία δέκα χρόνια και σήμερα θεωρείται ότι έχει φτάσει στο στάδιο της ωριμότητας. Οι αιολικές εγκαταστάσεις αναπτύσσονται, με ένα μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης κατά 36% την τελευταία πενταετία.

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθός της και από την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει. Ποικίλλει από μερικές δεκάδες Watt μέχρι μερικά Megawatt. Πριν από μερικά χρόνια το τυπικό μέγεθος μιας μονάδας σε αιολικό πάρκο ήταν 200-300 kW. Σήμερα ξεπερνά τα 500kW. Σε μερικά χρόνια αναμένεται να επικρατήσουν στην αγορά οι ανεμογεννήτριες μεγέθους 1 MW και πάνω. Παράλληλα όμως με την αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών, μειώθηκε και το κόστος κατασκευής και εγκατάστασής τους.



Εικόνα 120 Ανεμογεννήτριες: α) οριζόντιου άξονα και β) κατακόρυφου άξονα. [48]

Τα ενδεχόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά με τη σωστή επιλογή της θέσης εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, αλλά και με την εφαρμογή τεχνολογικών λύσεων. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

α) θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, ο οποίος όμως δεν είναι μεγαλύτερος από άλλες μηχανές αντίστοιχης ισχύος,

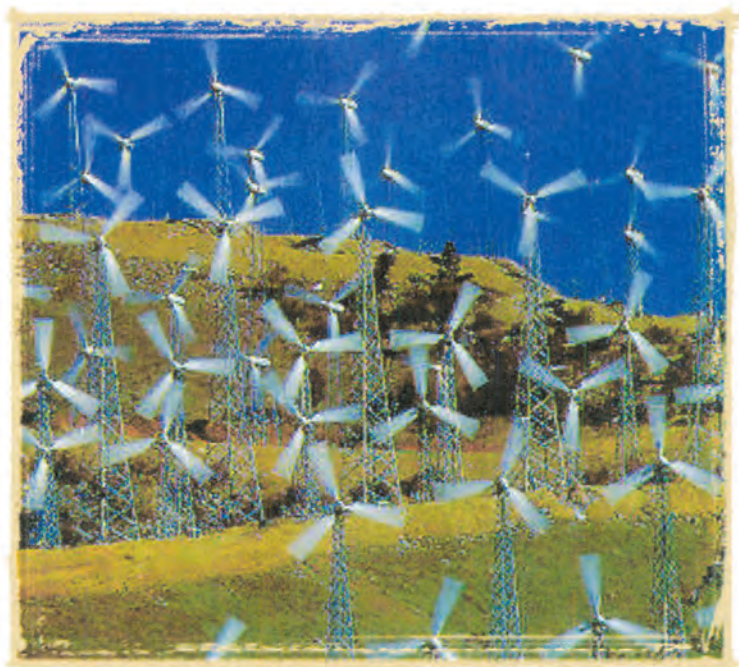
β) ενδεχόμενες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, την τηλεόραση και τις τηλεπικοινωνίες (λόγω ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας), οι οποίες όμως εμφανίζονται σπάνια,

γ) προβλήματα αισθητικής, όπως προσδιορίζονται από διάφορες παραμέτρους (μέγεθος της ανεμογεννήτριας, αριθμός και χρώμα των πτερυγίων, αριθμός των

ανεμογεννητριών σε ένα αιολικό πάρκο). Η αισθητική αλλοίωση του περιβάλλοντος από την εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική και σίγουρα είναι πολύ μικρότερη από την αλλοίωση που προκαλούν οι κολόνες μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος. Γίνονται όμως προσπάθειες, ώστε οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες να είναι αισθητικά αποδεκτές και να εγκαθίστανται μακριά από κατοικημένες περιοχές.

Η σημαντικότερη εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους με το ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Ένα αιολικό πάρκο (μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών) εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μια περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής της στο ηλεκτρικό σύστημα. Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να λειτουργούν και αυτόνομα, για την παραγωγή α) ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται β) μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια και γ) θερμότητας.

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε όσο το δυνατό πληρέστερα το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, δηλαδή την τοπική και χρονική κατανομή των ταχυτήτων του ανέμου. Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό για την ανάπτυξή της. Περιοχές που προσφέρονται για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι οι παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας - και κυρίως τα νησιά του Αιγαίου, όπου συχνά πνέουν ισχυροί άνεμοι έντασης 8 και 9 Μποφόρ.



Εικόνα 121 Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες μπορεί να συνεισφέρει στην παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας στα νησιά του Αιγαίου. [48]

Η δημιουργία, τα τελευταία χρόνια, του κατάλληλου θεσμικού και νομοθετικού πλαισίου για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και η παροχή χρηματοδοτήσεων για ανάλογα έργα είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αξιοποίηση αυτών των πλεονεκτημάτων της χώρας μας.

Από το 1982 η ΔΕΗ έχει προχωρήσει στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε όλα σχεδόν τα νησιά του Αιγαίου. Ακόμη, αιολικά πάρκα μεγάλης ισχύος είναι εγκατεστημένα στην Κρήτη. Μέχρι τα τέλη του 1998, είχαν εγκατασταθεί στην Ελλάδα ανεμογεννήτριες ισχύος 24 MW από τη ΔΕΗ και 13 MW από άλλους φορείς. Κατά συνέπεια η προοπτική διείσδυσης των ανεμογεννητριών στο ελληνικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής είναι ιδιαίτερα θετικές. Έτσι ένας στόχος 1.000 MW για το 2005 θεωρείται εφικτός.

4.1.6 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού των υδατοπτώσεων πραγματοποιείται από τις υδροηλεκτρικές μονάδες.

Μια υδροηλεκτρική μονάδα αποτελείται:

- από τον υδατοφράκτη ο οποίος έχει σκοπό να αυξήσει το ύψος της πτώσης του νερού και να δημιουργήσει τον ταμιευτήρα νερού, που δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης της παροχής,
- από το σύστημα των σωληνώσεων που οδηγούν το νερό στο εργοστάσιο,
- από τον αγωγό διαφυγής του νερού,
- από τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις θεωρούνται εκείνες, των οποίων η ισχύς είναι μικρότερη των 10 MW. Υπάρχουν όμως και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, με μεγαλύτερη παραγόμενη ισχύ.

Τα μικρά έργα καλύπτουν καλύτερα τις ενεργειακές ανάγκες χωρίς να προκαλούν κοινωνικά και οικολογικά προβλήματα. Το δυναμικό των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων είναι περιορισμένο, γιατί αφενός έχει γίνει ήδη σε μεγάλο βαθμό η εκμετάλλευση του και αφετέρου η δημιουργία νέων μονάδων παρουσιάζει δυσκολίες λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργεί. Αντίθετα, το δυναμικό των μικρών υδροηλεκτρικών είναι αρκετά μεγάλο και ανεκμετάλλευτο σε μεγάλο βαθμό μέχρι σήμερα, ενώ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι σαφώς μικρότερης εμβέλειας και πιο εύκολα αντιμετωπίσιμες.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των υδροηλεκτρικών μονάδων είναι τα ακόλουθα:

- Είναι μηχανήματα απλά στην κατασκευή και τη συντήρησή τους με μεγάλο χρόνο ζωής.
- Εξασφαλίζουν απλή λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων.
- Έχουν μικρό κόστος παραγωγής ενέργειας.
- Μπορούν να εξυπηρετούν συγχρόνως και άλλους σκοπούς (π.χ. άρδευση, ύδρευση, κλπ.).
- Δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον

Η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν παράγει διοξείδιο του άνθρακα ή άλλους ρύπους. Έτσι δεν έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, εκτός από την τοπική αύξηση της υγρασίας από εξάτμιση και μια μικρή επίδραση στη θερμοκρασία των γύρω περιοχών. Μερικά οικολογικά προβλήματα προκαλούνται από τις μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες. Οι περιβαλλοντικές αυτές επιπτώσεις μπορεί να είναι υδρολογικές (ροή νερού, υπόγεια νερά, παροχή νερού, άρδευση, κλπ.), οικολογικές (στη γη, στα φυτά και στα ζώα), κοινωνικές (μετακινήσεις ανθρώπων, αλλαγή συνηθειών, κλπ) ή οικονομικές (χρήσεις γης).

Ως μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσαν να θεωρηθούν:

- η διακύμανση της παραγόμενης ισχύος λόγω εποχικής διακύμανσης της παροχής,
- το μεγάλο αρχικό κεφάλαιο επενδύσεων, κυρίως στα μικρά υδροηλεκτρικά,
- ο μικρός αριθμός υδατοπτώσεων μεγάλης ισχύος,
- η εμφάνιση τεχνικών κατασκευαστικών προβλημάτων σε μερικές μονάδες.

Όσον αφορά την Ελλάδα, το εκμεταλλεύσιμο μικρο-υδροηλεκτρικό δυναμικό της -και κυρίως των βορείων περιοχών της (Ηπειρος, Μακεδονία) - είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών σ' αυτές τις περιοχές συμβάλλει στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας.



Εικόνα 122 Η εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού (υδραυλική ενέργεια) γίνεται από τις μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες. [48]

4.1.7 Ενέργεια από Βιομάζα

Η ενέργεια από βιομάζα είναι η χημική ενέργεια, η οποία εμπεριέχεται σε κάθε υλικό που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Η καύση της βιομάζας - είτε απ' ευθείας, είτε μετά τη μετατροπή της βιομάζας σε κατάλληλο καύσιμο - αποδίδει θερμική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποικιλία εφαρμογών.

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε προϊόν, υποπροϊόν ή κατάλοιπο προέρχεται από οργανική ύλη. Πιο συγκεκριμένα, ο όρος βιομάζα περιλαμβάνει:

- Τις φυσικές ύλες που προέρχονται, είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις λεγόμενες ενεργειακές καλλιέργειες, δηλαδή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό, όχι την παραγωγή τροφίμων ή βιομηχανικών πρώτων υλών, αλλά ενέργειας. Τέτοια φυτά είναι το σόργο το σακχαρόχο, ο ευκάλυπτος, το καλάμι κλπ.
- Τα προϊόντα, τα υποπροϊόντα και τα κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως τα άχυρα, τα κλαδιά δένδρων, τα φύκια, τα κτηνοτροφικά απόβλητα κ.ά.
- Τα υποπροϊόντα, που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των παραπάνω προϊόντων, όπως το ελαιοπυρηνόξυλο, τα υπολείμματα εκοκκισμού του βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.
- Τα αστικά λύματα και απορρίμματα, τα κτηνοτροφικά απορρίμματα, τα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, καθώς και τα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων.

Η χρήση της βιομάζας ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, όλες σχεδόν οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου καλύπτονταν από τις ΑΠΕ (βιομάζα, άνεμος, υδατοπτώσεις). Η σημαντικότερη πηγή ήταν - είτε άμεσα είτε έμμεσα - η βιομάζα (ξύλα, ζωική ενέργεια, κλπ.). Αργότερα, ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί τα λεγόμενα ορυκτά καύσιμα (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) τα οποία, όπως και η βιομάζα, προήλθαν από φωτοσύνθεση, που συνέβη όμως πριν από εκατομμύρια χρόνια και είναι αποθηκευμένη ενέργεια υψηλής ενέργειας.

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού, κλπ.) μετατρέπόμενη σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα, μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών εργασιών.

Τα πιθανά προβλήματα από την αξιοποίηση της βιομάζας που προέρχεται από αγροτικά/δασικά υπολείμματα και ενεργειακές καλλιέργειες είναι, κατά κύριο λόγο, οι ατμοσφαιρικές εκπομπές και ο θόρυβος από τα οχήματα μεταφοράς της βιομάζας. Επίσης, κατά τη φάση μετατροπής/αξιοποίησης της βιομάζας, παράγονται διάφορα αέρια (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, καπνός κλπ.) που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα

Μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα, το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας, καλυπτόταν από τα καυσόξυλα και τους ξυλάνθρακες (μορφή βιομάζας). Σήμερα, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα αντιστοιχεί στο 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργία. Ακόμη, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία (εκκοκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κλπ.), σε περιορισμένη όμως κλίμακα ακόμα.

4.1.8 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης, συνδέεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε βάθος από την επιφάνεια της Γης, και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Η γεωθερμία, ως πηγή ενέργειας, είναι σχετικά ήπια και πρακτικά ανεξάντλητη. Με την έννοια αυτή θεωρείται ΑΠΕ που σχετίζεται με την ηφαιστειογενή και τη γενικότερη γεωδυναμική κατάσταση μιας περιοχής. Πρόκειται για μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, η οποία με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές πηγές.

Εάν η θερμοκρασία των ρευστών στο εσωτερικό της Γης είναι μεγαλύτερη των 25° C, αυτά ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά. Η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως: α) υψηλής ενθαλπίας, όταν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού είναι μεγαλύτερη από 150° C β) μέσης ενθαλπίας, όταν η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται μεταξύ 100 και 150° C γ) χαμηλής ενθαλπίας, όταν η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται μεταξύ 25 και 100° C. Κάποιες φορές, τα γεωθερμικά ρευστά-εμφανίζονται επιφανειακά, με τη μορφή πιδάκων θερμού νερού ή ατμού, ενώ άλλες φορές πρέπει να γίνει γεώτρηση για να αποληφθούν.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία εφαρμογών, ανάλογα με την ποιότητά της. Έτσι, τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ρευστά μέσης και χαμηλής ενθαλπίας είναι περισσότερο κατάλληλα για χρήση σε θερμικές εφαρμογές.

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως αφορά τη θέρμανση θερμοκηπίων και τις υδατοκαλλιέργειες (θέρμανση του νερού εκτροφής των ψαριών). Μια άλλη χρήση της γεωθερμίας είναι η τηλεθέρμανση. Έτσι ονομάζεται η παροχή ζεστού νερού από ένα κεντρικό σταθμό παραγωγής της θερμότητας, με σκοπό τη θέρμανση των διαφόρων χώρων, καθώς και για την απευθείας χρήση του νερού, σε ένα σύνολο κτιρίων, ένα οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη. Το ζεστό νερό μεταφέρεται, μέσω δικτύου αγωγών, από το σταθμό προς τα κτίρια/καταναλωτές.

Το γεγονός ότι τα γεωθερμικά ρευστά είναι συνήθως πλούσια σε διαλυμένα άλατα, καθώς και άλλες χημικές ενώσεις και ουσίες, μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα, κατά την απόρριψη των ρευστών στο περιβάλλον.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα συστήματα γεωθερμικής ενέργειας συνδέονται κυρίως με α) τις αέριες εκπομπές (μερικές φορές πάλι, υπάρχουν εγκλωβισμένα στους ταμειυτήρες δύσσομα αέρια, όπως το υδρόθειο, τα οποία όταν διαχυθούν στην ατμόσφαιρα, μπορεί να προκαλέσουν υποβάθμιση του περιβάλλοντος) β) τα υγρά απόβλητα (το νερό που προέρχεται από τα γεωθερμικά

πεδία περιέχει μεγάλα ποσά από διαλυμένα στερεά άλατα) γ) το θόρυβο (η κύρια πηγή θορύβου μπορεί να προκληθεί από ατμό υψηλής πίεσης που απελευθερώνεται μερικές φορές).



Εικόνα 123 Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση θερμοκηπίων. [48]

Η γεωθερμία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρέως στη χώρα μας, ιδιαίτερα στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού, με σκοπό την απόληψη πόσιμου νερού. Η Ελλάδα έχει δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία της τάξης των 150 MW, το οποίο, όμως, για διάφορους λόγους, παραμένει ανεκμετάλλευτο. Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας έχουν εντοπισθεί στο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου.

Σήμερα, στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές της περιορίζονται στη θέρμανση θερμοκηπίων. Κατά καιρούς, έχουν γίνει πειραματικά εφαρμογές της σε υδατοκαλλιέργειες και ξηραντήρια βαμβακιού.

4.1.9 Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, η αξιοποίηση των ΑΠΕ, η χρήση δηλαδή εναλλακτικών πηγών ενέργειας και η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από ΑΠΕ έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια και παρουσιάζει οικονομικό όφελος, το οποίο ενισχύεται περαιτέρω εάν συνυπολογιστεί και το αντίστοιχο περιβαλλοντικό όφελος. Η διαθέσιμη σήμερα τεχνολογία προσφέρει σημαντικές δυνατότητες,

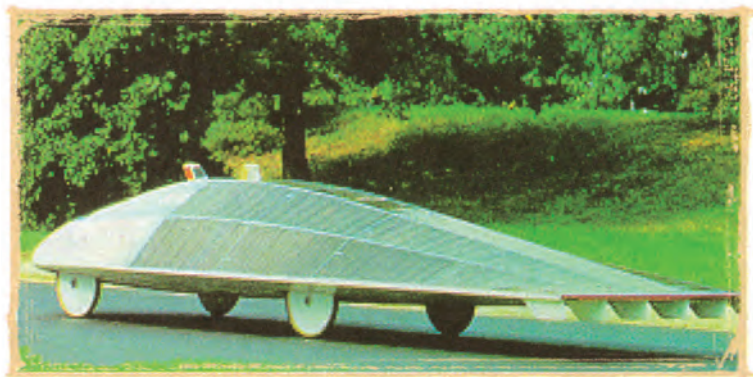
ώστε η λειτουργία των νέων μονάδων που εγκαθίστανται να είναι φιλική προς το περιβάλλον, παρέχοντας την ενέργεια που απαιτείται, χωρίς να επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα.

Εκτός όμως από τη μείωση των εκπομπών ρύπων, με τη χρήση των ΑΠΕ περιορίζεται και ο ρυθμός εξάντλησης των παγκοσμίως διαθέσιμων αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Αν και οι εκτιμήσεις για το χρόνο ζωής των αποθεμάτων αυτών ποικίλουν (σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα για τα παγκόσμια αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου και το σημερινό ρυθμό άντλησής τους, υπολογίζεται ότι αυτά επαρκούν για 68 έτη περίπου, ενώ για το πετρέλαιο η αντίστοιχη διάρκεια εκτιμάται σε 45 έτη), είναι δεδομένο ότι στο εγγύς μέλλον αυτά θα εξαντληθούν. Η παράλληλη λοιπόν αξιοποίηση των ΑΠΕ παρατείνει το χρόνο, κατά τον οποίο τα συμβατικά καύσιμα θα είναι διαθέσιμα.

Πρωταρχικός στόχος του πλαισίου δράσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις ΑΠΕ είναι ο διπλασιασμός της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το έτος 2010 (το ποσοστό αυτό για το 1998 ανερχόταν στο 6%). Οι νέες ευνοϊκές συνθήκες που διαμορφώθηκαν τα τελευταία χρόνια σε ευρωπαϊκό και σε εθνικό επίπεδο (νέο θεσμικό πλαίσιο, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, πρόγραμμα για τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα) ανοίγουν σημαντικές προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Η Ελλάδα βρίσκεται στην πλεονεκτική θέση να έχει ένα τεράστιο δυναμικό σε όλες τις ΑΠΕ. Κατά συνέπεια θα πρέπει να θέσει ένα στόχο ανώτερο από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Η συνεισφορά των συστημάτων ΑΠΕ για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας είναι μεγάλη και για τη διαφύλαξη των εγχώριων αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων, τη μείωση της εξαγωγής συναλλάγματος, τον περιορισμό της ανεργίας, αλλά και την περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, καθώς τα συστήματα αυτά εγκαθίστανται κυρίως σε αγροτικές ή/και απομακρυσμένες περιοχές.

Ένα εθνικό πρόγραμμα ανάπτυξης των ΑΠΕ δεν πρόκειται να έχει σημαντική προστιθέμενη αξία για την ελληνική οικονομία και κοινωνία, εάν παράλληλα δεν ενεργοποιηθεί στο χώρο των ΑΠΕ - στο μέγιστο δυνατό βαθμό - η ελληνική κατασκευαστική βιομηχανία. Οι επενδύσεις που αποσκοπούν στην ανάπτυξη εγχώριας τεχνολογίας ΑΠΕ και σε μονάδες κατασκευής και παραγωγής προϊόντων εκμετάλλευσής τους (π.χ. εργοστάσια κατασκευής ανεμογεννητριών, λέβητες βιομάζας, συσσωρευτές, αυτοματισμοί φωτοβολταϊκών συστημάτων, κλπ.) Πρέπει να ενισχυθούν με ειδικά μέτρα, ώστε να δοθούν κίνητρα για τη μαζική ανάπτυξη νέων θέσεων εργασίας, ειδικά σε περιοχές που υπάρχει μεγάλο πρόβλημα ανεργίας. Πρέπει, ακόμη, να ληφθούν μέτρα που αφορούν τη σύνδεση-ενσωμάτωση των ΑΠΕ στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικό στις νησιωτικές περιοχές, όπου υπάρχει μεγάλο αιολικό δυναμικό.



Εικόνα 124 Οι ΑΠΕ μπορεί να χρησιμοποιηθούν για ένα πλήθος εφαρμογών, όπως, για παράδειγμα, για την κίνηση οχημάτων που τροφοδοτούνται από ηλιακή ενέργεια. (11)

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιες είναι οι διάφορες μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ);
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι ΑΠΕ σε σχέση με τις άλλες μορφές ενέργειας;
3. Σε πόσες και ποιες κατηγορίες διακρίνονται τα ηλιακά συστήματα;
4. Θεωρείται ότι στην Ελλάδα μπορεί να βρουν εκτεταμένη εφαρμογή τα ηλιακά συστήματα;
5. Ποια είναι τα προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ανεμογεννητριών;
6. Με ποιο τρόπο γίνεται η εκμετάλλευση της υδροηλεκτρικής ενέργειας;
7. Τι περιλαμβάνει ο όρος βιομάζα;
8. Να αναφέρετε τις βασικότερες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας.
9. Ποιες από τις ΑΠΕ θεωρείται ότι έχουν πεδίο εφαρμογής στην Ελλάδα; Για ποιο λόγο;

4.2 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η χρήση της πυρηνικής τεχνολογίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είχε εμφανιστεί παλαιότερα ως μια πολύ ικανοποιητική λύση στο πρόβλημα της αυξημένης ζήτησης ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα.

Αργότερα όμως - και ιδιαίτερα μετά το ατύχημα στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσέρνομπιλ - οι επιστήμονες άρχισαν να αντιμετωπίζουν την πυρηνική ενέργεια με περισσότερο σκεπτικισμό.

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι αρχές λειτουργίας των πυρηνικών αντιδραστήρων, ενώ γίνεται ιδιαίτερη μνεία στη διάθεση των αποβλήτων των πυρηνικών εργοστασίων.

4.2.1 Πυρηνικά εργοστάσια και κίνδυνοι από τη λειτουργία τους

Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η χρήση της πυρηνικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φαινόταν να αποτελεί μια καθαρή και οικονομικά συμφέρουσα λύση. Οι αισιόδοξες προβλέψεις των δεκαετιών που ακολούθησαν μιλούσαν για μεγάλο αριθμό αντιδραστήρων που το 2000 θα παρήγαγαν περίπου το 50% του παγκοσμίου παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Πολλοί ήταν εκείνοι που παρουσίαζαν την πυρηνική ενέργεια ως λύση για την αναχαίτιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της μη εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες.

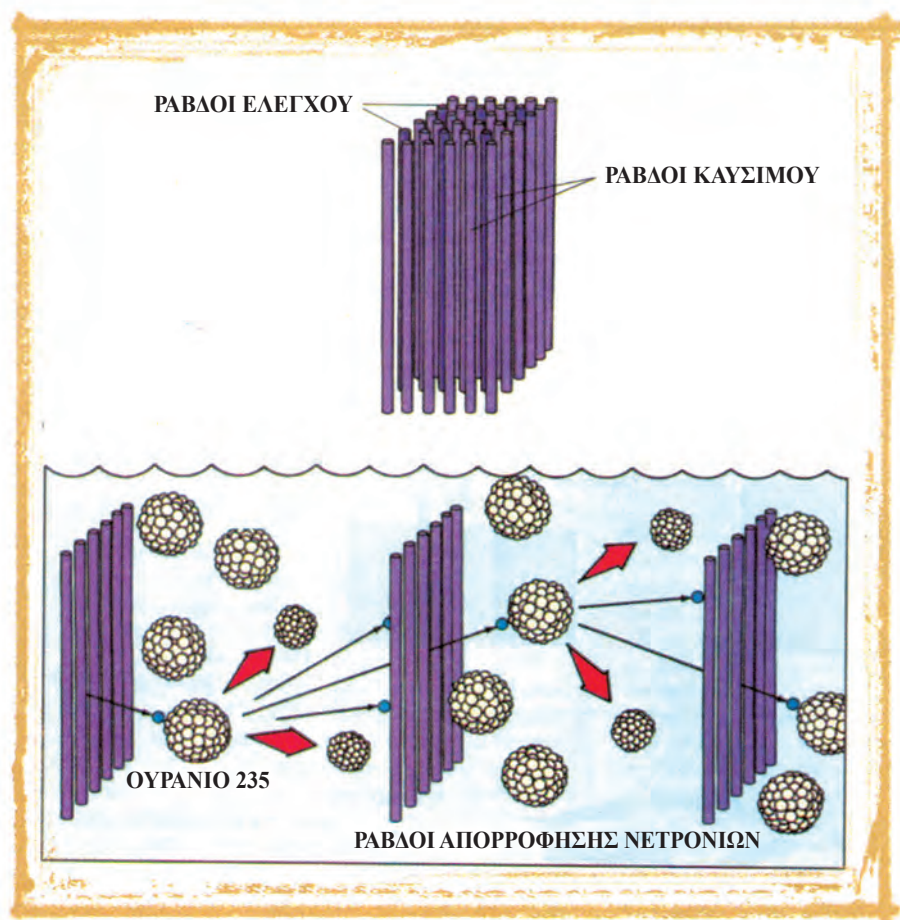
Σήμερα πια όλες αυτές οι προβλέψεις αντιμετωπίζονται με πολύ μεγάλες επιφυλάξεις μετά και από τα ατυχήματα στο Τσέρνομπιλ και στο Three Miles Island.

4.2.2 Λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων

Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας απαιτεί υψηλών προδιαγραφών υποδομές σχετικά με τις ακολουθούμενες μεθόδους και τις χρησιμοποιούμενες εγκαταστάσεις, αρχίζοντας από την εξόρυξη του μεταλλεύματος ουρανίου και καταλήγοντας στη διάθεση των ραδιενεργών αποβλήτων.

Η πυρηνική ισχύς παράγεται με την εκμετάλλευση της ενέργειας της ατομικής σχάσης, δηλαδή της διαίρεσης του ατομικού πυρήνα. Κατά τη διάσπαση αυτή προκύπτουν ελαφρότεροι από τους αρχικούς πυρήνες και απελευθερώνουν ενέργεια και νετρόνια, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν σχάση σε άλλα άτομα κ.ο.κ. Έχουμε, δηλαδή, σ' αυτή την περίπτωση αλυσιδωτές αντιδράσεις. Στους σημερινούς εμπορικούς αντιδραστήρες οι σχάσεις αυτές πραγματοποιούνται σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και τα νετρόνια κρατούν την ταχύτητα που είναι επιθυμητή για τη συντήρηση των αλυσιδωτών αντιδράσεων με τη βοήθεια του επιβραδυντή. Αυτοί είναι οι λεγόμενοι θερμικοί αντιδραστήρες διαφόρων τύπων.

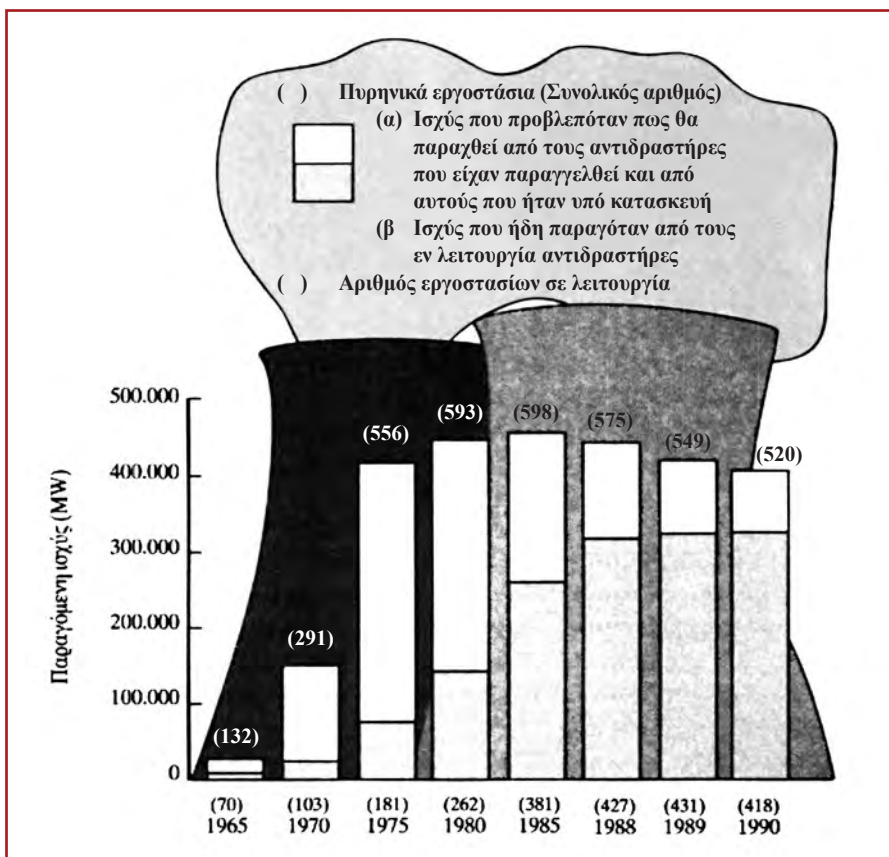
Το ορυκτό που χρησιμοποιείται σε όλους τους σημερινούς εμπορικούς αντιδραστήρες είναι το ουράνιο. Μόνο ένα ισότοπο του ουρανίου είναι σχάσιμο. Αυτό είναι το Ουράνιο 235, το οποίο δεν είναι σχάσιμο όπως βρίσκεται στη φύση. Για να πραγματοποιείται η σχάση του συνεχώς και ελεγχόμενα, στους περισσότερους αντιδραστήρες το ποσοστό του ουρανίου 235 στο πυρηνικό καύσιμο πρέπει να αυξηθεί. Η διεργασία αυτή είναι γνωστή ως εμπλουτισμός.



Εικόνα 125 Στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα τοποθετούνται ράβδοι ουρανίου, οι οποίες δεν έχουν την απαραίτητη περιεκτικότητα σε ουράνιο, ώστε να επιτρέπεται πυρηνική αντίδραση. Μπορούν όμως να συντηρήσουν αλυσιδωτές αντιδράσεις που παράγουν τεράστια ποσά θερμότητας. Ο ρυθμός της αλυσιδωτής αντίδρασης ελέγχεται με την εισαγωγή ή την απομάκρυνση «ράβδων ελέγχου», που έχουν την ιδιότητα να απορροφούν νετρόνια. [11]

4.2.3 Το μέγεθος της πυρηνικής βιομηχανίας

Ένας μεγάλος αριθμός βιομηχανοποιημένων χωρών δεν παράγουν ηλεκτρισμό από πυρηνική ενέργεια. Σ' αυτές συμπεριλαμβάνονται Ιταλία, Νορβηγία, Δανία, Αυστρία και Αυστραλία. Ανάμεσα στις εξελισσόμενες χώρες υπάρχει κάποιο δυναμικό εξόρυξης στην Ταϊβάν, την Ινδία, την Κίνα, τη Βραζιλία, την Αργεντινή και το Μεξικό.



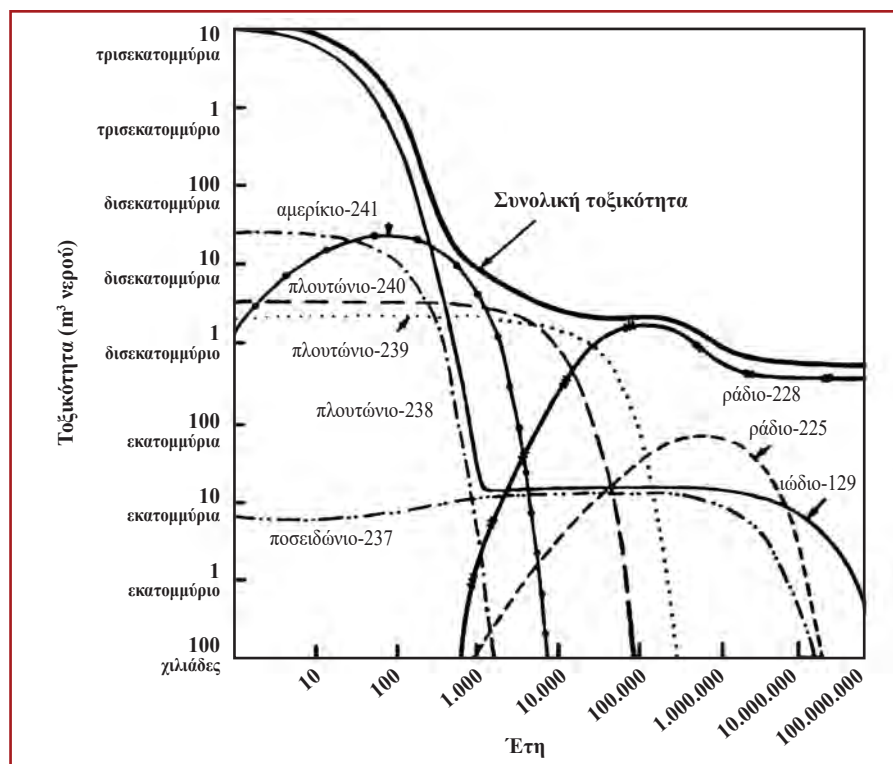
Εικόνα 126 Ο συνολικός αριθμός των πυρηνικών εργοστασίων του πλανήτη από το 1965 έως το 1990 και η συνολική ισχύς που παράγεται από αυτά.[12]

Το δυναμικό εξόρυξης ουρανίου είναι της τάξης των 75.000 τόνων ετησίως, ενώ η ζήτηση είναι γύρω στους 45.000 τόνους. Παραγωγή ουρανίου πραγματοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ, στην πρώην Σοβιετική Ένωση, στην Αυστραλία, στον Καναδά, στη Ναμίμπια, στη Γκαμπόν. Μικρότερες ποσότητες είναι διαθέσιμες σε πολλές άλλες χώρες. Ο εμπλουτισμός ουρανίου γίνεται σε τουλάχιστον 12 χώρες, κυρίως στις ΗΠΑ, στην πρώην Σοβιετική Ένωση, στη Γαλλία και στη Βρετανία. Στις χώρες αυτές γίνεται ο εμπλουτισμός του 95% περίπου του παγκόσμιου δυναμικού σε ουράνιο. Πολιτικές υπηρεσίες επανεπεξεργασίας του ουρανίου υπάρχουν σε πέντε μόνο βιομηχανοποιημένες χώρες, τη Γαλλία, τη Βρετανία - οι οποίες και κυριαρχούν - τη Γερμανία, την Ιαπωνία και την πρώην Σοβιετική Ένωση, που έχουν μικρότερης κλίμακας εγκαταστάσεις. Επίσης, από τις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, αξιόλογο δυναμικό επανεπεξεργασίας ουρανίου έχει η Ινδία.

4.2.4 Πυρηνικά απόβλητα

Το μεγαλύτερο πρόβλημα για την πυρηνική βιομηχανία είναι αυτό των πυρηνικών αποβλήτων. Αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί σε όλο τον κύκλο των πυρηνικών καυσίμων, από την εξόρυξη του ουρανίου που χρησιμοποιείται σαν καύσιμο στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, έως την ταφή των πυρηνικών αποβλήτων.

Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει απόλυτα ικανοποιητική λύση για το πρόβλημα αυτό. Δεδομένου ότι κάποια από τα ραδιενεργά υλικά έχουν μεγάλο χρόνο ημιζωής - το πλουτόνιο-239, για παράδειγμα, έχει χρόνο ημιζωής 24.000 χρόνια - γίνεται αντιληπτό το μέγεθος του προβλήματος αυτού και η σημασία του για τη δημόσια υγεία.



Εικόνα 127 Η μείωση της τοξικότητας διαφόρων στοιχείων που βρίσκονται στα πυρηνικά απόβλητα, σε συνάρτηση με το χρόνο.[12]

Οι λύσεις που έχουν κατά καιρούς προταθεί για τα ραδιενεργά απόβλητα είναι οι εξής:

(1) Πόντιση των αποβλήτων σε ωκεανούς και μάλιστα σε περιοχές όπου η προοδευτική κίνηση των γεωλογικών πλακών θα μπορούσε να εξασφαλίσει τη μόνωση

των υλικών αυτών από τον υπόλοιπο κόσμο, ή σε πηγάδια που θα ανοίγονταν στο βυθό του ωκεανού, ώστε να επιχειρηθεί η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας διασποράς τους.

(2) Ενταφιασμός των αποβλήτων σε βαθιά πηγάδια που θα ανοίγονταν στους πάγους της Ανταρκτικής. Τα δοχεία που θα περιείχαν τα απόβλητα στην περίπτωση αυτή, θα εξέπεμπαν διαρκώς θερμότητα, λόγω των συνεχιζόμενων αντιδράσεων των ραδιενεργών στοιχείων. Έτσι είχε προβλεφθεί ότι θα έλιωνε ο πάγος που θα βρισκόταν κάτω από τα δοχεία και αυτά διαρκώς θα κατέβαιναν, ενώ τα πάνω στρώματα πάγου θα ξαναψύχονταν. Το αποτέλεσμα θα ήταν τα δοχεία με τα ραδιενεργά υλικά να φτάσουν τελικά στο έδαφος της Ανταρκτικής που βρίσκεται σε βάθος κάποιων χιλιομέτρων.

(3) Αποστολή των αποβλήτων στο διάστημα, προς τον Ήλιο ή σε άλλη προεκλεγμένη και χωρίς επιστροφή τροχιά.

(4) Επεξεργασία των αποβλήτων με στόχο τη μεταλλαγή τους σε πιο ακίνδυνες ύλες με τεχνικές, όπως αυτή της πυρηνικής σύντηξης.

Όλες αυτές οι λύσεις εμπεριέχουν σειρά αστάθμητων παραγόντων, που δεν επιτρέπουν την αξιολόγησή τους ως ασφαλών τρόπων για την διαχείριση των προϊόντων της πυρηνικής βιομηχανίας.

Οι συνθήκες που επικρατούν στους ωκεανούς δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς. Η Ανταρκτική είναι από τα πλέον ευαίσθητα οικοσυστήματα του πλανήτη. Υπάρχει πάντα η πιθανότητα ενός διαστημικού ατυχήματος, που θα έχει ως συνέπεια την επιστροφή μέρους των αποβλήτων υπό τη μορφή βροχής, ενώ η τεχνική της σύντηξης φαίνεται ότι θα αρνήσει ακόμα να εφαρμοστεί.

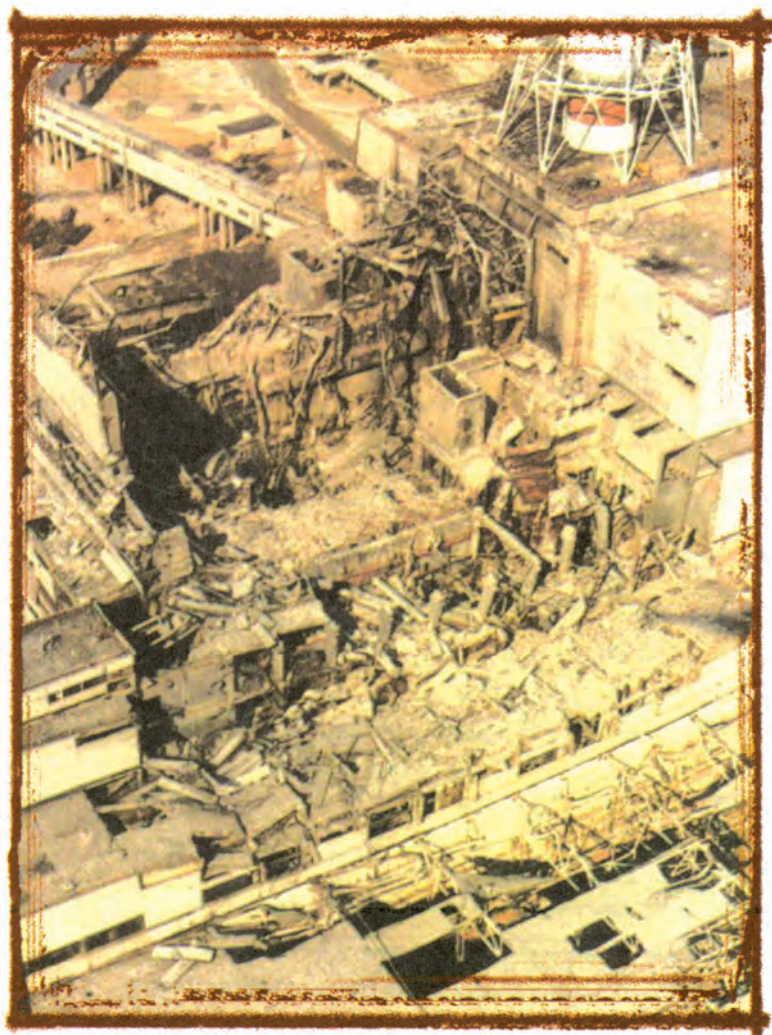
Η λύση που προτιμάται τελικά, σε παγκόσμια κλίμακα, είναι η ταφή των αποβλήτων σε γεωλογικούς «ταμειυτήρες», σε περιοχές όπου υπάρχουν σχηματισμοί αλατιού, γρανίτη ή βασάλτη μεγάλου βάθους. Η σχεδίαση και η εκλογή τοποθεσίας για τον ταμειυτήρα είναι ιδιαίτερα σημαντική και γίνεται με στόχο την ενίσχυση των χημικών και υδρολογικών συνθηκών που θα περιορίσουν τη διάβρωση και τη διασπορά της ραδιενέργειας μακριά από τον ταμειυτήρα.

Είναι γεγονός ότι, όσο άρτιες και αν είναι οι κατασκευές και όσο καλά σχεδιασμένα τα μέτρα ασφαλείας, η αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων αποτελεί σίγουρα μια από τις πιο ριψοκίνδυνες επιχειρήσεις που έχει αναλάβει ο άνθρωπος στον πλανήτη.

****Το ατύχημα του Τσέρνομπιλ**

Κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής μιας δοκιμής στον αντιδραστήρα του Τσέρνομπιλ, τον Απρίλιο του 1986, έγινε προσπάθεια να λειτουργήσει ο αντιδραστήρας σε απαγορευτικά χαμηλό ποσοστό της κανονικής του ισχύος. Λόγω εσφαλμένων χειρισμών, το αποτέλεσμα ήταν η ταχεία αύξηση της ισχύος του αντιδραστήρα και η διεξαγωγή αντιδράσεων πριν καταστεί δυνατό να χρησιμοποιηθούν ξανά οι ράβδοι ελέγχου. Μέσα σε δευτερόλεπτα, η ισχύς του αντιδραστήρα μεταβλήθηκε

από το 6% της κανονικής ισχύος (που είχε αρχικά) σε τιμή τριακονταπλάσια της μεγίστης ισχύος του. Η καρδιά του αντιδραστήρα έφτασε στο σημείο τήξης, ενώ ξέσπασε μεγάλη φωτιά. Ακολούθησαν εκρήξεις, που είχαν ως αποτέλεσμα να εκτιναχτεί η 1000 τόνων οροφή του αντιδραστήρα και να απελευθερωθούν τεράστιες ποσότητες ραδιενεργών υλικών στην ατμόσφαιρα. Την ίδια μέρα, ελικόπτερα άρχισαν να ρίχνουν χιλιάδες τόνους επιβραδυντικού υλικού και χημικών,



Εικόνα 128 Ο αντιδραστήρας του Τσέρνομπιλ στις 29 Απριλίου 1986, τρεις μέρες μετά την έκρηξη.[11]

για την αντιμετώπιση της φωτιάς και τη σταθεροποίηση της καρδιάς του αντιδραστήρα. Η απελευθέρωση ραδιενέργειας συνεχίστηκε για δέκα μέρες, οπότε σβήστηκαν όλες οι φωτιές και η καρδιά του αντιδραστήρα ψύχθηκε, με τη χρήση υγρού αζώτου και διοξειδίου του άνθρακα.

Κατά τη διάρκεια της έκρηξης σκοτώθηκαν δύο μηχανικοί, ενώ 31 εργαζόμενοι του εργοστασίου πέθαναν μέσα σε ένα εξάμηνο από τις συνέπειες της ακτινοβολίας που δέχτηκαν. Χάρη στις προσπάθειες όλων αυτών των ανθρώπων, περιορίστηκαν, όσο αυτό ήταν δυνατό, οι περαιτέρω διαφυγές ραδιενεργών υλικών. Τελικά, ο αντιδραστήρας σφραγίστηκε σε μια σαρκοφάγο από ατσάλι και μπετόν.

Μετά το ατύχημα, 180.000 άνθρωποι που κατοικούσαν σε μια ακτίνα 20 μιλίων από το εργοστάσιο, απομακρύνθηκαν από τα σπίτια τους. Μέχρι σήμερα η περιοχή παραμένει ακατοίκητη γιατί το έδαφος έχει μολυνθεί από ραδιενεργά συστατικά.

Αυξημένες τιμές ραδιενεργού ακτινοβολίας μετρήθηκαν σε όλο τον κόσμο λόγω του ατυχήματος. Παρ' όλα τα μέτρα που λήφθηκαν, πολλοί άνθρωποι εκτέθηκαν σε αυξημένα ποσά ραδιενέργειας, με αποτέλεσμα την αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου και βρεφικών προβλημάτων. Σύμφωνα με τρέχουσες εκτιμήσεις, 140.000 έως 475.000 θάνατοι από καρκίνο αποδίδονται στο ατύχημα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψτε τη λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα.
2. Τι ονομάζεται επανεπεξεργασία του πυρηνικού καυσίμου;
3. Πότε ένας αντιδραστήρας βρίσκεται σε «κρίσιμη» κατάσταση;
4. Αναφέρετε τους παράγοντες που είναι σημαντικοί για την ασφαλή λειτουργία ενός πυρηνικού εργοστασίου.
5. Ποιες είναι οι λύσεις που προτείνονται για τη διάθεση των ραδιενεργών αποβλήτων;

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

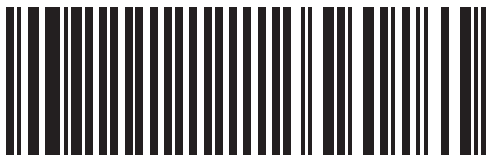
1. **Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας**, «Επιλεγμένα θέματα διαχείρισης περιβάλλοντος», 1995, επιμέλεια έκδοσης Μ. Μποναζούντας.
2. **Χαράλαμπος Χ., Σπυρίδης**, «Στοιχεία Ηλεκτροακουστικής», 1989, Α.Π.Θ, έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
3. **Γ. Α. Θεοχαράτου**, «Μαθήματα Φυσικής Κλιματολογίας», 1994, σημειώσεις Φυσικού τμήματος στο μάθημα της Κλιματολογίας.
4. **Department of Transport, Welsh Office, HMSO**, «*Calculation of road traffic noise*». 1985,
5. **Π. Χ. Θεοδωράτος, Ν. Γ. Καρακασίδης**, «Υγιεινή - Ασφάλεια εργασίας και προστασία περιβάλλοντος», 1997, εκδόσεις «ΙΩΝ».
6. **Andrew R.W. Jackson & Julie M. Jackson**, «*Environmental Science, The natural environment and human impact*», 1996, Longman.
7. **Εφημερίδα τα «ΝΕΑ»**, «Οι έντονοι θόρυβοι καταστρέφουν ακοή και αγγεία», 21 Μαΐου 1999, ρεπορτάζ Μαίρη Κατσανοπούλου.
8. **Ιωάννης Σημαντώνης**, «*Ηχορύπανση - Το μεγάλο αστικό πρόβλημα*», 1993, σημειώσεις στα πλαίσια επιδοτούμενου προγράμματος επαγγελματικής κατάρτισης: «Στρατηγικές ελέγχου και διαχείρισης ρύπανσης ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος».
9. **Δ. Γ. Δελγιώρη**, «*Ρύπανση Φυσικού Περιβάλλοντος*», 1995, σημειώσεις μαθήματος Μ.Δ.Ε Φυσικής Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
10. **Ε.Π.Ε.Μ - Ε.Π.Ε**, Αβέρωφ 34Α, Νέα Ιωνία, Αθήνα (142 32)
11. **Bernard J. Nebel, Richard T. Wright**, «*Environmental science*», 1996, (Fifth edition), Prentice Hall.
12. **Αλέξανδρος Γεωργόπουλος** «Γη: Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», 1976, Gutenberg
13. **Greenpeace**: «*Μεταφορές και Περιβάλλον*», 1997, Νεφέλη
14. **ΥΠΕΧΩΔΕ** «*Η Ελλάδα: Οικολογικό και Πολιτισμικό Απόθεμα*», 1995, έκδοση ΥΠΕΧΩΔΕ
15. **Γρηγόρης Τσουνής** «*Λεξικό για το Περιβάλλον*» 1993, Δελφίνι
16. **Έγκεμπερτ Στραμ** «*Αλφαθητάριο της Οικολογίας*», Τόμος Α και Β, 1986, Αίολος

17. **Εύα Αθανασάκου, Ελένη Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, Μαργαρίτα Καραβασίλη, Νιόβη Χρυσομαλλίδου, «Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»: Εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ΑΠΕ στον οικιστικό τομέα», 1995, έκδοση ΥΠΕΧΩΔΕ / ΚΑΠΕ.**
18. **Μαργαρίτα Καραβασίλη «Κτίρια για Έναν Πράσινο Κόσμο», 1999, π-SYSTEMS / Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη**
19. **Έκθεση ομάδας εμπειρογνομένων στο αστικό περιβάλλον «Villes Durables Europeennes», 1996, Commission Europeenne**
20. **Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, «The Athens Metropolitan Region», 1996, έκδοση ΟΡΣΑ**
21. **ΥΠΕΧΩΔΕ / ΟΡΣΑ, «Αθήνα - Αττική «Σχεδιασμός Παρεμβάσεις και Έργα για μια Βιώσιμη Ανάπτυξη», 1996, Έκθεση στο Ζάππειο Μέγαρο (22/5 - 5/6/96) με θέμα: 2000 Η Αττική στο νέο αιώνα..**
22. **Richard Kemp «The Local Environment», Geography 10 - Macdonald.**
23. **Γεώργιος Δ. Πούπης, Studio IKON**
24. **Αργυρόπουλος photopress.**
25. **Εύη Φυλακτού, Φωτορεπορτάζ.**
26. **Farrelly / Greenpeace, φωτογραφία McMurdo Base Antarctica. 1987,**
27. **Μωυσής Κουρουζίδης, φωτογραφίες από το Αρχείο της Ευωνύμου Οικολογικής Βιβλιοθήκης.**
28. **Ανδρέας Θεοφίλου, «Μετά το Τσέρνομπιλ», 1986, εκδόσεις Κτίστη.**
29. **Νεκταρία Αδακτύλου, «Μεσόγειος, Μια θάλασσα σε κατάσταση πολιορκίας», 1997, Περισκόπιο της Επιστήμης.**
30. **Σωτήρης Κ. Καρβούνης, «Διαχείριση του περιβάλλοντος», 1995, εκδόσεις Σταμούλη.**
31. **Frank Press, Raymond Siever, «Understanding Earth», 1994, W.H.Freeman and Company.**
32. **A.J.Michael, «Ο πλανήτης σε κρίσιμη καμπή, Μεταβολή του περιβάλλοντος και ανθρώπινη υγεία», 1997, εκδόσεις Λύχνος.**
33. **Θ.Σ.Κουσουρήs, Α.Μ.Αθανασάκης, «Περιβάλλον, Οικολογία, Εκπαίδευση» εκδόσεις Σαββάλα.**
34. **Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας, «Βιώσιμη Ανάπτυξη με την περιβαλλοντική αγωγή», 1997, Μεσολλόγι.**
35. **Edward S.Cassedy, Peter Z.Grossman, «Introduction to Enegy, Resources, Technology and Safety», 1990, Cambridge University Press.**
36. **Απερήμωση (Αφίερωμα), 1998, Νέα Οικολογία, τεύχος 165-166, Ιούλιος- Αύγουστος 1998.**
37. **Βιώσιμη Ανάπτυξη με την Περιβαλλοντική Αγωγή, 1997, έκδοση Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Αιτωλοακαρνανίας.**
38. **Γιαννούλης Π., 1988, Νέες Πηγές Ενέργειας, Πανεπιστήμιο Πατρών.**

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός Βιβλίου: 0-24-0572
ISBN 978-960-06-5298-7



(01) 000000 0 24 0572 8