

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΗΛΙΚΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΡΚΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΗΛΙΚΩΝ

περιβάλλον-πολιτισμός-τουρισμός-
περιφερειακή ανάπτυξη

Περιβάλλον - Οικολογία



ΚΕΝΤΡΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΗΛΙΚΩΝ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

Επιστημονική Ευθύνη	Κωνσταντίνος Μαγουλάς, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Συγγραφή	Κων-νος Αμπελιώτης, Επικ. Καθηγητής Χαροκόπειου Παν-μίου

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό παράχθηκε στο πλαίσιο του Έργου «**Κέντρα Εκπαίδευσης Ενηλίκων IV**», το οποίο εντάσσεται στο **Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. II** του **ΥΠ.Ε.Π.Θ.**, Μέτρο 1.1. Ενέργεια 1.1.2.Β. και συγχρηματοδοτείται από την **Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Κ.Τ.)**.



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

Περιεχόμενα

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	6
ΣΚΟΠΟΣ	6
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	6
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	6
1.1 Τι είναι το περιβάλλον;	7
1.2 Τι μας προσφέρει το φυσικό περιβάλλον;.....	7
1.3 Η αλληλεξάρτηση ανθρώπου και περιβάλλοντος.....	8
1.4 Ποιοι παράγοντες προκαλούν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος;	9
1.5 Τα προβλήματα του περιβάλλοντος σήμερα.....	10
1.6 Οι διεθνείς προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος.....	10
ΣΥΝΟΨΗ.....	13
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	13
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	14
2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	15
ΣΚΟΠΟΣ	15
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	15
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	15
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	15
2.1 Τι είναι η Οικολογία;	16
2.2 Τα οικοσυστήματα και η λειτουργία τους	16
2.3 Τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα	17
2.4 Η ποσοτική ροή της ενέργειας στις τροφικές αλυσίδες.....	18
2.5 Βιογεωχημικοί κύκλοι.....	19
2.6 Βιοποικιλότητα	21
2.7 Προστατευόμενες περιοχές.....	24
2.8 Το οικολογικό δίκτυο Natura 2000.....	26
2.9 Η συμβολή των προστατευόμενων περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη	26
ΣΥΝΟΨΗ.....	29
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	29
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	29
3. ΝΕΡΑ	30
ΣΚΟΠΟΣ	30
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	30
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	30
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	30
3.1 Εισαγωγικά στοιχεία σχετικά με το νερό σε παγκόσμιο επίπεδο	31
3.2 Ο κύκλος του νερού	32
3.3 Χρήσεις του νερού	33
3.4 Διαχείριση των υδατικών πόρων	33
3.5 Εξοικονόμηση νερού.....	33
3.6 Ρύπανση υδατικών πόρων.....	34
3.7 Καθαρισμός του πόσιμου νερού	35
3.8 Τι είναι τα αστικά λύματα;.....	36
3.9 Διαχείριση υγρών αποβλήτων.....	36
3.10 Επεξεργασία ιλύος	38
ΣΥΝΟΨΗ.....	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	39

4. ΕΔΑΦΟΣ.....	40
ΣΚΟΠΟΣ	40
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	40
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	40
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	40
4.1 Τι είναι το έδαφος;	40
4.2 Έδαφος: ένας κρίσιμος φυσικός πόρος	41
4.3 Ο σχηματισμός του εδάφους	41
4.4 Η διάβρωση του εδάφους	42
4.5 Εμπλουτισμός του εδάφους	42
4.6 Χρήσεις Γης	42
4.6.1 Πως η αλλαγή των χρήσεων γης επηρεάζει το περιβάλλον;	43
4.7 Ερημοποίηση	44
4.7.1 Τα αίτια της υποβάθμισης του εδάφους και της ερημοποίησης	46
4.7.2 Η συμβολή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην ερημοποίηση	46
4.8 Οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις της εκτροφής αγροτικών ζώων	47
ΣΥΝΟΨΗ	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	48
5. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	49
ΣΚΟΠΟΣ	49
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	49
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	49
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	49
5.1 Τι Είναι η Ατμόσφαιρα;	49
5.2 Η Σημασία της Ατμόσφαιρας	50
5.3 Η Σύσταση της Ατμόσφαιρας	50
5.4 Η Δομή της Ατμόσφαιρας	50
5.5 Ρύπανση της Ατμόσφαιρας	52
5.6 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	54
5.7 Η Λέπτυνση της Στοιβάδας του Όζοντος	60
ΣΥΝΟΨΗ	62
6. ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	65
ΣΚΟΠΟΣ	65
ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	65
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	65
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	65
6.1 Τι είναι τα αστικά στερεά απόβλητα;	66
6.2 Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα	66
6.3 Πόσα σκουπίδια παράγουμε τελικά;	67
6.4 Σύσταση ΑΣΑ	67
6.5 Διαχείριση ΑΣΑ	69
6.6 Παραγωγή ΑΣΑ	69
6.7 Προσωρινή αποθήκευση	69
6.8 Συλλογή	70
6.9 Μεταφορά	70
6.10 Ανακύκλωση	71
6.11 Εδαφική διάθεση	74
6.12 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.)	75
6.13 Βιολογική επεξεργασία ΑΣΑ	77
6.13.1 Κομποστοποίηση	77
6.13.2 Χώνευση	78

6.14 Θερμική επεξεργασία ΑΣΑ.....	78
6.15 Ποια είναι λοιπόν η σωστή μέθοδος διαχείρισης των ΑΣΑ;	79
ΣΥΝΟΨΗ.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	81

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η παράθεση ορισμένων εισαγωγικών εννοιών και ορισμών σχετικά με το περιβάλλον. Γίνεται αναφορά στην εξέλιξη της σχέσης ανάμεσα στον άνθρωπο και το περιβάλλον η οποία έχει οδηγήσει σταδιακά στη σημερινή καταδυνάστευση του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο. Απώτερος σκοπός του κεφαλαίου είναι να αναδειχθεί το γεγονός ότι η λύση των προβλημάτων του περιβάλλοντος έχει ξεκάθαρες οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά τη μελέτη αυτής της ενότητας θα είσαι σε θέση να κατανοήσεις:

- Τους βασικούς ορισμούς της έννοιας περιβάλλον
- Την αναγκαιότητα του καθαρού περιβάλλοντος για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη
- Την πορεία της σχέσης αλληλεξάρτησης ανάμεσα στο ανθρώπινο είδος και το φυσικό περιβάλλον
- Τη διαφορά ανάμεσα σε ρύπανση και μόλυνση του περιβάλλοντος
- Ποιοι παράγοντες συντελούν στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος
- Την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

- Περιβάλλον
- Ρύπανση
- Μόλυνση
- Βιώσιμη ανάπτυξη

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ζούμε σε μια εποχή όπου τα προβλήματα του υποβαθμισμένου περιβάλλοντος είναι ορατά και, ίσως το σημαντικότερο, απειλούν την υγεία μας και την ποιότητα της ζωής μας εν γένει. Σήμερα, πλέον, τα προβλήματα του περιβάλλοντος έχουν λάβει **παγκόσμιες** διαστάσεις και είναι σαφές ότι, για παράδειγμα, η βιομηχανική δραστηριότητα στις Η.Π.Α. επηρεάζει το κλίμα στην Ινδία. Επίσης έχει γίνει αντιληπτό ότι τα προβλήματα του περιβάλλοντος δεν μπορούν να λυθούν μόνο με τεχνικά μέσα. Υπάρχουν σύνθετα οικονομικά και κοινωνικά φαινόμενα τα οποία αποτελούν τις βαθύτερες αιτίες που δημιουργούν τα προβλήματα επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Το περιβάλλον και η προστασία του έχει γίνει ένα από τα φλέγοντα θέματα συζήτησης, τουλάχιστον στις ευημερούσες κοινωνίες των αναπτυγμένων κρατών, όπως η Ελλάδα. Είναι σίγουρο ότι η ένταση των αποτελεσμάτων της υποβάθμισης του περιβάλλοντος επηρεάζει και θα επηρεάζει την καθημερινή μας ζωή στο μέλλον. Η μεγάλη πρόκληση για την ανθρωπότητα είναι να διατηρήσει μια αποδεκτή ποιότητα ζωής, προστατεύοντας παράλληλα τα φυσικά συστήματα τα οποία μας παρέχουν τους πόρους για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη.

Απαιτείται, λοιπόν, μια διεπιστημονική προσέγγιση της μελέτης των περιβαλλοντικών προβλημάτων έτσι ώστε να υπάρξει μια βαθύτερη κατανόηση των τεχνολογικών, οικονομικών, πολιτικών και κοινωνικών αλληλεπιδράσεων που συνθέτουν τον ιστό της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το περιβάλλον του.

Η ενότητα διαρθρώνεται ως εξής: Καταρχάς ορίζονται οι έννοιες του περιβάλλοντος και εξετάζεται η διαχρονική σχέση του ανθρώπου και του φυσικού περιβάλλοντος. Στη συνέχεια εξετάζονται οι παράγοντες που ρυπαίνουν το περιβάλλον και αναλύεται η κατάσταση του περιβάλλοντος σήμερα, σε παγκόσμιο επίπεδο. Στο τελευταίο τμήμα, παρουσιάζονται οι παγκόσμιες προσπάθειες για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και αναλύεται η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης.

1.1 Τι είναι το περιβάλλον;

- Τα δέντρα, ο αέρας και το έδαφος που μας περιβάλλουν
- Όλα τα κτίρια στα οποία ζούμε, εργαζόμαστε ή διασκεδάζουμε
- Τα χωράφια και τα αγροκτήματα από τα οποία αντλούμε την τροφή μας
- Οι ωκεανοί, οι λίμνες και τα ποτάμια

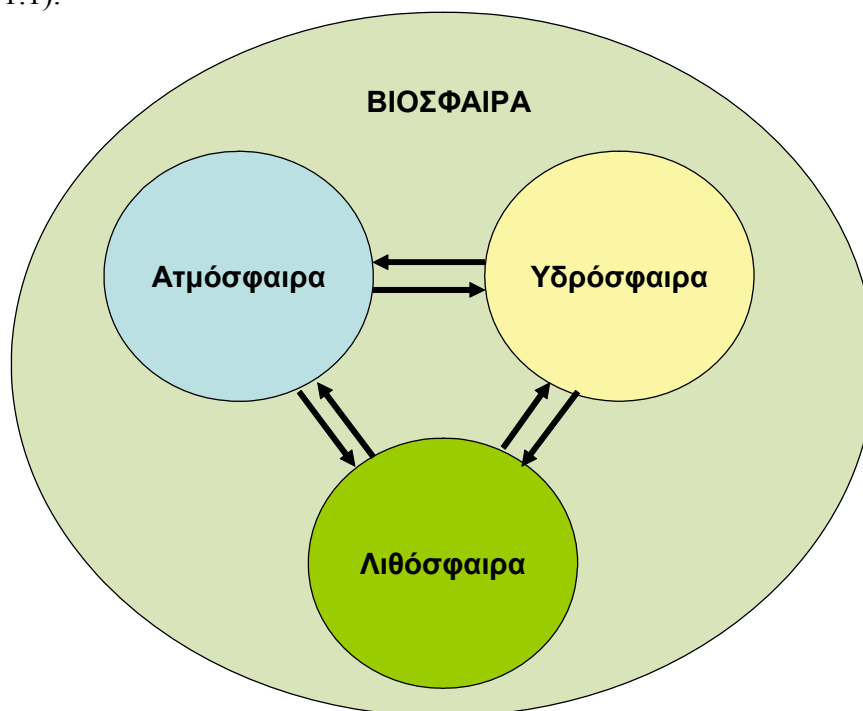
Περιβάλλον λοιπόν είναι τα πάντα γύρω μας, ολόκληρος ο κόσμος που μας περιβάλλει. Για λόγους καθαρά πρακτικούς είμαστε υποχρεωμένοι να κατατάξουμε τις διάφορες πτυχές του περιβάλλοντος σε μεγαλύτερες θεματικές ενότητες έτσι ώστε να μπορέσουμε να το μελετήσουμε ευκολότερα. Ένας πρώτος διαχωρισμός που μπορεί να γίνει είναι αυτός ανάμεσα στο **φυσικό** και στο **ανθρωπογενές** περιβάλλον. Φυσικό περιβάλλον είναι ό,τι δημιουργήθηκε από τη φύση. Ανθρωπογενές περιβάλλον είναι ό,τι δημιουργήθηκε από την ανθρώπινη δραστηριότητα και παρέμβαση.

Σύμφωνα με το νόμο 1650 του 1986, ο οποίος αποτελεί το βασικό πλαίσιο της περιβαλλοντικής νομοθεσίας στη χώρα μας, ως **περιβάλλον** ορίζεται το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες.

1.2 Τι μας προσφέρει το φυσικό περιβάλλον;

Το φυσικό περιβάλλον μας προσφέρει καταρχήν το «σπίτι» στο οποίο κατοικεί ολόκληρη η σημερινή ανθρωπότητα. Μας προσφέρει, μεταξύ άλλων, τους φυσικούς πόρους για να τραφούμε, τους ενεργειακούς πόρους για να κινήσουμε τα τεχνολογικά επιτεύγματά μας, το πλαίσιο μέσα στο οποίο κτίζουμε τα κτίρια μας και τα μνημεία του πολιτισμού μας, το νερό που πίνουμε, το οξυγόνο που αναπνέουμε.

Το φυσικό περιβάλλον αναλύεται σε 3 συνιστώσες: στην **ατμόσφαιρα**, στη **λιθόσφαιρα** και στην **υδρόσφαιρα**. Πάνω σε αυτές τις 3 σφαίρες στηρίζεται ολόκληρη η ζωή (η **Βιόσφαιρα**) πάνω στη Γη (βλ. Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1. Οι σφαίρες της διατήρησης της ζωής πάνω στον πλανήτη Γη.

Βιόσφαιρα: όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί.

Λιθόσφαιρα: ο φλοιός της Γης.

Υδρόσφαιρα: όλα τα νερά που μας περιβάλλουν.

Ατμόσφαιρα: όλος ο αέρας που μας περιβάλλει.

1.3 Η αλληλεξάρτηση ανθρώπου και περιβάλλοντος

Η σχέση του φυσικού περιβάλλοντος με την ανθρωπότητα υπήρξε ανέκαθεν μια σχέση αλληλεπίδρασης. Η πεποίθηση που υπάρχει είναι ότι ο άνθρωπος είναι σήμερα ο δυνάστης του περιβάλλοντος. Αυτό είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό σωστό. Από την άλλη πλευρά δεν πρέπει να παραβλέπουμε ότι χάρη στις προσπάθειες ορισμένων ανθρώπων, ένα μεγάλο μέρος του φυσικού κεφαλαίου έχει διατηρηθεί μέχρι τις μέρες μας.

Η φύση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις ανθρώπινες κοινωνίες και στο περιβάλλον μεταβάλλεται διαρκώς. Το φυσικό περιβάλλον αποτελεί την πηγή από την οποία αντλούμε τους φυσικούς πόρους αλλά δυστυχώς αποτελεί και τον αποδέκτη των ρύπων που παράγουν οι παραγωγικές δραστηριότητες της ανθρωπότητας. Οι προσπάθειες της παγκόσμιας κοινότητας σήμερα εστιάζονται στην προσπάθεια διατήρησης και αποκατάστασης της ποιότητας του φυσικού περιβάλλοντος έτσι ώστε αυτό να συνεχίζει να παρέχει τους φυσικούς του πόρους κατά τρόπο βιώσιμο.

Στη διάρκεια των διαφόρων περιόδων της παρουσίας του ανθρώπου πάνω στη γη η αλληλεπίδραση ανθρώπου και περιβάλλοντος πέρασε από πολλά στάδια. Πιο συγκεκριμένα:

- Στη διάρκεια της πρώτης περιόδου, η οποία ξεκινά με τη παρουσία του ανθρώπου πάνω στη γη και τελειώνει περίπου το 10.000 π.Χ. με την εμφάνιση των πρώιμων μορφών αγροτικής οικονομίας, ο άνθρωπος είναι απόλυτα εξαρτημένος από το περιβάλλον του. Είναι έρμαιο των φυσικών και καιρικών φαινομένων, αναζητά τροφή κυνηγώντας και προστασία από τα φυσικά φαινόμενα στα διάφορα φυσικά σπήλαια.
- Η δεύτερη περίοδος ξεκινά το 10.000 π.Χ. και φτάνει μέχρι περίπου το 1800 μ.Χ., χρονικό σημείο στο οποίο συντελείται η βιομηχανική επανάσταση με την ανακάλυψη της ατμομηχανής. Στη διάρκεια αυτής της 2^{ης} περιόδου ο άνθρωπος μαθαίνει να καλλιεργεί τα διάφορα γεωργικά είδη και εξημερώνει τα ζώα με στόχο την εξασφάλιση της τροφής του αλλά και την εκμετάλλευση της μυϊκής δύναμης των ζώων. Έχουμε τις πρώτες μορφές παρέμβασης του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον, οι οποίες όμως είναι ήπιες και ενσωματωμένες στους φυσικούς κύκλους.
- Η τρίτη περίοδος ξεκινά με την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης και φτάνει μέχρι το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Είναι η περίοδος των μεγάλων αλλαγών στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον. Ο άνθρωπος πλέον έχοντας κατακτήσει τη δύναμη που του προσφέρουν οι ορυκτές πηγές ενέργειας, δηλαδή ο άνθρακας και το πετρέλαιο, γίνεται ο δυνάστης του περιβάλλοντος. Μεγάλες εκτάσεις εκχερσώνονται για να περάσουν οι σιδηροδρομικές γραμμές, αρχίζουν να λειτουργούν τα πρώτα μεγάλα εργοστάσια ενώ εμφανίζονται και τα πρώτα δείγματα ρύπανσης της ατμόσφαιρας καθώς η καύση του άνθρακα εξέπεμπε πυκνά νέφη μαύρου καπνού.
- Με το τέλος του 2^{ου} παγκόσμιου πολέμου και μέχρι τις μέρες μας η επιβολή του ανθρώπου στο περιβάλλον γίνεται σαρωτική. Βρισκόμαστε στην εποχή της άγριας οικονομικής ανάπτυξης όπου το περιβάλλον αποτελεί την πηγή από την οποία αντλούμε τους φυσικούς πόρους που χρειαζόμαστε για να κινηθούν οι δραστηριότητές μας. Δυστυχώς, το φυσικό περιβάλλον αποτελεί και το σημείο της ανεξέλεγκτης απόρριψης των ρύπων που παράγουν οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι καμινάδες των εργοστασίων εκπέμπουν εκατομμύρια κυβικά μέτρα ρύπων προς την ατμόσφαιρα, τα ποτάμια, οι λίμνες και οι ωκεανοί κατακλύζονται από υγρά απόβλητα ενώ και το έδαφος ρυπαίνεται από την ανεξέλεγκτη διάθεση σε αυτό των στερεών αποβλήτων που προκύπτουν από τις

βιομηχανικές αλλά και τις αστικές δραστηριότητες. Τα πάντα θυσιάζονται στο βωμό της ανθρώπινης ευημερίας και της ικανοποίησης των άκρατων επιθυμιών.

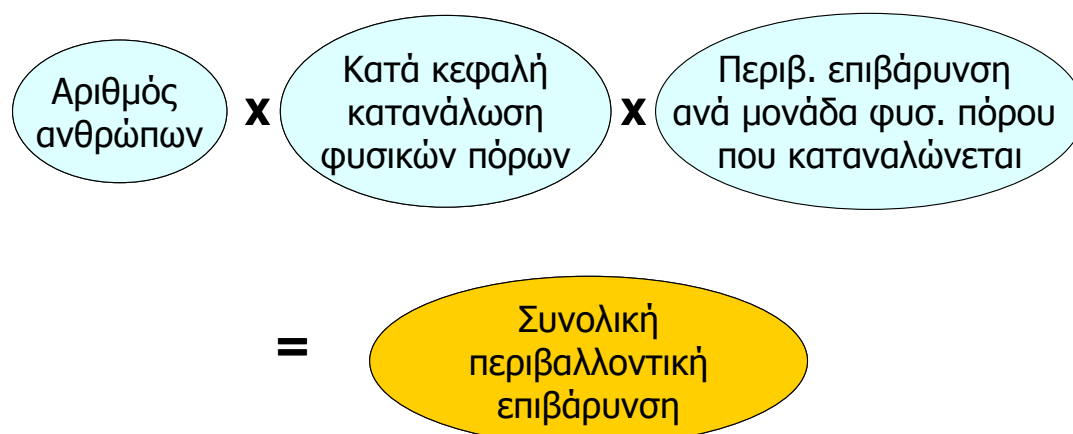
Έτσι φτάνουμε στη δεκαετία του 1960 όπου αρχίζουν να διαφαίνονται τα πρώτα αδιέξοδα για την ποιότητα ζωής του ανθρώπινου είδους που προέκυπταν από την αλόγιστη κατασπατάληση των φυσικών πόρων του πλανήτη και την απόρριψη και σε αυτόν των επικίνδυνων αποβλήτων. Ο όρος «Οικολογική Κρίση» αποκτά από περιεχόμενο και η Οικολογία εισβάλλει στο κοινωνικό πεδίο όχι μόνο ως επιστήμη αλλά κυρίως ως κοινωνική έκφραση του ενδιαφέροντος για το περιβάλλον. Μνημειώδες παραμένει το βιβλίο “Η Σιωπηλή Άνοιξη” της αμερικανίδας βιολόγου Rachel Carson το οποίο θεωρείται ως ο θεμέλιος λίθος του παγκόσμιου οικολογικού κινήματος. Στο βιβλίο αυτό, που εκδόθηκε το 1962, η συγγραφέας περιγράφει τις ολέθριες επιπτώσεις που έχει στην αναπαραγωγή των πτηνών η αλόγιστη χρήση των εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων.

1.4 Ποιοι παράγοντες προκαλούν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος;

Πως λοιπόν μπορεί να εκτιμηθεί η συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση; Καταρχάς, η πρώτη παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το μέγεθος του ανθρώπινου πληθυσμού. Οι άνθρωποι έχουν ανάγκες διατροφής, στέγασης, μετακίνησης, ψυχαγωγίας κ.λπ. τις οποίες προσπαθούν να ικανοποιήσουν αντλώντας φυσικούς πόρους από το περιβάλλον και απορρίπτοντας τους παραγόμενους ρύπους στο περιβάλλον. Όσο, λοιπόν, περισσότεροι άνθρωποι υπάρχουν πάνω στον πλανήτη, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση των φυσικών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος.

Σημαντικό επίσης ρόλο παίζει και η κατά κεφαλή κατανάλωση των φυσικών πόρων. Όπως όλοι γνωρίζουμε οι πλούσιοι είναι σε θέση να έχουν περισσότερα υλικά αγαθά από τους φτωχούς. Εάν κάνουμε την αναγωγή στο πλανητικό επίπεδο, οι πλούσιοι αυτού του κόσμου (δηλαδή οι κάτοικοι της Βόρειας Αμερικής και της Δυτικής Ευρώπης) έχουν μεγαλύτερη κατά κεφαλή κατανάλωση από τους φτωχούς κατοίκους της Κεντρικής Αφρικής ή της Ινδίας. Άρα αντλούν, κατά κεφαλή, περισσότερους φυσικούς πόρους και παράγουν περισσότερους ρύπους.

Τέλος, μια τρίτη παράμετρος είναι η περιβαλλοντική επιβάρυνση ανά μονάδα φυσικού πόρου που καταναλώνεται. Αυτό γίνεται κατανοητό με το ακόλουθο παράδειγμα: Έστω ότι θέλουμε να κάνουμε ένα ταξίδι με αυτοκίνητο. Έχει πολύ μεγάλη σημασία το εάν το αυτοκίνητο που ταξιδεύουμε καταναλώνει 5 ή 10 λίτρα βενζίνη ανά 100 χιλιόμετρα ταξιδιού. Γιατί, πέρα από την κατανάλωση της βενζίνης, για να καλύψουμε απόσταση 100 χιλιομέτρων στη μία περίπτωση οι εκπομπές των καυσαερίων θα είναι διπλάσιες απ’ ότι στην άλλη. Η παράμετρος αυτή μας υποδηλώνει ότι ως ανθρωπότητα πρέπει να εργαζόμαστε για την ανάπτυξη τεχνολογιών οι οποίες κάνουν αποδοτική χρήση των φυσικών πόρων ενώ παράλληλα μειώνουν ή και εξαλείφουν εντελώς τη ρύπανση. Οι 3 παράμετροι που αναλύθηκαν παραπάνω παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.2:



Εικόνα 1.2. Η εξίσωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος [2].

1.5 Τα προβλήματα του περιβάλλοντος σήμερα

Σήμερα, βιώνουμε τα **αποτελέσματα** αυτού που αποκαλούμε περιβαλλοντική ή οικολογική κρίση. Η κρίση είναι **πολυεπίπεδη** και αγγίζει σχεδόν όλες τις πτυχές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας σε παγκόσμιο επίπεδο έχει φτάσει σε τέτοιο βαθμό ώστε να αναφερόμαστε σε κλιματική αλλαγή. Στα αστικά περιβάλλοντα η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι τόσο έντονη ώστε σχεδόν όλες οι μεγάλες ελληνικές πόλεις να αντιμετωπίζουν πρόβλημα «νέφους». Η ρύπανση των υπόγειων νερών είναι τόσο έντονη ώστε πλέον αμφιβάλλουμε σοβαρά για την ποιότητα του νερού που φτάνει στα σπίτια μας. Η υπεράντληση των υδάτων και η εντατική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων σε περιοχές όπως η Θεσσαλία έχει δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στην άρδευση των καλλιεργειών. Η ύπαρξη χιλιάδων ανεξέλεγκτων χωματερών σε όλη την ελληνική επικράτεια προσβάλλει την αισθητική μας, τον πολιτισμό μας αλλά απειλεί και την υγεία μας. Η διάβρωση του εδάφους οδηγεί τελικά σε ερημοποίηση ενώ πολλά από τα φυτικά και ζωικά είδη του πλανήτη εξαφανίζονται καθημερινά.

Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στη ρύπανση και τη μόλυνση του περιβάλλοντος;

Ως **ρύπανση** του περιβάλλοντος νοείται η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλ. κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Ως **μόλυνση** του περιβάλλοντος ορίζεται η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών.

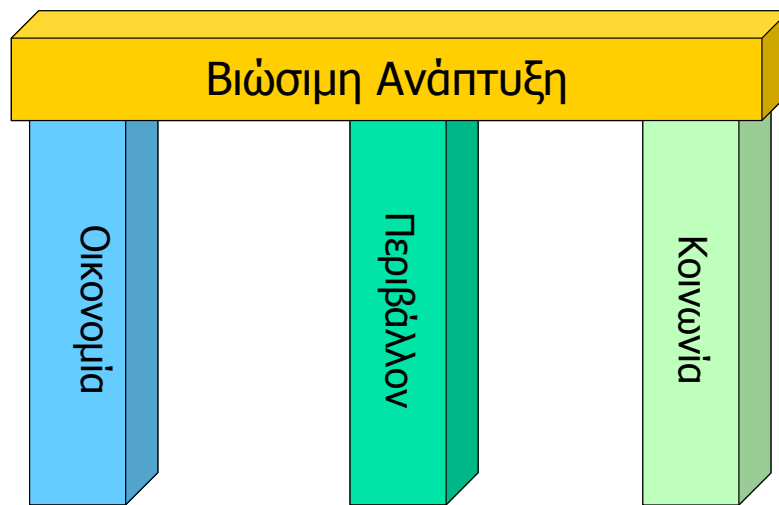
Για παράδειγμα, εάν ένα δείγμα νερού περιέχει το χημικό στοιχείο χρώμιο σε συγκέντρωση πέρα του νομοθετικά επιτρεπόμενου, λέμε ότι το νερό είναι **ρυπασμένο**. Εάν το ίδιο δείγμα νερού περιέχει έναν ιό που προκαλεί γαστρεντερίτιδα τότε το νερό είναι **μολυσμένο**.

Έχουμε φτάσει, λοιπόν, ως ανθρωπότητα στο σημείο να αμφιβάλλουμε για την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε, του νερού που πίνουμε και της τροφής που τρώμε. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ζωής, υποβιβάζοντας την ποιότητά της.

1.6 Οι διεθνείς προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος

Έχοντας, εν μέρει, αντιληφθεί η ανθρωπότητα την ένταση της περιβαλλοντικής κρίσης οδηγήθηκε στην διοργάνωση ορισμένων παγκόσμιων διασκέψεων. Η ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον σε διεθνές πολιτικό επίπεδο ξεκίνησε το 1972 όταν ο Ο.Η.Ε. διοργάνωσε στη Στοκχόλμη τη «Διάσκεψη για το Ανθρώπινο Περιβάλλον». Από την πρώτη αυτή διάσκεψη φάνηκε ξεκάθαρα ότι η προσπάθεια για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και την προστασία της ανθρώπινης υγείας δεν μπορεί να είναι αποκομμένη από τα τεράστια προβλήματα επιβίωσης που οι κάτοικοι ορισμένων περιοχών του πλανήτη αντιμετωπίζουν ως αποτέλεσμα της καθυστερημένης οικονομικής ανάπτυξής τους. Στον απόηχο της διάσκεψης της Στοκχόλμης, είχαμε τον πολλαπλασιασμό της εισαγωγής νόμων για την προστασία του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο. Το οξύμωρο είναι ότι, από την άλλη πλευρά, επιδεινώθηκαν όλοι οι δείκτες που αποτυπώνουν την κατάσταση του παγκόσμιου περιβάλλοντος. Πλήρης διάσταση λόγων και έργων δηλαδή. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν, και κάτω από τις πιέσεις που ασκούσαν λόγω των οριακών καταστάσεων που δημιουργούσαν τόσο η καθυστερημένη ανάπτυξη του τρίτου κόσμου όσο και τα περιβαλλοντικά ζητήματα, διοργανώθηκαν υπό την αιγίδα του Ο.Η.Ε. και άλλες διεθνείς διασκέψεις οι οποίες δεν είχαν κάποιο χειροπιαστό αποτέλεσμα. Σιγά-σιγά αρχίζει να ωριμάζει η ιδέα ότι η οικολογική κρίση δεν είναι απλά ένα τεχνικό πρόβλημα αλλά πηγάζει από τα στρεβλά

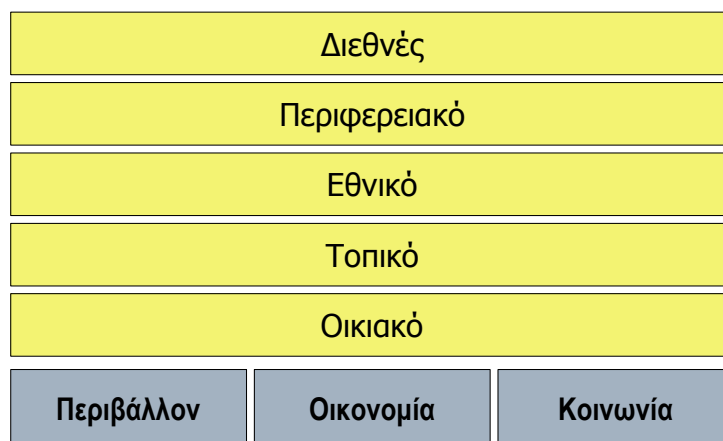
πρότυπα της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης και ότι η προστασία του περιβάλλοντος είναι πρωτίστως πρόβλημα πολιτικό. Έτσι, λοιπόν, η ανθρωπότητα δεν αναζητεί απλώς την προστασία και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος αλλά την εντάσσει σε ένα γενικότερο πλαίσιο οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης, πλαίσιο στο οποίο δίνει τον φιλόδοξο τίτλο «βιώσιμη ανάπτυξη».



Εικόνα 1.3. Οι 3 πυλώνες της Βιώσιμης Ανάπτυξης.

1.7 Η βιώσιμη ανάπτυξη ως απάντηση στην οικολογική κρίση

Η πρώτη αναφορά στη βιώσιμη ανάπτυξη του πλανήτη με επίσημο τρόπο γίνεται μέσα από την τελική έκθεση με τίτλο «Το Κοινό μας Μέλλον» της Διεθνούς Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του Ο.Η.Ε. τον Απρίλιο του 1987. Σε αυτή την έκθεση ως **Βιώσιμη (ή Αειφόρος) Ανάπτυξη** ορίζεται “η ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες της παρούσας γενιάς χωρίς να υποθηκεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες”. Αυτός ο ορισμός έμελλε να μείνει στην ιστορία του διεθνούς περιβαλλοντικού κινήματος και είναι αυτός που χρησιμοποιείται κατά κόρον μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της επιτροπής, η Βιώσιμη Ανάπτυξη στηρίζεται σε 3 πυλώνες: το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία (βλ. Εικόνα 1.3). Η Βιώσιμη Ανάπτυξη θα πρέπει επίσης να αναπτύσσεται σε κάθετα επίπεδα: **διεθνές, περιφερειακό, εθνικό, τοπικό, οικιακό** (βλ. Εικόνα 1.4). Δηλαδή για να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη σε παγκόσμιο επίπεδο, θα πρέπει μέχρι και η συμπεριφορά κάθε νοικοκυριού να εμπεριέχει στοιχεία που οδηγούν στη βιωσιμότητα. Το σλόγκαν της προσπάθειας για τη βιώσιμη ανάπτυξη είναι «**Σκέψου παγκόσμια-Δράσε τοπικά**».



Εικόνα 1.4. Τα επίπεδα της Βιώσιμης Ανάπτυξης [6].

Από τον ορισμό της έννοιας το 1987 μέχρι τα θέματα της πρακτικής εφαρμογής της βιώσιμης ανάπτυξης να μπου στην ατζέντα των παγκόσμιων πολιτικών συζητήσεων πέρασαν πέντε χρόνια. Αυτό έγινε το 1992 στη «Διάσκεψη για τη Γη» που έγινε στο Ρίο της Βραζιλίας. Το πρώτο άρθρο της διακήρυξης του Ρίο δηλώνει ότι “Οι άνθρωποι βρίσκονται στο επίκεντρο των προσπαθειών για βιώσιμη ανάπτυξη. Έχουν δικαίωμα στην υγιεινή και παραγωγική ζωή σε αρμονία με τη φύση”. Η διακήρυξη του Ρίο, εάν και γενικόλογη, αποτελεί ουσιαστικά το πρώτο πολιτικό κείμενο που οριοθετεί την κοινή παγκόσμια προσπάθεια προς τη βιώσιμη ανάπτυξη. Στη συνδιάσκεψη του Ρίο συμμετείχαν 108 αρχηγοί κρατών οι οποίοι υπέγραψαν και υιοθέτησαν την Agenda 21, το σύνολο δηλαδή των οδηγιών για την βιωσιμότητα στον 21^ο αιώνα. Η «Agenda 21» είναι ένα πολιτικό κείμενο που αποτελείται από 40 κεφάλαια, περισσότερους από 100 τομείς προγραμμάτων και 3000 συστάσεις. Αφορά σε τομείς κλειδιά, όπως η γεωργία, η βιομηχανία και η αστική διαχείριση, ένα εύρος περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία των ωκεανών και θαλασσών, η κλιματική αλλαγή, τα επικίνδυνα απόβλητα, τα τοξικά χημικά και το νερό, καθώς και μια σειρά συναφών θεμάτων όπως η μεταφορά τεχνολογίας, η φτώχεια, ο πληθυσμός και το εμπόριο. Αντανακλά τις απόψεις μιας ευρείας ομάδας ενδιαφερομένων μερών. Ως τέτοια αποτελεί ένα μακροπρόθεσμο πρόγραμμα δράσης για βιώσιμη ανάπτυξη στον 21ο αιώνα. Η συνδιάσκεψη ίδρυσε την Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη για να παρακολουθεί την εφαρμογή του προγράμματος δράσης «Agenda 21».

Από την εποχή της διάσκεψης του Ρίο, ο κόσμος σίγουρα δεν άλλαξε και πολύ. Σύμφωνα με στοιχεία του Ο.Η.Ε. τα προβλήματα παραμένουν πολλά και δυσεπίλυτα [6]:

- 1,1 δις άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό,
- 2,4 δις άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε αποχέτευση,
- 2,2 εκατ. άνθρωποι, κυρίως μικρά παιδιά, πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες σχετιζόμενες με το νερό και τις συνθήκες υγιεινής,
- Οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται 3 φορές πιο γρήγορα σε σχέση με τον πληθυσμό,
- 1,2 δις άνθρωποι ζουν με λιγότερο από 1 δολάριο Η.Π.Α. την ημέρα,
- Ο μισός περίπου πληθυσμός της γης ζει με λιγότερα από 2 δολάρια Η.Π.Α. την ημέρα,
- 1 στους 3 κατοίκους του πλανήτη δεν έχει πρόσβαση στον ηλεκτρισμό,
- Η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας στις ανεπτυγμένες χώρες είναι 10 φορές μεγαλύτερη από τις αναπτυσσόμενες,
- Το διάστημα 1992-1999 καταγράφηκε 10% αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων,
- Προβλέπεται ετήσια αύξηση 2% στην κατανάλωση ενέργειας, παγκοσμίως, μέχρι το 2020.

Με αυτά τα δεδομένα ο κόσμος έφτασε στην πλέον πρόσφατη (Αύγουστος 2002) «Παγκόσμια Διάσκεψη για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη» που έγινε στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νοτίου Αφρικής, με κύριο στόχο την αποτίμηση των αποτελεσμάτων των συμφωνιών του Ρίο. Η αίσθηση που άφησε αυτή η διάσκεψη μπορεί να χαρακτηριστεί ως ουδέτερη καθώς τα πράγματα δείχνουν να βρίσκονται εκεί που βρίσκονταν και πριν 10 χρόνια. Επιβεβαιώθηκε το γεγονός ότι η ουσιαστική πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη δεν μπορεί να προέλθει από ευχολόγια και ψηφίσματα αλλά από την αποφασιστικότητα της διεθνούς κοινότητας για την εφαρμογή των συμφωνηθέντων. Τα κυριότερα συμπεράσματα της διάσκεψης του Γιοχάνεσμπουργκ συνοψίζονται στα εξής:

Τέθηκαν, καταρχήν, πέντε νέοι στόχοι σε παγκόσμιο επίπεδο:

1. Μείωση κατά 50% μέχρι το 2015 του παγκόσμιου πληθυσμού που δεν έχει πρόσβαση σε αποχέτευση
2. Δέσμευση για ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον από την παραγωγή και χρήση χημικών
3. Δέσμευση για αποκατάσταση των πληθυσμών των ψαριών το αργότερο μέχρι το 2015
4. Δέσμευση για έναρξη των εθνικών στρατηγικών για τη βιώσιμη ανάπτυξη μέχρι το 2005
5. Δέσμευση για σταμάτημα της απώλειας της βιοποικιλότητας μέχρι το 2010

Σήμερα, πολλοί διεθνείς οργανισμοί δραστηριοποιούνται σε θέματα βιώσιμης ανάπτυξης πέραν του Ο.Η.Ε. (Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη, Ευρωπαϊκή Ένωση, Παγκόσμια Τράπεζα, μη κυβερνητικές οργανώσεις, κ.α.). Λόγω των ιδιαιτέρων ενδιαφερόντων κάθε οργανισμού, το περιεχόμενο της ΒΑ διαφέρει. Και το ζητούμενο παραμένει η εξεύρεση μιας κοινής γλώσσας επικοινωνίας.

ΣΥΝΟΨΗ

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάστηκαν οι εισαγωγικές έννοιες σχετικά με το περιβάλλον. Έγινε ο διαχωρισμός ανάμεσα στο φυσικό και στο ανθρωπογενές περιβάλλον και τονίστηκε η σπουδαιότητα του περιβάλλοντος για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη. Ακολούθησε η ιστορική ανασκόπηση της πορείας της σχέσης αλληλεξάρτησης ανάμεσα στο περιβάλλον και την ανθρωπότητα. Τονίστηκε το γεγονός ότι σήμερα, βιώνουμε τα αποτελέσματα αυτού που αποκαλούμε περιβαλλοντική ή οικολογική κρίση και αυτά τα αποτελέσματα έχουν φτάσει πλέον στο σημείο να απειλούν την υγεία μας και να υποβιβάζουν την ποιότητα της ζωής μας. Το κεφάλαιο έθεσε το αίτημα της βιώσιμης ανάπτυξης, δηλαδή την οικονομική ανάπτυξη που συνδυάζει την προστασία του περιβάλλοντος με την κοινωνική αποδοχή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γεωργόπουλος, Α. (2002). «Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
2. G. Tyler Miller, Jr. (1999). «Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών», Τόμοι Ι και ΙΙ, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
3. Μποναζούντας, Μ. (1995). «Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα.
4. B.J. Nebel and R.T. Wright (2000). Environmental Science, 7th Ed., Prentice Hall.
5. Cunnigham & Saigo (2001). Environmental Science, A Global Concern, McGraw –Hill
6. United Nations Commission on Sustainable Development (2002). The road to Johannesburg.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ο κάθε εκπαιδευόμενος να καταγράψει, κατά τη γνώμη του, τα 5 σοβαρότερα προβλήματα του **τοπικού περιβάλλοντος** κατά σειρά προτεραιότητας. Στη συνέχεια να τα συγκρίνετε με τα προβλήματα των υπολοίπων μελών της τάξης σας και να προσπαθήσετε να συνθέσετε μια **κοινή λίστα** με τα 5 σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα.
2. Να χαρακτηρίσετε ως ρύπανση ή μόλυνση του περιβάλλοντος (τσεκάροντας το αντίστοιχο τετράγωνο με ένα X) κάθε μια από τις απειλές για το παγκόσμιο περιβάλλον που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Απειλή	Ρύπανση	Μόλυνση
Εντομοκτόνα		
Λιπάσματα		
Χολέρα		
Τυφοειδής πυρετός		
Πλαστικές σακούλες		
Οξείδια του αζώτου		
Χρώμιο		

3. Να χαρακτηρίσετε τους ακόλουθους δείκτες μέτρησης της βιώσιμης ανάπτυξης σε οικονομικούς (τοποθετώντας ένα Ο δίπλα τους), περιβαλλοντικούς (τοποθετώντας ένα Π δίπλα τους) ή κοινωνικούς (τοποθετώντας ένα Κ δίπλα τους):

Δείκτης	Είδος δείκτη (Ο ή Π ή Κ)
1. Μακροχρόνια ανεργία (άνεργοι >12 μήνες ως % ενεργού πληθυσμού)	
2. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά κεφαλή	
3. Κατά κεφαλή ΑΕΠ σε μονάδες αγοραστικής αξίας	
4. Κατανάλωση νερού ύδρευσης κατά κεφαλή	
5. Ποσοστό γυναικών στο σύνολο απασχολούμενων	
6. Ετήσιος ρυθμός αύξησης ΑΕΠ	
7. Αριθμός απειλούμενων ειδών πανίδας και χλωρίδας	
8. Ιδιωτικές επενδύσεις (% του ΑΕΠ)	
9. Ποσοστό πληθυσμού με α'βάθμια, β'βάθμια, γ'βάθμια εκπαίδευση	

2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι να παρουσιαστούν οι βασικές έννοιες της επιστήμης της οικολογίας και να αναλυθούν οι έννοιες του οικοσυστήματος, των βιογεωχημικών κύκλων που συντηρούν τη ζωή πάνω στη γη και των τροφικών αλληλεξαρτήσεων ανάμεσα στα είδη των οργανισμών που συνθέτουν ένα οικοσύστημα. Επίσης, σημαντική είναι η ανάδειξη της σημασίας της βιοποικιλότητας για την απρόσκοπτη λειτουργία των υποστηρικτικών μηχανισμών για τη συνέχιση της ζωής πάνω στη γη.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη της ενότητας αυτής θα μπορείτε να:

- Αναφέρετε το αντικείμενο της επιστήμης της Οικολογίας
- Απαριθμείτε 3 βιοτικούς και 3 αβιοτικούς παράγοντες ενός οικοσυστήματος
- Περιγράφετε ένα απλό οικοσύστημα
- Συγκρίνετε το πώς τρέφονται 2 διαφορετικά είδη ενός οικοσυστήματος
- Αναλύετε ένα τροφικό πλέγμα
- Απαριθμείτε 3 απειλές για τη βιοποικιλότητα
- Να αναλύετε τη συνεισφορά των προστατευόμενων περιοχών στη βιώσιμη ανάπτυξη

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

- Οικολογία
- Οικοσύστημα
- Βιοτικοί και Αβιοτικοί παράγοντες
- Τροφική αλυσίδα και τροφικό πλέγμα
- Βιοποικιλότητα
- Προστατευόμενες περιοχές
- Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000
- Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η επιστήμη της οικολογίας περιγράφει τις σχέσεις αλληλεξάρτησης των οργανισμών πάνω στον πλανήτη γη. Όλοι οι οργανισμοί πάνω στη γη οργανώνονται σε οικοσυστήματα. Σε κάθε οικοσύστημα οι οργανισμοί αναπτύσσουν διατροφικές σχέσεις, οι οποίες επιτρέπουν τη ροή ενέργειας και ύλης. Οι ροές ύλης πάνω στη Γη περιγράφονται με τους βιογεωχημικούς κύκλους.

Μια άλλη έννοια στενά συνδεδεμένη με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων είναι η βιοποικιλότητα. Ο όρος βιοποικιλότητα δηλώνει την ποικιλία των φυτών και των ζώων που κατοικούν πάνω στη γη. Η βιοποικιλότητα σήμερα δέχεται τρομερές ανθρωπογενείς πιέσεις και πολλά φυτικά και ζωικά είδη κινδυνεύουν με αφανισμό. Για την προστασία της βιοποικιλότητας έχει καθιερωθεί ο θεσμός της προστατευόμενης περιοχής. Ένα παράδειγμα δικτύου προστατευόμενων περιοχών αποτελεί το δίκτυο Natura 2000 της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η ενότητα διαρθρώνεται ως εξής: Στην αρχή αναπτύσσεται η έννοια του οικοσυστήματος, των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων του και των τροφικών αλληλεξαρτήσεων ανάμεσα στα διαφορετικά είδη ενός οικοσυστήματος. Αναλύονται οι έννοιες της τροφικής αλυσίδας και του τροφικού πλέγματος.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι βιογεωχημικοί κύκλοι και αναλύονται οι κύκλοι του άνθρακα και του αζώτου. Γίνεται εισαγωγή στην έννοια της βιοποικιλότητας και εξετάζονται οι παράγοντες οι

οποίοι απειλούν τη βιοποικιλότητα σήμερα. Παρουσιάζεται το επιστημονικό υπόδειγμα των προστατευόμενων περιοχών και γίνεται αναφορά στο Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000.

Τέλος, εξετάζονται δύο ακόμα απειλές για την παγκόσμια βιοποικιλότητα: η αγροτική παραγωγή και οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί

2.1 Τι είναι η Οικολογία;

Η **οικολογία** είναι η μελέτη των φυτών και των ζώων σε σχέση με το περιβάλλον τους [1]. Η λέξη προέρχεται από την ελληνική λέξη «οίκος» και υποδηλώνει ουσιαστικά τη μελέτη των οργανισμών στην οικία τους ή στη βιοκατοικία τους.

2.2 Τα οικοσυστήματα και η λειτουργία τους

Κάθε μορφή ζωής πάνω στη Γη είναι ένας **οργανισμός**. Οι οργανισμοί κατατάσσονται σε **είδη** ή **ομάδες**, ανάλογα με κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό τους. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι κατατάσσονται σε φυλετικές ομάδες, ανάλογα με το χρώμα του δέρματός τους. Ως **οικοσύστημα** ορίζεται ένα σύστημα οργανισμών που λειτουργεί σε συνεργασία με το αβιοτικό του περιβάλλον. Το μεγαλύτερο γνωστό οικοσύστημα είναι ο πλανήτης μας, που φυσικά περιλαμβάνει όλα τα φυτά και τα ζώα της γης τα οποία αλληλεπιδρούν με το φυσικό τους περιβάλλον. Η έννοια του οικοσυστήματος, βέβαια, εφαρμόζεται και σε πολύ μικρότερες **κλίμακες**. Έτσι για παράδειγμα ένα δάσος, μια λίμνη ή ένα λιβάδι αποτελούν και αυτά με τη σειρά τους πλήρη οικοσυστήματα.

Όλα τα οικοσυστήματα αποτελούνται από **βιοτικά** και **αβιοτικά** συστατικά ανάμεσα στα οποία συντελείται **ανταλλαγή μάζας και ενέργειας**. Η αβιοτική συνιστώσα των οικοσυστημάτων περιλαμβάνει τους αβιοτικούς παράγοντες όπως το **φως**, το **νερό**, τα **θρεπτικά συστατικά** και το **έδαφος**. Οι περιβαλλοντικοί αυτοί παράγοντες παρέχουν την αναγκαία ύλη και ενέργεια για τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Παίζουν επίσης έναν καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό των φυτικών και ζωικών ειδών που θα κατοικήσουν σε μια περιοχή, επηρεάζουν δηλαδή τη βιοτική συνιστώσα του οικοσυστήματος.

Η βιοτική συνιστώσα των οικοσυστημάτων περιλαμβάνει τρεις μεγάλες κατηγορίες ζωντανών οργανισμών:

- τους **παραγωγούς**,
- τους **καταναλωτές**,
- τους **αποδομητές** ή **αποσυνθέτες**.

Ως **παραγωγοί** χαρακτηρίζονται τα φυτά τα οποία είναι ικανά να παράγουν τα ίδια την τροφή τους. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως **αυτότροφοι** οργανισμοί. Οι αυτότροφοι οργανισμοί δεσμεύουν το **διοξείδιο του άνθρακα** και την **υγρασία** της ατμόσφαιρας και με κινητήρια δύναμη την **ηλιακή ενέργεια** μέσω της **φωτοσύνθεσης** συνθέτουν τη **γλυκόζη**, μια οργανική ένωση η οποία αποτελεί μια μορφή χημικής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια, λοιπόν, μετασχηματίζεται μέσω της φωτοσύνθεσης σε χημική ενέργεια.

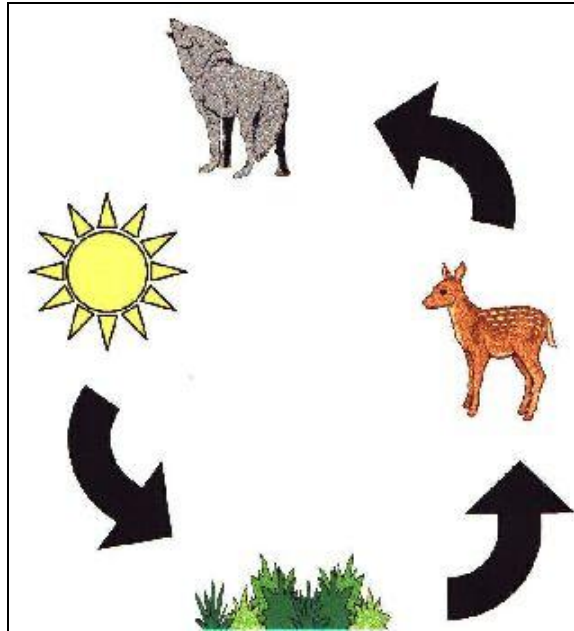
Οι **ετερότροφοι** οργανισμοί τρέφονται καταναλώνοντας τους αυτότροφους. Τα **φυτοφάγα** ζώα είναι οι καταναλωτές πρώτης τάξης. Τα **σαρκοφάγα** ζώα είναι οι καταναλωτές 2^{ης} τάξης. Όταν ένα σαρκοφάγο ζώο τρέφεται με ένα άλλο σαρκοφάγο ζώο τότε είναι ένας καταναλωτής 3^{ης} τάξης. Ο άνθρωπος είναι ένας καταναλωτής, η τάξη του οποίου ποικίλει ανάλογα με το τι τρώει.

Όταν οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος πεθαίνουν, οι **αποδομητές** αποσυνθέτουν την οργανική ύλη των νεκρών οργανισμών σε απλούστερες ανόργανες ενώσεις και έτσι επιστρέφουν τα θρεπτικά συστατικά στη γη.

Από τροφική άποψη, λοιπόν, ένα οικοσύστημα έχει δύο ειδών οργανισμούς: τους **αυτότροφους** και τους **ετερότροφους**

2.3 Τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα

Για να αναπτυχθούν αλλά και να επιτελέσουν τις ζωτικές τους λειτουργίες, οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος απαιτούν την πρόσληψη **ενέργειας**. Οι οργανισμοί προσλαμβάνουν ενέργεια μέσω της τροφής τους εκτός από τους παραγωγούς οι οποίοι την προσλαμβάνουν από τον ήλιο.



Εικόνα 2.1. Η κίνηση της ενέργειας σε ένα οικοσύστημα.

Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ διαφορετικών ειδών οργανισμών είναι **ποιοτικές** (ποιος τρώει ποιον) και **ποσοτικές** (πόσο τρώει ο καθένας).

Οι **τροφικές αλυσίδες** μας δείχνουν την οδό που τρέφεται ένας καταναλωτής. Αποτυπώνουν περιγραφικά την ποιοτική κίνηση των θρεπτικών συστατικών και της ενέργειας διαμέσου των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Οι τροφικές αλυσίδες είναι μονοδιάστατες.

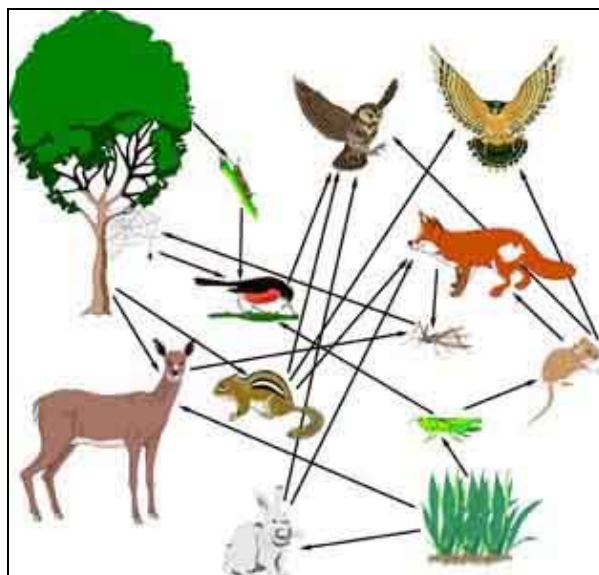
Παράδειγμα τροφικής αλυσίδας

το **χόρτο** τρώγεται από την **ακρίδα** η οποία τρώγεται από το **βάτραχο** ο οποίος τελικά τρώγεται από το **γεράκι**.

Σε ένα οικοσύστημα, οι τροφικές αλυσίδες είναι πολλές και περιπλέκονται δημιουργώντας ένα σύνθετο **τροφικό πλέγμα**, σαν αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 2.2.

Το τροφικό πλέγμα μας δείχνει τις σύνθετες τροφικές αλληλεξαρτήσεις των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.

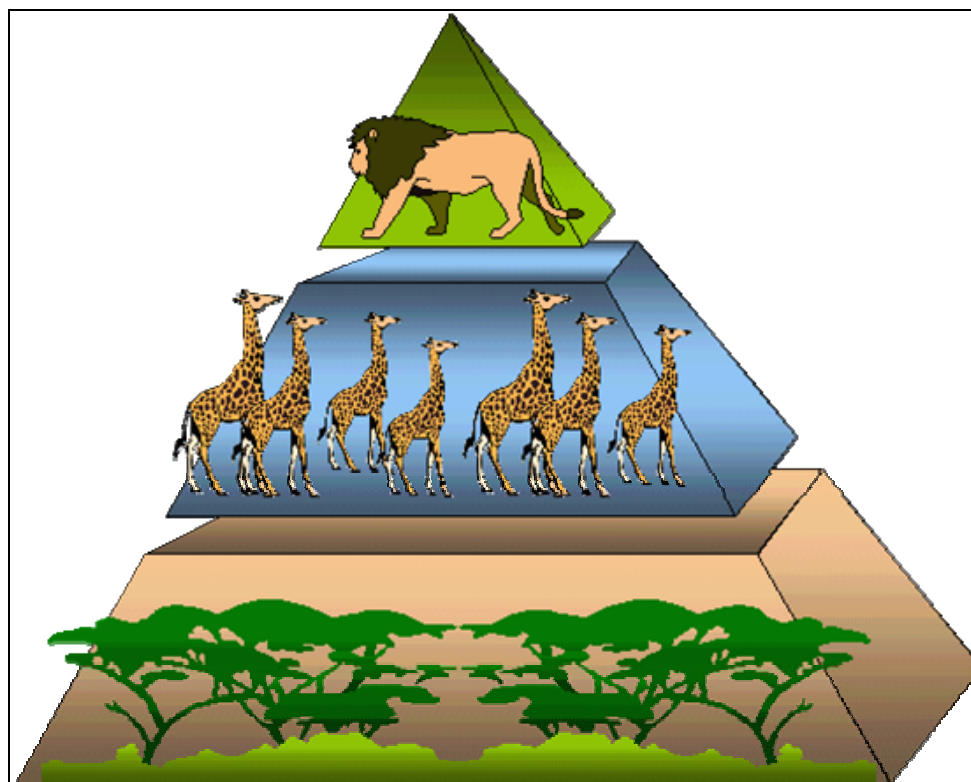
Τα δέντρα παράγουν καρπούς. Οι ακρίδες, τα ποντίκια και τα πτηνά τρέφονται με τους καρπούς των δέντρων. Τα ελάφια και οι λαγοί τρέφονται με τα φυτά. Τα φίδια και οι νυφίτσες τρέφονται με τα ποντίκια. Οι κουκουβάγιες, οι αλεπούδες και τα γεράκια τρέφονται με τα ποντίκια, τα πτηνά, τις νυφίτσες και τους λαγούς.



Εικόνα 2.2. Το τροφικό πλέγμα ενός δασικού οικοσυστήματος.

2.4 Η ποσοτική ροή της ενέργειας στις τροφικές αλυσίδες

Στις τροφικές αλυσίδες η ενέργεια μεταβιβάζεται από το ένα επίπεδο στο επόμενο. Η ποσότητα της ενέργειας που μεταβιβάζεται είναι καθοριστική. Η απεικόνιση των ποσοτικών τροφικών σχέσεων ανάμεσα στα είδη ενός οικοσυστήματος γίνεται με τις **τροφικές πυραμίδες**.



Εικόνα 2.3. Παράδειγμα τροφικής πυραμίδας της ζούγκλας (Πηγή: <http://www.vtaide.com/png/foodchains.htm>).

Καθώς ένα φυτοφάγο ζώο τρώει τα φυτά, ένα μέρος μόνο της χημικής ενέργειας των φυτών αποθηκεύεται ως ιστός ή λίπος στο σώμα του ζώου. Το υπόλοιπο τμήμα της ενέργειας καταναλώνεται για τις ζωτικές λειτουργίες του ζώου (κίνηση, χώνευση, αναπαραγωγή) ή χάνεται ως θερμότητα. Με τον ίδιο τρόπο, όταν ένα σαρκοφάγο ζώο φάει ένα χορτοφάγο, μόνο ένα μικρό τμήμα της ενέργειας του χορτοφάγου ζώου αποθηκεύεται στο σαρκοφάγο. Έτσι λοιπόν, ένα

σαρκοφάγο ζώο πρέπει να καταναλώσει πολλά χορτοφάγα για να αναπτυχθεί. Υπολογίζεται ότι το ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο επόμενο είναι περίπου το 10%. Υπάρχει λοιπόν σημαντική απώλεια ενέργειας όταν περνάμε από το ένα επίπεδο της τροφικής αλυσίδας στο επόμενο. Καθώς οδηγούμαστε στο κορυφαίο διατροφικό επίπεδο η διαθέσιμη ενέργεια είναι σημαντικά μειωμένη. Στη διατροφική πυραμίδα της Εικόνας 2.3 παρατηρείστε ότι υπάρχουν πάρα πολλά δέντρα, λιγότερες καμηλοπαρδάλεις και μόνο ένα λιοντάρι. Με λίγα λόγια, απαιτούνται πολλοί οργανισμοί στη βάση μιας διατροφικής πυραμίδας για να τραφούν οι λίγοι οργανισμοί που βρίσκονται στην κορυφή της.

2.5 Βιογεωχημικοί κύκλοι

Μέχρι στιγμής έχει εξεταστεί η ροή ενέργειας στα οικοσυστήματα. Όπως προαναφέρθηκε, η πηγή ενέργειας για όλα τα οικοσυστήματα του πλανήτη είναι ο ήλιος. Ο ήλιος είναι συνεχώς διαθέσιμος και άρα τα οικοσυστήματα τροφοδοτούνται διαρκώς με ενέργεια.

Αντίθετα όμως με την ενέργεια, η **ύλη** που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη. Αυτό σημαίνει ότι τα χημικά στοιχεία από τα οποία δομούνται οι οργανισμοί των γήινων οικοσυστημάτων πρέπει να **κυκλοφορούν** διαρκώς στη βιόσφαιρα (δηλαδή στην ατμόσφαιρα, στη λιθόσφαιρα και στην υδρόσφαιρα) έτσι ώστε να είναι διαθέσιμα σε όλους τους οργανισμούς. Τα σημαντικότερα από ποσοτικής άποψης χημικά στοιχεία είναι ο **άνθρακας**, το **υδρογόνο**, το **οξυγόνο**, το **άζωτο** και το **θείο**. Το κάθε ένα λοιπόν από αυτά τα χημικά στοιχεία έχει το δικό του **κύκλο**, ο οποίος επιτρέπει την ανακύκλωση του αντίστοιχου χημικού στοιχείου. Οι κύκλοι των χημικών στοιχείων μαζί με τον κύκλο του νερού (τον οποίο θα αναλύσουμε στο επόμενο κεφάλαιο) επιτρέπουν τη διατήρηση της ζωής άνω στη γη. Όλα τα χημικά στοιχεία ακολουθούν ένα συγκεκριμένο φυσικό κύκλο. Η λειτουργία, όμως, όλων των φυσικών κύκλων έχει διαταραχθεί λόγω της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια αναλύονται ο κύκλος του **άνθρακα** (του βασικού δομικού στοιχείου της ζωής πάνω στη γη) και του **αζώτου** (στοιχείου απαραίτητου για τη σύνθεση των πρωτεϊνών).

2.5.1 Ο κύκλος του άνθρακα

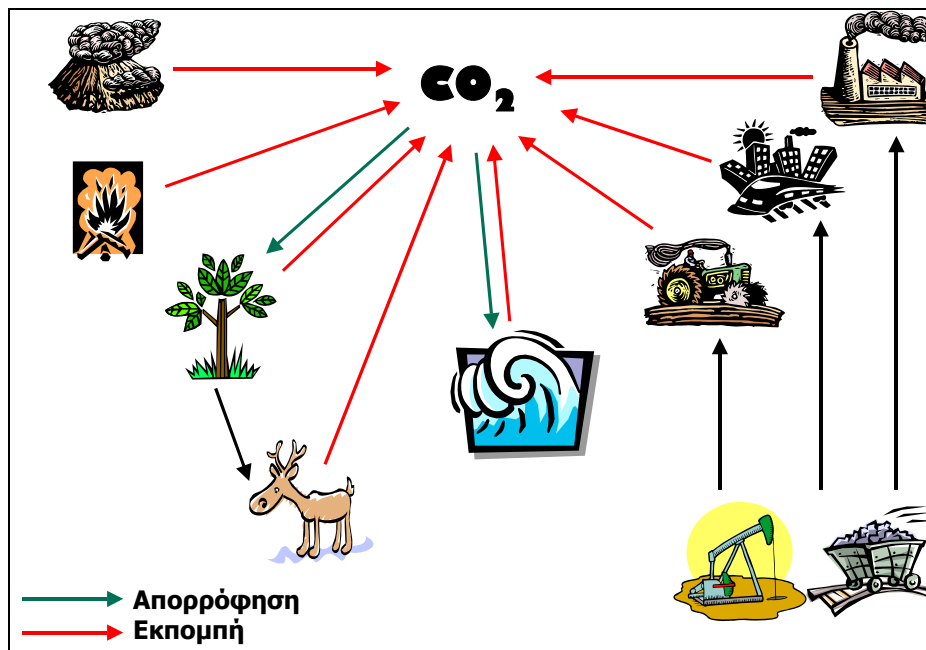
Ο άνθρακας αποτελεί τη βασική δομική μονάδα όλων των οργανισμών πάνω στη γη. Ο άνθρακας υπάρχει με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Όπως προείπαμε, προσλαμβάνεται από τα φυτά (δηλαδή τους παραγωγούς) μέσω της φωτοσύνθεσης και μετατρέπεται σε γλυκόζη. Στη συνέχεια, μέσα στο οικοσύστημα ο άνθρακας ακολουθεί τη ροή της ενέργειας καθώς όπως είπαμε η γλυκόζη αποτελεί μια αποθηκευμένη μορφή ενέργειας.

Ένα μέρος της γλυκόζης χρησιμοποιείται για την κυτταρική αναπνοή των οργανισμών. Κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται διοξείδιο του άνθρακα το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

Διοξείδιο του άνθρακα, επίσης, δεσμεύεται αλλά και απελευθερώνεται από τους ωκεανούς ενώ μεγάλες ποσότητες απελευθερώνονται και από τις ηφαιστειακές εκρήξεις.

Η παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα είναι καταλυτική καθώς όλα τα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο) που καταναλώνονται πάνω στον πλανήτη απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα με αποτέλεσμα να έχει διαταραχθεί ο κύκλος του άνθρακα και να απειλείται το κλίμα του πλανήτη (βλ. την ενότητα της ατμόσφαιρας).

Ο απλοποιημένος κύκλος του άνθρακα φαίνεται στην Εικόνα 2.4:



Εικόνα 2.4. Ο απλοποιημένος κύκλος του άνθρακα.

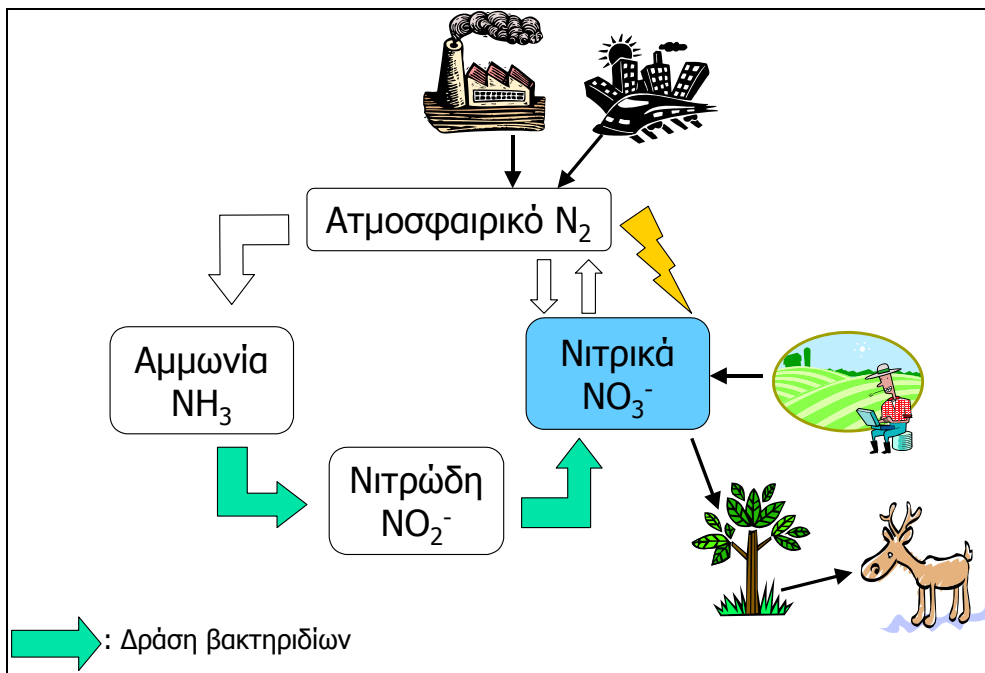
2.5.2 Ο κύκλος του αζώτου

Όπως προαναφέρθηκε το άζωτο καταλαμβάνει περίπου το 80% του όγκου της ατμόσφαιρας. Παρά όμως την υπερπροσφορά του το αέριο άζωτο δεν μπορεί να δεσμευτεί από τους οργανισμούς, άρα τους είναι άχρηστο. Για να έρθει το άζωτο σε μια αξιοποιήσιμη μορφή πρέπει να προηγηθεί η διαδικασία της **αζωτοδέσμευσης**.

Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και σε βιολογική:

- Κατά την **ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση** το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά είτε με τους υδρατμούς είτε με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και σχηματίζεται είτε αμμωνία είτε μια άλλη μορφή αζώτου να νιτρικά ιόντα. Τόσο η αμμωνία όσο και τα νιτρικά ιόντα είναι υδατοδιαλυτά, δηλαδή διαλύονται στο νερό της βροχής και έτσι φτάνουν στη γη σε μορφή αξιοποιήσιμη από το γήινο οικοσύστημα.
- Κατά τη **βιολογική αζωτοδέσμευση**, κατάλληλοι μικροοργανισμοί δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα τα οποία όπως προείπαμε είναι υδατοδιαλυτά και άρα απορροφούνται από το ριζικό σύστημα των φυτών. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Η παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του αζώτου υπήρξε επίσης καταστρεπτική. Η χρήση των αζωτούχων χημικών λιπασμάτων επιβάρυνε τα εδάφη και κατά συνέπεια τα νερά, επιφανειακά και υπόγεια, με αποτέλεσμα στις μέρες μας να σημειώνονται συμπτώματα **νιτρορρύπανσης**, δηλαδή ρύπανσης των υδάτων από υπερβολικές ποσότητες αζώτου. Ο κύκλος του αζώτου επιβαρύνεται επίσης από τις εκπομπές των αερίων του αζώτου που παράγονται από τις καύσεις στις μηχανές εσωτερικής καύσεως των μεταφορικών μέσων και των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο απλοποιημένος κύκλος του αζώτου φαίνεται στην Εικόνα 2.5:



Εικόνα 2.5. Ο απλοποιημένος κύκλος του αζώτου.

2.6 Βιοποικιλότητα

Μια άλλη έννοια στενά συνδεδεμένη με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων είναι η **βιοποικιλότητα**. Ο όρος βιοποικιλότητα δηλώνει την ποικιλία των φυτών και των ζώων που κατοικούν πάνω στη γη. Η βιοποικιλότητα είναι ο συνεκτικός ιστός της ζωής, ο οποίος και διαφοροποιεί τον πλανήτη γη από τους υπόλοιπους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος.

Υπάρχουν τρία διαφορετικά επίπεδα βιοποικιλότητας:

- η **βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων** (δηλώνει το ότι υπάρχουν εδαφικά, δασικά, θαλάσσια, λιμναία οικοσυστήματα κ.ο.κ.),
- η **βιοποικιλότητα των ειδών** (δηλώνει το ότι υπάρχουν πολλά φυτικά και ζωικά είδη), και
- η **γενετική βιοποικιλότητα**, δηλαδή η βιοποικιλότητα μέσα σε ένα είδος (δηλώνει ότι υπάρχουν, για παράδειγμα, πολλά είδη σπουργιτιών).

Ο αριθμός και οι τύποι των οργανισμών που κατοίκησαν πάνω στον πλανήτη μας έχει διαφοροποιηθεί σημαντικά στην πορεία της ζωής του πλανήτη Γη. Εν μέρει, αυτές οι αυξομειώσεις προκαλούνται από την εξέλιξη νέων τύπων οργανισμών αλλά και την εξαφάνιση άλλων λόγω περιβαλλοντικών αλλαγών αλλά και μαζικών εξαφανίσεων ειδών, όπως αυτή που συνέβη στο τέλος της Μεσοζωικής περιόδου πριν από περίπου 65 εκατομμύρια χρόνια με την εξάλειψη των δεινοσαύρων.

Στις μέρες μας όμως, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις επιδρούν αρνητικά στη βιοποικιλότητα σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Οι αλλαγές που συντελούνται είναι πολύ γρήγορες και οδηγούν σε απώλεια φυτικών και ζωικών ειδών. Τα είδη εξαφανίζονται 50-100 φορές ταχύτερα από το φυσικό ρυθμό και αυτή η τάση προβλέπεται να αυξηθεί δραματικά στα επόμενα χρόνια.

Σύμφωνα με τους σημερινούς υπολογισμούς 34.000 φυτικά είδη και 5.200 ζωικά είδη (ανάμεσα σε αυτά 1 στα 8 είδη πτηνών) απειλούνται άμεσα. Σύμφωνα με την έκθεση της Διεθνούς Ένωσης για την Διατήρηση της Φύσης και των Φυσικών Πόρων (IUCN) που εκδόθηκε το έτος 2000, περίπου το 10% των ζωικών ειδών και το 14% των φυτικών ειδών απειλούνται άμεσα [5].



Εικόνα 2.6. Βιοποικιλότητα.

Η σημαντικότερη ανθρωπογενής επίπτωση στη βιοποικιλότητα είναι ο μετασχηματισμός και η καταστροφή των βιοτόπων των ειδών. Για παράδειγμα, στα εδαφικά οικοσυστήματα αυτό συντελείται μέσω της αλλαγής των χρήσεων γης: αποξήρανση υγροτόπων, αποψίλωση της γης με στόχο την καλλιέργειά της, υλοτόμηση των δασών για την παραγωγή ξυλείας, ρύπανση των εδαφών λόγω ανεξέλεγκτης απόρριψης αποβλήτων. Άλλες μορφές ανθρωπογενούς παρέμβασης στη βιοποικιλότητα είναι η ανάπτυξη και εξάπλωση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, η υπερεκμετάλλευση (π.χ. υπεραλίευση, υπερθήρευση) συγκεκριμένων ειδών καθώς επίσης και η εισαγωγή ξένων ειδών σε ένα οικοσύστημα.

Η ένταση της αστικοποίησης και η αύξηση των υποδομών, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η κάθε είδους ρύπανση και η εισαγωγή ξενικών ειδών στα οικοσυστήματα βλάπτουν πολύ τη βιοποικιλότητα. Έτσι, στο σύνολο της ευρωπαϊκής ηπείρου, απειλούνται το 42% των θηλαστικών, το 15% των πτηνών και το 52% των ψαριών του γλυκού νερού. Παράλληλα, πάνω από 1.000 είδη φυτών απειλούνται με εξαφάνιση ή τελούν υπό εξαφάνιση.

2.6.1 Γιατί είναι σημαντική η απώλεια της βιοποικιλότητας;

Σύμφωνα με τη Συνδιάσκεψη για τη Βιοποικιλότητα (IUCN, Convention on Biological Diversity) η απώλεια ειδών είναι πολύ σημαντική για τρεις λόγους [5]:

- Η διάσπαση ορισμένων κρίσιμων κρίκων στη βιολογική αλυσίδα μπορεί να διαταράξει τη λειτουργία ενός ολόκληρου οικοσυστήματος και των αντίστοιχων βιογεωχημικών του κύκλων. Αυτή η διαταραχή μπορεί να έχει σημαντικά αποτελέσματα σε μεγαλύτερου μεγέθους διεργασίες.
- Η απώλεια ειδών είναι δυνατό να έχει επιπτώσεις στη γενετική δεξαμενή απ' όπου αντλούνται οι πρώτες ύλες για ορισμένα φάρμακα και φαρμακευτικά προϊόντα.
- Η απώλεια ειδών μπορεί να προκαλέσει απώλεια γενετικού υλικού το οποίο είναι απαραίτητο για την αναπλήρωση της γενετικής ποικιλότητας των εξημερωμένων φυτικών ειδών τα οποία αποτελούν τη βάση της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής.

Λόγω λοιπόν όλων αυτών των έντονων ανησυχιών, η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει κινητοποιηθεί για τη σωτηρία της βιοποικιλότητας. Πολλοί οργανισμοί και μηχανισμοί έχουν συσταθεί από ποικίλες επιστημονικές ενώσεις με αντικειμενικό στόχο τη διάσωση της βιολογικής ποικιλότητας του πλανήτη.

2.6.2 Η σημερινή κατάσταση της εδαφικής βιοποικιλότητας

Δεν υπάρχει άνθρωπος πάνω στη γη που να γνωρίζει πόσα ακριβώς είδη ζουν πάνω στη γη και με πιο ρυθμό εξαφανίζονται τα είδη. Τα συνολικά είδη που υπάρχουν πάνω στη γη εκτιμούνται σε 10 εκατομμύρια. Από αυτά, περίπου τα 1,75 εκατομμύρια είδη (δηλαδή ποσοστό χαμηλότερο του 20%) έχουν συλλεχθεί και ταξινομηθεί από τους βιολόγους. Από τα λιγότερο μελετημένα είναι τα είδη των βακτηρίων, των εντόμων και των μυκήτων. Επίσης, τα είδη ορισμένων περιοχών του πλανήτη, όπως η Δυτική Ευρώπη, είναι σχεδόν πλήρως μελετημένα σε σχέση με είδη σε άλλες περιοχές του πλανήτη.

Η λεπτομερής απογραφή των ειδών σε διαφορετικά οικοσυστήματα δείχνει ότι ορισμένα οικοσυστήματα είναι πιο πλούσια από άλλα ως προς τη βιοποικιλότητά τους. Έχει λεχθεί ότι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της βιοποικιλότητας είναι ότι δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη πάνω στον πλανήτη.

Κάτι, επίσης, πολύ ενδιαφέρον σχετικά με τη βιοποικιλότητα είναι ότι αυξάνεται καθώς μειώνεται το γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή είναι μεγαλύτερη στους τροπικούς απ' ότι είναι στους πόλους. Για το λόγο αυτό **τα τροπικά δάση έχουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα ειδών ανά μονάδα επιφάνειας**. Αντίστοιχα, η έρημος, η τούνδρα και τα πολικά δάση έχουν τη χαμηλότερη. Η αποδοχή του γεγονότος ότι ορισμένες περιοχές του πλανήτη έχουν πολύ πλούσια βιοποικιλότητα, ιδιαίτερα **ενδημικών ειδών** (δηλαδή φυτικών ή ζωικών ειδών που βρίσκονται αποκλειστικά σε αυτές τις περιοχές) έχει δημιουργήσει ένα έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον για την αναγνώριση αυτών των περιοχών με την ιδιαίτερα πλούσια βιοποικιλότητα, των οποίων η διατήρηση παρουσιάζει, κατά συνέπεια, πολύ μεγάλη αξία.

2.6.3 Υπάρχει εικόνα της σημερινής βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο;

Μια ποικιλία μεθόδων έχει χρησιμοποιηθεί για να καταγραφούν οι πλούσιες σε είδη περιοχές του πλανήτη μας. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι α) η μέθοδος των «**θερμών περιοχών**» και β) η βάση δεδομένων **Global 200 της περιβαλλοντικής οργάνωσης WWF**, οι οποίες και παρουσιάζονται στη συνέχεια. Η λογική πίσω από αυτές τις δύο προσπάθειες είναι ότι υπάρχουν ορισμένες περιοχές του πλανήτη μας, πολύ πλούσιες σε βιοποικιλότητα, οι οποίες πρέπει να προστατευθούν κατά προτεραιότητα [6].

Ο βρετανός οικολόγος Norman Myers το 1988 εισήγαγε τον όρο «**θερμών περιοχές**» (hotspots) για να υποδηλώσει περιοχές μεγάλης σημασίας από άποψη βιοποικιλότητας των οποίων η συνέχεια απειλείται. Αυτή η πρώτη λίστα περιοχών περιελάμβανε μόνο τα τροπικά δάση. 10 χρόνια αργότερα, η αρχική λίστα ανανεώθηκε και κατεγράφησαν σε αυτή 24 «θερμές περιοχές» σε παγκόσμιο επίπεδο, μεταξύ των οποίων και τη Μεσόγειο. Στις 24 αυτές περιοχές, οι οποίες καλύπτουν μόλις το 1,4% της επιφάνειας της γης, μπορεί κάποιος να συναντήσει το 44% του συνόλου των φυτικών ειδών και το 35% των ζώων (εκτός των ψαριών) τα οποία είναι ενδημικά στις περιοχές αυτές.

Η περιβαλλοντική οργάνωση WWF έχει συντάξει την Global 200 βάση δεδομένων η οποία περιλαμβάνει 233 περιοχές σε παγκόσμιο επίπεδο, οι οποίες είναι αντιπροσωπευτικές όλων των ειδών των οικοσυστημάτων, δηλαδή δεν περιλαμβάνει μόνο τα τροπικά δάση. Η λογική πίσω από αυτή την ενέργεια έχει να κάνει με το γεγονός ότι ενώ τα τροπικά δάση περιέχουν πάνω από το 50% της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, το υπόλοιπο 50% βρίσκεται εκτός αυτών των δασών σε άλλου είδους εδαφικά οικοσυστήματα. Σύμφωνα με τη WWF από αυτά τα 233 εδαφικά

οικοσυστήματα, το 47% απειλείται, το 29% είναι ευάλωτα ενώ το υπόλοιπο 24% θεωρούνται σταθερά [6].

2.6.4 Βιοποικιλότητα και κλιματική αλλαγή

Οι αλλαγές στις χρήσεις γης, η κλιματική αλλαγή και η βιοποικιλότητα συνδέονται άμεσα. Καθώς το κλίμα αλλάζει, τα οικοσυστήματα θα αντιδράσουν προσπαθώντας να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες θερμοκρασίας, βροχοπτώσεων αλλά και στις αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Όλες αυτές οι αλλαγές είναι πιθανό να έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε ορισμένα οικοσυστήματα, αλλά και θετικές σε άλλα. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι οι κλιματικές αλλαγές να είναι τόσο ραγδαίες ώστε να μη δοθεί ο απαραίτητος χρόνος στα φυσικά οικοσυστήματα να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες. Για όσα είδη είναι δυνατόν να μεταναστεύουν, ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι να είναι κλειστές οι οδοί διαφυγής τους λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων ή φυσικών εμποδίων (π.χ. βουνά ποτάμια ή ωκεανοί). Σε αυτή την περίπτωση προβλέπονται μεγάλης κλίμακας εξαφανίσεις ειδών.

Οι αναλύσεις της περιβαλλοντικής οργάνωσης WWF δείχνουν ότι περισσότερο από το 80% των βιολογικά πλούσιων περιοχών του πλανήτη θα πληγεί από την κλιματική αλλαγή και θα υπάρξουν εξαφανίσεις φυτικών και ζωικών ειδών. Θα υπάρξει όμως διαφοροποίηση στην ένταση των αλλαγών που θα επέλθουν: οι αλλαγές των συνθηκών θα είναι πιο έντονες στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και στα μεγάλα υψόμετρα σε σχέση με τις πεδινές τροπικές περιοχές. Ακόμα και τα πλέον απομακρυσμένα οικοσυστήματα αναμένεται να πληγούν από την κλιματική αλλαγή [5].

2.6.5 Γιατί πρέπει να διαφυλαχθεί η βιοποικιλότητα;

Η βιοποικιλότητα επιβάλλεται να διαφυλαχθεί για δύο κατηγορίες λόγων:

- λόγω της **εγγενούς της αξίας**, επειδή δηλαδή η φύση αποτελεί πηγή απόλαυσης και έμπνευσης και παρέχει το υπόβαθρο για πολλές ψυχαγωγικές, τουριστικές και πολιτιστικές δραστηριότητες·
- λόγω των **υπηρεσιών υποστήριξης της ζωής** που παρέχει, επειδή δηλαδή η φύση προσφέρει όλα τα βασικά στοιχεία για την ανθρώπινη επιβίωση και ευζωία (τρόφιμα, φαρμακευτικά προϊόντα, νερό, αέρα κ.λπ.). Υπάρχει κάποιο όριο σε ό,τι αφορά το βαθμό στον οποίο η ανθρώπινη τεχνολογία και επινοητικότητα μπορεί να υποκαταστήσει επιτυχημένα το συγκεκριμένο φυσικό σύστημα υποστήριξης της ζωής.

2.7 Προστατευόμενες περιοχές

Η σύγχρονη προσέγγιση σχετικά με την προστασία της βιοποικιλότητας προβλέπει τον καθορισμό συγκεκριμένων **προστατευόμενων περιοχών**. Η ίδρυση του εθνικού πάρκου Yellowstone στις Η.Π.Α. το 1872 ήταν η πρώτη προσπάθεια για τη θεσμοθέτηση προστατευόμενων περιοχών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η αρχική προσέγγιση του θεσμού των προστατευόμενων περιοχών προσδιόριζε τις περιοχές αυτές ως χώρους «απόλυτης προστασίας» αποκλείοντας έτσι κάθε ανθρώπινη παρέμβαση. Στην πορεία έγινε φανερό ότι η απομόνωση των προστατευόμενων περιοχών όχι μόνο δεν εξασφαλίζει τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά μπορεί να έχει και τα αντίθετα αποτελέσματα. Η διαπίστωση αυτή οδήγησε σταδιακά στην εγκατάλειψη της ιδέας της απόλυτης προστασίας και στην ανάγκη ενσωμάτωσης της προστατευόμενης περιοχής στον ευρύτερο οικολογικό, οικονομικό και κοινωνικό περίγυρο.

Σύμφωνα με τις νεότερες αντιλήψεις που διέπουν την προστασία, οι προστατευόμενες περιοχές θα πρέπει να αποτελούν αντικείμενο αειφορικής διαχείρισης, που να εξασφαλίζει αφενός τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των οικοτόπων και αφετέρου τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στις περιοχές αυτές. Θα πρέπει να προκρίνεται η «ενεργός διαχείριση» των προστατευόμενων περιοχών,

χωρίς βεβαίως να παραγνωρίζεται ο πρωταρχικός τους ρόλος που είναι η διατήρηση του φυσικού τους περιβάλλοντος.

Ο επικρατέστερος ορισμός για τις προστατευόμενες περιοχές έχει δοθεί από την IUCN ή The World Conservation Union όπως αποκαλείται σήμερα:

Ως προστατευόμενη περιοχή ορίζεται μια έκταση χερσαία ή/και θαλάσσια, ειδικά αφιερωμένη στην προστασία και διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας, των φυσικών και συναφών πολιτιστικών πόρων, που υφίστανται διαχείριση σύμφωνα με νομικά ή άλλου τύπου, αποτελεσματικά μέτρα [5].

Ως στόχοι προστασίας και διαχείρισης μιας προστατευόμενης περιοχής αναφέρονται οι ακόλουθοι:

- Προστασία των σημαντικών τύπων οικοτόπων, των φυσικών ενδιαιτημάτων, των οικοσυστημάτων και των οικολογικών διεργασιών,
- Προστασία της άγριας ζωής,
- Διατήρηση των ειδών χλωρίδας, πανίδας και ορνιθοπανίδας και ειδικότερα της γενετικής ποικιλότητας,
- Προστασία των φυσικών ή/και πολιτιστικών και παραδοσιακών αξιών, οι οποίες δύνανται να επιτρέψουν ένα φάσμα λογικών ανθρώπινων χρήσεων,
- Διατήρηση των εν λόγω περιοχών για την ανάπτυξη ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, όπως είναι ο οικοτουρισμός, ο φυσιολατρικός τουρισμός, κ.λπ.,
- Προώθηση της επιστημονικής έρευνας και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης,
- Διατήρηση των λειτουργιών που επιτελούνται στο φυσικό περιβάλλον, και
- Βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων.



Εικόνα 2.7. Η λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου.

Η προσπάθεια για την προστασία της βιοποικιλότητας δεν τερματίζεται με τη θεσμοθέτηση προστατευόμενων περιοχών – ουσιαστικά τότε αρχίζει!

2.8 Το οικολογικό δίκτυο Natura 2000

Ένα δίκτυο προστατευόμενων περιοχών αποτελεί τον πυρήνα κάθε προγράμματος που στοχεύει στη διατήρηση της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων, των ειδών και των φυσικών γενετικών αποθεμάτων, καθώς και στην προστασία φυσικών περιοχών με μεγάλη αξία λόγω των εγγενών αξιών τους και λόγω της έμπνευσης και της αναψυχής που προσφέρουν [5].

Ένα δίκτυο προστατευόμενων περιοχών διασφαλίζει [5]:

- Τα φυσικά οικοσυστήματα που είναι απαραίτητα για τη συντήρηση των οικολογικών λειτουργιών, τη διατήρηση των αγρίων ειδών και των περιοχών με ιδιαίτερα υψηλή ποικιλότητα ειδών, την προστασία εγγενών αξιών και πηγών έμπνευσης και την υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας.
- Τα τοπία που έχουν σημαντική πολιτιστική αξία (συμπεριλαμβανομένων των τόπων που αναδεικνύουν αρμονικές σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων και της φύσης), τα ιστορικά μνημεία και την πολιτιστική κληρονομιά σε δομημένες περιοχές.
- Την αειφόρο χρήση της χλωρίδας και της πανίδας σε ημι-φυσικά οικοσυστήματα.
- Τις παραδοσιακές αειφόρους χρήσεις των οικοσυστημάτων σε ιερές περιοχές ή σε περιοχές από τις οποίες εξαρτώντας άμεσα αυτόχθονες πληθυσμοί.
- Την αναψυχή και την εκπαίδευση σε φυσικά, ημιφυσικά και τεχνητά οικοσυστήματα.

Έτσι λοιπόν, η Ευρωπαϊκή Ένωση επιδιώκοντας να προστατεύσει τη βιοποικιλότητα και να αντιμετωπίσει την εξαφάνιση ζωικών και φυτικών ειδών δημιούργησε, μεταξύ άλλων, ένα τεράστιο **δίκτυο προστατευόμενων περιοχών**, το Natura 2000, και συμπεριέλαβε την προστασία της βιοποικιλότητας μεταξύ των βασικών στόχων της πολιτικής της.

Το Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000 προβλεπόταν από την Κοινοτική Οδηγία 92/3/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων, της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Δημιουργήθηκε για να συμβάλει στην προστασία της βιολογικής ποικιλομορφίας μέσω της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας χλωρίδας και πανίδας στο έδαφος τη Ευρωπαϊκής Ένωσης [3].

Κάθε κράτος μέλος πρέπει να συμβάλλει στη σύσταση του Natura 2000 ανάλογα με τα είδη των φυσικών οικοτόπων και των οικοτόπων ειδών που διαθέτει. Σήμερα, η Ελλάδα έχει εντάξει στο Δίκτυο Natura 151 **Ζώνες Ειδικής Προστασίας** της ορνιθοπανίδας (σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ) και 239 **Τόπους Κοινοτικής Σημασίας**. Οι δύο παραπάνω κατάλογοι παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον αφορά τις εκτάσεις τους [3].

Το χερσαίο τμήμα της Ελλάδας που έχει ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000 εκτιμάται σε ποσοστό περίπου 18% της συνολικής γεωγραφικής επιφάνειας της χώρας

2.9 Η συμβολή των προστατευόμενων περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη

Οι προστατευόμενες περιοχές συμβάλλουν προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης γιατί:

- Προστατεύουν το έδαφος και τα νερά σε περιοχές που παρουσιάζουν μεγάλη διάβρωση (π.χ. λόγω της καταστροφής ή υποβάθμισης της φυσικής βλάστησης), ιδιαίτερα σε απόκρημνες πλαγιές ορεινών λεκανών και σε όχθες ποταμών.
- Ρυθμίζουν ποσοτικά και ποιοτικά τη ροή του νερού, ιδιαίτερα μέσω της προστασίας υδροτόπων και δασών.
- Προστατεύουν τους ανθρώπους από φυσικές καταστροφές όπως πλημμύρες και καταιγίδες, ιδιαίτερα μέσω της προστασίας των δασών σε λεκάνες απορροής, και των παραποτάμιων και παράκτιων υδροτόπων.
- Διατηρούν σημαντική φυσική βλάστηση σε εδάφη που από τη φύση τους έχουν χαμηλή παραγωγικότητα, δηλαδή εδάφη χαμηλής απόδοσης που δεν προσφέρονται για καλλιέργεια.

- Διατηρούν σημαντικά (από άποψης ποιότητας ή/και ποσότητας) γενετικά αποθέματα ή είδη που είναι σημαντικά για τη φαρμακευτική επιστήμη.
- Προστατεύουν είδη και φυτικούς ή ζωικούς πληθυσμούς που είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι στην ενόχληση από ανθρώπους.
- Αποτελούν κρίσιμο ενδιαίτημα για την αναπαραγωγή, διατροφή ή ανάπαυση συγκεκριμένων ειδών, τα οποία είτε τυγχάνουν εκμετάλλευσης από τον άνθρωπο είτε είναι αποδημητικά ή απειλούμενα με εξαφάνιση.
- Προσφέρουν εισόδημα και θέσεις εργασίας, ιδιαίτερα από τις ήπιες μορφές τουρισμού.

Ως ενδιαίτημα ορίζεται ο τόπος που ζει ένα είδος, ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα

2.10 Άλλες απειλές για τη βιοποικιλότητα: αγροτική παραγωγή

Ο σύγχρονος τρόπος εξασφάλισης τροφής για την ανθρωπότητα απειλεί από μόνος του τη αγροτική βιοποικιλότητα του πλανήτη. Αναλογιστείτε ότι μόλις 14 καλλιεργούμενα φυτά αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 75% της παγκόσμιας πρόσληψης θερμίδων (βλ. πίνακα 2.1) ενώ μόλις 3 είδη εκτρεφόμενων ζώων (χοιρινά, βοοειδή και πτηνά) είναι η σημαντικότερη πηγή πρωτεϊνών σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πρέπει να προστατεύονται οι ντόπιες ποικιλίες αγροτικών φυτών και ζώων.

Πίνακας 2.1. Οι σημαντικότερες φυτικές καλλιέργειες σε παγκόσμιο επίπεδο

Σιτάρι	Ζαχαρότευτλα
Ρύζι	Φασόλια
Καλαμπόκι	Σόγια
Πατάτα	Κριθάρι
Γλυκοπατάτα	Σόργο
Μανιόκα	Καρύδες
Ζαχαροκάλαμα	Μπανάνες

2.11 Άλλες απειλές για τη βιοποικιλότητα: Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί

Για τα χρόνια που έρχονται η ανθρωπότητα έχει να αντιμετωπίσει την πρόκληση της αύξησης της παραγωγής τροφής για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του αυξανόμενου πληθυσμού. Σημαντική, προς αυτή την κατεύθυνση, αναμένεται να είναι η συνεισφορά των **γενετικά τροποποιημένων τροφίμων**, οι οποίοι στην καθημερινή μας ζωή αναφέρονται με τον όρο **μεταλλαγμένα τρόφιμα**.

Ανέκαθεν η ανθρωπότητα τροποποιούσε το γενετικό υλικό των φυτών και των ζώων μέσω της επιλεκτικής διασταύρωσης και της εξημέρωσης των ειδών. Η ανακάλυψη του της δομής του DNA το 1953 αποτέλεσε το σημείο καμπής για τη συγκροτημένη γενετική έρευνα. Το 1973 επιτεύχθηκε για πρώτη φορά η μεταφορά ενός γονιδίου από έναν οργανισμό σε έναν διαφορετικό. Σήμερα η βιοτεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς της ζωής μας και ιδιαίτερα σε αυτό της διατροφής.

Οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί αποτελούν και αντικείμενο εμπορικής διαμάχης ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις Η.Π.Α. καθώς στην Ε.Ε. δεν επιτρέπεται η κυκλοφορία γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στα τρόφιμα χωρίς την κατάλληλη επισήμανση προς τον καταναλωτή. Σημειώστε ότι οι Η.Π.Α. εξάγουν πάνω από το 50% του σιταριού και του ρυζιού που παράγουν ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τη σόγια, το καλαμπόκι και το βαμβάκι φτάνει το 25%. Όλες οι παραπάνω καλλιέργειες στις Η.Π.Α. στηρίζονται σε γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.

2.11.1 Τα υπέρ και τα κατά των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών

Οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως τροφή αποτελούν μια από τις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας. Οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάπτυξης υβριδίων χρειάζονται πολυετείς μελέτες. Η βιοτεχνολογία κάνει δυνατή τη μεταφορά συγκεκριμένων θετικών χαρακτηριστικών (π.χ. αντίσταση στα έντομα) από το ένα είδος στο άλλο. Επιτρέπει επίσης τη μεταφορά γονιδίων σε είδη τα οποία δεν διασταυρώνονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, γονίδια του αρκτικού σολωμού που αντέχει το κρύο μπορούν να μεταφερθούν σε ντομάτες ώστε να τις κάνουν ανθεκτικές στην παγωνιά. Η τελευταία αυτή δυνατότητα της βιοτεχνολογίας οδηγεί ορισμένους να μιλάνε για τρόφιμα-φρανκεστάιν!!!

Τα πρώτα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα εμφανίστηκαν στις Η.Π.Α. το 1994. Σήμερα περισσότερα από 20 είδη φυτών (π.χ. σόγια, καλαμπόκι και βαμβάκι) περιλαμβάνουν γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες.

Εκτιμάται ότι το 2003, το 80% της σόγιας και 38% του καλαμποκιού που καλλιεργούνταν στις Η.Π.Α. ήταν προϊόντα της βιοτεχνολογίας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών συνοψίζονται στα ακόλουθα:

Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες μπορεί να είναι **ανθεκτικές** στα έντομα και στα ζιζάνια μειώνοντας έτσι τις ανάγκες σε εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα.

Επίσης, έχει παραχθεί ντομάτα **ανθεκτική** στο αλάτι. Αυτή η εξέλιξη μπορεί να οδηγήσει σε καλλιέργεια ντομάτας σε εδάφη με μεγάλη αλατότητα, τα οποία υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν θα ήταν δυνατό να καλλιεργηθούν.

Τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα μπορεί να είναι **εμπλουτισμένα** σε θρεπτικά συστατικά. Για παράδειγμα έχουν παραχθεί ντομάτες πλούσιες σε φυλλικό οξύ ή ρύζι εμπλουτισμένο σε βιταμίνη Α. Έτσι λοιπόν, μπορεί να τραφεί περισσότερος κόσμος με την ίδια ποσότητα τροφίμων.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών σχετίζονται άμεσα με το φυσικό περιβάλλον και είναι τα ακόλουθα:

Ο μεγαλύτερος περιβαλλοντικός κίνδυνος είναι η πιθανότητα τα γονίδια των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών να μεταφερθούν από αυτά στα φυσικά φυτικά είδη των γειτονικών περιοχών εμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξή τους.

Άλλος κίνδυνος είναι ότι τα έντομα μπορεί να αναπτύξουν στελέχη ανθεκτικά στις τοξίνες που περιέχουν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (ώστε να μην προσβάλλονται τα φυτά από τα έντομα).

Υπάρχει επίσης ανησυχία σχετικά με τη μεταφορά των αλλεργιογόνων παραγόντων όταν μεταφέρονται γονίδια από είδη αλλεργιογόνα (π.χ. φιστίκια ή οστρακοειδή) προς άλλα. Οι άνθρωποι, λοιπόν που είναι αλλεργικοί πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί.

Τέλος, μια σημαντική κοινωνική και οικονομική επίπτωση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών είναι ότι αποτελούν εμπορικές πατέντες των εταιρειών που τους ανέπτυξαν. Αυτό σημαίνει ότι είναι πολύ πιθανό, σε λίγα χρόνια, όλοι οι οργανισμοί πάνω στη γη να είναι πατενταρισμένοι. Δηλαδή, ολόκληρη η ζωή πάνω στον πλανήτη θα είναι ουσιαστικά ένα σύνολο από εμπορικές πατέντες!

Εκατοντάδες επιστημονικές μελέτες (σε εργαστήρια αλλά και στους αγρούς) βρίσκονται υπό εξέλιξη σχετικά με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Παρότι τίποτα δεν έχει αποδειχθεί μέχρι στιγμής, καθώς βρισκόμαστε ακόμα στην αρχή, υπάρχουν σημαντικές αντιδράσεις από την πλευρά των καταναλωτών στην Ευρώπη, στην Ιαπωνία, στην Αυστραλία αλλά ακόμη και στις Η.Π.Α.

ΣΥΝΟΨΗ

Η ενότητα αυτή αποτελεί μια εισαγωγή σε ορισμένες βασικές έννοιες της επιστήμης της Οικολογίας. Στη αρχή παρουσιάστηκε η έννοια τους οικοσυστήματος. Όλα τα οικοσυστήματα αποτελούνται από βιοτικά και αβιοτικά συστατικά ανάμεσα στα οποία συντελείται ανταλλαγή μάζας και ενέργειας. Οι τροφικές αλυσίδες και τα τροφικά πλέγματα ανάμεσα στα είδη ενός οικοσυστήματος περιγράφουν τον τρόπο μεταφοράς της ύλης και της ενέργειας.

Η ζωή πάνω στη γη εξαρτάται από την ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών και του νερού πάνω στον πλανήτη. Ως παραδείγματα των βιογεωχημικών κύκλων αναλύθηκαν οι κύκλοι του άνθρακα και του αζώτου.

Η βιοποικιλότητα αποτελεί έναν ανεκτίμητο θησαυρό για τη Γη. Εξετάστηκαν θέματα σχετικά με τη σημερινή κατάσταση της βιοποικιλότητας και τις απειλές που δέχεται από τις ανθρωπογενείς πιέσεις. Έγινε αναφορά στις προστατευόμενες περιοχές και συγκεκριμένα στο οικολογικό δίκτυο Natura 2000 ως παραδείγματα ορθολογικών μεθόδων προστασίας και διατήρησης της βιοποικιλότητας στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης.

Τέλος, εξετάστηκαν οι επιπτώσεις της αγροτικής παραγωγής και των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στη βιοποικιλότητα, στο περιβάλλον αλλά και στην κοινωνία γενικότερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Emberlin, J.C. (2002). «Εισαγωγή στη Οικολογία», Εκδόσεις Τυπωθήτω - Γεώργιος Δαρδανός.
- Μπονάζουντας, Μ. (1995). «Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Το δίκτυο Natura 2000 και οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας, www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300.html, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/10/2007.
- Χριστοδουλάκης, Ν.Σ. (1995). «Οικολογία, Εισαγωγή στη Μελέτη του Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- World Conservation Union, www.iucn.org, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/10/2007.
- WWF Global 200, www.worldwildlife.org/science/ecoregions/g200.cfm, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 10/10/2007.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- Να περιγράψετε μια απλή τροφική αλυσίδα και ένα σύνθετο τροφικό πλέγμα.
- Ποια είναι τα τρία διαφορετικά επίπεδα βιοποικιλότητας που υπάρχουν στη Γη;
- Να συζητήσετε στην τάξη εάν γνωρίζετε να υπάρχει κάποια προστατευόμενη περιοχή κοντά στον τόπο κατοικίας σας.
- Να αναπτύξετε τα υπέρ και τα κατά των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών

3. ΝΕΡΑ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η παρουσίαση των κυριότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την υδρόσφαιρα, το τμήμα εκείνο του πλανήτη το οποίο καλύπτεται από τους υδατικούς πόρους.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη της ενότητας αυτής θα μπορείτε να:

- Περιγράφετε τα διαδοχικά στάδια του κύκλου του νερού
- Αναφέρετε τις κυριότερες χρήσεις του νερού και τις πηγές ρύπανσής του
- Απαριθμείτε 3 τουλάχιστον πηγές ρύπανσης του νερού
- Γνωρίζετε και να εφαρμόζετε μεθόδους εξοικονόμησης νερού
- Αναλύετε τα διαδοχικά στάδια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων
- Περιγράφετε πως παράγεται η λυματολάσπη

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

- Κύκλος του νερού
- Γεωργική, αστική και βιομηχανική χρήση του νερού
- Πηγές ρύπανσης και ρύποι του νερού
- Παραγωγή πόσιμου νερού
- Υγρά απόβλητα
- Επεξεργασία υγρών αποβλήτων
- Λυματολάσπη

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το νερό αποτελεί το απαραίτητο συστατικό στοιχείο της ζωής πάνω στη γη. Το 70% του ανθρώπινου σώματος αποτελείται από νερό. Από την άλλη μεριά, το ακάθαρτο νερό αποτελεί φορέα πολλών μολυσματικών ασθενειών. Για την κάλυψη των αναγκών της ανθρωπότητας σε νερό απαιτείται, λοιπόν, νερό ικανό σε ποσότητα και άριστο σε ποιότητα. Για το λόγο αυτό, η ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας επιτρέπει τον καθαρισμό του νερού με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Όταν το νερό χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε σκοπό, η ποιότητά του υποβιβάζεται και μετατρέπεται σε υγρό απόβλητο. Πριν τα υγρά απόβλητα διατεθούν προς τους υδάτινους αποδέκτες ή το περιβάλλον εν γένει, απαιτείται η επεξεργασία τους με στόχο τη μείωση του ρυπαντικού τους φορτίου.

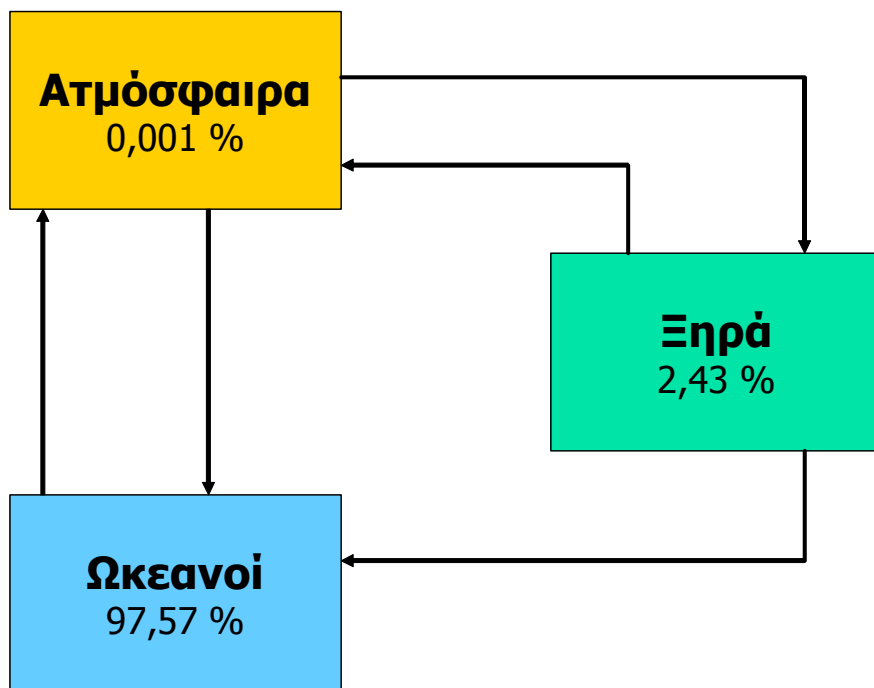
Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται ορισμένα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την κατάσταση των υδατικών πόρων σε παγκόσμιο επίπεδο με στόχο να αναδειχθεί το πρόβλημα της έλλειψης καλής ποιότητας νερού που βιώνει μεγάλο μέρος του ανθρώπινου πληθυσμού. Στη συνέχεια αναλύεται ο κύκλος του νερού και παρουσιάζονται οι κυριότερες χρήσεις του νερού σε παγκόσμιο επίπεδο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πηγές ρύπανσης του νερού και οι κυριότεροι ρύποι του νερού. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διεργασία καθαρισμού του νερού για την παραγωγή πόσιμου.

Στη τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα στάδια της επεξεργασίας των λυμάτων, δηλαδή των υγρών αποβλήτων. Σε αυτή την ενότητα γίνεται αναφορά και στις κυριότερες μεθόδους επεξεργασίας και διαχείρισης της λυματολάσπης.

3.1 Εισαγωγικά στοιχεία σχετικά με το νερό σε παγκόσμιο επίπεδο

Παρότι το 70% περίπου της επιφάνειας της γης καλύπτεται από νερό, μόνο το 2,5% είναι **γλυκό νερό** ενώ το 97,5% είναι **αλμυρό** και ως εκ τούτου ακατάλληλο για άμεση ανθρώπινη χρήση. Από το γλυκό νερό, το 70% είναι δεσμευμένο στους **παγετώνες** και τα **παγόβουνα** ενώ το υπόλοιπο είναι η υγρασία του εδάφους ή βρίσκεται σε πολύ βαθείς **υπόγειους υδροφορείς**. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μόλις το 1% του γλυκού νερού είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση [3]. Στην Εικόνα 3.1 παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή του νερού στα 3 τμήματα της βιόσφαιρας.



Εικόνα 3.1. Η κατανομή του νερού στα διάφορα τμήματα της βιόσφαιρας.

Πέρα όμως από το ποσοτικό πρόβλημα που υπάρχει σχετικά με το γλυκό νερό, υπάρχει και ένα σημαντικό ποιοτικό πρόβλημα. Σύμφωνα με στοιχεία του 2002, περίπου 1,1 δις άνθρωποι (περίπου το 18% του πληθυσμού της γης) δεν είχαν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό. Επίσης 2,4 δις άνθρωποι δεν είχαν πρόσβαση σε υγιεινή αποχέτευση [3].

Επίσης, 2,2 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο στις αναπτυσσόμενες χώρες από ασθένειες σχετιζόμενες με την έλλειψη πόσιμου νερού και αποχέτευσης. Τα περισσότερα από αυτά τα θύματα είναι παιδιά. Εάν υπήρχαν οι κατάλληλες συνθήκες παροχής πόσιμου νερού και πρόσβαση σε υγιεινή αποχέτευση, οι σχετιζόμενες με αυτές ασθένειες και η επακόλουθη θνησιμότητα θα μειώνονταν κατά 75% [3].

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα με τους υδατικούς της πόρους διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή του πλανήτη που κατοικεί κάποιος. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως προαναφέρθηκε, το πρόβλημα είναι η έλλειψη καθαρού πόσιμου νερού. Στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά κοινωνίες της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης το πρόβλημα με τη διαχείριση των υδατικών πόρων έχει να κάνει με τη **ρύπανση** του νερού και την **υπεράντληση** των υπόγειων υδροφορέων. Είναι γνωστό στην Ελλάδα ότι πολλές μεγάλες πόλεις πάσχουν από την έλλειψη καθαρού πόσιμου νερού ενώ σε περιοχές όπως η Θεσσαλία η υπεράντληση των υπόγειων νερών έχει οδηγήσει σε υφαιμύρωση του νερού, δηλαδή σε αύξηση της αλατότητάς του.

Γεγονότα - κλειδιά σχετικά με την κατάσταση του νερού στην Ευρώπη

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το έτος 2000, η κατάσταση των υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν συνοπτικά η ακόλουθη:

- 20% όλων των επιφανειακών υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση απειλείται σοβαρά από ρύπανση,
- Τα υπόγεια ύδατα παρέχουν περίπου το 65% όλου του πόσιμου νερού της Ευρώπης.
- 60% των ευρωπαϊκών πόλεων κάνουν υπερεκμετάλλευση των πόρων των υπόγειων υδάτων τους,
- 50% των υγροτόπων βρίσκεται σε “επικίνδυνη κατάσταση” λόγω της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδάτων,
- Η επιφάνεια της αρδευόμενης γης στη Νότια Ευρώπη έχει αυξηθεί κατά 20% από το 1985.

3.2 Ο κύκλος του νερού

Χωρίς το νερό η ζωή πάνω στη γη θα ήταν αδύνατη. Το νερό κυκλοφορεί στα διάφορα τμήματα του πλανήτη (δηλαδή στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος και στην υδρόσφαιρα) μέσω μιας κυκλικής διεργασίας η οποία έχει καθιερωθεί να αποκαλείται ως ο κύκλος του νερού. Η κινητήρια δύναμη για να λάβει χώρα ο κύκλος του νερού είναι η ηλιακή ακτινοβολία.

Ο κύκλος του νερού (βλ. Εικόνα 3.2) ξεκινά από τα επιφανειακά νερά δηλαδή από τους ωκεανούς, τις λίμνες και τα ποτάμια. Λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας προκαλείται **εξάτμιση** του νερού προς την ατμόσφαιρα. Έτσι σχηματίζονται τα **σύννεφα**. Τα σύννεφα λόγω των ανέμων **μεταφέρονται** σε διάφορα σημεία. Τα σύννεφα με τη σειρά τους προκαλούν τις βροχές, τις χιονοπτώσεις ή το χαλάζι, δηλαδή τα **κατακρήμνισμα**. Όταν το νερό φτάσει στη γη, συγκρατείται όσο είναι δυνατό από το ριζικό σύστημα των φυτών και των δέντρων και το υπόλοιπο **απορρέει** προς τους αποδέκτες (θάλασσες, λίμνες και ποτάμια). Επίσης, ένα τμήμα του νερού που πέφτει στο έδαφος εξατμίζεται λόγω της διαπνοής. Επίσης, έστω και εάν δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι, στον κύκλο του νερού συμμετέχουν και τα **υπόγεια ύδατα**.



Εικόνα 3.2. Ο κύκλος του νερού.

3.3 Χρήσεις του νερού

Οι χρήσεις του νερού σε παγκόσμιο επίπεδο κατατάσσονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

Στη **γεωργική** χρήση (άρδευση καλλιεργειών, πότισμα ζώων),

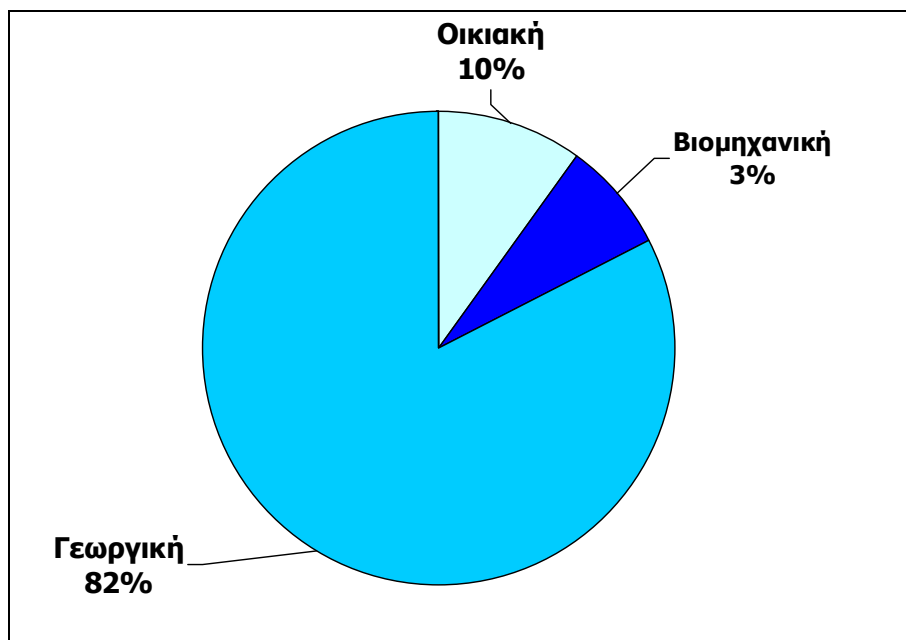
Στην **αστική** χρήση (το νερό που καταναλώνεται σε σπίτια, δημόσια κτίρια, εμπορικά κέντρα κ.λπ.),

Στη **βιομηχανική** χρήση (το νερό που συμμετέχει σε βιομηχανικές παραγωγικές διεργασίες όπως π.χ. η επεξεργασία γαλακτοκομικών προϊόντων, το νερό που χρησιμοποιείται για την ψύξη μεγάλων θερμοηλεκτρικών εγκαταστάσεων ή πυρηνικών σταθμών και βέβαια το νερό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς).

Στην Ελλάδα ο αγροτικός τομέας απορροφά το 82,5% των εγχώριων υδατικών πόρων, με τον οικιακό τομέα να έρχεται δεύτερος με 10% και τη βιομηχανία τρίτη με 7,5% (βλ. Εικόνα 3.3).

3.4 Διαχείριση των υδατικών πόρων

Η σύγχρονη προσέγγιση στη διαχείριση των υδατικών πόρων έχει να κάνει, κυρίως, με τη διαχείριση της ζήτησης. Για να χαρακτηριστεί ως ορθολογική η διαχείριση της ζήτησης των υδατικών πόρων πρέπει να παρέχεται στους χρήστες τόσο η σωστή **ποσότητα** όσο και η κατάλληλη **ποιότητα**. Στόχος της ποσοτικής διαχείρισης του νερού είναι να υπάρχει **ισοζύγιο ανάμεσα στην προσφορά και στη ζήτηση**.



Εικόνα 3.3. Η κατανάλωση νερού στην Ελλάδα ανά τομέα δραστηριότητας.

3.5 Εξοικονόμηση νερού

Ο όρος εξοικονόμηση νερού περιγράφει την ορθολογική ποσοτική χρήση και προστασία των υδάτινων πόρων από τη ρύπανση. Η εξοικονόμηση του νερού είναι βασικό συστατικό στοιχείο της βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένες καλές πρακτικές εξοικονόμησης νερού κατά τομέα κατανάλωσης.

Εξοικονόμηση νερού στη βιομηχανία

- Υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών ανακύκλωσης του νερού

Εξοικονόμηση νερού στον αστικό χώρο

- Έλεγχος για ύπαρξη διαρροών στην υδραυλική εγκατάσταση των κτηρίων

- Εγκατάσταση τουαλετών που προσφέρουν τη δυνατότητα αδειάσματος του μισού όγκου του νερού μετά από κάθε χρήση
- Πότισμα των φυτών του κήπου κατά τις βραδινές ώρες

Εξοικονόμηση νερού στη γεωργία

- Αλλαγή πρακτικών ποτίσματος (βλ. εικόνα 3.1)
- Καλλιέργεια φυτών με χαμηλότερες ανάγκες σε άρδευση



Κακή πρακτική: Πότισμα με «κανονάκι»



Καλή πρακτική: Πότισμα με σταγόνες

Εικόνα 3.1. Καλή και κακή πρακτική ποτίσματος.

3.6 Ρύπανση υδατικών πόρων

Η ρύπανση των υδατικών πόρων συνδέεται με:

τη ρύπανση της ατμόσφαιρας γιατί, όταν βρέχει ή χιονίζει μετά, οι αέριοι ρύποι μεταφέρονται στα επιφανειακά νερά και τα ρυπαίνουν,

την αστική χρήση του νερού δηλαδή τον καθαρισμό των χώρων υγιεινής και την επαφή του με τα οικιακά απορρυπαντικά και καθαριστικά για τον καθαρισμό των σκευών της κουζίνας αλλά και του σπιτιού γενικότερα,

τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες οι οποίες ρυπαίνουν το νερό τόσο με την απορροή των εδαφών στα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί λιπάσματα και εντομοκτόνα όσο και με τις κοπριές των ζώων ή το πλύσιμο των παραγωγικών εγκαταστάσεων,

τις ανεξέλεγκτες χωματερές, των οποίων τα στραγγίσματα συνιστούν πολύ ισχυρούς ρύπους ρυπαίνοντας τόσο τα επιφανειακά όσο και τα υπόγεια νερά,

τις βιομηχανίες και βιοτεχνίες οι οποίες χρησιμοποιούν το νερό για τις παραγωγικές τους διαδικασίες ή την καθαριότητα των εγκαταστάσεών τους,

τα θερμοηλεκτρικά και πυρηνικά εργοστάσια τα οποία χρησιμοποιούν το νερό για να ψύξουν τις εγκαταστάσεις τους προκαλώντας έτσι την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού ή με άλλα λόγια τη θερμική του ρύπανση,

κάθε άλλη ανθρωπογενή δραστηριότητα που δημιουργεί **υγρά απόβλητα**.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι τα επιφανειακά νερά είναι πιο ευάλωτα στη ρύπανση σε σχέση με τα υπόγεια, τα οποία προστατεύονται από τα στρώματα του εδάφους τα οποία παίζουν το ρόλο του φυσικού φίλτρου το οποίο συγκρατεί τους ρύπους.

3.6.1 Ρύποι του νερού

Οι κυριότεροι ρύποι των υδατικών πόρων είναι οι ακόλουθοι:

Παθογόνοι μικροοργανισμοί οι οποίοι προκαλούν στον άνθρωπο βαρύτατες ασθένειες: οι πιο συνηθισμένες από αυτές είναι ο τυφοειδής πυρετός, η χολέρα, η δυσεντερία, η ηπατίτιδα και η εντερίτιδα.

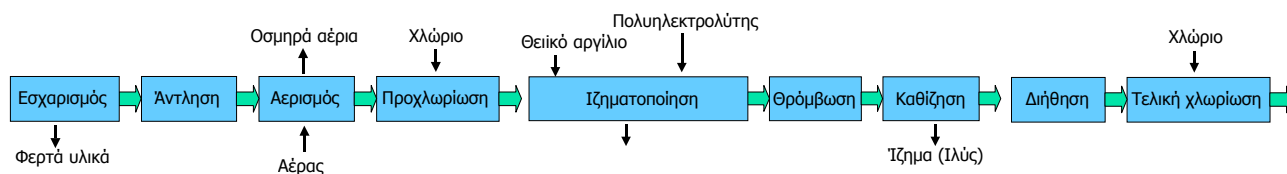
Οργανικά απόβλητα που αποσυντίθενται από αερόβια βακτήρια τα οποία μειώνουν την ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στο νερό
Υδατοδιαλυτά ανόργανα χημικά στοιχεία όπως τα βαρέα μέταλλα
Ανόργανα στοιχεία που λειτουργούν ως θρεπτικά συστατικά για τα φυτά όπως το άζωτο και ο φωσφόρος.
Οργανικά χημικά όπως τα πετρελαιοειδή, τα εντομοκτόνα, τα απορρυπαντικά κ.λπ.
Αιωρούμενα σωματίδια δηλαδή άμμος, πέτρες και άλλα φερτά υλικά
Ραδιενεργά ισότοπα
Θερμότητα

3.7 Καθαρισμός του πόσιμου νερού

Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη χρήση πρέπει να είναι

- **πόσιμο**, δηλαδή να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς, δηλητηριώδεις ουσίες φυσικές (ιχνοστοιχεία, νιτρικά, φθόριο, ίνες αμιάντου, θολότητα) ή ανθρωπογενείς (εντομοκτόνα και άλλες συνθετικές οργανικές ουσίες, ραδιενεργά σωματίδια, κ.λπ.), και
- **εύγευστο**, δηλαδή να είναι ελεύθερο από οσμή, χρώμα και θολότητα και σε κατάλληλη θερμοκρασία.

Μια τυπική διάταξη των διαφόρων διεργασιών επεξεργασίας νερού φαίνεται στην Εικόνα 3.4. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η διάταξη αυτή μπορεί να περιέχει περισσότερα ή λιγότερα στάδια από αυτά που φαίνονται στην Εικόνα 3.4. Αυτό που καθορίζει το σχήμα της μονάδας επεξεργασίας είναι οι ποιοτικές προδιαγραφές του πόσιμου νερού που πρόκειται να παραχθεί αλλά και τα χαρακτηριστικά του εισερχόμενου νερού στη μονάδα.



Εικόνα 3.4. Τυπική διάταξη μονάδας επεξεργασίας νερού.

3.6.1 Στόχοι της επεξεργασίας νερού

Κύριος στόχος της επεξεργασίας του πόσιμου νερού είναι η προστασία της ανθρώπινης υγείας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της τήρησης των προδιαγραφών που προβλέπονται νομοθετικά (στην περίπτωση της Ελλάδας οι προδιαγραφές αυτές περιγράφονται στην Οδηγία 98/83/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης). Η προστασία της ανθρώπινης υγείας πρέπει να επιτυγχάνεται με παράλληλη προσπάθεια συγκράτησης του κόστους της επεξεργασίας, καθώς το νερό αποτελεί κοινωνικό αγαθό και όλοι οι πολίτες έχουν δικαίωμα στη χρήση του.

Η επεξεργασία του πόσιμου νερού πραγματοποιείται μέσω της εκμετάλλευσης φυσικών και χημικών ιδιοτήτων στις **μονάδες επεξεργασίας νερού**. Το εισερχόμενο νερό στις μονάδες αυτές:

- συνήθως, είναι θολό,
- περιέχει βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς που απειλούν την ανθρώπινη υγεία,
- έχει χρώμα, οσμή και γεύση,
- περιέχει σκληρότητα, σίδηρο και μαγγάνιο καθώς και οργανικές ενώσεις (απορρυπαντικά, εντομοκτόνα κ.λπ.) και ιχνοστοιχεία.

Όλοι οι παραπάνω ρύποι πρέπει να επεξεργαστούν και να απομακρυνθούν από το νερό έτσι ώστε αυτό να καταστεί πόσιμο, δηλαδή εντός των νομοθετικών προδιαγραφών.

3.8 Τι είναι τα αστικά λύματα;

Ως αυτό το σημείο έχουν παρουσιαστεί τα στάδια επεξεργασίας των φυσικών νερών για να καταστεί πόσιμο. Η οποιαδήποτε χρήση του νερού (αστική, βιομηχανική ή αγροτική) ρυπαίνει το νερό και κατά συνέπεια υποβιβάζει την ποιότητά του. Έστω και μια απλή καθημερινή αναγκαιότητα όπως το πλύσιμο των χεριών μας με σαπούνι μετατρέπει μέσα σε ελάχιστο χρόνο το πόσιμο νερό σε **λύματα**.

Ως **αστικά** ή **οικιακά λύματα** ονομάζονται τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα σπίτια μας και επίσης από εμπορικά κτήρια και λοιπά παρόμοια κτήρια (π.χ. σχολεία, πανεπιστήμια, κυβερνητικά κτίρια). Τα λύματα που συλλέγονται από τους δήμους και τις κοινότητες τελικά θα καταλήξουν σε κάποιον αποδέκτη (π.χ. έδαφος, θάλασσα, ποτάμι, λίμνη). Ως εκ τούτου πρέπει να επεξεργαστούν πριν απορριφθούν στον τελικό αποδέκτη. Έτσι προστατεύεται η ανθρώπινη υγεία αλλά και η ποιότητα των οικοσυστημάτων.

3.9 Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Η ανεξέλεγκτη διάθεση των υγρών αποβλήτων (λυμάτων) στους υδάτινους και εδαφικούς αποδέκτες προκαλεί πολύ αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και απειλεί την ανθρώπινη υγεία. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

- Η ποιοτική υποβάθμιση υδατικών πόρων,

- Η ρύπανση ακτών και θαλασσών,

- Οι μολύνσεις που επαπειλούνται λόγω της παρουσίας των διαφόρων παθογόνων μικροοργανισμών,

- Η υποβάθμιση αστικών, κυρίως, περιοχών και

- Η δημιουργία αισθητικών και άλλων προβλημάτων.

Είναι επιβεβλημένη, λοιπόν, η λήψη των κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων με σκοπό τον περιορισμό των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Με τον όρο διαχείριση υγρών αποβλήτων, που πολύ απλά σημαίνει κάθε σκόπιμη ανθρώπινη επέμβαση σε αυτά, επιδιώκεται:

- Ο περιορισμός μέχρι και η πλήρης εξάλειψη του ρυπαντικού φορτίου των λυμάτων έτσι, που οι ανεπιθύμητες επιδράσεις τους στο περιβάλλον να περιορίζονται ή να εξαλείφονται εντελώς.

- Η εξοικονόμηση πόρων νερού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις

- Κάποιο οικονομικό όφελος με τον εφοδιασμό με νερό και θρεπτικά στοιχεία φυτών ή δέντρων καταλλήλων για αγροτική εκμετάλλευση ή ανάπτυξη χώρων πρασίνου.

Τα έργα διαχείρισης των λυμάτων μπορούν να χωρισθούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Έργα συλλογής και μεταφοράς (αποχετευτικά δίκτυα),

- Έργα επεξεργασίας και διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων (βιολογικοί καθαρισμοί).

3.9.1 Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων που επιτυγχάνεται, οι εγκαταστάσεις κατατάσσονται σε **πρωτοβάθμιες**, **δευτεροβάθμιες** και **τριτοβάθμιες**. Τυπικά, η πρωτοβάθμια επεξεργασία αποτελείται από διεργασίες που βασίζονται σε φυσικές μεθόδους, η δευτεροβάθμια επεξεργασία βασίζεται σε βιολογικές και χημικές μεθόδους, ενώ τέλος η τριτοβάθμια επεξεργασία βασίζεται σε συνδυασμό φυσικών, χημικών και βιολογικών μεθόδων.

- Οι σημαντικότερες φυσικές μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων είναι η **καθίζηση**, η **επίπλευση**, η **εξισορρόπηση**, το **φιλτράρισμα** και ο **εσχαρισμός**.

- Οι σημαντικότερες χημικές μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων είναι η **ιζηματοποίηση**, η **προσρόφηση** και η **απολύμανση**.

- Τέλος, η σημαντικότερη βιολογική μέθοδος επεξεργασίας λυμάτων είναι η μέθοδος της **ενεργοποιημένης ιλύος**.

3.9.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Ο κύριος λειτουργικός στόχος της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι **η απομάκρυνση των μεγάλων φερτών υλικών και των αιωρούμενων σωματιδίων**. Στόχος επίσης είναι η εξισορρόπηση της υδραυλικής παροχής και του οργανικού φορτίου ώστε να αποφεύγονται οι ακραίες λειτουργικές καταστάσεις στη δευτεροβάθμια (βιολογική) επεξεργασία. Οι συνηθέστερες διεργασίες που συμπεριλαμβάνονται στην πρωτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων είναι οι ακόλουθες:

- Ο **εσχαρισμός**, η απομάκρυνση δηλαδή των μεγάλων φερτών υλικών. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται σχάρες.
- Η **εξισορρόπηση**, η οποία βοηθά στην αντιμετώπιση των διακυμάνσεων α) της υδραυλικής παροχής και β) του ρυπαντικού φορτίου (συγκέντρωσης) των λυμάτων με στόχο την αποφυγή ακραίων λειτουργικών καταστάσεων στο υπόλοιπο της μονάδας, τη βελτίωση της απόδοσης όλων των διεργασιών και τον έλεγχο του κόστους και του μεγέθους των μονάδων.
- Η **πρωτοβάθμια καθίζηση** είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων από τον όγκο των λυμάτων λόγω της βαρύτητας. Αποτελεί μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες διεργασίες στην επεξεργασία των λυμάτων.
- Η **επίπλευση** ή **λιποσυλλογή**, η οποία χρησιμεύει για την απομάκρυνση των ρύπων που είναι ελαφρύτεροι από το νερό, όπως δηλαδή τα λίπη και τα έλαια.

Ο κύριος λειτουργικός στόχος της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων

3.9.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Ο κύριος λειτουργικός στόχος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι **η αφαίρεση του οργανικού φορτίου των λυμάτων** με τη χρήση βιολογικών διεργασιών. Η βιολογική φύση της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο έχει καθιερωθεί τα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων να αποκαλούνται «βιολογικοί καθαρισμοί».

Η κυριότερη βιολογική μέθοδος επεξεργασίας λυμάτων είναι η μέθοδος της **ενεργοποιημένης ιλύος**. Ονομάζεται έτσι γιατί η αποδόμηση του οργανικού φορτίου των λυμάτων επιτυγχάνεται από μία μάζα ζωντανών αερόβιων μικροοργανισμών (**βιομάζα**). Ένα σύστημα ενεργοποιημένης ιλύος αποτελείται από:

- Το βιολογικό αντιδραστήρα (ή δεξαμενή αερισμού), όπου οι μικροοργανισμοί διατηρούνται σε αιώρηση και αναπτύσσονται καταναλώνοντας το οργανικό φορτίο των αποβλήτων ως τροφή. Το απαιτούμενο οξυγόνο τους παρέχεται είτε με φυσική αέρα είτε, συνηθέστερα, με μηχανικό αερισμό με τη χρήση προπελών.
- Τη δεξαμενή καθίζησης όπου καθιζάνουν και διαχωρίζονται οι μικροοργανισμοί από τα υγρά απόβλητα. Επειδή αυτή η δεξαμενή καθίζησης είναι μέρος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, η διεργασία αποκαλείται δευτεροβάθμια καθίζηση.

Επειδή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών (της βιομάζας) πρέπει να διατηρείται σταθερή στο βιολογικό αντιδραστήρα, ένα τμήμα της βιομάζας **ανακυκλώνεται** από τη δεξαμενή της καθίζησης προς τη δεξαμενή αερισμού. Το υπόλοιπο τμήμα της βιομάζας καταλήγει στον πυθμένα της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης και απομακρύνεται ως **λυματολάσπη**.

Η διεργασία της ενεργοποιημένης ιλύος, όπως και κάθε βιολογική μέθοδος, είναι ιδιαίτερος ευαίσθητη και απαιτεί λεπτούς χειρισμούς ώστε να επιτυγχάνει τους λειτουργικούς στόχους της.

Ο κύριος λειτουργικός στόχος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι η αφαίρεση του οργανικού φορτίου των λυμάτων

3.9.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Αντικειμενικός στόχος της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η **απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών**, δηλαδή του αζώτου και του φωσφόρου. Επίσης με την τριτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται από τα λύματα και κάποιοι άλλοι, πιο εξειδικευμένοι, ρύποι όπως για παράδειγμα τα βαρέα μέταλλα και τα εντομοκτόνα. Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι ένα δαπανηρό στάδιο και ως εκ τούτου όχι ιδιαίτερα διαδεδομένο. Απαιτείται όμως νομοθετικά όταν τα επεξεργασμένα λύματα είναι να διατεθούν σε **ευαίσθητους αποδέκτες** όπως ποτάμια, λίμνες ή κλειστοί θαλάσσιοι κόλποι.

Η απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου γίνεται με **χημική ιζηματοποίηση**, δηλαδή με την προσθήκη χημικών ενώσεων. Η αφαίρεση των «δύσκολων» οργανικών ρύπων, όπως τα εντομοκτόνα, επιτυγχάνεται με την **προσρόφηση σε φίλτρα ενεργού άνθρακα**.

Ο κύριος λειτουργικός στόχος της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών, δηλαδή του αζώτου και του φωσφόρου

3.10 Επεξεργασία ιλύος

Η ιλύς, ή απλούστερα λυματολάσπη, παράγεται από την πρωτοβάθμια καθίζηση, τη δευτεροβάθμια καθίζηση αλλά και τη χημική ιζηματοποίηση στην τριτοβάθμια καθίζηση. Η συγκεκριμένη ιλύς, λόγω της φύσης των λυμάτων, έχει πολύ δυσάρεστη οσμή και περιέχει πάρα πολλούς παθογόνους μικροοργανισμούς. Ιδιαίτερα η λυματολάσπη που προέρχεται από τη δευτεροβάθμια καθίζηση, δηλαδή από το βιολογικό στάδιο της επεξεργασίας των λυμάτων, περιέχει ουσιαστικά το οργανικό φορτίο των λυμάτων σε αποσύνθεση μαζί με ψόφιους μικροοργανισμούς.

Η λυματολάσπη είναι ένα αναπόφευκτο παραπροϊόν της επεξεργασίας των λυμάτων

Επιπλέον, η λυματολάσπη είναι ένα ογκώδες παραπροϊόν της επεξεργασίας λυμάτων το οποίο απαιτεί την κατάλληλη διαχείριση πριν διατεθεί. Ο όγκος της λυματολάσπης προκαλείται από το γεγονός ότι η λυματολάσπη, ανάλογα από ποιο στάδιο της επεξεργασίας παράγεται, έχει περιεκτικότητα σε στερεά που κυμαίνεται από 0,25-12%. Δηλαδή, πρακτικά, δε διαφέρει και πολλή από την υδαρή φύση των λυμάτων. Οι λειτουργικοί στόχοι της επεξεργασίας της ιλύος (λυματολάσπης) είναι δύο:

Καταρχήν η **αφυδάτωση** της λάσπης. Αυτό πρακτικά σημαίνει μείωση του όγκου της λάσπης το οποίο μεταφράζεται σε μείωση του κόστους επεξεργασίας, μεταφοράς και διάθεσης της ιλύος. Οι κυριότερες μέθοδοι αφυδάτωσης της λάσπης είναι η **συμπύκνωση**, η **συμπίεση σε μηχανικές φιλτρόπρεσσες** και η **ξήρανση**.

Η σταθεροποίηση του οργανικού υλικού της λάσπης. Έτσι αποφεύγονται οι οσμές και οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία από τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι κυριότερες μέθοδοι σταθεροποίησης της ιλύος είναι η **επεξεργασία με ασβέστη**, η **αναερόβια χώνευση**, η **κομποστοποίηση** (ή αερόβια χώνευση) και η **καύση**.

ΣΥΝΟΨΗ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκαν θέματα τα οποία σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους, δηλαδή θέματα σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των υδάτων. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι σε παγκόσμιο επίπεδο μόλις το 1% του υπάρχοντος γλυκού νερού είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση. Το γεγονός αυτό, από μόνο του, δημιουργεί τεράστια προβλήματα εύρεσης πόσιμου νερού σε μεγάλα τμήματα του πλανήτη. Είναι χαρακτηριστικό ότι, ακόμα και σήμερα που έχουμε πολλά τεχνολογικά μέσα στη διάθεσή μας, 1 στους 6 κατοίκους του πλανήτη δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό.

Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν ο κύκλος του νερού, η κυκλική διεργασία δηλαδή που μεταφέρει το διαθέσιμο νερό σε όλα τα τμήματα της βιόσφαιρας. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι κυριότερες

χρήσεις του νερού καθώς και μέτρα εξοικονόμησης της χρήσης του. Αναδείχθηκε ο κυρίαρχος ρόλος της γεωργικής χρήσης του νερού στην Ελλάδα καθώς το ποσοστό της κατανάλωσης του νερού για γεωργική χρήση αγγίζει το 85%.

Η επόμενη ενότητα είχε να κάνει με την παρουσίαση των κυριότερων ρύπων που απειλούν τους υδάτινους πόρους του πλανήτη καθώς επίσης και την αναγνώριση των κυριότερων πηγών ρύπανσης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων.

Ακολούθησε η παρουσίαση των διαθέσιμων αντιρρυπαντικών τεχνολογιών, οι οποίες έχουν στόχο τη μείωση της επικινδυνότητας των ρυπασμένων υδάτων. Σε ένα πρώτο επίπεδο παρουσιάστηκε η διαδικασία επεξεργασίας για την παραγωγή πόσιμου νερού, ενώ η ενότητα ολοκληρώθηκε με την παρουσίαση των μεθόδων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- G. Tyler Miller, Jr. (1999). «Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών», Τόμοι I και II, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- Metcalf & Eddy Inc. (1991). “Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse”, 3rd edition McGraw-Hill, New York.
- United Nations Commission on Sustainable Development (2002). Facts about Water – The road to Johannesburg.
- E.Y.Δ.Α.Π (2005). www.eydap.gr, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 31/10/2005

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Να αντιστοιχήσετε με μια γραμμή το στάδιο επεξεργασίας με τον αντίστοιχο λειτουργικό στόχο σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων
- | Επεξεργασία λυμάτων | Κύριος λειτουργικός στόχος |
|----------------------------|--------------------------------------|
| • Πρωτοβάθμια | • Απομάκρυνση οργανικού φορτίου |
| • Δευτεροβάθμια | • Απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου |
| • Τριτοβάθμια | • Απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων |
2. Να αναφέρετε από ποια διακριτά τμήματα αποτελείται μια μονάδα ενεργοποιημένης ιλύος.
 3. Είναι τεχνικά σωστό μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων στην οποία λαμβάνει χώρα μόνο πρωτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων να χαρακτηρίζεται ως βιολογικός καθαρισμός. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

4. ΕΔΑΦΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η παρουσίαση εισαγωγικών πληροφοριών σχετικά με το έδαφος, το οποίο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πόρο για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη. Εξετάζονται οι επιπτώσεις των χρήσεων γης στην εδαφική κάλυψη και αναλύονται οι έννοιες της υποβάθμισης και της ερημοποίησης του εδάφους.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη της ενότητας αυτής θα μπορείτε να:

- Περιγράφετε την προσφορά του εδάφους στα φυτά
- Συγκρίνετε τις διαφορετικές μεθόδους λίπανσης του εδάφους
- Αναφέρετε 3 συγκεκριμένα παραδείγματα αλλαγών στις χρήσεις γης
- Αναλύετε το πώς η αλλαγή στις χρήσεις γης επηρεάζει το περιβάλλον
- Απαριθμείτε 3 τουλάχιστον ανθρωπογενή αίτια που επιταχύνουν τη διάβρωση του εδάφους
- Γνωρίζετε τη είναι η ερημοποίηση και τις ανθρωπογενείς αιτίες που την προκαλούν

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

- Έδαφος
- Χρήσεις γης
- Εδαφική διάβρωση
- Ερημοποίηση

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το **έδαφος** είναι το ανώτατο στρώμα του φλοιού της γης, δηλαδή το επιφανειακό στρώμα που εκτείνεται σε βάθος 35 ως 50 εκατοστά. Το έδαφος είναι κάτι πολύ περισσότερο από το μέσο παραγωγής των γεωργικών προϊόντων. Είναι ένα δυναμικό οικοσύστημα, μια ζωντανή μεμβράνη η οποία συγκρατεί τα απαραίτητα για τη ζωή θρεπτικά συστατικά πάνω στη **λιθόσφαιρα**.

Το έδαφος σήμερα, σε ολόκληρο τον πλανήτη, απειλείται από τη **διάβρωση**. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιταχύνουν τη διάβρωση και καταστρέφουν μέσα σε λίγα χρόνια αυτό που η φύση χρειάστηκε χιλιάδες χρόνια για να δημιουργήσει. Ακραία μορφή της διάβρωσης του εδάφους είναι η **ερημοποίηση**.

Η εδαφική κάλυψη της Γης εξαρτάται από τις χρήσεις της γης. Για παράδειγμα η κοπή των δέντρων ενός δάσους με στόχο την ανάκτηση της γης για καλλιέργεια συνιστά μια αλλαγή στη χρήση γης. Οι αλλαγές στις χρήσεις γης που γίνονται με μη ορθολογικό τρόπο οδηγούν στην υποβάθμιση και διάβρωση του εδάφους. Η οποιαδήποτε μεταβολή στις χρήσεις γης επηρεάζει τη λειτουργία των οικοσυστημάτων τοπικά ή παγκόσμια ενώ επιφέρει και σημαντικές κοινωνικές συνέπειες.

Η ενότητα ξεκινά με τους βασικούς ορισμούς περί του σχηματισμού, της διάβρωσης και του εμπλουτισμού του εδάφους. Ακολουθεί η παρουσίαση της έννοιας της χρήσης γης και της αλλαγής της χρήσης γης. Στη συνέχεια, με την παράθεση συγκεκριμένων παραδειγμάτων αναλύεται το πώς αυτές οι πρακτικές της αλλαγής των χρήσεων γης επηρεάζουν το περιβάλλον σε παγκόσμιο επίπεδο. Τέλος εξετάζεται το θέμα της ερημοποίησης και η συμβολή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε αυτή.

4.1 Τι είναι το έδαφος;

Το έδαφος είναι το άνω αποσπασμένο στρώμα του φλοιού της γης, δηλαδή της λιθόσφαιρας, το οποίο έχει διαμορφωθεί από τα φυτά και τα ζώα [1]. Το έδαφος είναι ένα σύνθετο μίγμα από διαβρωμένα πετρώματα, μεταλλικά θρεπτικά στοιχεία, οργανική ύλη σε αποσύνθεση, νερό αέρα

και μικροοργανισμούς, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι αποδομητές. Η επιστήμη που εξετάζει τα εδάφη είναι η **εδαφολογία**.

Το έδαφος είναι καθοριστικός παράγοντας για τη λειτουργία του γήινου οικοσυστήματος καθώς πάνω του φύονται τα φυτά. Το έδαφος προσφέρει στα φυτά:

τη στήριξη για το ριζικό τους σύστημα,
το νερό που χρειάζονται,
τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται,
τον αέρα που χρειάζονται.

4.2 Έδαφος: ένας κρίσιμος φυσικός πόρος

Το έδαφος είναι κάτι πολύ περισσότερο από το μέσο παραγωγής των γεωργικών προϊόντων. Είναι ένα δυναμικό οικοσύστημα, μια ζωντανή μεμβράνη η οποία συγκρατεί τα απαραίτητα για τη ζωή θρεπτικά συστατικά πάνω στη λιθόσφαιρα και βρίσκεται σε πλήρη αλληλεξάρτηση με την ατμόσφαιρα και την υδρόσφαιρα.

Τα γόνιμα εδάφη αποτελούν το ενδιαίτημα για ορισμένους από τους μεγαλύτερους και πλουσιότερους πληθυσμούς ειδών τα οποία περιλαμβάνουν **γαιοσκώληκες**, **έντομα** και **μικροοργανισμούς** τα οποία βοηθούν τα φυτά να απορροφήσουν τα θρεπτικά συστατικά αλλά και να τα προστατεύσουν από ορισμένες ασθένειες. Οι μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν τους νεκρούς φυτικούς και ζωικούς ιστούς σχηματίζοντας το χούμο, το οργανικό τμήμα του εδάφους που περιέχει τον άνθρακα.

Τα πλούσια σε **χούμο** εδάφη είναι υγιή, συγκρατούν το νερό, επιτρέπουν την αναπνοή και είναι ανθεκτικά στη διάβρωση. Αντιθέτως, τα φτωχά σε οργανική ύλη εδάφη δε συγκρατούν το νερό, δε βοηθούν στην ανάπτυξη του ριζικού τμήματος των φυτών και αποσυντίθενται όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές. Τα εδαφικά οικοσυστήματα απειλούνται από τη σταδιακή απώλεια του οργανικού υλικού εφόσον οι αγρότες χρησιμοποιούν χημικά λιπάσματα και καλλιεργούν τη γη εντατικά χωρίς διαστήματα **αγρανάπαυσης**.



Εικόνα 4.1. Το έδαφος αποτελεί έναν πολύτιμο φυσικό πόρο.

4.3 Ο σχηματισμός του εδάφους

Το έδαφος σχηματίζεται με **εξαιρετικά αργό ρυθμό** από:

την **αποσάθρωση των πετρωμάτων**,
τα **ιζήματα που εναποτίθενται** λόγω της διάβρωσης, και
την **αποσύνθεση της οργανικής ύλης**.

Τα αποσθρωμμένα πετρώματα του εδάφους αποτελούν το **ανόργανο** τμήμα του ενώ τα υλικά που προέρχονται από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης αποτελούν το **οργανικό** τμήμα του εδάφους.

4.4 Η διάβρωση του εδάφους

Διάβρωση ονομάζουμε την κίνηση των συστατικών του εδάφους από το ένα μέρος στο άλλο. **Οι κύριοι παράγοντες της διάβρωσης είναι οι κινήσεις του νερού και του ανέμου.** Η διάβρωση, λοιπόν, είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο εκδηλώνεται φυσιολογικά με πολύ αργό ρυθμό. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιταχύνουν τη διάβρωση και καταστρέφουν μέσα σε λίγα χρόνια αυτό που η φύση χρειάστηκε χιλιάδες χρόνια για να δημιουργήσει.

Οι σημαντικότερες ανθρώπινες δραστηριότητες που επιταχύνουν τη διάβρωση του εδάφους είναι:

- η καλλιέργεια της γης για την παραγωγή τροφής,
- η βαθιά άροση του εδάφους με βαριά μηχανήματα,
- η εκμετάλλευση των δασών,
- οι κτηριακές κατασκευές,
- οι εκσκαφές και εξορύξεις,
- η υπερβόσκηση από τα αγροτικά ζώα,
- το κάψιμο των δασών.

Η βλάστηση, δηλαδή τα φυτά, είναι η φυσική άμυνα του εδάφους κατά της διάβρωσης. Τα φυτά περιορίζουν την ορμή του νερού, προστατεύουν τα εδάφη από τον αέρα ενώ οι ρίζες τους σταθεροποιούν το έδαφος και δεν αφήνει τα συστατικά του να διαφύγουν.

4.5 Εμπλουτισμός του εδάφους

Όπως είδαμε ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες διάβρωσης του εδάφους είναι η καλλιέργειά του με στόχο την παραγωγή τροφής. Με τον καιρό, λοιπόν, το έδαφος χάνει τα θρεπτικά συστατικά του και υπάρχει ανάγκη για τον εμπλουτισμό του. Ο εμπλουτισμός του εδάφους με θρεπτικά συστατικά γίνεται με 4 τρόπους:

Χημική λίπανση, δηλαδή με τη χρήση χημικών λιπασμάτων

Ζωική λίπανση, δηλαδή με τη χρήση των κοπριών που τα ζώα παράγουν

Φυτική λίπανση, δηλαδή με τη φύτευση φυτών όπως τα ψυχανθή τα οποία έχουν την ιδιότητα να «συμπυκνώνουν» τα θρεπτικά συστατικά της ατμόσφαιρας

Αγροανάπαυση, δηλαδή με το να αφήνουμε τα χωράφια ακαλλιεργητα με 1-2 χρόνια έτσι ώστε τα αυτοφυή χόρτα να εμπλουτίζουν το έδαφος.

4.6 Χρήσεις Γης

Ο όρος χρήση γης ή αλλαγή στη χρήση γης περιγράφει τις ανθρώπινες χρήσεις της γης ή τις δραστηριότητες οι οποίες μετασχηματίζουν τη χρήση ενός κομματιού εδάφους. Για παράδειγμα η κοπή των δέντρων ενός δάσους με στόχο την ανάκτηση της γης για καλλιέργεια συνιστά μια αλλαγή στη χρήση γης. Η αλλαγή των χρήσεων γης οδηγεί σε αλλαγή της εδαφικής κάλυψης. Η αλλαγή στη εδαφική κάλυψη μπορεί να επέλθει λόγω ενός φυσικού φαινομένου όπως για παράδειγμα ενός σεισμού ή μιας καθίζησης. Επίσης, κατά τη γεωλογική περίοδο των παγετώνων, ένα μεγάλο μέρος της γης ήταν καλυμμένο από πάγους λόγω των φυσικών συνθηκών. **Κατά τους 3 τελευταίους αιώνες όμως, οι σημαντικότερες αλλαγές στις χρήσεις γης οφείλονται αποκλειστικά στον ανθρώπινο παράγοντα.**

Αυτή η τάση συνεχίζεται μέχρι και τις μέρες μας καθώς σήμερα οι σημαντικότερες αλλαγές στις χρήσεις γης που λαμβάνουν χώρα είναι ανθρωπογενείς και έχουν να κάνουν με τη δημιουργία περιοχών:

- που καλύπτουν οικιστικές ανθρώπινες ανάγκες και τις αντίστοιχες υποδομές (π.χ. μεταφορικά μέσα, πάρκα, εμπορικά κέντρα, εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, κ.λπ.). Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και οι ποικίλες τουριστικές δραστηριότητες,

για την καλλιέργεια φυτικών ειδών ή εκτροφή αγροτικών ζώων που παρέχουν τροφή στην ανθρωπότητα,
προστασίας του φυσικού κεφαλαίου όπως η περιχάραξη εθνικών δρυμών, περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλους, κ.λπ.

Ο όρος **εδαφική κάλυψη** περιγράφει τα φυσικά φυτικά είδη τα οποία χαρακτηρίζουν μια συγκεκριμένη περιοχή. Τα είδη αυτά είναι προϊόντα του κλίματος της περιοχής και των τοπικών γεωγραφικών σχηματισμών, δηλαδή της τοπογραφίας της περιοχής. Παραδείγματα μεγάλων κατηγοριών εδαφικής κάλυψης είναι το δάσος, η έρημος και η τούνδρα, οι χορτολιβαδικές εκτάσεις όπως η σαβάννα και η στέπα. Οι παραπάνω ευρείες κατηγορίες με τη σειρά τους υποδιαιρούνται σε άλλες μικρότερες κατηγορίες.

Δάση: Αποτελούν τον κυρίαρχο τύπο βλάστηση για περισσότερο από τα 2/3 της χερσαίας επιφάνειας της γης γιατί τα δέντρα ευδοκιμούν σε πολλούς κλιματικούς τύπους. Τα δέντρα κυριαρχούν στο εδαφικό οικοσύστημα της Γης λόγω του μεγέθους και της μακροβιότητάς τους. Ανάλογα με την κλιματική ζώνη που βρίσκονται τα δάση κατατάσσονται σε **αλπικά**, **εύκρατα φυλλοβόλα** και **τροπικά δάση βροχής** [1].

Έρημος: Η ξηρασία, οι υπερβολικά υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, η ύπαρξη τοξικών ουσιών ή οι ισχυροί άνεμοι θέτουν όρια στην ανάπτυξη των οργανισμών. Οι μεγαλύτερες έρημοι είναι οι θερμές και δροσερές έρημοι των ξηρών ζωνών (π.χ. η Σαχάρα) και οι κρύες έρημοι ή τούνδρες που βρίσκονται στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου [1].

Τούνδρα: Η λέξη περιγράφει όλους τους τύπους βλάστησης που βρίσκονται στις περιοχές πέρα από το όριο εξάπλωσης των δέντρων.

Χορτολίβαδα: Καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση τόσο στις τροπικές όσο και στις εύκρατες ζώνες της Γης. Τα εύκρατα χορτολίβαδα γνωστά και ως **prairies** στο νέο κόσμο ή **στέπες** στον παλαιό δε διαθέτουν ξυλώδη φυτά. Η βλάστηση των τροπικών χορτολίβαδων που είναι γνωστά ως **σαβάνες**, περιλαμβάνει συνήθως και δέντρα [1].

4.6.1 Πως η αλλαγή των χρήσεων γης επηρεάζει το περιβάλλον;

Σήμερα, αναγνωρίζεται ότι η αλλαγή στις χρήσεις γης επιφέρει γενικευμένες επιπτώσεις στο παγκόσμιο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, οι περιβαλλοντικές πτυχές που επηρεάζονται άμεσα από τις αλλαγές στις χρήσεις γης είναι:

- η παραγωγικότητα του εδάφους,
- η βιοποικιλότητα των φυσικών και ζωικών ειδών
- οι βιογεωχημικοί κύκλοι και ο κύκλος του νερού.

Οι κινητήριες δυνάμεις για την αλλαγή των χρήσεων γης είναι οι διάφοροι οικονομικοί, κοινωνικοί, πολιτισμικοί και δημογραφικοί παράγοντες.

Η ανθρώπινη παρέμβαση έχει αναγνωριστεί ως ο κυρίαρχος παράγοντας μεταβολής του παγκόσμιου περιβάλλοντος. Οι αλλαγές στις χρήσεις γης είναι η αρχαιότερη μορφή ανθρώπινης παρέμβασης στο περιβάλλον. Επίσης, από άποψη γεωγραφικής εξάπλωσης αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα καθώς αλλαγές στις χρήσεις γης λαμβάνουν χώρα καθημερινά σε όλα τα μήκη και πλάτη τη γης. Για παράδειγμα, η μετατροπή δασωμένων περιοχών σε περιοχές για άλλες χρήσεις έχει αναγνωριστεί ως ένας πολύ σημαντικός παράγοντας της κλιματικής αλλαγής ο οποίος έχει συμβάλει κατά περίπου 33% στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από το 1850 μέχρι σήμερα. Επίσης, η αλλαγή στις χρήσεις γης αποτελεί το έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες απώλειας της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Άλλα παραδείγματα: η υπερβόσκηση και ορισμένες άλλες καλλιεργητικές μέθοδοι αποτελούν το σημαντικότερο

παράγοντα υποβιβασμού της ποιότητας του εδάφους και της ερημοποίησης. Τέλος, η εκτροπή μεγάλων ποταμών για να καλύψουν τις αρδευτικές ανάγκες καλλιεργούμενων περιοχών αποτελεί άλλη μια πολύ σημαντική περίπτωση αλλαγής χρήσεων γης η οποία επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς μεταβάλλονται τα αντίστοιχα οικοσυστήματα. Υπολογίζεται ότι οι χρήσεις γης για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών καταναλώνουν ουσιαστικά το 40% της συνολικής παραγωγικότητας της γης. Η οποιαδήποτε μεταβολή στις χρήσεις γης επηρεάζει τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, τοπικά ή παγκόσμια.

Πέρα όμως από τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και τα φυσικά οικοσυστήματα οι αλλαγές στις χρήσεις γης επιφέρουν και σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, το σύνθημα στην Ελλάδα μπάζωμα των ρεμάτων, δηλαδή των φυσικών οδών διαφυγής του νερού της βροχής προς τους υδάτινους αποδέκτες, οδηγεί σε πλημμυρικά φαινόμενα μέσα στις αστικές περιοχές. Η συγκεκριμένη αλλαγή, λοιπόν, της χρήσης γης αυξάνει την τρωτότητα των κοινωνιών και τις κάνει πιο ευάλωτες σε φυσικά φαινόμενα όπως οι βροχοπτώσεις. Επίσης, η καταστροφή των δασών λόγω φωτιάς οδηγεί σε μεταβολή του τοπικού μικροκλίματος το οποίο μεταβάλλει για παράδειγμα τον κύκλο του νερού λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων αλλά και λόγω της ταχύτερης απορροής των κατακρημνισμάτων προς τους υδάτινους αποδέκτες. Οδηγεί επίσης στη διάβρωση του εδάφους καθώς δεν υπάρχει το ριζικό σύστημα των δέντρων ώστε να συγκρατήσει τα συστατικά του εδάφους. Τέλος, οι άνθρωποι που αντλούσαν εισόδημα από το δάσος επηρεάζονται άμεσα. Όλο αυτό το πλέγμα των επιπτώσεων επηρεάζει με τον ένα ή τον άλλο τρόπο τις γειτονικές κοινωνίες. Για άλλη μια φορά λοιπόν, διαπιστώνεται ο αντιφατικός ρόλος του ανθρώπου σε σχέση με τη διαχείριση του περιβάλλοντος. Από τη μια πλευρά είναι ο κύριος υπεύθυνος για την αλλαγή των χρήσεων γης ενώ από την άλλη οι ανθρώπινες κοινωνίες υφίστανται τις επιπτώσεις και τα αποτελέσματα των αλλαγών των χρήσεων γης.

Η σημαντικότερη αλλαγή στην κάλυψη του εδάφους, ιστορικά, υπήρξε η εξάπλωση των αγροτικών εκτάσεων με στόχο την κάλυψη των αναγκών του πληθυσμού για τροφή. Κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα διπλασιάστηκαν τα καλλιεργούμενα εδάφη σε παγκόσμιο επίπεδο ενώ στον αναπτυσσόμενο κόσμο ο διπλασιασμός των καλλιεργούμενων εδαφών επήλθε στη διάρκεια των 50 τελευταίων ετών του 20^{ου} αιώνα. Οι σημερινές εκτιμήσεις των ειδικών προβλέπουν σημαντική αύξηση των καλλιεργούμενων εδαφών στην Αφρική και στη Λατινική Αμερική. Αξιοσημείωτη αύξηση των καλλιεργούμενων εδαφών προβλέπεται και για τις περιοχές της Ανατολικής Ευρώπης αλλά και της Βορείου Αμερικής.

Ανακεφαλαιώνοντας, **στόχος των αλλαγών των χρήσεων γης υπήρξε ανέκαθεν η αύξηση της παραγωγικότητας της γης** σε τοπικό επίπεδο με απώτερο αντικειμενικό σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών της ανθρωπότητας για τροφή, στέγαση, ψυχαγωγία κ.λπ. Μαζί όμως με την αύξηση της παραγωγικότητας της γης επέρχονται και άλλες, αρνητικές, επιπτώσεις οι οποίες τελικά οδηγούν σε μείωση της ζητούμενης παραγωγικότητας. Η επιβάρυνση του παγκόσμιου περιβάλλοντος σήμερα είναι τόσο σημαντική, ώστε να έχουν αλλοιωθεί οι βιογεωχημικοί κύκλοι των θρεπτικών συστατικών και ο κύκλος του νερού σε παγκόσμιο επίπεδο.

4.7 Ερημοποίηση

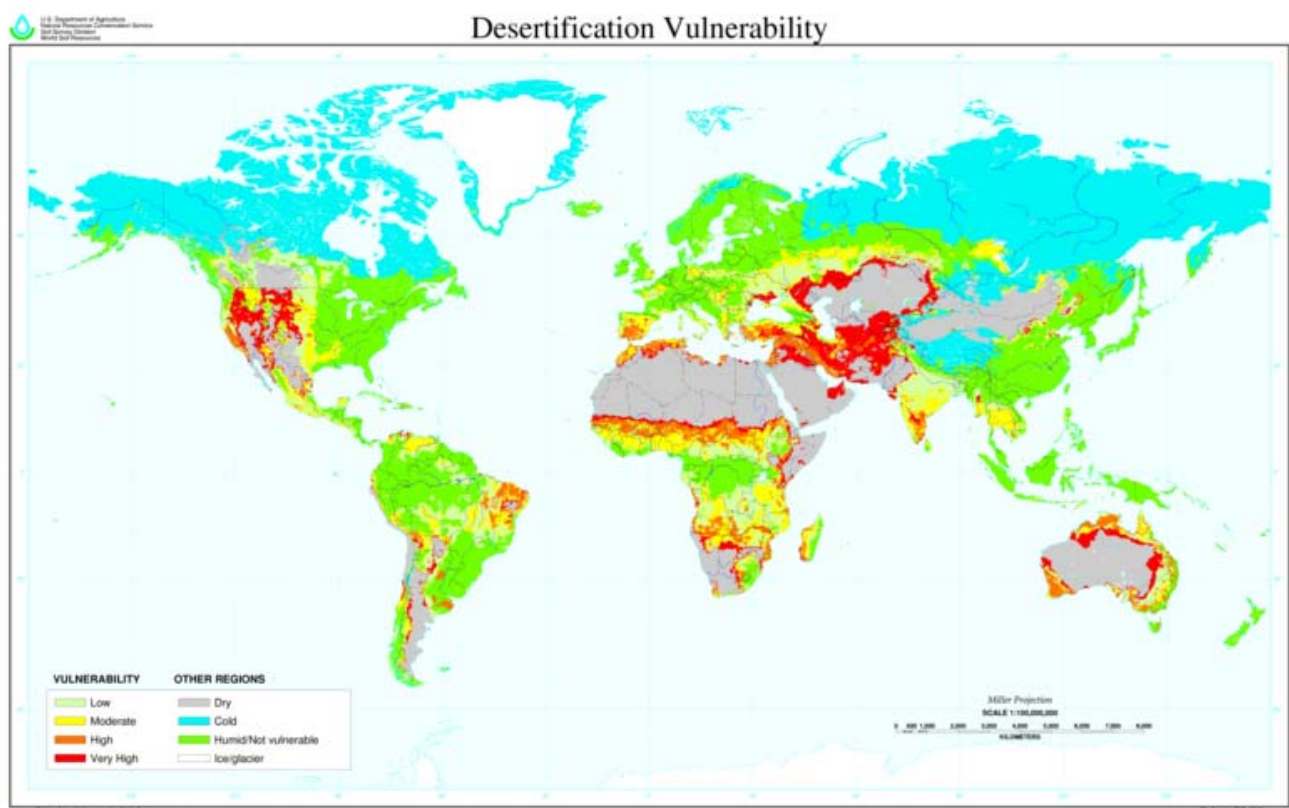
Ως **υποβάθμιση του εδάφους** ορίζεται η μείωση στη βιολογική και οικονομική παραγωγικότητα των εδαφικών οικοσυστημάτων, περιλαμβανομένων των εδαφών, της βλάστησης, άλλων οικοσυστημάτων και των οικολογικών, βιογεωχημικών και υδρολογικών διεργασιών που συντελούνται στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα. **Η ερημοποίηση είναι μια ακραία μορφή υποβάθμισης του εδάφους.**

Σύμφωνα με την Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών κατά της Ερημοποίησης, η ερημοποίηση ορίζεται ως «η υποβάθμιση του εδάφους σε άνυδρες, ημιάνυδρες και ξηρές υποτροπικές περιοχές η οποία προκαλείται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν τις κλιματικές μεταβολές και τις ανθρώπινες δραστηριότητες».

Για την κατανόηση των φαινομένων της υποβάθμισης του εδάφους και της ερημοποίησης, καλό είναι να λάβουμε υπόψη μας και τους ακόλουθους παράγοντες, οι οποίοι κάνουν την κάθε περίπτωση μελέτης ξεχωριστή:

- την **αιφορία**, δηλαδή την ικανότητα του εδάφους να παραμένει παραγωγικό για μεγάλες χρονικές περιόδους,
- την **ανθεκτικότητα**, δηλαδή την ποιότητα ενός φυσικού πόρου να ανθίσταται στην υποβάθμιση,
- την **τρωτότητα**, δηλαδή τον κίνδυνο να επέλθουν αρνητικές επιπτώσεις σε ένα οικοσύστημα όταν αυτό βρίσκεται κάτω από διαρκή πίεση,
- τη **φέρουσα ικανότητα**, τον αριθμό δηλαδή των ανθρώπων και των ζώων που μπορεί να φιλοξενήσει μια περιοχή χωρίς να πιεστεί περιβαλλοντικά.

Η υποβάθμιση του εδάφους προκαλείται τόσο από ανθρώπινες δραστηριότητες όσο και από φυσικές διεργασίες οι οποίες προκαλούν ελάττωση των φυσικών πόρων ή στην αναγεννητική δυνατότητα των εδαφικών οικοσυστημάτων. Φυσικές διεργασίες όπως οι πλημμύρες, η διάβρωση των εδαφών και οι δασικές πυρκαγιές διαμόρφωσαν τα φυσικά τοπία πριν από την έλευση του ανθρώπου πάνω στη γη. Οι μετασχηματισμοί αυτοί μπορεί να ενισχύσουν μια **κοινότητα** φυτών ή ζώων έναντι μιας άλλης.



Εικόνα 4.2. Η τρωτότητα σε ερημοποίηση σε παγκόσμιο επίπεδο. Με κόκκινο σημειώνονται οι περιοχές που αντιμετωπίζουν το σημαντικότερο πρόβλημα, ακολουθούμενες από αυτές που σημειώνονται με πορτοκαλί, κίτρινο,... (Πηγή: soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/desert.jpg).

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων οι ανθρωπογενείς επιπτώσεις (γεωργικές, βιομηχανικές, μεταλλευτικές) συνδυαζόμενες με τις κλιματικές αλλαγές έχουν οδηγήσει σε πρωτοφανή υποβάθμιση του εδάφους.

Για τους λόγους αυτούς, η υποβάθμιση του εδάφους και η ερημοποίηση πρέπει να εννοούνται ως το συνολικό αποτέλεσμα που προκύπτει λόγω της επίδρασης ανθρώπινων δραστηριοτήτων και φυσικών παραγόντων. Η υποβάθμιση του εδάφους μπορεί να συμβεί πρακτικά οπουδήποτε αλλά είναι ιδιαίτερα έντονη α) σε περιοχές που υπόκεινται σε **εντατική γεωργία** και β) σε **ορεινές περιοχές** λόγω της μεγάλης κλίσης του εδάφους. Σημαντική υποβάθμιση του εδάφους προκαλείται και σε περιοχές όπου λαμβάνουν χώρα **εξορυκτικές δραστηριότητες** (π.χ. μεταλλεία και λατομεία), **βιομηχανικές δραστηριότητες** ή λειτουργούν **εγκαταστάσεις επεξεργασίας στερεών αποβλήτων** (π.χ. χώροι υγειονομικής ταφής ή απλώς ανεξέλεγκτες χωματερές).

Η απειλή της ευημερίας του ανθρώπου από την ερημοποίηση έχει αναγνωρισθεί πλέον διεθνώς. Αυτό έγινε σαφές και στη «Διεθνή Σύμβαση για την Αντιμετώπιση της Ερημοποίησης» που υπογράφηκε το 1992. Κατά τη διαδικασία της ερημοποίησης, τα από βιολογικής και οικονομικής πλευράς παραγωγικά εδάφη μετατρέπονται σε λιγότερο παραγωγικά και σε λιγότερο ικανά να υποστηρίξουν τις ανάγκες των κοινωνιών που εξαρτώνται από αυτά.

Η ερημοποίηση θεωρείται σήμερα ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η περιοχή της Μεσογείου. Οι περιοχές που απειλούνται περισσότερο από την ερημοποίηση βρίσκονται στη βόρεια Αφρική, στην Εγγύς Ανατολή και στην Ευρώπη. Ειδικότερα για την Ευρώπη, οι περιοχές που απειλούνται περισσότερο από την ερημοποίηση είναι η Ελλάδα, η Νότια Ιταλία, η Σικελία, η Κορσική και η Ιβηρική Χερσόνησος. Οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές στην περιοχή της Μεσογείου αναμένεται να επιδεινώσουν το ήδη υπάρχον πρόβλημα της ερημοποίησης και να υπονομεύσουν σημαντικά τις προσπάθειες αντιμετώπισής του.

4.7.1 Τα αίτια της υποβάθμισης του εδάφους και της ερημοποίησης

Η υποβάθμιση του εδάφους και η ερημοποίηση έχουν τόσο φυσικές-βιολογικές όσο και ανθρωπογενείς αιτίες. Πολλές φορές είναι δύσκολο να διαφανεί η διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στις φυσικές και στις ανθρωπογενείς αιτίες καθώς η σχετική έντασή τους αυξομειώνεται ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή και τις χρονικές περιόδους που η υποβάθμιση λαμβάνει χώρα.

4.7.2 Η συμβολή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην ερημοποίηση

Όπως για κάθε περιβαλλοντικό πρόβλημα, έτσι και για την ερημοποίηση υπάρχουν ανθρώπινες δραστηριότητες που συμβάλλουν άμεσα στο πρόβλημα και άλλες οι οποίες συμβάλλουν έμμεσα. Οι δραστηριότητες οι οποίες έχουν άμεση συμβολή στην ερημοποίηση είναι:

- η επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, ιδιαίτερα σε ευαίσθητα εδαφικά οικοσυστήματα τα οποία π.χ. αντιμετωπίζουν περιοδικές ξηρασίες ή έχουν μεγάλες κλίσεις.
- η υλοτομία,
- η εξάπλωση των υποδομών, είτε των οικιστικών είτε των μεταφορικών κ.λπ.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες συμβάλλουν έμμεσα στην υποβάθμιση του εδάφους και στην ερημοποίηση είναι οι ακόλουθες:

- Οι πολιτικές οι οποίες ενθαρρύνουν ή πριμοδοτούν μη βιώσιμες πρακτικές όπως η υπερβόσκηση ή η άρδευση με υφάλμυρο νερό,
- Η πυκνότητα και η περαιτέρω αύξηση του πληθυσμού καθώς και η μετανάστευση. Για παράδειγμα, οι πόλεμοι και οι εμφύλιες διαμάχες μπορούν να προκαλέσουν μεταναστεύσεις πληθυσμών σε ευαίσθητα περιβάλλοντα. Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν και όταν νομαδικές φυλές αποφασίζουν να εγκατασταθούν μόνιμα σε κάποια περιοχή.

Το τελικό αποτέλεσμα όλων των διεργασιών διάβρωσης του εδάφους είναι:

μείωση της παραγωγικότητας,
ρύπανση του νερού και ευτροφισμός,
ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω των αιωρούμενων σωματιδίων της σκόνης,
εκπομπές άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

4.8 Οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις της εκτροφής αγροτικών ζώων

Η εξημέρωση των αγροτικών ζώων υπήρξε ένα σημείο καμπής στην εξέλιξη της ανθρωπότητας καθώς επέτρεψε την εγκατάλειψη της ζωής των κυνηγών-συλλεκτών και την εγκατάσταση των ανθρώπων σε μόνιμες εστίες. Επίσης, βελτίωσε την ποιότητα της διατροφής των ανθρώπων, γεγονός που επέτρεψε την αύξηση του πληθυσμού της γης και οδήγησε στις πρώιμες μορφές κοινωνικής οργάνωσης.

Τα αγροτικά ζώα, πέρα από το κρέας και το γάλα τους, αποτέλεσαν και μια από τις σημαντικότερες πηγές ενέργειας για την ανθρωπότητα μέχρι και το 1800 μ.Χ. και τη βιομηχανική επανάσταση. Επίσης, μέχρι το ίδιο χρονικό σημείο, υπήρξαν σημαντικά μεταφορικά μέσα ενώ είχαν αξιοσημείωτη συνεισφορά και στην ένδυση της ανθρωπότητας λόγω του μαλλιού τους και των δερμάτων τους. Τέλος, η κοπριά τους αποτέλεσε ένα πολύ σημαντικό λίπασμα μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα και την ανακάλυψη των χημικών λιπασμάτων.

Σήμερα, σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων του Ο.Η.Ε., εκτρέφονται παγκοσμίως 1,3 εκατομμύρια βοοειδή, 10 εκατομμύρια κοτόπουλα και 1,2 εκατομμύρια πρόβατα. Οι αριθμοί των εκτρεφόμενων αγροτικών ζώων συνεχίζουν να αυξάνονται ακολουθώντας την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Τα αγροτικά ζώα εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικές πηγές ενέργειας και λίπανσης για τις φτωχές αγροτικές περιοχές του πλανήτη.

Όπως, όμως, κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα η εντατικοποίηση της εκτροφής των αγροτικών ζώων δημιουργεί πολλαπλές πιέσεις στο περιβάλλον, με σημαντικότερες τις πιέσεις προς τους εδαφικούς πόρους:

- η αναγκαιότητα για λιβάδια βόσκησης οδηγεί σε αποδάσωση μεγάλων εκτάσεων,
- οι μεγάλες αγέλες ζώων προκαλούν υποβάθμιση και τελικά διάβρωση του εδάφους λόγω της υπερβόσκησης αλλά και του βάρους τους,
- πέρα από το χώρο βόσκησης, η παραγωγή ζωοτροφών απαιτεί μεγάλες εκτάσεις,
- η παραγωγή ζωοτροφών απαιτεί λιπάσματα, νερό και ενέργεια,
- οι παραγόμενες κοπριές αποτελούν πλέον σημαντική πηγή ρύπανσης για τα εδάφη, τα νερά αλλά και την ατμόσφαιρα καθώς το μεθάνιο είναι τόσο συστατικό της κοπριάς όσο και πολύ ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου,
- η αλόγιστη χρήση αντιβιοτικών στα ζώα, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της υγείας τους και την αύξηση της παραγωγικότητάς τους, προκαλεί ανησυχία για την επιβάρυνση της τροφικής αλυσίδας των ανθρώπων και τη δημιουργία στελεχών των μικροβίων τα οποία είναι ανθεκτικά στα αντιβιοτικά.

Τα παραγόμενα απόβλητα από τις μεγάλες φάρμες εκτροφής αγροτικών ζώων στις αναπτυγμένες χώρες συνιστούν σημαντική περιβαλλοντική απειλή και η διαχείρισή τους πρέπει να γίνεται με τρόπο ορθολογικό. Η κοπριά ρυπαίνει το έδαφος και τα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) ενώ η αμμωνία και το μεθάνιο ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα.

Το μεθάνιο παράγεται είτε άμεσα από το στομάχι των μηρυκαστικών ζώων (π.χ. βοοειδή και πρόβατα) λόγω των αναερόβιων διεργασιών που λαμβάνουν χώρα εκεί είτε έμμεσα λόγω της αναερόβιας αποσύνθεσης της κοπριάς. Σε κάθε περίπτωση, το μεθάνιο αποτελεί ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, περίπου 10 φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα.

ΣΥΝΟΨΗ

Το έδαφος αποτελεί ένα πολύτιμο φυσικό πόρο καθώς πάνω του στηρίζεται το ριζικό σύστημα των φυτών, τα οποία αποτελούν τους παραγωγούς του γήινου οικοσυστήματος. Αναφέρθηκε το πως σχηματίζεται το έδαφος αλλά και οι σημαντικότεροι παράγοντες οι οποίοι οδηγούν στη διάβρωσή του.

Στη συνέχεια εξετάστηκαν οι χρήσεις της γης. Ο όρος χρήση γης ή αλλαγή στη χρήση γης περιγράφει τις ανθρώπινες χρήσεις της γης ή τις δραστηριότητες οι οποίες μετασχηματίζουν τη χρήση ενός κομματιού εδάφους της Γης.

Λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, τα εδάφη υποβαθμίζονται. Ως υποβάθμιση του εδάφους ορίζεται η μείωση στη βιολογική και οικονομική παραγωγικότητα των εδαφικών οικοσυστημάτων, περιλαμβανομένων των εδαφών, της βλάστησης, άλλων οικοσυστημάτων και των οικολογικών, βιογεωχημικών και υδρολογικών διεργασιών που συντελούνται στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα.

Ακραία μορφή υποβάθμισης του εδάφους αποτελεί η ερημοποίηση. Κατά τη διαδικασία της ερημοποίησης, τα από βιολογικής και οικονομικής πλευράς παραγωγικά εδάφη μετατρέπονται σε λιγότερο παραγωγικά και σε λιγότερο ικανά να υποστηρίξουν τις ανάγκες των κοινωνιών που εξαρτώνται από αυτά. Η ερημοποίηση θεωρείται σήμερα ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η περιοχή της Μεσογείου και βέβαια η χώρα μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Emberlin, J.C. (2002). Εισαγωγή στη Οικολογία, Εκδόσεις Τυπωθήτω-Γεώργιος Δαρδανός.
Camp and Daugherty (2004). Διαχείριση Φυσικών Πόρων, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ.
G. Tyler Miller, Jr. (1999). «Βιώνοντας στο Περιβάλλον, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών», Τόμοι I και II, 9η έκδοση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- Να δώσετε τους ορισμούς της υποβάθμισης του εδάφους, της διάβρωσης του εδάφους και της ερημοποίησης.
Να συζητήσετε στην τάξη και να καταγράψετε τις σημαντικότερες αλλαγές στις χρήσεις γης που έγιναν στην περιοχή σας κατά τα τελευταία 20 χρόνια. Οι νεότεροι από εσάς καλό είναι να συμβουλευτούν τους γονείς τους ή τους παππούδες και γιαγιάδες τους

5. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η παράθεση ορισμένων εισαγωγικών στοιχείων σχετικά με την ατμόσφαιρα καθώς επίσης και τη ρύπανσή της. Τα σημαντικότερα από τα παγκόσμια προβλήματα της ατμόσφαιρας είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος που βρίσκεται στη στρατόσφαιρα.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη της ενότητας αυτής θα μπορείτε να:

- Αναφέρετε τα 2 πρώτα στρώματα της ατμόσφαιρας
- Αναφέρετε 3 τουλάχιστον ατμοσφαιρικούς ρύπους
- Περιγράφετε το μηχανισμό δράσης των αερίων του θερμοκηπίου
- Συγκρίνετε τις φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές διοξειδίου του άνθρακα
- Απαριθμείτε τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή
- Περιγράφετε τις πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής ανά τομέα ανθρώπινης δραστηριότητας
- Περιγράφετε το μηχανισμό δράσης των ρύπων που καταστρέφουν το όζον
- Απαριθμείτε τις επιπτώσεις στον άνθρωπο από την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ατμόσφαιρα
Τροπόσφαιρα
Στρατόσφαιρα
Ατμοσφαιρική ρύπανση
Φαινόμενο του θερμοκηπίου
Λέπτυνση στοιβάδας του όζοντος

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η ατμόσφαιρα είναι ο προστατευτικός αέριος μανδύας που περιβάλλει τον πλανήτη μας. Είναι ένα δυναμικό σύστημα που διαρκώς μεταβάλλεται λόγω των φυσικών και χημικών μετασχηματισμών που λαμβάνουν χώρα σε αυτή. Η ατμόσφαιρα δομείται σε στρώματα, κάθε ένα από τα οποία προσφέρει θετικά χαρακτηριστικά στη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη.

Η ενότητα ξεκινά με την παρουσίαση της δομής και της χημικής σύστασης της ατμόσφαιρας. Παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας και η προσφορά του καθενός στη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη.

Οι κυριότεροι ανθρωπογενείς και φυσικοί ρύποι και οι αντίστοιχες πηγές τους παρουσιάζονται στη συνέχεια. Η ενότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των δύο σημαντικότερων παγκόσμιων ατμοσφαιρικών προβλημάτων, του φαινομένου του θερμοκηπίου και της καταστροφής της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος.

5.1 Τι Είναι η Ατμόσφαιρα;

Ατμόσφαιρα είναι ο προστατευτικός αέριος μανδύας που περιβάλλει τον πλανήτη μας. Η ατμόσφαιρα αποτελεί ένα μίγμα αερίων, το οποίο συγκρατείται κοντά στην επιφάνεια της γης ως αποτέλεσμα της βαρύτητας της γης και της θερμικής κίνησης των μορίων των αερίων.

Η ατμόσφαιρα είναι ένα δυναμικό σύστημα που διαρκώς μεταβάλλεται λόγω των φυσικών και χημικών μετασχηματισμών που λαμβάνουν χώρα. Η φυσική κίνηση των αερίων μαζών λόγω των διαφορετικών συνθηκών της θερμοκρασίας, της πίεσης και υγρασίας δημιουργεί τον καιρό σε κάθε περιοχή του πλανήτη και κατά συνέπεια το κλίμα της περιοχής αυτής. Επίσης, η χημική σύνθεση

της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται συνεχώς έχοντας ως κινητήρια δύναμη την ηλιακή ακτινοβολία. Οι χημικές ενώσεις που εκπέμπονται ως ρύποι από τις ανθρώπινες δραστηριότητες συμμετέχουν ενεργά και μεταβάλλουν τη χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας.

5.2 Η Σημασία της Ατμόσφαιρας

Η ατμόσφαιρα είναι πολύ σημαντική για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη καθώς **αποτελεί το μέσο για την ανακύκλωση** της ενέργειας, των θρεπτικών συστατικών και του νερού στον πλανήτη.

Η ατμόσφαιρα μας παρέχει:

Το οξυγόνο για τους ανθρώπους και τα ζώα,

Το διοξείδιο του άνθρακα για τη φωτοσύνθεση των φυτών,

Το μέσο μεταφοράς του νερού καθώς χωρίς αυτή δε μπορεί να λειτουργήσει ο υδρολογικός κύκλος,

Τη φυσική ασπίδα προστασίας από τις βλαβερές ακτινοβολίες του σύμπαντος.

Η ατμόσφαιρα δημιουργεί τα καιρικά φαινόμενα και κατά συνέπεια το κλίμα στις διάφορες περιοχές του πλανήτη

5.3 Η Σύσταση της Ατμόσφαιρας

Η σύσταση της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται:

από τόπο σε τόπο,

σε διαφορετικά υψόμετρα,

με την πάροδο του χρόνου.

Οι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση της ατμόσφαιρας είναι:

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις,

Οι πυρκαγιές στα δάση,

Τα θαλάσσια ρεύματα,

Η κίνηση των αερίων μαζών.

Τα σημαντικότερα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1:

Πίνακας 5.1. Τα σημαντικότερα αέρια της ατμόσφαιρας.

Αέριο	% σύσταση κατ' όγκο (ξηρή βάση)
Άζωτο	78
Οξυγόνο	21
Αργό	0,9
Διοξείδιο του άνθρακα	0,03

Η ατμόσφαιρα επίσης περιέχει υδρατμούς σε ποσοστό που κυμαίνεται από 0-5% κατ' όγκο. Η συγκέντρωση των υδρατμών μειώνεται καθώς αυξάνεται το υψόμετρο.

5.4 Η Δομή της Ατμόσφαιρας

Η ατμόσφαιρα αποτελείται από διαδοχικά στρώματα τα οποία παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.1. Πιο συγκεκριμένα το πλησιέστερο στην επιφάνεια της γης στρώμα της ατμόσφαιρας είναι η **τροπόσφαιρα**. Ακολουθούν κατά σειρά η **στρατόσφαιρα**, η **μεσόσφαιρα** και η **θερμόσφαιρα**.

Η **τροπόσφαιρα** είναι το σημαντικότερο τμήμα της ατμόσφαιρας καθώς είναι αυτό μέσα στο οποίο ζούμε και κινούμαστε όλοι μας καθημερινά. Η τροπόσφαιρα ξεκινά από την επιφάνεια της γης αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει αυστηρά καθορισμένο όριο για το που τελειώνει η

τροπόσφαιρα. Τα όρια της εξαρτούνται από το **γεωγραφικό πλάτος** και την **εποχή του έτους**. Αυτό σημαίνει ότι η τροπόσφαιρα πάνω από τον ισημερινό φτάνει σε ύψος τα 15 περίπου χιλιόμετρα ενώ πάνω από τους πόλους το ύψος της φτάνει στα 10 περίπου χιλιόμετρα. Η τροπόσφαιρα έχει ομοιόμορφη σύσταση ενώ περιέχει το 85% της μάζας της ατμόσφαιρας και το 90% της υγρασίας και της σκόνης της ατμόσφαιρας. Το γεγονός αυτό την καθιστά σημαντική για τη λειτουργία του **κύκλου του νερού**. Επίσης, η τροπόσφαιρα είναι το μοναδικό τμήμα της ατμόσφαιρας του οποίου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τους 0 °C.

Η **τροπόσφαιρα** είναι το σημαντικότερο τμήμα της ατμόσφαιρας γιατί είναι αυτό που ανταλλάσσει με την επιφάνεια της γης
Θερμότητα
Θρεπτικά συστατικά, και
Νερό

Η **στρατόσφαιρα** είναι το αμέσως επόμενο τμήμα της ατμόσφαιρας. Εκτείνεται από εκεί που τελειώνει η τροπόσφαιρα μέχρι περίπου τα 50 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης. Η σύσταση αυτού του τμήματος δεν είναι ομοιόμορφη. Η παρουσία της είναι σημαντική γιατί μέσα εκεί βρίσκεται η στοιβάδα του όζοντος η οποία προστατεύει τη ζωή στη γη από τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία. Η στρατόσφαιρα είναι επίσης σημαντική γιατί εκεί λαμβάνει χώρα η σημαντικότερη κίνηση των αερίων μαζών, δηλαδή οι άνεμοι που φυσάνε στη γη δημιουργούνται στη στρατόσφαιρα

Η **στρατόσφαιρα**, λόγω της ύπαρξης της στοιβάδας του όζοντος που βρίσκεται εκεί, αποτελεί τη φυσική ασπίδα των ζωντανών οργανισμών της γης έναντι της βλαβερής υπεριώδους ακτινοβολίας.

Τέλος, η **μεσόσφαιρα**, η οποία φτάνει μέχρι τα 80 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια τη γης, αλλά και η **θερμόσφαιρα** είναι τμήματα πολύ επάνω από την επιφάνεια της γης και αναφέρονται εδώ για καθαρά ενημερωτικούς σκοπούς.

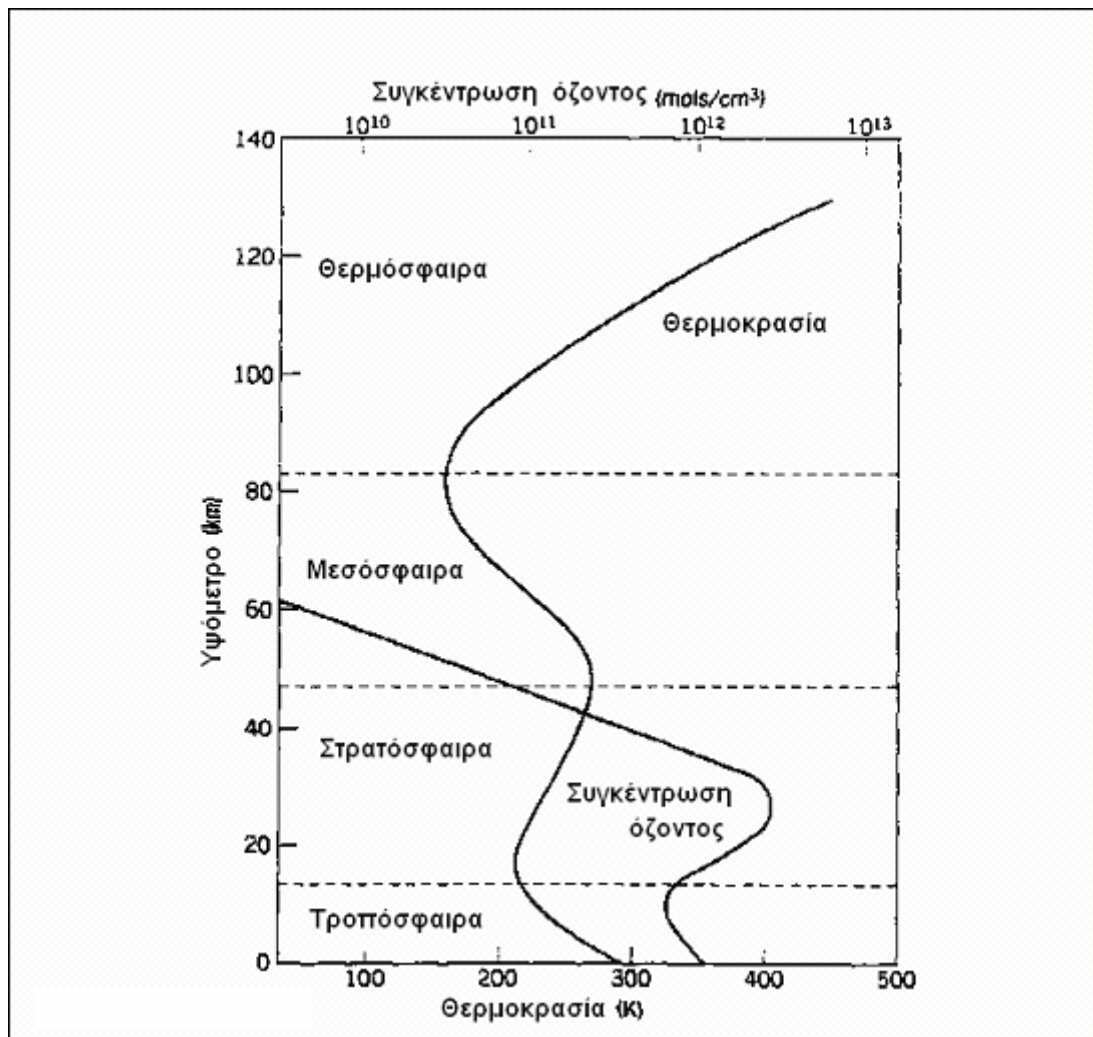
5.4.1 Η Μεταβολή της Θερμοκρασίας σε Σχέση με την Απόσταση από τη Γη

Τόσο η θερμοκρασία όσο και η πίεση της ατμόσφαιρας μεταβάλλονται καθώς απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της γης. Όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της γης και μέχρι εκεί που τελειώνει η τροπόσφαιρα η θερμοκρασία μειώνεται. Όταν μπαίνουμε στη στρατόσφαιρα η θερμοκρασία αρχίζει να αυξάνεται καθώς απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της γης (βλ. Εικόνα 5.1).

Που τελειώνει η τροπόσφαιρα και αρχίζει η στρατόσφαιρα;

Το σημείο στο οποίο η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αρχίζει να αυξάνεται (ενώ μέχρι εκείνο το σημείο μειώνονταν) ονομάζεται **τροπόπαυση** και ουσιαστικά αποτελεί το σημείο στο οποίο τελειώνει η τροπόσφαιρα και αρχίζει η στρατόσφαιρα.

Το ανώτερο ύψος που μπορεί, πρακτικά, ο κάθε ένας από μας να φτάσει είναι περίπου τα 13 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης, το οποίο είναι το ύψος που φτάνουν τα μεγάλα αεροπλάνα που κάνουν μακρινά διηπειρωτικά ταξίδια. Άρα, η εμπειρία του μέσου ανθρώπου διδάσκει ότι η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια τη γης.



Εικόνα 5.1. Τα στρώματα της ατμόσφαιρας, μεταβολή της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης του όζοντος ως συνάρτηση του υψομέτρου.

5.5 Ρύπανση της Ατμόσφαιρας

Ως ρύπανση της ατμόσφαιρας ορίζεται η διασπορά στην ατμόσφαιρα ουσιών, οι οποίες λόγω της φύσης τους ή της ποσότητάς τους, δεν μπορούν να απορροφηθούν από τους φυσικούς βιογεωχημικούς κύκλους.

5.5.1 Φυσικές πηγές ρύπανσης

Όταν αναφερόμαστε στην ατμοσφαιρική ρύπανση το μυαλό μας πάει σε εικόνες καμινάδων εργοστασίων που καπνίζουν ή σε εξατμίσεις αυτοκινήτων. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε, όμως, ότι υπάρχουν και **φυσικές** πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Οι σημαντικότερες από τις φυσικές πηγές είναι:

- οι **εκρήξεις των ηφαιστείων** οι οποίες απελευθερώνουν αέριους ρύπους (π.χ. μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, μεθάνιο, υδρόθειο) αλλά και σωματιδιακούς (τέφρα και σκόνη),
- οι **πυρκαγιές των δασών** (έστω και αν προκαλούνται από ανθρώπινη αμέλεια ή κακή πρόθεση) οι οποίες με τη σειρά τους απελευθερώνουν αέριους ρύπους (π.χ. μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, κ.ά.) αλλά και σωματιδιακούς (καπνό και τέφρα),
- οι **έρημοι** από τις οποίες οι άνεμοι μεταφέρουν σκόνη σε πολύ μακρινές αποστάσεις. Είναι πολύ συχνό το φαινόμενο να μεταφέρεται σκόνη από την έρημο της Σαχάρας στην Ελλάδα,
- οι **ωκεανοί** και οι **θάλασσες** που απελευθερώνουν σωματιδιακούς ρύπους οι οποίοι περιέχουν αλάτι,

οι **βιολογικές δραστηριότητες** των ανθρώπων, των φυτών και των ζώων οι οποίες παράγουν είτε αέριους (μεθάνιο ή άλλους πτητικούς υδρογονάνθρακες) είτε σωματιδιακούς ρύπους όπως η γύρη.

Οι φυσικές πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας σε σχέση με τις ανθρωπογενείς έρχονται σε δεύτερη μοίρα γιατί:

- Εκπέμπουν ρύπους των οποίων η φύση και οι ποσότητες μπορούν να αφομοιωθούν σχετικά εύκολα από τους φυσικούς γεωχημικούς κύκλους,
- Είναι τοπικής εμβέλειας,
- Έχουν περιορισμένη χρονική διάρκεια.

Οι ανθρωπογενείς πηγές αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα ρύπανσης της ατμόσφαιρας γιατί εκπέμπουν **τεράστιες ποσότητες ρύπων, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα** και σε σχετικά **μικρές γεωγραφικά περιοχές**.

5.5.2 Ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης

Η σημαντικότερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η **παραγωγή ενέργειας**. Για να παραχθεί ηλεκτρική και θερμική ενέργεια πρέπει να καούν τεράστιες ποσότητες ορυκτών καυσίμων (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) τα οποία με τη σειρά τους όταν καίγονται παράγουν τεράστιες ποσότητες **διοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου, διοξειδίου του θείου και αιωρούμενων σωματιδίων** μεταξύ άλλων. Η **καύση** των ορυκτών καυσίμων λαμβάνει χώρα σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, οι οποίοι αποτελούν σημαντικές **σημειακές πηγές παραγωγής ατμοσφαιρικών ρύπων**.

Καύση ονομάζεται η ταχεία αντίδραση μιας χημικής ένωσης με το οξυγόνο η οποία συνοδεύεται από έκλυση ακτινοβολίας και θερμότητας.

Σημαντικές, επίσης, εστίες ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν όλες οι **δραστηριότητες** οι οποίες σχετίζονται με την **κατανάλωση ενέργειας**. Τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι οι **αστικές, οι μεταφορικές, οι εμπορικές, οι τουριστικές**. Χρησιμοποιούμε την ηλεκτρική ενέργεια για να φωτίσουμε τα σπίτια μας, τα γραφεία μας και τους χώρους ψυχαγωγίας μας και να λειτουργήσουμε τις ηλεκτρικές συσκευές μας, χρησιμοποιούμε το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τα ξύλα για να θερμάνουμε τους χώρους που ζούμε, χρησιμοποιούμε τη βενζίνη και το πετρέλαιο για να κινήσουμε τα αυτοκίνητα, τα λεωφορεία, τα φορτηγά και τα τρέινα μας.

Η **βιομηχανία** είναι ένας άλλος πολύ σημαντικός καταναλωτής ενέργειας αλλά και παραγωγός ατμοσφαιρικών ρύπων. Η φύση και οι ποσότητες των παραγόμενων ρύπων από τις βιομηχανικές δραστηριότητες εξαρτώνται από τις επιμέρους παραγωγικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε κάθε βιομηχανική μονάδα. Για παράδειγμα, μια χημική βιομηχανία παράγει αέριους ρύπους, των οποίων η σύσταση μπορεί να είναι πάρα πολύ σύνθετη δημιουργώντας σημαντική ρύπανση της ατμόσφαιρας, εάν δεν λαμβάνονται τα κατάλληλα αντιρρυπαντικά μέτρα.

Τέλος, οι διάφορες **γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες** αποτελούν μια πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης για τους ακόλουθους λόγους:

- τα γεωργικά μηχανήματα καταναλώνουν πετρέλαιο και ως εκ τούτου παράγουν αέριους ρύπους,
- η εφαρμογή των χημικών λιπασμάτων δημιουργεί σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης της ατμόσφαιρας με οξείδια του αζώτου,
- η εκτροφή των αγροτικών ζώων προκαλεί σημαντικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπως προαναφέρθηκε.

5.5.3 Οι σημαντικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Όπως προαναφέρθηκε, οι διάφορες ανθρωπογενείς αλλά και φυσικές δραστηριότητες παράγουν μια πλειάδα αέριων ρύπων οι οποίοι συμβάλλουν στη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι:

- Το **διοξείδιο** και το **μονοξείδιο του άνθρακα** τα οποία παράγονται από την τέλεια και την ατελή (αντίστοιχα) καύση ορυκτών καυσίμων τα οποία περιέχουν άνθρακα,
- Τα **οξείδια του αζώτου** (μονοξείδιο, διοξείδιο και υποξείδιο) και η αμμωνία, μια μορφή αέριου ρύπου που περιέχει άζωτο,
- Τα **οξείδια του θείου** (διοξείδιο και τριοξείδιο),
- Τους **αέριους υδρογονάνθρακες**, δηλαδή ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου. Ένας από τους υδρογονάνθρακες είναι και το μεθάνιο,
- Τα **αιωρούμενα σωματίδια**, δηλαδή πολύ μικρά σωματίδια τα οποία λόγω του μικρού μεγέθους και βάρους τους μπορεί να παραμένουν σε αιώρηση.

5.6 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Όλοι μας γνωρίζουμε ότι εάν αφήσουμε ένα αυτοκίνητο με κλειστά παράθυρα εκτεθειμένο στον ήλιο, το εσωτερικό του αμαξιού θερμαίνεται. Η θέρμανση του αυτοκινήτου επέρχεται γιατί το ηλιακό φως εισερχόμενο στο αυτοκίνητο μέσω των κρυστάλλινων επιφανειών (παρμπρίζ, τζάμια), απορροφάται από τα καθίσματα και τα άλλα τμήματα της εσωτερικής επένδυσης του αυτοκινήτου. Απορροφούμενη η ηλιακή ενέργεια από τα αντικείμενα μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία στη συνέχεια αποβάλλεται με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η υπέρυθρη ακτινοβολία συγκρατείται από τις κρυστάλλινες επιφάνειες (σε αντίθεση με την ηλιακή ακτινοβολία) με αποτέλεσμα να παγιδεύεται μέσα στο αυτοκίνητο. Έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Με τον ίδιο ακριβώς μηχανισμό, η θερμοκρασία μέσα σε ένα θερμοκήπιο είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό, το παραπάνω φαινόμενο περιγράφεται ως «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

5.6.1 Ο μηχανισμός δράσης των αερίων του θερμοκηπίου

Στην ατμόσφαιρα της γης υπάρχουν ορισμένα αέρια, όπως οι υδρατμοί και το διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία παίζουν το ρόλο των κρυστάλλινων επιφανειών σε ένα θερμοκήπιο. Για το λόγο αυτό καλούνται αέρια του θερμοκηπίου. Ένα τμήμα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια της γης και μετατρέπεται σε θερμότητα. Η θερμότητα αυτή αποβάλλεται με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας από την επιφάνεια της γης προς το διάστημα, μέσω της ατμόσφαιρας. Τα αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία όπως είπαμε υπάρχουν φυσικά στην τροπόσφαιρα, **απορροφούν προσωρινά** την υπέρυθρη ακτινοβολία και στη συνέχεια την επανεκπέμπουν προς τυχαίες κατευθύνσεις. Έτσι, ένα τμήμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας αντί να διαφύγει προς το διάστημα, επιστρέφει στην επιφάνεια της γης με αποτέλεσμα να τη θερμαίνει.

Η θερμοκρασία, λοιπόν, κοντά στην επιφάνεια της γης καθορίζεται από 4 βασικούς παράγοντες:

- την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη,
- την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που η γη αντανακλά,
- τη θερμότητα που η ατμόσφαιρα συγκρατεί,
- την εξάτμιση και τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

5.6.2 Ποια είναι τα αέρια του θερμοκηπίου;

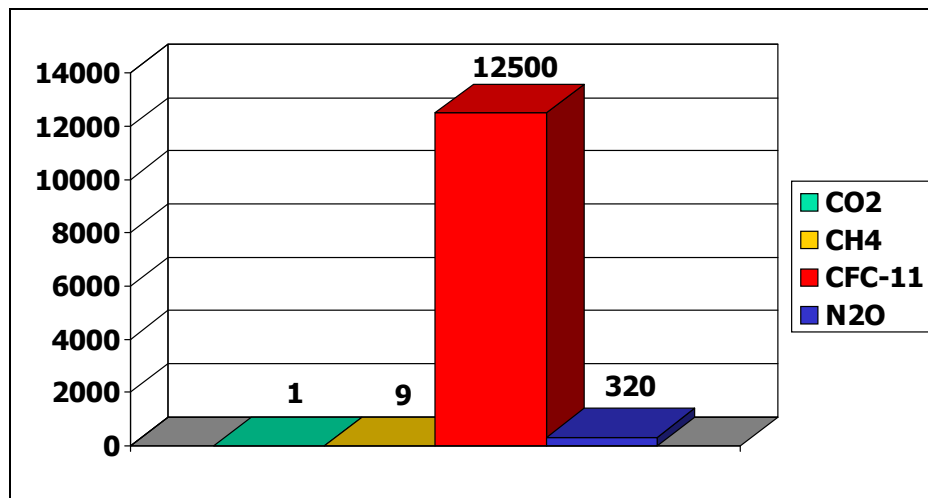
Όπως εξηγήσαμε παραπάνω, στην ατμόσφαιρα της γης υπάρχουν ορισμένα αέρια τα οποία συγκρατούν προσωρινά την εξερχόμενη από τη γη υπέρυθρη ακτινοβολία και στη συνέχεια την επανεκπέμπουν προς τυχαίες κατευθύνσεις. Ο αριθμός αυτών των αερίων ανέρχεται περίπου σε 40.

Τα τέσσερα σημαντικότερα από αυτά, κατά σειρά σπουδαιότητας, είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες. Στοιχεία σχετικά με τις συγκεντρώσεις και το μέσο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα των αερίων αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. Τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου.

Αέριο	Ατμοσφαιρική συγκέντρωση πριν 100 χρόνια (ppb)	Σημερινή ατμοσφαιρική συγκέντρωση (ppb)	Μέσος χρόνος παραμονής στην ατμόσφαιρα (έτη)	Σχετική δυναμικότητα (σε ορίζοντα 100 ετών)
Διοξείδιο του άνθρακα	290.000	370.000	100	1
Μεθάνιο	900	1700	12	9
Υποξείδιο του αζώτου	285	310	120	320
Χλωροφθοράνθρακες	0	3	60-100	12500

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται και η σχετική δυναμικότητα των αερίων του θερμοκηπίου σε ορίζοντα 100 ετών. Ο συντελεστής αυτός δηλώνει τη σχετική «ζημιά» (δηλ. την επιβάρυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου) που μπορεί να προκαλέσει ένα μόριο του κάθε αερίου σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα στα επόμενα 100 χρόνια. Στο διοξείδιο του άνθρακα έχει κατά συνθήκη αντιστοιχιστεί η μοναδιαία «ζημιά». Η σχετική δυναμικότητα των αερίων του θερμοκηπίου, σχηματικά, παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.2:



Εικόνα 5.2. Η σχετική δυναμικότητα των αερίων του θερμοκηπίου σε ορίζοντα 100 ετών.

5.6.3 Το διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το αέριο του θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη συνολική συνεισφορά. Η σημαντικότερη ανθρωπογενής πηγή του είναι **η καύση των ορυκτών καυσίμων** δηλαδή του αργού πετρελαίου (και κατά συνέπεια όλων των προϊόντων του), του λιγνίτη αλλά και του φυσικού αερίου. Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται, πρακτικά, από κάθε καθημερινή μας δραστηριότητα στη διάρκεια της οποίας καταναλώνουμε ή παράγουμε ενέργεια: από τα εργοστάσια που παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούμε, από τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούμε για να μεταφέρουμε ανθρώπους και αγαθά

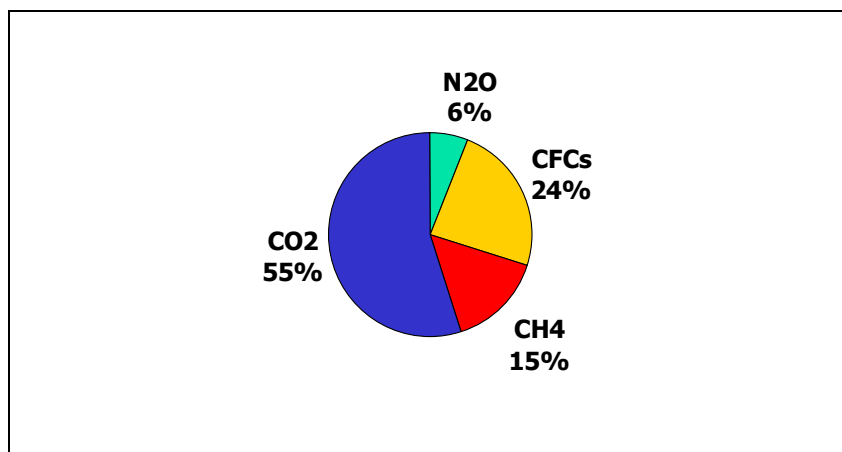
5.6.4 Το μεθάνιο

Η συγκέντρωση του μεθανίου (CH₄) στην ατμόσφαιρα της γης έχει υπερδιπλασιαστεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων 200 ετών. Το μεθάνιο συνεισφέρει κατά 12-20% στο σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου. Το μεθάνιο είναι το παραπροϊόν της αναερόβιας σήψης της οργανικής ύλης.

Οι ανθρωπογενείς πηγές του μεθανίου είναι:

- οι **χώροι επεξεργασίας στερεών και υγρών αποβλήτων**, δηλαδή οι ανεξέλεγκτες χωματερές, οι χώροι υγειονομικής ταφής των στερεών αποβλήτων και τα κέντρα επεξεργασίας των

υγρών αποβλήτων (δηλ. οι βιολογικοί καθαρισμοί). Σε αυτούς τους χώρους, η οργανική ύλη που υπάρχει στα απόβλητα, όταν βρεθεί σε αναερόβιες συνθήκες παράγει μεθάνιο. η καύση της βιομάζας, η εξόρυξη και η επεξεργασία λιγνίτη και φυσικού αερίου, και οι αγροτικές δραστηριότητες όπως η καλλιέργεια ρυζιού και η εκτροφή των μηρυκαστικών ζώων. Το μεθάνιο απελευθερώνεται από την αναερόβια δραστηριότητα στις πλημμυρισμένες περιοχές από τις οποίες παράγεται το ρύζι και ως αποτέλεσμα των αναερόβιων διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα στομάχια των μηρυκαστικών ζώων.



Εικόνα 5.3. Η συνολική συνεισφορά των αερίων του θερμοκηπίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

5.6.5 Το υποξείδιο του αζώτου

Η συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου αυξάνεται στη διάρκεια του τελευταίου αιώνα και σήμερα υπολογίζεται ότι συμμετέχει σε ποσοστό 5% στο σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου.

Οι ανθρωπογενείς πηγές του N₂O είναι η χρήση των λιπασμάτων για τις καλλιέργειες, η καύση των ορυκτών καυσίμων αλλά και ορισμένες βιομηχανικές διεργασίες στις οποίες συμμετέχουν ενώσεις του αζώτου.

5.6.6 Οι χλωροφθοράνθρακες

Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) είναι αδρανείς και πολύ σταθερές ενώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα αλλά και προωθητικά αέρια. Η χρήση των CFCs έχει απαγορευτεί στις αναπτυγμένες χώρες (μεταξύ των οποίων και στην Ελλάδα)

5.6.7 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον άνθρωπο

Οι άμεσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία των ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο προβλέπεται να είναι:

- Η αύξηση του υποσιτισμού και των συνεπακόλουθων επιπλοκών λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα παραγωγής τροφής
- Οι αυξημένοι θάνατοι, οι ασθένειες και οι τραυματισμοί ανθρώπων ως αποτέλεσμα των καυσώνων, των πλημμύρων, των καταιγίδων και των ξηρασιών
- Οι αυξημένες διαρροϊκές επιδημίες καθώς τα μικρόβια που τις προκαλούν ευνοούνται από τις αυξημένες θερμοκρασίες
- Η αλλαγή στη γεωγραφική κατανομή των μεταδοτικών ασθενειών λόγω της μεταβολής των κλιματικών συνθηκών στις διάφορες περιοχές του πλανήτη.

Ο πρώην αντιπρόεδρος των ΗΠΑ Αλ Γκορ και η Διακυβερνητική Διάσκεψη για το Κλίμα κέρδισαν από κοινού το Νόμπελ Ειρήνης 2007 για την εκστρατεία τους στον αγώνα ενημέρωσης του κοινού για τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος για το μέγεθος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Όλες οι προβλέψεις στηρίζονται στη χρήση μαθηματικών μοντέλων προσομοίωσης. Στον πίνακα που ακολουθεί, συνοψίζονται οι σημαντικότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ανάλογα με την αύξηση της θερμοκρασίας που θα επέλθει (βλ. Πίνακα 5.3).

5.6.8 Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής απαιτείται η λήψη συγκεκριμένων μέτρων και εφαρμογή πολιτικών σε όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα:

Στον κτηριακό τομέα:

- Αποδοτικός φωτισμός και χρήση ηλιακού φωτός
- Ενεργειακά αποδοτικότερες ηλεκτρικές συσκευές
- Βελτιωμένα σκεύη μαγειρικής και μόνωση των κτηρίων
- Εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας (παθητικά και ενεργητικά)
- Εναλλακτικά ψυκτικά υγρά - Ανάκτηση και ανακύκλωση των φθορισμένων ρευστών

Στις μεταφορές:

- Αποδοτικότερα οχήματα
- Υβριδικά οχήματα
- Καθαρότερα οχήματα με ντήζελ
- Βιοκαύσιμα
- Στροφή προς δημόσια συστήματα μεταφορών
- Περπάτημα και ποδηλασία
- Καλύτερος σχεδιασμός των μεταφορών

Στη βιομηχανία:

- Ενεργειακά αποδοτικότερος εξοπλισμός
- Ανάκτηση θερμότητας και ισχύος
- Ανακύκλωση και υποκατάσταση υλικών
- Έλεγχος αέριων εκπομπών (πέραν του CO₂)
- Εφαρμογή εξειδικευμένων επιμέρους τεχνολογιών

Στη γεωργία:

- Αποδοτικότερη διαχείριση εδαφών με στόχο την αύξηση αποθήκευσης άνθρακα
- Αποδοτικότερη καλλιέργεια ρυζιού
- Αποδοτικότερη διαχείριση αγροτικών ζώων και κοπριάς για μείωση εκπομπών CH₄
- Αποδοτικότερη διαχείριση αζωτούχων λιπασμάτων για μείωση εκπομπών N₂O
- Καλλιέργεια ενεργειακών φυτών

Στη διαχείριση των αποβλήτων:

- Ανάκτηση μεθανίου από ΧΥΤΑ
- Καύση αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας
- Κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος
- Μείωση αποβλήτων και ανακύκλωση

Πίνακας 5.3. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι προβλεπόμενες επιπτώσεις ανά τομέα [3].

Φαινόμενο και τάση	Πιθανότητα εκδήλωσης του φαινομένου	Παραδείγματα προβλεπόμενων επιπτώσεων ανά τομέα			
		Γεωργία, δασοπονία και οικοσυστήματα	Υδατικοί πόροι	Ανθρώπινη υγεία	Κοινωνία
Πάνω από τις περισσότερες χειρσαίες περιοχές: 1. Οι κρύες μέρες και νύκτες θα γίνουν θερμότερες και λιγότερες 2. Οι θερμές μέρες και νύχτες θα γίνουν θερμότερες και συχνότερες	Σχεδόν βέβαιο	1. Αυξημένες αποδόσεις στα ψυχρότερα κλίματα 2. Μειωμένες αποδόσεις στα θερμότερα κλίματα 3. Αυξημένες επιδρομές εντόμων	1. Επιπτώσεις στους υδατικούς πόρους που σχετίζονται με την τήξη των παγετώνων 2. Αυξημένοι ρυθμοί εξατμισοδιαπνοής	Μειωμένη θνητότητα λόγω χειμερινών ασθενειών	1. Μειωμένη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση 2. Αυξημένη ζήτηση ενέργειας για ψύξη 3. Μείωση προβλημάτων στις μεταφορές λόγω χιονιού 4. Επιπτώσεις στο χειμερινό τουρισμό
Αυξάνει η συχνότητα εκδήλωσης καυσώνων πάνω από τις περισσότερες χειρσαίες περιοχές	Πολύ πιθανό	1. Μειωμένες αποδόσεις στα θερμότερα κλίματα λόγω του θερμικού stress 2. Αύξηση του κινδύνου πυρκαγιών	1. Αυξημένη ζήτηση νερού 2. Προβλήματα ποιότητας νερού (π.χ. λόγω ευτροφισμού)	Αυξημένος κίνδυνος θνητότητας λόγω θερμικού stress, ιδιαίτερα για τα ευάλωτα άτομα	Επιδείνωση της ποιότητας ζωής στις θερμές περιοχές για νέους, γέροντες και φτωχούς ανθρώπους
Αυξάνεται η συχνότητα εκδήλωσης έντονων βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων πάνω από τις περισσότερες χειρσαίες περιοχές	Πολύ πιθανό	1. Ζημιές στις καλλιέργειες 2. Διάβρωση των εδαφών	1. Αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων 2. Ρύπανση των υδάτινων αποθεμάτων 3. Ίσως περιοριστεί η έλλειψη νερού	Αυξημένος κίνδυνος θανάτων, τραυματισμών ή επιδημιών	1. Επιπτώσεις σε οικισμούς, εμπόριο και μεταφορές λόγω πλημμύρων 2. Πιέσεις στις αστικές και αγροτικές υποδομές
Αυξάνονται τα εδάφη που θα πληγούν από ξηρασία	Πιθανό	1. Υποβάθμιση εδαφών 2. Μειωμένες αποδόσεις 3. Αυξημένοι θάνατοι ζώων 4. Αύξηση του κινδύνου πυρκαγιών	Εντεινόμενη έλλειψη νερού	1. Αυξημένος κίνδυνος έλλειψης νερού και τροφής 2. Αυξημένος κίνδυνος υποσιτισμού 3. Αυξημένος κίνδυνος επιδημιών που μεταδίδονται με την τροφή και το νερό	1. Έλλειψη νερού για οικισμούς, βιομηχανία και κοινωνία 2. Μειωμένη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας 3. Πιθανή ανθρώπινη μετανάστευση

(συνέχεια του προηγούμενου πίνακα)

Φαινόμενο και τάση	Πιθανότητα εκδήλωσης του φαινομένου	Παραδείγματα προβλεπόμενων επιπτώσεων ανά τομέα			
		Γεωργία, δασοπονία και οικοσυστήματα	Υδατικοί πόροι	Ανθρώπινη υγεία	Κοινωνία
Αυξάνονται οι έντονοι τροπικοί κυκλώνες	Πιθανό	1. Ζημιές στις καλλιέργειες 2. Ξερίζωμα δέντρων 3. Καταστροφή κοραλλιών	Οι διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος προκαλούν προβλήματα στην υδροδότηση	Αυξημένος κίνδυνος θανάτων, τραυματισμών ή επιδημιών από έλλειψη καθαρού νερού και τροφής	1. Επιπτώσεις από τις πλημμύρες και τους ισχυρούς ανέμους 2. Έλλειψη ασφαλιστικής κάλυψης στις ευάλωτες περιοχές 3. Πιθανή ανθρώπινη μετανάστευση
Αύξηση της στάθμης των θαλασσών	Πιθανό	Υφαλμύρωση του νερού άρδευσης και των υδατοκαλλιεργειών του γλυκού νερού	Μειωμένη διαθεσιμότητα γλυκού νερού λόγω υφαλμύρωσης	1. Αυξημένος κίνδυνος θανάτων και τραυματισμών από πνιγμούς 2. Προβλήματα υγείας λόγω μετανάστευσης	Ανάγκη εκτίμησης κόστους-οφέλους για την προστασία των παράκτιων περιοχών έναντι μετακίνησης πληθυσμών και υποδομών

5.7 Η Λέπτυνση της Στοιβάδας του Όζοντος

Η λέπτυνση της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Για λόγους απλότητας έχει καθιερωθεί να καλείται ως «**η τρύπα του όζοντος**». Η καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα οδηγεί σε αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης. Η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί βλάβη στο DNA των φυτών και ζώων και βέβαια σε αυτό των ανθρώπων. Η σημαντικότερη επίπτωση που έχει η καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος στο ανθρώπινο είδος είναι η αύξηση των δερματικών καρκίνων.

5.7.1 Το καλό και το κακό όζον

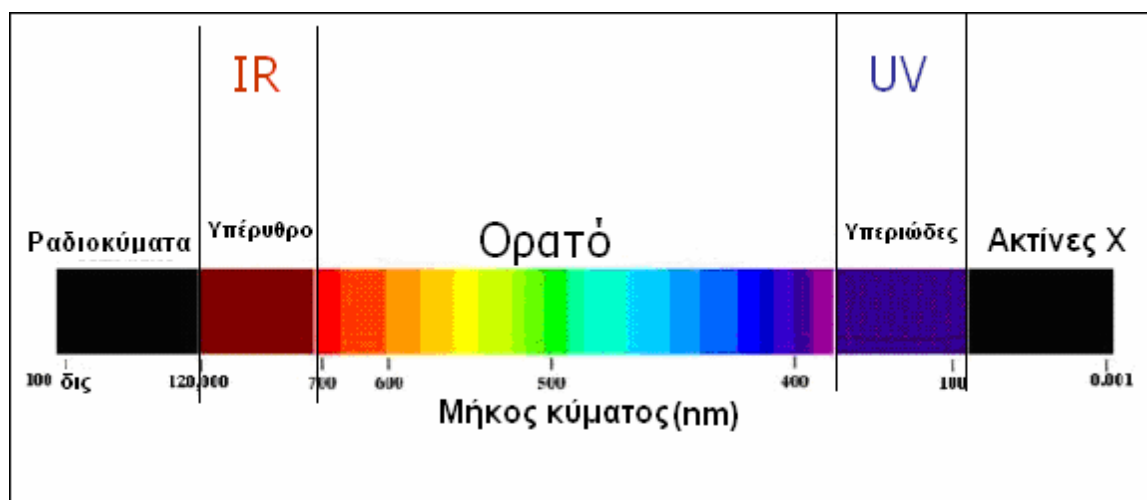
Όπως προαναφέρθηκε, ο αέρας που αναπνέουμε αποτελείται σε ποσοστό περίπου 21% από οξυγόνο (O_2), το οποίο αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου συνδεδεμένα μαζί. Το **όζον** (O_3) είναι μια τριατομική μορφή του οξυγόνου, δηλαδή 3 άτομα οξυγόνου που συνδέονται μεταξύ τους. Το όζον είναι ένα ισχυρό **οξειδωτικό**, το οποίο αντιδρά με διάφορες άλλες χημικές ενώσεις που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα.

Το όζον έχει την ιδιότητα να έχει διαφορετική επίδραση στις ανθρώπινες δραστηριότητες ανάλογα με το σημείο της ατμόσφαιρας στο οποίο βρίσκεται. Όταν βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, δηλαδή στην τροπόσφαιρα, το όζον αποτελεί το σημαντικότερο δευτερογενή ρύπο και κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους. Αυτό το όζον καλείται «κακό όζον». Από την άλλη μεριά, όταν το όζον βρίσκεται στη στρατόσφαιρα, δημιουργεί μια προστατευτική ασπίδα για τη γη, η οποία μας προστατεύει από τις βλαβερές υπεριώδεις ακτινοβολίες. Τότε καλείται «καλό όζον».

Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του όζοντος βρίσκονται στη στρατόσφαιρα, η οποία όπως προαναφέρθηκε τοποθετείται σε υψόμετρο από 15-40 km από την επιφάνεια της γης. Στη στρατόσφαιρα υπάρχει περίπου το 90% της συνολικής ποσότητας όζοντος της ατμόσφαιρας.

5.7.2 Η στοιβάδα του όζοντος και η υπεριώδης ακτινοβολία

Όπως αναφέρθηκε, η στοιβάδα του όζοντος μας προστατεύει από τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία (UV-ultraviolet) αποτελεί ένα τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.5.



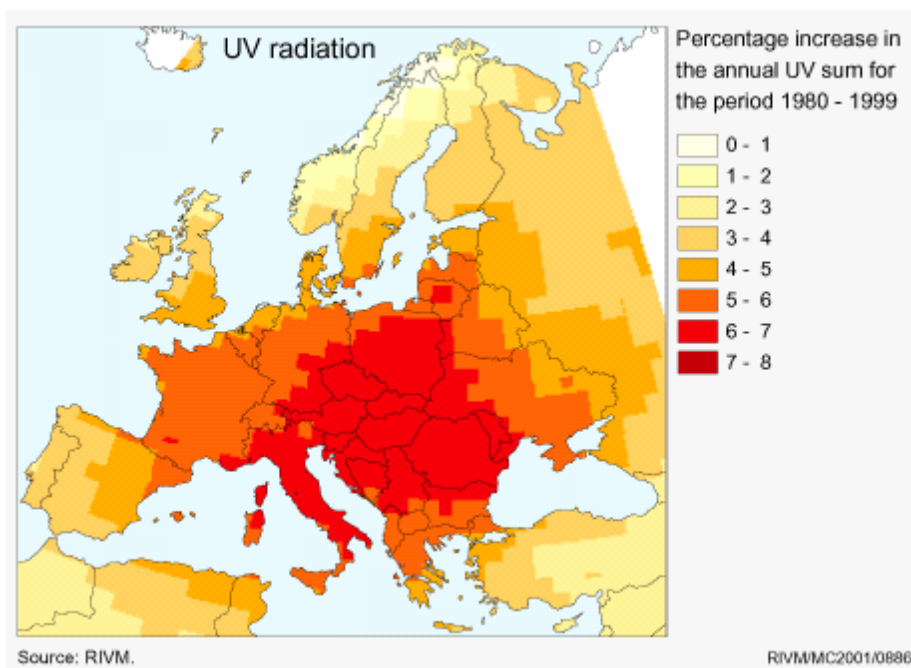
Εικόνα 5.5. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

Η υπεριώδης ακτινοβολία υποδιαιρείται σε τρία μικρότερα τμήματα, τα οποία καλούνται UVA, UVB και UVC. Κάθε τμήμα από αυτά έχει μοναδικές χαρακτηριστικές ιδιότητες:

- Η UVA έχει τη λιγότερη ενέργεια από τις 3 μορφές. Η UVA δεν δεσμεύεται από τη στοιβάδα του όζοντος και φτάνει αυτούσια στην επιφάνεια της γης. Για καλή μας τύχη, μπορεί να προκαλέσει ελάχιστες ζημιές στους ζώντες οργανισμούς του πλανήτη.
- Η UVB ακτινοβολία έχει περισσότερη ενέργεια από τη UVA και απορροφάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό από το όζον στη στρατόσφαιρα. Η UVB είναι πολύ βλαπτική για τους ζωντανούς οργανισμούς (ανθρώπους, ζώα και φυτά) που ζουν στη γη καθώς προσβάλει και αλλοιώνει το DNA τους, δηλαδή το γενετικό τους κώδικα.
- Η UVC ακτινοβολία έχει πολλή μεγάλη ενέργεια και θα ήταν ιδιαίτερα βλαπτική εάν έφτανε στην επιφάνεια της γης. Ευτυχώς όμως, η UVC απορροφάται πλήρως από τη στοιβάδα του όζοντος στην ατμόσφαιρα και κατά συνέπεια δεν φτάνει στην επιφάνεια τη γης.

1% μείωση της στοιβάδας του όζοντος συνεπάγεται 1-2% αύξηση της ακτινοβολίας UVB που φτάνει στη γη

Στην εικόνα 5.6 παρουσιάζεται η αύξηση στην υπεριώδη ακτινοβολία πάνω από την Ευρώπη για το διάστημα 1980-1999. Βλέπουμε ότι πάνω από την Ελλάδα το ποσοστό της αύξησης κυμαίνεται περίπου στο 5%.



Εικόνα 5.6. Η αύξηση στην υπεριώδη ακτινοβολία πάνω από την Ευρώπη για το διάστημα 1980-1999 (Πηγή: reports.eea.europa.eu/signals-2000/en/fig9.3.gif).

5.7.3 Οι ουσίες που καταστρέφουν το όζον και οι πηγές τους

Οι ουσίες που καταστρέφουν το όζον είναι αυτές που περιέχουν άτομα **βρωμίου** και **χλωρίου**. Όταν αυτές οι ουσίες φτάνουν στη στρατόσφαιρα, μέσω ενός πλέγματος χημικών αντιδράσεων οι οποίες ενεργοποιούνται από την ηλιακή ακτινοβολία, οι ουσίες αυτές καταστρέφουν το όζον δρώντας καταλυτικά. Δηλαδή, χωρίς να καταστρέφονται οι ίδιες καταστρέφουν το όζον.

Οι ουσίες αυτές είναι οι γνωστοί μας **χλωροφθοράνθρακες** (CFCs), οι **υδρογονοφθοράνθρακες** (HCFCs) και τα **Halons**. Η σχετική δυναμικότητα των κυριότερων από αυτές τις ουσίες φαίνεται στον πίνακα 5.4 και δηλώνεται ως «**δυναμικό καταστροφής του όζοντος**». Το άσχημο με ορισμένες από αυτές τις ουσίες είναι ότι έχουν εξαιρετικά μεγάλο χρόνο ζωής, όπως επίσης, βλέπουμε στον ίδιο πίνακα.

Πίνακας 5.4. Χαρακτηριστικά ενώσεων που καταστρέφουν το όζον.

Όνομα	Δυναμικό καταστροφής του όζοντος	Χρόνος ζωής (έτη)
CFC-11	1	50
CFC-12	1	102
Halon 1301	10	65
Halon 2402	6	-
HCFC-22	0,05	13,3
HCFC-123	0,02	1,4
HCFC-124	0,02	5,9
HCFC-141b	0,1	9,4

Οι σημαντικότερες πηγές αυτών των ουσιών είναι:

τα ψυκτικά ρευστά των ψυγείων και κλιματιστικών,
τα προωθητικά αέρια των σπρέι,
ορισμένα καθαριστικά στη βιομηχανία,
τα διογκωτικά αέρια για διάφορα είδη βιομηχανικών εφαρμογών (π.χ. πολυουρεθάνη),
ορισμένα πυροσβεστικά μέσα.

5.7.4 Οι επιπτώσεις της καταστροφής της στοιβάδας του όζοντος

Οι επιπτώσεις στα φυτά είναι οι ακόλουθες:

- Παρεμπόδιση φωτοσύνθεσης,
- Αλλαγή των ρυθμών ανάπτυξης,
- Καταστροφή του DNA.

Οι επιπτώσεις στον άνθρωπο της αυξημένης υπερϊώδους ακτινοβολίας στον άνθρωπο εξαρτώνται από τον τύπο του δέρματος του καθενός μας. Άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα είναι τα πλέον ευάλωτα.

Καρκίνος του δέρματος: Ο χρόνος εκδήλωσης του μελανώματος μπορεί να απέχει 15-25 χρόνια από την αρχική έκθεση. Προβλέπεται 1-2% αύξηση των δερματικών καρκίνων για κάθε 1% μείωση του όζοντος.

Καταρράκτης: Η έκθεση σε UV-B προκαλεί επίσης καταρράκτη στα μάτια μη ηλικιωμένων. Συγκεκριμένα 10% αύξηση της UV-B προβλέπεται να προκαλέσει 6% περισσότερους καταρράκτες σε 50άρηδες

Επίσης έχουν αναφερθεί ως επιπτώσεις

η πρόωγη γήρανση του δέρματος, και

η εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος των ανθρώπων.

5.7.5 Μέτρα ατομικής προστασίας

Μέτρα στοιχειώδους ατομικής προστασίας, τα οποία πρέπει να τηρούνται από τα ευάλωτα άτομα και ιδιαιτέρως από τα μικρά παιδιά:

Αποφυγή έκθεσης στον ήλιο (ιδιαιτέρως από 10πμ - 4 μμ),
Χρήση καπέλων, γυαλιών ηλίου και μακρυμάνικων ρούχων,
Χρήση αντηλιακών με υψηλό δείκτη προστασίας,
Αποφυγή solarium.

Για κάθε 1% που αυξάνεται η ακτινοβολία UVB που φτάνει στη γη, προβλέπεται αύξηση των δερματικών καρκίνων κατά 2%.

Η ατμόσφαιρα περιβάλλει τον πλανήτη Γη ως ένας προστατευτικός μανδύας. Εξετάστηκαν η δομή της ατμόσφαιρας και τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά της που κάνουν δυνατή τη ζωή πάνω στη Γη. Δυστυχώς και η ατμόσφαιρα δεν έχει μείνει ανεπηρέαστη από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αναλύθηκαν οι σημαντικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι και οι πηγές τους, φυσικές και ανθρωπογενείς. Τέλος, εξετάστηκαν τα σημαντικότερα σύγχρονα προβλήματα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, δηλαδή το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η καταστροφή της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεντεκάκης Ι. (1999). «Ατμοσφαιρική ρύπανση» Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη
Κουϊμτζής, Θ., Φυτιάνος, Κ., Σαμαρά-Κωνσταντίνου, Κ. (1998). «Χημεία Περιβάλλοντος», University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
IPCC WGII (2007). “IPCC WGII 4th Assessment Report, Summary for Policymakers”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα www.ipcc.ch, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης: 10/10/2007

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Να συζητήσετε στην τάξη και να αναφέρετε 5 συγκεκριμένα μέτρα τα οποία να μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στον οικιακό χώρο και τα οποία συμβάλουν στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Τι είναι το «καλό» και τι το «κακό» όζον; Σε ποιο τμήμα της ατμόσφαιρας βρίσκεται το καθένα από αυτά;

Ποιες είναι οι σημαντικότερες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα; Με ποια συγκεκριμένα μέτρα μπορούμε να προστατευθούμε από αυτές τις επιπτώσεις;

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής:

Το όζον αποτελεί παράγωγο του:

- Φωσφόρου
- Οξυγόνου
- Αζώτου
- Θείου

Ποια πρόταση είναι αληθής για το όζον σε σχέση με την ανθρώπινη υγεία;

- Είναι βλαβερό τόσο στην τροπόσφαιρα, όσο και στη στρατόσφαιρα
- Είναι ωφέλιμο στην τροπόσφαιρα αλλά βλαβερό στη στρατόσφαιρα
- Είναι ωφέλιμο τόσο στην τροπόσφαιρα, όσο και στη στρατόσφαιρα
- Είναι βλαβερό στην τροπόσφαιρα αλλά ωφέλιμο στη στρατόσφαιρα

Η στοιβάδα του όζοντος βρίσκεται στη(ν):

- Τροπόσφαιρα
 - Θερμόσφαιρα
 - Στρατόσφαιρα
 - Μεσόσφαιρα
-

Ποια ακτινοβολία παίζει τον κυρίαρχο ρόλο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου;

- Η τύπου γάμμα
- Η υπεριώδης
- Η ραδιενεργή
- Η υπέρυθη

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις δεν είναι αληθής για τα αέρια του θερμοκηπίου;

- Εάν δεν υπήρχαν, η γη θα ήταν παγωμένη
- Η υπερβολική παραγωγή τους προκαλεί αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης
- Είναι ούτως ή άλλως επιβαρυντικά για την ατμόσφαιρα της γης
- Το μεγαλύτερο ποσοστό τους προέρχεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων

Ποια από τις παρακάτω τετράδες περιέχει τα κυριότερα αέρια ανθρωπογενούς προέλευσης που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου;

- Μεθάνιο, όζον, διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του άνθρακα
 - Διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, χλωροφθοράνθρακες
 - Διοξείδιο του θείου, μεθάνιο, χλωροφθοράνθρακες, μονοξείδιο του άνθρακα
 - Μεθάνιο, όζον, υδρόθειο, διοξείδιο του άνθρακα
-

6. ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η παράθεση ορισμένων στοιχείων σχετικά με το πρόβλημα της παραγωγής, διαχείρισης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων. Το περιβαλλοντικό αυτό πρόβλημα είναι ένα από τα πλέον φλέγοντα ζητήματα για την ελληνική κοινή γνώμη καθώς για δεκαετίες η ανεξέλεγκτη ταφή των απορριμμάτων αποτελεί το μοναδικό τρόπο διάθεσης των στερεών αποβλήτων στη χώρα μας. Αυτή η πρακτική ρυπαίνει το έδαφος, την ατμόσφαιρα και τους υδάτινους πόρους της πατρίδας μας. Υποβιβάζει την ποιότητα ζωής όλων μας και αμαυρώνει τον πολιτισμό μας.

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις της διαχείρισης του περιβάλλοντος απαιτούν την πρόληψη της ρύπανσης, ως πρώτη προτεραιότητα, ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των υλικών.

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη της ενότητας αυτής θα μπορείτε να:

- Αναφέρετε 3 παράγοντες που καθορίζουν το επίπεδο παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων από μια πόλη
- Περιγράψετε το σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων
- Συγκρίνετε την παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων ανάμεσα σε νοικοκυριά διαφορετικού βιοτικού επιπέδου
- Αναλύετε τις μεθόδους θερμικής και βιολογικής επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων.
- Απαριθμείτε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των χώρων υγειονομικής ταφής των αποβλήτων

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

- Αστικά στερεά απόβλητα
- Διαχείριση αποβλήτων
- Πρόληψη της ρύπανσης
- Ανακύκλωση υλικών
- Υγειονομική ταφή αποβλήτων
- Θερμική επεξεργασία αποβλήτων
- Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων αποτελεί ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι κοινωνίες των αναπτυγμένων χωρών. Το πρόβλημα για την Ελλάδα είναι ακόμα πιο οξύμενο λόγω της ανεπάρκειας των υποδομών της χώρας μας. Δεν είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελεί σήμερα ένα από τα πλέον φλέγοντα θέματα της ελληνικής κοινωνίας.

Το πρόβλημα βέβαια δεν είναι μόνο ελληνικό. Ο όγκος των στερεών αποβλήτων αυξάνει δυσανάλογα, με ρυθμούς που ξεπερνούν ακόμη και τους ρυθμούς της οικονομικής ανάπτυξης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το μέσο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα αστικά απόβλητα αυξήθηκαν κατά 19% από το 1995 ως το 2003.

Η ενότητα διαρθρώνεται ως εξής: Δίνεται ο ορισμός των αστικών στερεών αποβλήτων και παρουσιάζεται η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για αυτά. Στη συνέχεια εκτιμάται ο ρυθμός παραγωγής τους και η σύστασή τους. Ακολουθεί η παρουσίαση του συστήματος διαχείρισης των

αστικών στερεών αποβλήτων (προσωρινή αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού, ανακύκλωση). Τέλος παρουσιάζονται οι μέθοδοι της τελικής διάθεσής τους (εδαφική ταφή, θερμική επεξεργασία και βιολογική επεξεργασία).

6.1 Τι είναι τα αστικά στερεά απόβλητα;

Ως στερεά απόβλητα ορίζονται τα στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους [1].

Τα **αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ)** ορίζονται ως τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τα νοικοκυριά (οικιακά), τις εμπορικές δραστηριότητες και τον καθαρισμό των δρόμων. Στα ΑΣΑ συμπεριλαμβάνονται και άλλα στερεά απόβλητα, τα οποία, λόγω της φύσης ή της σύνθεσής τους, είναι παρόμοια με τα οικιακά.

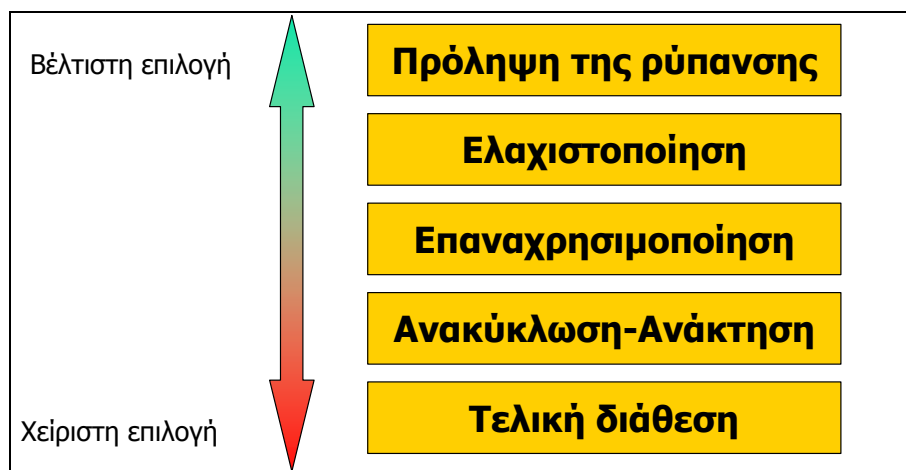
6.2 Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα

Η ετήσια παραγωγή στερεών αποβλήτων στην Ε.Ε. υπολογίζεται σε 1,3 δις τόνους [2]. Αυτό περιλαμβάνει βιομηχανικά απόβλητα (427 εκ. τόνους), απόβλητα από την παραγωγή ενέργειας και την παροχή πόσιμου νερού (127 εκ. τόνους), απόβλητα από τον κατασκευαστικό και οικοδομικό τομέα (510 εκ. τόνους) και τέλος από τα ΑΣΑ (241 εκ. τόνους).

Τα αστικά στερεά απόβλητα αντιπροσωπεύουν το 18,5% περίπου της σημερινής παραγωγής στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Οι κύριοι στόχοι της διαχείρισης των αποβλήτων στην Ε.Ε. είναι οι εξής:

- Καταρχάς, η **πρόληψη** ή η **μείωση** της παραγωγής και της επικινδυνότητας των αποβλήτων.
- Η ανάκτηση των αποβλήτων μέσω **επαναχρησιμοποίησης**, **ανακύκλωσης** ή μέσω οποιασδήποτε άλλης διεργασίας που έχει στόχο την εξαγωγή δευτερογενών πρώτων υλών από τα απόβλητα ή τη **χρήση των αποβλήτων ως πηγής ενέργειας**.
- Η **τελική διάθεση** των αποβλήτων χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ανθρώπινη υγεία και χωρίς να χρησιμοποιούνται επιβλαβείς για το περιβάλλον μέθοδοι.



Εικόνα 6.1. Η ιεραρχία της διαχείρισης των αποβλήτων σύμφωνα με την Ε.Ε.

Η Ε.Ε. στηρίζει τη στρατηγική της για τη διαχείριση των αποβλήτων σε τέσσερις αρχές. Σκοπός των αρχών αυτών είναι να εξασφαλίσουν:

τη **διατήρηση της φύσης** και των πόρων μέσω της μείωσης ή της πρόληψης, όπου είναι δυνατόν, της παραγωγής αποβλήτων (αρχή της πρόληψης),

τη **μείωση των επιπτώσεων** των αποβλήτων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, και ειδικότερα τη μείωση των επικίνδυνων συστατικών στα απόβλητα (αρχή της προφύλαξης),

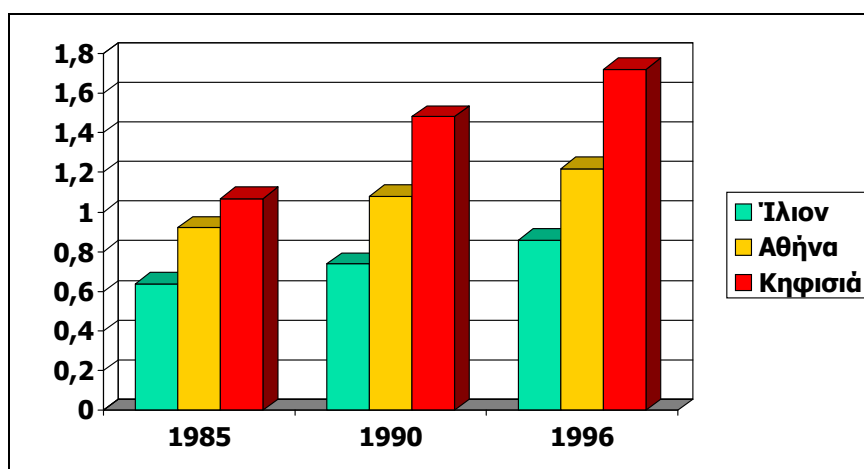
ότι αυτός που παράγει απόβλητα ή ρυπαίνει το περιβάλλον, θα πρέπει να πληρώνει το κόστος των πράξεών του μέσω της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» και της αρχής της «ευθύνης του παραγωγού»,

Σύμφωνα με την ιεραρχία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στη Ευρωπαϊκή Ένωση, η πρόληψη της ρύπανσης τίθεται σε πρώτη προτεραιότητα. Η ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης ακολουθούν. Η βέλτιστη τελική διάθεση τοποθετείται στο τέλος της λίστας (βλ. Εικόνα 6.1).

6.3 Πόσα σκουπίδια παράγουμε τελικά;

Η παραγωγή των ΑΣΑ επηρεάζεται από ποικίλους **οικονομικούς, τεχνολογικούς και κοινωνικούς** παράγοντες. Ουσιαστικά, όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν το επίπεδο της κατανάλωσης μιας κοινωνίας, μοιραία, επηρεάζουν και την παραγωγή των ΑΣΑ. Οι σημαντικότεροι παράγοντες, λοιπόν, που επηρεάζουν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι:

- Το **βιοτικό επίπεδο** και οι **καταναλωτικές συνήθειες** του νοικοκυριού,
- Το **γεωγραφικό διαμέρισμα**, δηλαδή το μέγεθός του και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (π.χ. τουρισμός),
- Η **μακροοικονομία**, δηλαδή η μονάδες αγοραστικής δύναμης των κατοίκων μιας χώρας,
- Η **τεχνολογία των προϊόντων**, δηλαδή η εξέλιξη των υλικών κατασκευής και συσκευασίας των προϊόντων καθώς επίσης και η διάρκεια ζωής και χρήσης τους.



Εικόνα 6.2. Η σχέση του βιοτικού επιπέδου με την παραγωγή ΑΣΑ σε τρεις περιοχές του λεκανοπεδίου της Αττικής.

Σήμερα, στην Ελλάδα κάθε κάτοικος παράγει 1 κιλό στερεά απόβλητα κάθε μέρα.

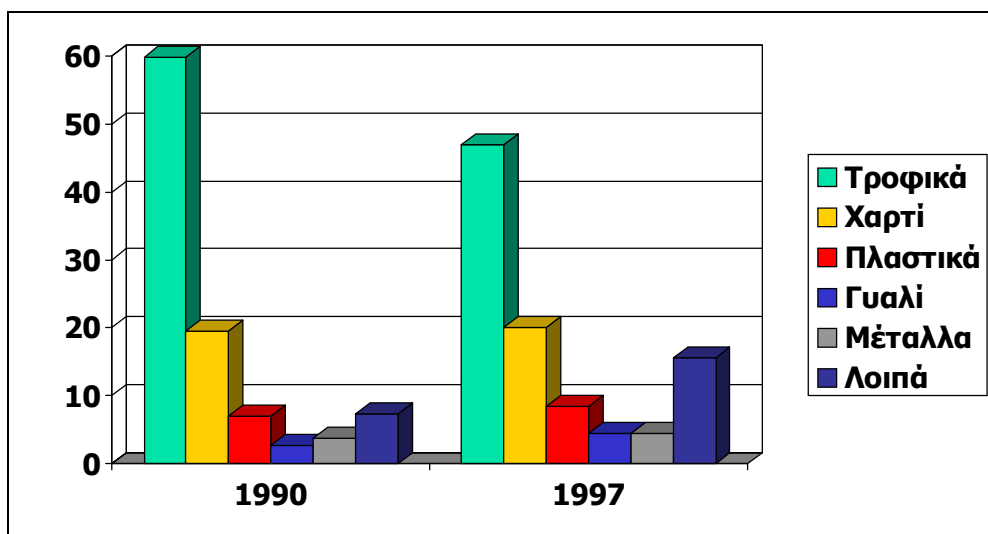
6.4 Σύσταση ΑΣΑ

Καθημερινά κάθε νοικοκυριό παράγει ένα σύνθετο μίγμα στερεών αποβλήτων (αποφάγια, χαρτιά υγιεινής, πλαστικά, χαρτιά, αλουμίνια κ.ά.). Η σύσταση των ΑΣΑ δηλώνει τα ποσοστά του κάθε υλικού στο μίγμα των ΑΣΑ. Η σύσταση των ΑΣΑ μεταβάλλεται στην πορεία του χρόνου, γιατί μεταβάλλονται οι παράγοντες που την καθορίζουν (βλ. Εικόνα 6.3).

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση των ΑΣΑ είναι:

- Το **μέγεθος της πόλης**. Στις μεγάλες πόλεις παρατηρείται αύξηση των συστατικών των ΑΣΑ που σχετίζονται με τις εμπορικές δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα τα υλικά συσκευασίας (βλ. Πίνακα 6.1),

- Το **εισόδημα των κατοίκων**. Στις περιοχές με χαμηλότερο εισόδημα, το ποσοστό των τροφικών υπολειμμάτων των ΑΣΑ είναι υψηλότερο.

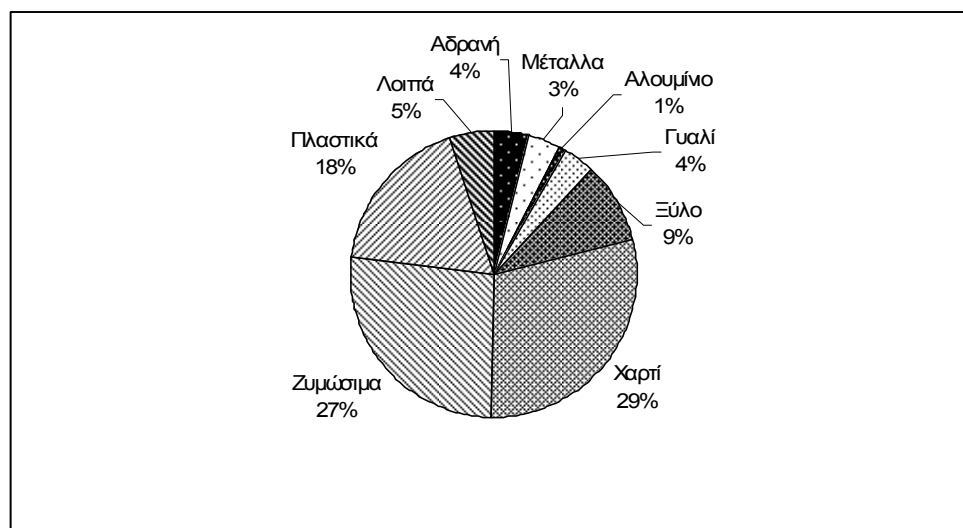


Εικόνα 6.3. Εξέλιξη % σύνθεσης ΑΣΑ στην Ελλάδα.

Πίνακας 6.1. Η εξάρτηση της σύστασης των ΑΣΑ από το μέγεθος του πληθυσμού.

	% σε πόλεις > 10.000 κατ.	% σε πόλεις < 10.000 κατ.
Τροφικά υπολείμματα	46	62
Χαρτί, χαρτόνι	20	16
Πλαστικά	8,5	7
Υφάσματα	5	3
Απορρίμματα κήπων	15	1
Γυαλί	4,5	2,5
Μέταλλα	5	3,5
Αδρανή	3	1

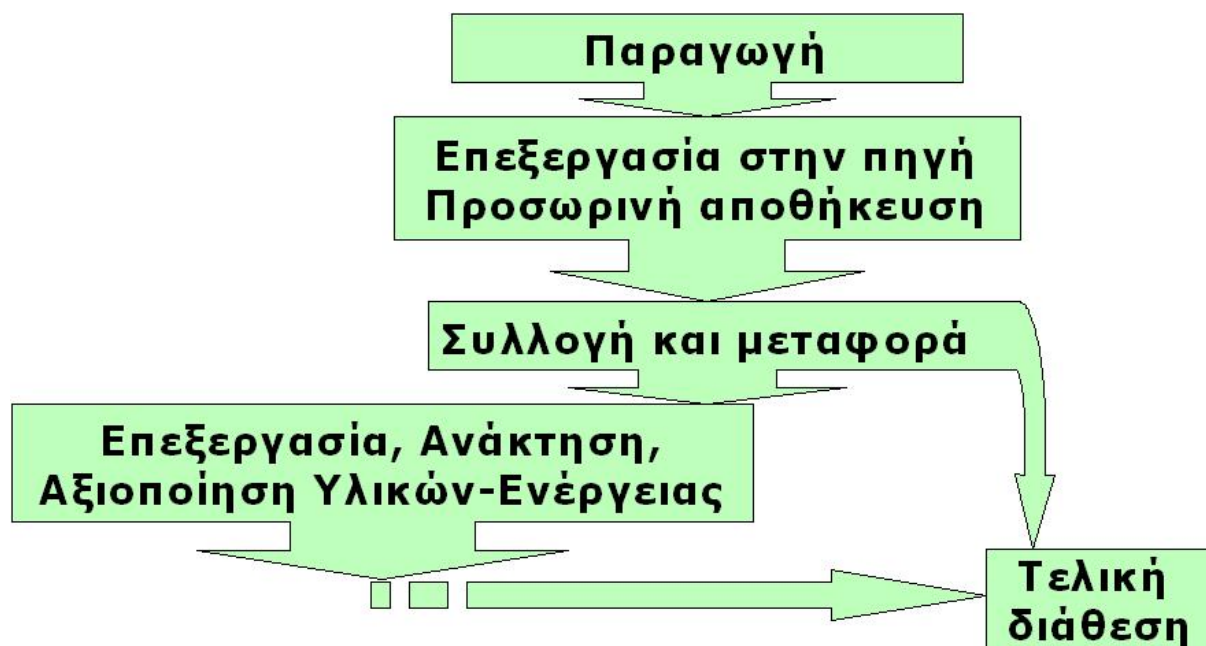
Ως παράδειγμα σύνθεσης ΑΣΑ σε μια μεγάλη πόλη της Ελλάδας, παρατίθεται η ποσοστιαία κ.β. σύσταση των ΑΣΑ της Θεσσαλονίκης το 1998 (βλ. Εικόνα 6.4).



Εικόνα 6.4. % κ.β. σύσταση των ΑΣΑ Θεσσαλονίκης το 1998 [3].

6.5 Διαχείριση ΑΣΑ

Ως διαχείριση των στερεών αποβλήτων ορίζεται το σύνολο των δραστηριοτήτων προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας, αξιοποίησης, επαναχρησιμοποίησης ή τελικής διάθεσης των στερεών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες. Τα στάδια της διαχείρισης των ΑΣΑ παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.5.



Εικόνα 6.5. Το σύστημα διαχείρισης των ΑΣΑ.

6.6 Παραγωγή ΑΣΑ

Η παραγωγή των ΑΣΑ αποτελεί το πρώτο στάδιο της διαχείρισής τους. Ο βασικός στόχος σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να είναι η **πρόληψη της ρύπανσης**, δηλαδή η αποφυγή της δημιουργίας ΑΣΑ. Στο στάδιο της παραγωγής όμως, τα ΑΣΑ είναι δυνατόν να υποστούν και μία ή περισσότερες από τις παρακάτω επεξεργασίες:

Διαχωρισμός στην πηγή για επαναχρησιμοποίηση ορισμένων αντικειμένων (π.χ. έπιπλα, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, ρούχα) με στόχο την παράταση του χρόνου της ζωής τους. Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι ένα αντικείμενο το οποίο θεωρείται απόβλητο από ένα άτομο Α μπορεί να είναι εξαιρετικά χρήσιμο για κάποιο άλλο άτομο Β.

Διαχωρισμός στην πηγή με στόχο την απόσυρση υλικών και αντικειμένων τα οποία είναι δυνητικά επικίνδυνα όπως π.χ. οι μπαταρίες, οι φιάλες από χρησιμοποιημένα εντομοκτόνα, τα κουτιά από χρησιμοποιημένα χρώματα, οι συσκευασίες από ληγμένα αντιβιοτικά κ.ά.

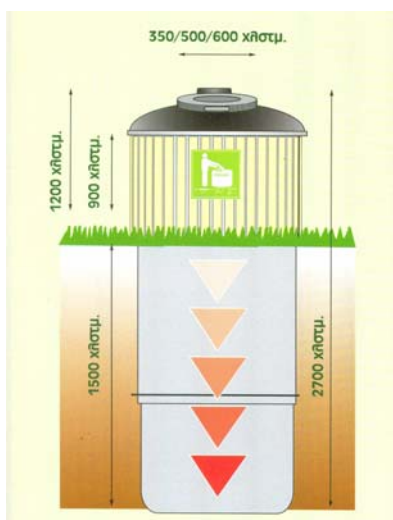
Διαχωρισμός στην πηγή με στόχο την ανακύκλωση και την ανάκτηση συγκεκριμένων υλικών όπως γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο, λευκοσίδηρος.

6.7 Προσωρινή αποθήκευση

Η προσωρινή αποθήκευση των οικιακών στερεών αποβλήτων, εκτός της οικίας, γίνεται είτε σε πλαστικές σακούλες, είτε σε πλαστικούς και μεταλλικούς κάδους. Οι κάδοι αυτοί είναι συνήθως τροχήλατοι (με δύο ρόδες οι μικρότεροι και με τέσσερις οι μεγαλύτεροι) ώστε να διευκολύνεται η μετακίνησή τους από τα πληρώματα των συνεργείων συλλογής των ΑΣΑ. Το κάθε απορριμματοφόρο έχει αυτόματο σύστημα αδειάσματος των κάδων. Υπάρχουν όμως και κάδοι οι οποίοι αδειάζονται χειρωνακτικά. Οι κάδοι, χωρητικότητας 120-1.500 λίτρων, τοποθετούνται με ευθύνη των δήμων στα διάφορα σημεία του οδικού δικτύου απ' όπου διέρχονται τα απορριμματοφόρα. Η χρησιμοποίηση των κάδων βελτιώνει την αισθητική εικόνα του συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ αλλά παράλληλα αυξάνει και το λειτουργικό του κόστος καθώς οι κάδοι απαιτούν συντήρηση και πλύσιμο. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται ειδικά οχήματα, τα πλυντήρια κάδων.

Οι κάδοι, θεωρητικά κατόπιν μελέτης, τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία με στόχο την κάλυψη των αναγκών συγκεκριμένου αριθμού κατοίκων. Στις αστικές συνθήκες όμως, όπου οι θέσεις για το παρκάρισμα των αυτοκινήτων είναι περιορισμένες, πολύ συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να μετακινούνται οι κάδοι από τη μια θέση στην άλλη, ανάλογα με το που προσπαθεί κάποιος να παρκάρει. Η συμπεριφορά αυτή έχει οδηγήσει πολλούς δήμους να δημιουργήσουν εσοχές στα πεζοδρόμια όπου να τοποθετούνται οι κάδοι ή να τοποθετήσουν μεταλλικά εμπόδια ώστε να μη μετακινούνται οι κυλιόμενοι κάδοι.

Άλλη μια εναλλακτική πρόταση για την προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ είναι η χρήση υπόγειων «κάδων». Ουσιαστικά δημιουργούνται οπές σε ορισμένα σημεία της πόλης και δημιουργούνται έτσι μόνιμοι «κάδοι». Εξωτερικά, οι «κάδοι» αυτοί μοιάζουν με πετρόκτιστα πηγάδια και έτσι ενσωματώνονται καλύτερα με το περιβάλλον της πόλης. Μέσα τους τοποθετούνται πολύ μεγάλες σακούλες απορριμμάτων, οι οποίες απομακρύνονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα από ειδικά οχήματα συλλογής.



Εικόνα 6.6. Προσωρινή αποθήκευση σε υπόγειους κάδους.

6.8 Συλλογή

Η συλλογή των ΑΣΑ στην Ελλάδα γίνεται με ευθύνη των δήμων. Η συλλογή των ΑΣΑ, δηλαδή το άδειασμα των κάδων προσωρινής αποθήκευσης, μπορεί να γίνεται είτε χειρωνακτικά από τους εργαζόμενους είτε με τη χρήση των ανυψωτικών μηχανισμών που διαθέτουν τα σύγχρονα απορριμματοφόρα. Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε αυτό το στάδιο επεξεργασίας είναι η συχνότητα συλλογής των δρομολογίων και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός. Τα απορριμματοφόρα που σήμερα χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι 3 ειδών:

Τα **φορτηγά ανοικτού τύπου**, όπου οι εργαζόμενοι στην καθαριότητα αδειάζουν τους κάδους ή αποθέτουν τις σακούλες. Το μειονέκτημα αυτών των οχημάτων είναι ότι δεν συμπίπτουν τα ΑΣΑ. Τα οχήματα αυτά χρησιμοποιούνται στις ημιαστικές και αγροτικές περιοχές της Ελλάδας, καθώς στις μεγάλες αστικές περιοχές γίνεται χρήση εξελιγμένων απορριμματοφόρων που συμπίπτουν τα ΑΣΑ.

Τα **απορριμματοφόρα τύπου πρέσας** τα οποία συμπίπτουν τα ΑΣΑ με τη βοήθεια μιας μεταλλικής σιαγόνας.

Τα **απορριμματοφόρα τύπου μύλου**, στα οποία τα ΑΣΑ ωθούνται προς το εσωτερικό του οχήματος και συμπίπτουν με τη βοήθεια περιστρεφόμενου τύμπανου.

6.9 Μεταφορά

Η μεταφορά των ΑΣΑ είναι ένα βασικό στάδιο του συστήματος διαχείρισης, γιατί επηρεάζεται από τις γενικότερες κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Για

παράδειγμα, στο λεκανοπέδιο της Αττικής χάνεται πολύτιμος χρόνος μέχρι τα απορριμματοφόρα, ακόμα και αυτά που προέρχονται από τα νοτιότερα προάστια της Αθήνας, να φτάσουν στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων και να αδειάσουν. Το κόστος συλλογής και μεταφοράς, στην Ελλάδα, αντιστοιχεί στο 50-80% του συνολικού κόστους διαχείρισης, με δεδομένη την παραδοχή ότι τα ΑΣΑ οδηγούνται σε ΧΥΤΑ για την τελική διάθεσή τους [1].

Η σύγχρονη προσέγγιση, για την ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους που προαναφέρθηκε, είναι η δημιουργία **σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων**. Εκεί καταλήγουν τα απορριμματοφόρα και, αφού εκκενωθούν, επιστρέφουν στην συλλογή των απορριμμάτων από τους χώρους προσωρινής αποθήκευσης. Οι χώροι αυτοί αποτελούν το συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στην προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ και την τελική τους διάθεση. Χωρίς την ύπαρξη των σταθμών μεταφόρτωσης, το έργο της μεταφοράς των ΑΣΑ επιτελείται από τα ίδια τα απορριμματοφόρα, ο ρόλος των οποίων θα έπρεπε να περιορίζεται στη συλλογή των ΑΣΑ. Στους σταθμούς μεταφόρτωσης τα απορρίμματα συμπίεζονται με κατάλληλες πρέσες και φορτώνονται σε μεγάλα κοντέινερς τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται με τρένα ή νταλίκες προς το χώρο της τελικής διάθεσης.

Τα πλεονεκτήματα των σταθμών μεταφόρτωσης είναι τα ακόλουθα:

- Το κόστος μεταφοράς των ΑΣΑ είναι μικρότερο, καθώς τα ΑΣΑ που φτάνουν στο σταθμό μεταφόρτωσης προωθούνται προς το σημείο της τελικής τους διάθεσης μέσω μεγαλύτερων κοντέινερς, μέσα στα οποία όπως προαναφέρθηκε, επιτυγχάνεται μεγαλύτερος βαθμός συμπίεσης των ΑΣΑ με τη χρήση ειδικών μηχανικών πρέσων. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μεταφοράς δηλαδή η κατανάλωση καυσίμων, η συντήρηση των οχημάτων, η ηχορρύπανση, η όξυνση της κυκλοφορίας λόγω της κίνησης βαρέων οχημάτων, κ.λπ.

- Υπάρχει η απαραίτητη υποδομή και η δυνατότητα διαχωρισμού των υλικών. Έτσι. Η ποσότητα των ΑΣΑ που οδηγούνται προς το σημείο τελικής διάθεσης είναι σαφώς μικρότερη

- Λιγότερα οχήματα καταλήγουν στο ΧΥΤΑ με αποτέλεσμα να μειώνεται το φορτίο στους οδικούς άξονες, η σκόνη και η ηχορρύπανση στο ΧΥΤΑ

6.10 Ανακύκλωση

Ως ανακύκλωση ορίζεται ο διαχωρισμός των ΑΣΑ σε ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών, ανάκτηση των υλικών και επαναχρησιμοποίησή τους, ενδεχομένως μετά από επεξεργασία [1]. Η ανακύκλωση, με βάση τα σημερινά δεδομένα, επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- Καταρχάς με το **διαχωρισμό των υλικών στην πηγή** (όπως εξηγήθηκε παραπάνω)

- Μέσω της **χρήσης εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού** των συστατικών των ΑΣΑ.

Η ανακύκλωση στην Ελλάδα, μέχρι τον Αύγουστο του 2001, στηρίζονταν στις ενέργειες των ρακοσυλλεκτών και των παλαιοπωλών. Αντικείμενό τους ήταν η συλλογή παλαιού χαρτιού καθώς επίσης και η συλλογή παλαιών μεταλλικών αντικειμένων (π.χ. μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές, θερμοσίφωνες, κ.λπ.).

Η νέα εποχή για την ανακύκλωση στη χώρα μας ξεκινά τον Αύγουστο του 2001, όταν ψηφίστηκε ο νόμος 2939/01 περί «Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων». Τα ποσοστά ανακύκλωσης των διαφόρων συσκευασιών στην Ελλάδα, πριν την εφαρμογή του νόμου 2939, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.5. Ο νόμος 2939 καθιστά υποχρεωτική την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών στη χώρα μας και εναρμονίζει την εθνική μας νομοθεσία με τη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ειδικότερα με την οδηγία 94/62. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στη χώρα μας και παράγουν ή εισάγουν συσκευασμένα προϊόντα, τα οποία στη συνέχεια τα διαθέτουν στην εγχώρια αγορά, υποχρεούνται

πλέον να συλλέγουν και να ανακυκλώνουν τις συσκευασίες των προϊόντων τους. Ο νόμος 2939 θέτει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους. Μέχρι τις 31/12/2005 απαιτούνταν λοιπόν:

- Τουλάχιστον 50% αξιοποίηση των υλικών συσκευασίας με μέγιστο το 65%,
- 25% κ.β. ανακύκλωση με μέγιστο το 45%,
- Τουλάχιστον 15% ανακύκλωση του κάθε υλικού συσκευασίας,
- Κάλυψη 7 εκ. κατοίκων στην Ελλάδα.



Εικόνα 6.7. «Μπλε κάδος» ή κάδος ανακύκλωσης συσκευασιών

Πίνακας 6.5. Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ελλάδα (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Υλικό συσκευασίας	Ανακύκλωση υλικών (τόνοι)	% ανακύκλωση
Λευκοσίδηρος	2.000	3,5
Αλουμίνιο	4.800	30,4
Χαρτί/Χαρτόνι	218.000	64,3
Πλαστικό	8.000	3,4
Γυαλί	34.000	21,3
Ξύλο	10.000	22,7
Σύνολο	276.800	33,0

Το πλέον αξιόλογο σύστημα ανακύκλωσης στη χώρα μας, πριν την εφαρμογή του νόμου 2939, είναι αυτό της Ελληνικής Εταιρείας Ανάκτησης και Ανακύκλωσης το οποίο ξεκίνησε το 1991 τη δράση του σε 5 δήμους της Βορειοανατολικής Αττικής (Μαρούσι, Πεύκη, Βριλήσσια, Μελίτσια). Η εταιρεία αυτή ήταν σωματείο μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Στα 11 χρόνια λειτουργίας της, η ΕΕΑΑ έθεσε σε εφαρμογή πιλοτικά προγράμματα, που στόχο είχαν την ανακύκλωση των απορριπτόμενων συσκευασιών των διαφόρων προϊόντων, δαπανώντας περίπου 4,5 εκατ. ευρώ, τα οποία προέρχονταν από τις εθελοντικές εισφορές όλων των μελών της εταιρείας.

Από το Δεκέμβριο του 2001, η εταιρεία αυτή έχει μετεξελιχθεί στην Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης, η οποία δημιούργησε και οργάνωσε το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης (Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης, 2005). Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. έχει εγκρίνει το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών,

που οργανώνει η ΕΕΑΑ και αφορά τη συλλογή, τη μεταφορά, την επαναχρησιμοποίηση και την αξιοποίηση των αποβλήτων των συσκευασιών. Είναι το γνωστό σε όλους μας «**σύστημα των μπλε κάδων**». Οι δήμοι και οι κοινότητες που θα λάβουν μέρος στο πρόγραμμα, σε αρμονική πάντοτε συνεργασία με τους πολίτες, συγκεντρώνοντας και διαχωρίζοντας τις ανακυκλώσιμες συσκευασίες στην περιοχή τους, θα μειώσουν τόσο τους όγκους των απορριμμάτων τους, όσο και τα κόστη συλλογής και τελικής τους διάθεσης, και θα συμβάλλουν συνολικά στην προστασία του περιβάλλοντος.

Μέτοχοι στην Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης είναι εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις. Κάθε επιχείρηση που συμμετέχει πληρώνει κάποιο τέλος συμμετοχής σε αυτή την εταιρεία. Τα προϊόντα της επιχείρησης φέρουν πάνω στη συσκευασία τους το «Πράσινο Σήμα» (βλ. εικόνα 6.8). Η χρήση του «Πράσινου Σήματος» είναι υποχρεωτική για τις συσκευασίες κατανάλωσης, καθώς η προσαρμογή του «Πράσινου Σήματος» βοηθά σημαντικά στον έλεγχο της εφαρμογής του Νόμου και στην πληροφόρηση του τελικού χρήστη-καταναλωτή. Στο πλαίσιο μάλιστα αυτό οι εταιρίες αναγνωρίζοντας τη σημασία του πράσινου σήματος στη μεγάλη του πλειοψηφία το χρησιμοποιούν. Οι συσκευασίες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα είναι τα αλουμινένια κουτάκια (από μπίρα, αναψυκτικά), τα γυάλινα μπουκάλια, τα πλαστικά μπουκάλια (από νερό, αναψυκτικά, απορρυπαντικά, τρόφιμα), οι σιδερένιες κονσέρβες (από γάλα ή τρόφιμα), τα χαρτοκιβώτια και οι χάρτινες συσκευασίες υγρών προϊόντων (από χυμούς και γάλατα) και, τέλος, το έντυπο χαρτί από εφημερίδες, περιοδικά και βιβλία.



Εικόνα 6.8. Το «Πράσινο Σήμα» δηλώνει ότι η συσκευασία ενός προϊόντος είναι ανακυκλώσιμη (www.herrco.gr).

6.10.1 Πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης

Η ανακύκλωση των υλικών παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα από την σκοπιά της διαχείρισης του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, η ανακύκλωση συμβάλλει στην:

- Εξοικονόμηση ενέργειας (π.χ. για το γυαλί αγγίζει το 90% και για το αλουμίνιο το 95%) και μέσω αυτής στην εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων ενεργειακών φυσικών πόρων,

- Εξοικονόμηση πρώτων υλών,

- Περιβαλλοντική διαπαιδewγή και ενεργό συμμετοχή των πολιτών (όταν εφαρμόζονται προγράμματα διαχωρισμού στην πηγή),

- Μείωση του κόστους συλλογής γιατί μειώνεται η συχνότητα συλλογής των μη βιοαποδομήσιμων υλικών (πλαστικά, χαρτιά, μέταλλα) ενώ για τα βιοαποδομήσιμα δεν απαιτούνται απορριματοφόρα με συμπίεση.

6.10.2 Μειονεκτήματα της ανακύκλωσης

Το κυριότερο εμπόδιο στην εφαρμογή της ανακύκλωσης είναι η έλλειψη των αγορών διάθεσης των ανακυκλωμένων προϊόντων. Η ανακύκλωση πρέπει να λειτουργεί όσο το δυνατόν με τους όρους

της ελεύθερης αγοράς, γιατί αλλιώς μετατρέπεται σε ανακύκλωση για την ανακύκλωση. Όπως εξηγήθηκε και παραπάνω, η ανακύκλωση απαιτεί το δικό της ξεχωριστό σύστημα διαχείρισης (ξεχωριστούς κάδους, ξεχωριστά απορριμματοφόρα, κέντρα διαλογής ανακυκλωμένων υλικών κ.ο.κ.), το οποίο βέβαια απαιτεί σημαντικές επενδύσεις. Πρέπει λοιπόν να εξασφαλίζονται και οι ανάλογοι οικονομικοί πόροι.

6.10.3 Εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού

Οι εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού των ΑΣΑ διαχωρίζουν τα εισερχόμενα ΑΣΑ με μηχανικές διαδικασίες σε επιμέρους συστατικά ή ομοιογενείς κατηγορίες υλικών. Με αυτό τον τρόπο, δεν οδηγείται προς το χώρο της τελικής διάθεσης το σύνολο των απορριμμάτων, καθώς με τις εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού επιτυγχάνεται σημαντική ανάκτηση διαφόρων συστατικών των ΑΣΑ [1].

Το RDF είναι μίγμα χαρτιού και ελαφρού πλαστικού που προκύπτει από τις εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού. Λόγω της θερμικού περιεχομένου του χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου, ασβέστη, κ.λπ.

Τα πλεονεκτήματα των εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού είναι:

1. Το υψηλό ποσοστό ανάκτησης υλικών (μέχρι και 70% του βάρους των ΑΣΑ), εφόσον παράγεται RDF και compost,
2. Η αποτελεσματικότητα στο διαχωρισμό ενός σημαντικού ποσοστού του οργανικού κλάσματος από τα ΑΣΑ για βιολογική επεξεργασία
3. Η μη εξάρτηση από την ενεργό συμμετοχή των πολιτών καθώς δεν απαιτείται διαχωρισμός στην πηγή.

6.11 Εδαφική διάθεση

Η τελική διάθεση των ΑΣΑ αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα των σύγχρονων κοινωνιών, καθώς καμία από τις υπάρχουσες μεθόδους δεν είναι τέλεια και πλήρως καταστροφική. Πάντα, απ' όλες τις σημερινές μεθόδους, προκύπτει ένα υπόλειμμα το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί με το φιλικότερο προς το περιβάλλον τρόπο.

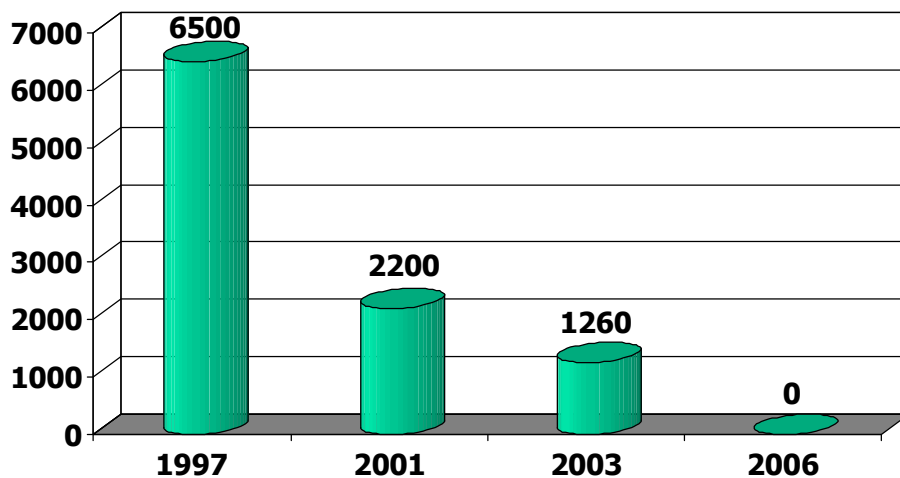
Καμία από τις υπάρχουσες μεθόδους επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων δεν είναι τέλεια και πλήρως καταστροφική

Η εδαφική διάθεση ή ταφή είναι ένα αναπόφευκτο υποσύστημα κάθε συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ, καθώς κάθε μέθοδος επεξεργασίας αφήνει υπόλειμμα που καταλήγει σε **χώρο εδαφικής διάθεσης υπολειμμάτων (ΧΕΔΥ)** ή **χώρο υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ)**.

Για την Ελλάδα, δυστυχώς, η ανεξέλεγκτη εδαφική διάθεση των στερεών αποβλήτων σε χωματερές αποτελεί καθεστώς. Η ανεξέλεγκτη εδαφική διάθεση προσβάλει την αισθητική όλων μας και αμαυρώνει την εικόνα της Ελλάδας στο εξωτερικό. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που οι χωματερές βρίσκονται ακριβώς δίπλα σε μνημεία αρχαιολογικού, ιστορικού ή θρησκευτικού ενδιαφέροντος. Η αποκατάσταση του χώρου μιας ανεξέλεγκτης χωματερής δεν είναι εύκολη υπόθεση, ούτε από την τεχνική σκοπιά ούτε βέβαια και από την οικονομική. Στην Εικόνα 6.9 παρουσιάζεται η εξέλιξη των ανεξέλεγκτων χωματερών στην Ελλάδα, σύμφωνα με το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Η πρόβλεψη είναι ότι μέχρι το τέλος του 2006 δεν θα υπήρχε έστω και μια ανεξέλεγκτη χωματερή στην Ελλάδα. Ομολογουμένως ήταν μια πολύ αισιόδοξη πρόβλεψη, δεδομένης της **έλλειψης οικονομικών πόρων** και της απαραίτητης **κοινωνικής συναίνεσης**.

Η ανεξέλεγκτη εδαφική διάθεση όμως, πέρα από την προσβολή των αισθητικών μας αξιών, εγκυμονεί τεράστιους κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Πιο συγκεκριμένα:

- Τα στραγγίσματα από τα ΑΣΑ είναι δυνατόν να ρυπάνουν ποτάμια, λίμνες και άλλους υδάτινους πόρους ενώ στη χειρότερη περίπτωση μπορεί να εισχωρήσουν στον υδροφόρο ορίζοντα και να ρυπάνουν τα αποθέματα πόσιμου νερού.



Εικόνα 6.9. Ο προβλεπόμενος αριθμός των ανεξέλεγκτων χωματερών στην Ελλάδα.

- Οι εκλύσεις του βιοαερίου από τις χωματερές, ιδιαίτερα κατά τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες, αποτελούν πηγές εκδηλώσεις πυρκαγιών με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν τα γειτονικά δάση. Πέρα όμως από τις πυρκαγιές στα δάση, όταν καίγονται ανεξέλεγκτα συγκεκριμένα συστατικά των ΑΣΑ, όπως τα πλαστικά αντικείμενα που περιέχουν πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), παράγονται πολύ επικίνδυνες οργανικές χημικές ενώσεις όπως οι διοξίνες και τα φουράνια. Αυτές οι ενώσεις, στη συνέχεια, μέσω του αέρα μεταφέρονται και διασπείρονται στις γειτονικές περιοχές με αποτέλεσμα να εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα.
- Επίσης, τα βασικά συστατικά του βιοαερίου, το **μεθάνιο** και το **διοξείδιο του άνθρακα** δηλαδή, αποτελούν τα δύο σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου. Η παραγωγή μεθανίου από τους χώρους της εδαφικής διάθεσης των ΑΣΑ αποτελεί, σήμερα, τη μεγαλύτερη ανθρωπογενή πηγή μεθανίου παγκοσμίως. Η ανεξέλεγκτη, λοιπόν, εδαφική διάθεση των ΑΣΑ συνεισφέρει και στην αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος.
- Οι χωματερές αποτελούν σημεία συγκέντρωσης πτηνών, τρωκτικών και εντόμων τα οποία αναζητούν τροφή. Πέρα όμως από τα πτηνά, τα έντομα και τα τρωκτικά, δυστυχώς έχουμε δει σκηνές όπου συγκεκριμένοι κτηνοτρόφοι οδηγούν τα κοπάδια τους σε χωματερές, καθώς εκεί η αναζήτηση τροφής για τα ζώα είναι πολύ εύκολη.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της εδαφικής διάθεσης είναι ότι απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις γης. Αυτό το γεγονός είναι από μόνο του πολύ σημαντικό, καθώς η αξία της γης κοντά στα μεγάλα αστικά κέντρα είναι πολύ μεγάλη. Αυτό, σε συνδυασμό με τη μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού κοντά στα μεγάλα αστικά κέντρα, καθιστά την εύρεση κατάλληλων εκτάσεων για τη δημιουργία ΧΥΤΑ ένα πολύ δυσεπίλυτο πρόβλημα.

6.12 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (Χ.Υ.Τ.Α.)

Ο όρος υγειονομική ταφή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1930 στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. για να περιγράψει μια απλή δραστηριότητα διάστρωσης, συμπίεσης και κάλυψης ΑΣΑ [1]. Σήμερα, η υγειονομική ταφή δεν είναι απλά μια μέθοδος τελικής διάθεσης ΑΣΑ αλλά και μια μέθοδος επεξεργασίας. Η χρήση της διαρκώς επεκτείνεται. Το κυριότερο πρόβλημα, σήμερα, σε σχέση με τη δημιουργία ενός ΧΥΤΑ είναι η εύρεση κατάλληλης αποδεκτής τοποθεσίας για τη χωροθέτησή του.

Οι υποδομές ενός ΧΥΤΑ που τον ξεχωρίζουν από μια χωματερή είναι οι ακόλουθες:

Ο πυθμένας και τα πλευρικά τοιχώματα του ΧΥΤΑ είναι **στεγανοποιημένα** με τη χρήση κατάλληλων εδαφικών υλικών και πλαστικών υλικών (γαιουφασμάτων),

Υπάρχει σύστημα συλλογής των **διασταλαγμάτων**, τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Ως διασταλάγματα ορίζονται τα υγρά που διαπερνούν την απορριμματική μάζα που έχει ταφεί. Τα διασταλάγματα προέρχονται από: τα επιφανειακά νερά (βροχοπτώσεις κ.λπ.), την υγρασία των ΑΣΑ ή άλλων προσθέτων (π.χ. ιλύες επεξεργασίας λυμάτων) και τέλος την υγρασία των υλικών επικάλυψης.

Υπάρχει σύστημα συλλογής του παραγόμενου **βιοαερίου**. Το βιοαέριο στο ΧΥΤΑ δημιουργείται από την αναερόβια αποδόμηση του ζυμώσιμου κλάσματος των ΑΣΑ. Εάν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή, το συλλεγόμενο βιοαέριο καίγεται σε αεριοστροβίλους και από την καύση του παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Εάν δεν υπάρχει τέτοιου είδους υποδομή, το βιοαέριο καίγεται απλά σε έναν πυρσό με στόχο τη μετατροπή του μεθανίου σε διοξείδιο του άνθρακα. Σημειώστε ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι περίπου 20 φορές «ασθενέστερο» αέριο του θερμοκηπίου απ' ότι είναι το μεθάνιο.

Υπάρχουν στην είσοδο του ΧΥΤΑ μηχανισμοί ζυγίσματος (γεφυροπλάστιγγες), έτσι ώστε να υπάρχει έλεγχος της ποσότητας των ΑΣΑ που οδηγείται καθημερινά για ταφή.

Υπάρχουν βαριά μηχανήματα τα οποία συμπιέζουν τα ΑΣΑ έτσι ώστε να μειώνεται ο όγκος τους και να παρατείνεται έτσι ο χρόνος ζωής του ΧΥΤΑ. Υπάρχουν επίσης χωματουργικά μηχανήματα τα οποία καθημερινά φροντίζουν για την κάλυψη της επιφάνειας του στρώματος των ΑΣΑ με εδαφικό υλικό ώστε να αποφεύγονται οι οσμές και οι απρόσκλητοι «επισκέπτες».

Υπάρχει φύλαξη, περίφραξη και εποπτεία του χώρου.

Οι ΧΥΤΑ αντιμετωπίζουν ορισμένα λειτουργικά προβλήματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι τα ακόλουθα:

Καθώς το ζυμώσιμο κλάσμα των ΑΣΑ βιοαποδομείται με την πάροδο του χρόνου και μέρος του μετατρέπεται σε βιοαέριο, δημιουργούνται καθιζήσεις στο ΧΥΤΑ με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται το ανάγλυφό του. Για το ίδιο λόγο, την αποφυγή καθιζήσεων δηλαδή, δεν πρέπει να θάβονται στο ΧΥΤΑ ογκώδη αντικείμενα (π.χ. μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές ή παλιοί κάδοι απορριμμάτων). Αυτά τα αντικείμενα, κάποια στιγμή, λόγω των συσσωρευμένων ποσοτήτων ΑΣΑ σπάνε και δημιουργούν καθιζήσεις.

Η καθημερινή κίνηση των βαρέων οχημάτων στο ΧΥΤΑ που χρησιμοποιούνται για τη συμπίεση και την εδαφική κάλυψη των ΑΣΑ, αλλά και των απορριμματοφόρων που πάνε στο ΧΥΤΑ για να αδειάσουν, προκαλούν έντονα προβλήματα σχετιζόμενα με τη σκόνη, τα καυσαέρια και την ηχορρύπανση.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής έναντι των άλλων μεθόδων επεξεργασίας και διάθεσης είναι [1]:

Η σχετικά εύκολη τεχνολογία,

Η μικρότερη δαπάνη υποδομής και λειτουργίας,

Η επαναχρησιμοποίηση του χώρου μετά την αποκατάσταση του ΧΥΤΑ,

Η πιθανή αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου.

Τα κύρια μειονεκτήματα είναι:

1. Οι μεγάλες απαιτούμενες εκτάσεις,

2. Ο χρόνος επεξεργασίας των ΑΣΑ είναι ο μεγαλύτερος

3. Το σύνδρομο NIMBY,

4. Η έκλυση, εφόσον δεν συλλέγονται για αξιοποίηση, αερίων του θερμοκηπίου,

5. Η περίοδος μεταφροντίδας είναι μεγαλύτερη από τις άλλες μεθόδους διαχείρισης.

Το σύνδρομο NIMBY

Ο όρος NIMBY προέρχεται από τα πρώτα γράμματα της αγγλικής έκφρασης Not In My BackYard και δηλώνει ένα ψυχολογικό σύνδρομο το οποίο δεν επιτρέπει στους ανθρώπους να δεχτούν οι κατοικίες τους ή οι περιουσίες τους να γειτνιάζουν με μεγάλα έργα υποδομής, λόγω των οχλήσεων που αυτά δημιουργούν. Το σύνδρομο αυτό εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια της δημιουργίας μεγάλων έργων υποδομής όπως:

- Μεγάλοι οδικοί άξονες,
- Μεγάλες βιομηχανικές μονάδες,
- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων,
- Μεταλλεία,
- Αιολικά πάρκα,
- Πυρηνικά εργοστάσια.

Εν κατακλείδι, πρέπει να τονιστεί ότι αναμφισβήτητα οι ΧΥΤΑ προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις ανεξέλεγκτες χωματερές. Παρόλα αυτά δεν προσφέρουν την πλήρη επίλυση στο πρόβλημα της διαχείρισης των ΑΣΑ και πρέπει να αποτελούν ένα μόνο τμήμα της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ΑΣΑ.

6.13 Βιολογική επεξεργασία ΑΣΑ

Η βιολογική επεξεργασία των ΑΣΑ, πριν από την τελική εδαφική τους διάθεση, αποτελεί μια βασική εναλλακτική επιλογή του συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ. Σκοπό έχει την ανάκτηση **κομπόστ** και **ενέργειας** από το **ζυμώσιμο κλάσμα των ΑΣΑ**. Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να είναι αερόβια οπότε ονομάζεται κομποστοποίηση ή αναερόβια οπότε καλείται χώνευση. Κύριο προϊόν της αερόβιας επεξεργασίας των ΑΣΑ είναι το κομπόστ ενώ της αναερόβιας είναι το βιοαέριο.

Η βιολογική επεξεργασία των ΑΣΑ συμβάλλει στη μείωση:

- των στραγγισμάτων που παράγονται στους ΧΥΤΑ,
- του βιοαερίου που παράγεται στους ΧΥΤΑ, δηλαδή συμβάλλει έμμεσα στην αντιμετώπιση του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου. Επίσης, εάν το βιοαέριο χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς συμβάλλει στην υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων,
- της έκτασης που απαιτείται για εδαφική διάθεση των ΑΣΑ.

Η βασική προϋπόθεση για την ύπαρξη βιολογικής επεξεργασίας είναι ο διαχωρισμός του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των ΑΣΑ. Ο διαχωρισμός αυτός επιτυγχάνεται είτε με διαλογή στην πηγή, είναι με εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής.

6.13.1 Κομποστοποίηση

Κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιοξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών, από ετερογενείς και κυρίως ετερότροφους μικροοργανισμούς. Προϊόν της κομποστοποίησης είναι το κομπόστ, το οποίο είναι πλούσιο σε οργανική ουσία με υψηλό χουμικό περιεχόμενο και χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό υλικό αλλά και ως υπόστρωμα [4]. Ανεπιθύμητα παραπροϊόντα είναι οι οσμές, ο θόρυβος, η σκόνη, παθογόνοι μικροοργανισμοί, πτητική οργανική ύλη, στραγγίσματα, κ.ά. [1]. Η γεωργία και οι διάφορες συναφείς δραστηριότητες συνιστούν την κυριότερη οδό αξιοποίησης των διαφόρων υλικών κομπόστ. Είναι πλέον πολύ καλά τεκμηριωμένο ότι η προσθήκη κομπόστ στο έδαφος μπορεί να έχει θετική επίδραση σε μια μεγάλη σειρά χημικών, φυσικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του [4].

Η προσθήκη καλής ποιότητας κομπόστ βοηθά στη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους

Οι προδιαγραφές ποιότητας του παραγόμενου κομπόστ ποικίλουν ευρύτατα από χώρα σε χώρα, ακόμη και μέσα στην Ε.Ε. Ο γενικός στόχος που είναι κοινός σε όλες τις προδιαγραφές είναι η προστασία του εδάφους, ειδικά των γεωργικών εδαφών, κυρίως από τα βαρέα μέταλλα. Επίσης, όλες οι χώρες έχουν συμπεριλάβει υγειονομικά κριτήρια ποιότητας του κομπόστ σχετικά με παθογόνους μικροοργανισμούς, τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα και τα φυτά [4]. Η ποιότητα του κομπόστ που προέρχεται από το ζυμώσιμο κλάσμα των ΑΣΑ που έχουν διαχωριστεί στην πηγή είναι ανώτερη από την αντίστοιχη του κομπόστ που προέρχεται από το ζυμώσιμο κλάσμα που προκύπτει από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής, καθώς εκεί υπάρχουν και αρκετές προσμείξεις.

6.13.2 Χώνευση

Η χώνευση ή αναερόβια επεξεργασία των ΑΣΑ λαμβάνει χώρα σε κλειστούς βιολογικούς αντιδραστήρες. Είναι μια μέθοδος η οποία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην επεξεργασία της ιλύος των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Είναι λοιπόν δυνατόν, μαζί με την ιλύ των λυμάτων, να προστίθεται και το ζυμώσιμο κλάσμα των ΑΣΑ. Αυτό επιτρέπει τη συνεπεξεργασία των δύο απόβλητων ρευμάτων.

Τα βασικά προϊόντα της χώνευσης είναι το **βιοαέριο** και η **ιλύς**. Το βιοαέριο αποτελείται από **μεθάνιο** (55-70%), διοξείδιο του άνθρακα (30-45%) και ίχνη άλλων αερίων [1].

Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας επεξεργασίας είναι:

- Η απαίτηση για 30-50% λιγότερο χώρο σε σχέση με την κομποστοποίηση,
- Η παραγωγή ενέργειας από το βιοαέριο και η ταυτόχρονη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου,
- Η δυνατότητα συνδιαχείρισης με ιλύ από τα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων.

Τα μειονεκτήματά της είναι [1]:

το σχετικά υψηλό κόστος και

η περιορισμένη λειτουργική εμπειρία, δεδομένης της μεταβλητότητας και της σύνθεσης της πρώτης ύλης .

6.14 Θερμική επεξεργασία ΑΣΑ

Η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ συμπεριλαμβάνει 3 μεγάλες κατηγορίες μεθόδων επεξεργασίας

Την **καύση**, όπου η θερμική επεξεργασία γίνεται με περίσσεια οξυγόνου

Την **πυρόλυση**, όπου η θερμική επεξεργασία γίνεται με πλήρη απουσία οξυγόνου

Την **αεριοποίηση**, όπου η θερμική επεξεργασία γίνεται με ποσότητα οξυγόνου χαμηλότερη της στοιχειομετρικά απαιτούμενης.

Οι τρεις παραπάνω θερμικές μέθοδοι διαφοροποιούνται, λοιπόν, λόγω της χρησιμοποίησης διαφορετικών ποσοτήτων οξυγόνου για την επεξεργασία των ΑΣΑ. Διαφοροποιούνται επίσης και ως προς τα παραγόμενα «προϊόντα» τους.

Κύρια πλεονεκτήματα της θερμικής επεξεργασίας των ΑΣΑ είναι:

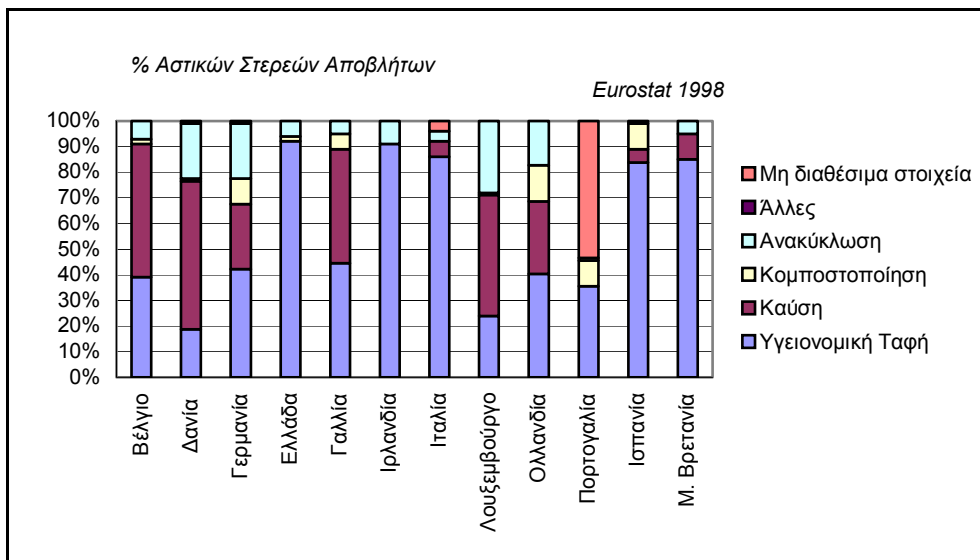
- η **ανάκτηση του ενεργειακού περιεχομένου** τους, και
- η **σημαντική ελάττωση των ποσοτήτων** που οδηγούνται για εδαφική διάθεση.

Σημαντικά μειονεκτήματα είναι:

- οι **εκπομπές αέριων ρύπων** στο περιβάλλον (οξείδια του αζώτου, διοξείδιο του θείου, υδροφθόριο, διοξίνες, φουράνια, βαρέα μέταλλα).
- η **τέφρα** που απομένει μετά τη θερμική επεξεργασία περιέχει βαρέα μέταλλα και άλλες επικίνδυνες ουσίες και χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνο υλικό. Πρέπει λοιπόν να οδηγείται σε χώρους εδαφικής διάθεσης που πληρούν αυξημένες τεχνικές προδιαγραφές.

6.15 Ποια είναι λοιπόν η σωστή μέθοδος διαχείρισης των ΑΣΑ;

Σε αυτό το σημείο πρέπει να έχει γίνει κατανοητό ότι υπάρχει μια ποικιλία μεθόδων για την επεξεργασία των ΑΣΑ. Κάθε μέθοδος παρουσιάζει προτερήματα και μειονεκτήματα. Από την Εικόνα 6.10 φαίνεται ότι η υγειονομική ταφή και η καύση αποτελούν τις κυρίαρχες τεχνολογίες διαχείρισης ΑΣΑ στην Ε.Ε.



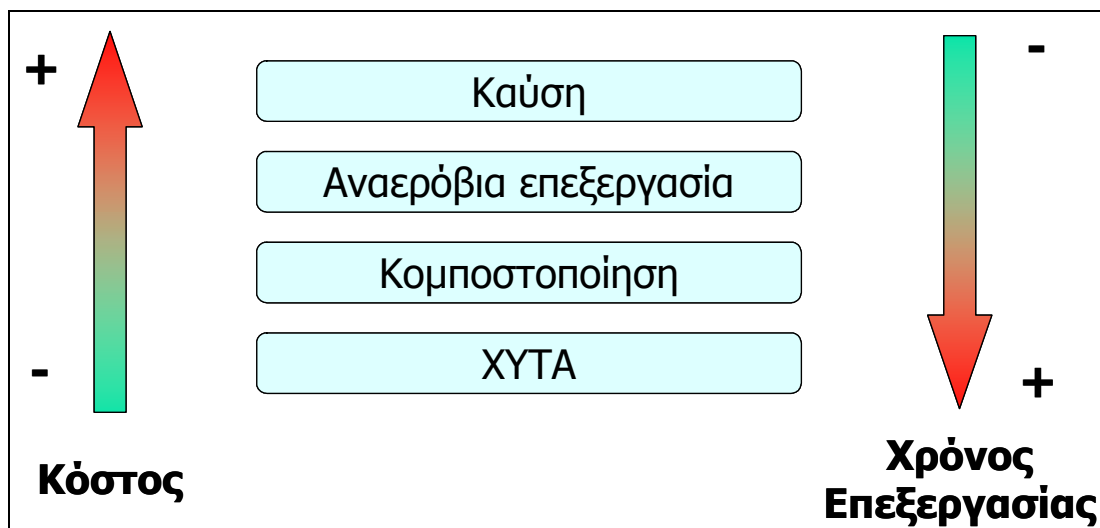
Εικόνα 6.10. Ποσοστά χρησιμοποίησης των τεχνικών διαχείρισης των ΑΣΑ στην Ε.Ε..

Με βάση το γεγονός ότι οι χώρες – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλουν να προχωρήσουν σε: μείωση του βιοαποδομήσιμου οργανικού κλάσματος των στερεών αποβλήτων που οδηγούνται για υγειονομική ταφή με παράλληλη αύξηση των πρακτικών ανάκτησης υλικών και ενέργειας από τα στερεά απόβλητα,

συμπεραίνονται τα εξής όσον αφορά την εξέλιξη της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στα επόμενα χρόνια:

- **Μείωση του ποσοστού συμμετοχής της υγειονομικής ταφής** (θα χρησιμοποιείται μόνο για την τελική διάθεση των υπολειμμάτων από την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων),
- **Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των συστημάτων ανακύκλωσης υλικών** (διαλογή στην πηγή, μηχανική διαλογή) και κομποστοποίησης,
- **Εφαρμογή τεχνικών θερμικής επεξεργασίας** που συνοδεύονται από ανάκτηση ενέργειας,

Οι τεχνολογίες επεξεργασίας ΑΣΑ σε σχέση με το κόστος τους και την ταχύτητα επεξεργασίας συνοψίζονται στην Εικόνα 6.11.



Εικόνα 6.11. Συγκριτική αξιολόγηση των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας ΑΣΑ.

ΣΥΝΟΨΗ

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του περιβάλλοντος στις αναπτυγμένες καταναλωτικές κοινωνίες. Και αυτό γιατί όσο αυξάνεται η κατανάλωση, τόσο αυξάνεται και η παραγωγή των αστικών αποβλήτων. Το πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι ένα από τα πλέον φλέγοντα ζητήματα και για την ελληνική κοινή γνώμη καθώς για δεκαετίες η ανεξέλεγκτη ταφή των απορριμμάτων αποτελεί το μοναδικό τρόπο διάθεσης των στερεών αποβλήτων στη χώρα μας. Αυτή η πρακτική ρυπαίνει το έδαφος, την ατμόσφαιρα και τους υδάτινους πόρους της πατρίδας μας. Υποβιβάζει την ποιότητα ζωής όλων μας και αμαυρώνει τον πολιτισμό μας.

Η ενότητα αυτή ξεκινά με τις εισαγωγικές έννοιες των αστικών στερεών αποβλήτων αλλά και την παρουσίαση των αρχών διαχείρισης σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Τονίζεται η στρατηγική επιλογή της πρόληψης ως προτιμητέας επιλογής. Παρουσιάστηκαν τα κυριότερα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την παραγωγή των ΑΣΑ σε Ελλάδα και Ευρώπη. Επίσης αναλύεται η σύσταση των παραγόμενων ΑΣΑ στην Ελλάδα.

Στη συνέχεια αναλύθηκε το σύστημα διαχείρισης των ΑΣΑ το οποίο περιλαμβάνει την παραγωγή, την προσωρινή αποθήκευση, τη συλλογή, τη μεταφορά, το διαχωρισμό και την τελική απόθεση των ΑΣΑ. Τέλος, εξετάστηκαν όλες οι μέθοδοι επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων: η θερμική επεξεργασία, η βιολογική επεξεργασία αλλά και η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Παναγιωτακόπουλος Δ. (2002). «Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων». Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2007). «EU Waste Policy – The story behind the strategy», Διαθέσιμο: europa.eu.int/comm/environment/waste/strategy.htm, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 15/10/2007.
- Παπαχρήστου Ε., Ε. Νταρακάς, Α. Μπέλλου, Δ. Ιωαννίδου, Κ. Αλιβάνης, Γ. Πετρίδης και Ι. Σαββίδης (2001). «Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση των Αστικών Απορριμμάτων της Θεσσαλονίκης», Πρακτικά: 1^ο συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα.
- Λαζαρίδη Κ., Π. Κουλουμπής, Σ. Σκουλαξινού, Δ. Κανακόπουλος και Γ. Λώλος (2001). «Προδιαγραφές Ποιότητας και Διάθεση Κομπόστ: Η Ελληνική και Διεθνής Εμπειρία», Πρακτικά: 1^ο συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Άσκηση 1

Ποια χαρακτηριστικά στοιχεία διαφοροποιούν ένα ΧΥΤΑ από μια χωματερή;

Άσκηση 2

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ανακύκλωσης;

Άσκηση 3

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση για κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής:

1. Τι σημαίνουν τα αρχικά Χ.Υ.Τ.Α;

- Χωματερή Ύστατης Ταφής Αποβλήτων
- Χώρος Ύστατης Ταφής Αποβλήτων
- Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων
- Χωματερή Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων

2. Η κομποστοποίηση είναι μέθοδος επεξεργασίας:

- Αερόβια βιολογική
- Αναερόβια βιολογική
- Αερόβια θερμική
- Αναερόβια θερμική

3. Τι τοποθετείται ιεραρχικά στην κορυφή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ΑΣΑ;

- Πρόληψη
- Ανάκτηση ενέργειας
- Ανακύκλωση υλικών
- Ασφαλής απόθεση

4. Ποιο είναι το σημαντικότερο συστατικό του βιοαερίου;

- Οξυγόνο
- Μονοξείδιο του άνθρακα
- Άζωτο
- Μεθάνιο

Με ποιο από τα παρακάτω προβλήματα του περιβάλλοντος σχετίζονται οι ΧΥΤΑ;

- Απώλεια της βιοποικιλότητας
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Τρύπα του όζοντος
- Φωτοχημικό νέφος