



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Τεχνολογίας των Κατεργασιών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”

Δημακάκου Β. Ελένη  
Αριθμός μητρώου:02102691

Επιβλέπων Καθηγητής: Μανωλάκος Ε. Δημήτριος

Αθήνα, Μάρτιος 2009

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή επιχειρείται η ευρύτερη θεώρηση του οικολογικού προβλήματος μέσω της ορθής χρήσης των υλικών. Σκοπός της εργασίας είναι να ενισχυθεί η αντίληψη ότι ο άνθρωπος είναι ένας από του κατοίκους του πλανήτη Γη και του Σύμπαντος. Η ανθρωπότητα πρέπει να σέβεται αυτά που της προσφέρει το φυσικό περιβάλλον και να τα χρησιμοποιεί με κριτική σκέψη, περισυλλογή και χωρίς να καταστρέφει την πηγή των υλικών αγαθών. Όσον αφορά στη μεθοδολογία της εργασίας, γίνεται προσπάθεια να αποκτηθεί καταρχάς γενική γνώση για το ζήτημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια πλέον το αντικείμενο μελέτης εξειδικεύεται περισσότερο και αφορά στην έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος μέσα από τη διαχείριση των αντικειμένων και των υλικών, που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για την καθημερινή του διαβίωση και κοινωνική πρόοδο. Αποτέλεσμα της έρευνας αυτής είναι η καταγραφή των μεθοδολογιών διαχείρισης των υλικών και των αποβλήτων, που προκύπτουν από αυτά. Επιπλέον γίνεται αναφορά στην τεχνολογία προστασίας περιβάλλοντος. Σίγουρα η έρευνα δεν μπορούσε να είναι πλήρης λόγω του πλουραλισμού του θέματος της περιβαλλοντικής ρύπανσης, την ανάπτυξη νέων φιλικών προς το περιβάλλον υλικών, τη σχετική ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία αλλά και του μεγάλου φάσματος τεχνολογιών αντιρρύπανσης. Η παρούσα εργασία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η διαβίωση του ανθρώπου πάνω στη γη έχει αρνητικές επιπτώσεις για την ίδια τη γη και την ατμόσφαιρα. Ο άνθρωπος πρέπει να αλλάξει ριζικά τον τρόπο που αντιλαμβάνεται την ύπαρξη του στον κόσμο.

## Abstract

This thesis seeks the broader vision of environmental problems through the proper use of materials. The purpose of this project is to strengthen the perception that man is one of the inhabitants of planet Earth and the Universe. The humanity should respect the goods which the natural environment offers and to treat them with critical thinking, reflection, and without destroying their source. Regarding the methodology of this thesis, the effort was initially focused on acquiring general knowledge on the issue of contamination of the environment. Consequently the object of study gets henceforth more specific with reference to the concept of environmental protection within the handling of objects and materials used by man for his daily living and social progress. The result of this research is the review of the management methodologies of materials and waste resulting from them. Furthermore reference is made to the environmental protection technology. Certainly the investigation could not be complete because of the diversity of the issue of environmental pollution, the development of new environmentally friendly materials, the relevant European and Greek legislation and the large number of the antipollutant technologies. The present thesis resulted to the conclusion that the human living on earth has negative impacts on the land itself and the atmosphere. The mankind must radically amended the way that perceive his existence to the world.



## Εισαγωγή

Η εργασία αυτή έχει τον τίτλο «Υλικά και περιβάλλον». Ο όρος περιβάλλον έχει ευρεία έννοια και αναφέρεται στις φυσικές, χημικές, βιολογικές, πολιτιστικές, κοινωνικές συνθήκες που είναι ικανές να επηρεάσουν τους ζώντες οργανισμούς, τις ανθρώπινες δραστηριότητες και το χώρο μέσα στον οποίο αυτά υπάρχουν και συντελούνται. Γίνεται μια προσπάθεια ανάπτυξης του θέματος με τέτοιο τρόπο, που να αναπτύσσει την πολύπλευρη έννοια του περιβάλλοντος, αλλά να μην χάνει τη συνάφειά του με το νόημα του όρου των υλικών. Η παρουσίαση του θέματος ασχολείται με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και τις κοινωνικές προεκτάσεις αυτής, την προστασία του περιβάλλοντος, τη στάση του ανθρώπου απέναντι στο φυσικό χώρο, τη θέση του κράτους σε περιβαλλοντικά θέματα, τις κατηγορίες των υλικών, τον τρόπο που τα υλικά ρυπαίνουν τη φύση και την ορθολογική διαχείριση των υλικών. Με σκοπό να σκιαγραφηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της διαχείρισης των αποβλήτων διενεργείται μια συνοπτική αναφορά στην ατμοσφαιρική ρύπανση, την ρύπανση των υδάτων και την διαχείριση των υγρών αποβλήτων, έχοντας την επίγνωση ότι η ύπαρξη των κεφαλαίων αυτών συνεπικουρεί στην ομοιόμορφη και σφαιρική απεικόνιση του ζητήματος.

Στην ιστορική πορεία και εξέλιξη του ανθρώπου συντελέστηκαν πολλές αλλαγές στη διαβίωσή του. Οι κυριότεροι σταθμοί της πορείας του ανθρώπου στην προσπάθειά του να εκμεταλλευτεί τις διάφορες πηγές ενέργειας είναι οι κάτωθι:

- Στο τέλος της λίθινης εποχής αρχίζει η χρησιμοποίηση της μυϊκής δύναμης των ζώων στις μεταφορές και την καλλιέργεια της γης.
- Το 3000 π.Χ. αρχίζει η λειτουργία του μεταλλείου ασημιού στο Θορικό Λαυρίου.
- Το 2500 π.Χ. κατασκευάζονται στην Αρκαδία μεταλλευτικοί κλίβανοι, αρχίζει η επεξεργασία μετάλλων.
- Το 1500 π.Χ. κατασκευάζονται στη Θήρα Ιστιοφόρα πλοία
- Το 1400 π.Χ. κατασκευάζονται αρδευτικά έργα στην Κωπαΐδα
- Το 580 π.Χ. κατασκευάζεται η πρώτη πρέσα λαδιού
- Το 350 π.Χ. κατασκευάζονται οι πρώτοι ανεμόμυλοι και λίγο αργότερα οι πρώτοι υδραυλικοί τροχοί
- Γύρω στο 100 π.Χ. Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή.
- Στα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα κατασκευάζεται η πρώτη ατμομηχανή που σηματοδοτεί την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης και με ταχύτατους ρυθμούς περνώντας από διάφορα στάδια, όπως ανάπτυξη των συγκοινωνιών, χρήση της πυρηνικής ενέργειας, κατάκτηση του διαστήματος, φτάσαμε στη σημερινή εποχή, την εποχή της πληροφορικής, της ψηφιακής τεχνολογίας, της παγκοσμιοποίησης και βέβαια του ενεργειακού προβλήματος, που εμφανίζεται οξύτερο από ποτέ.

Οι μεταβολές από την κλασική αρχαιότητα ως το μεσαίωνα είναι πολύ λιγότερες απ' ό,τι αυτές ανάμεσα στον δέκατο όγδοο και τον εικοστό αιώνα. Η περίοδος της Αναγέννησης και των ανακαλύψεων απέφερε πλούσιες γνώσεις, αλλά ελάχιστες πρακτικές διαφοροποιήσεις στην καθημερινή ζωή του ανθρώπινου γένους στο σύνολό του. Αντίθετα, η δημιουργία της βιομηχανίας και η εμφάνιση του καπιταλισμού και του κομμουνισμού, ως κυρίαρχα και αντιμαχόμενα οικονομικά και πολιτικοκοινωνικά συστήματα, σηματοδοτεί τη μετάβαση σε μία τελείως διαφορετική μορφή κοινωνικού βίου, αυτήν της βιομηχανικής κοινωνίας. Η βιομηχανική επανάσταση σηματοδοτεί την απαρχή της δημιουργίας του κράτους, της πόλης και της ζωής με τη σημερινή τους έννοια. Η μετάβαση από τη φεουδαρχία, τη ζωή στην ύπαιθρο και τις μικρές πόλεις στη βιομηχανική και τη μεταβιομηχανική κοινωνία, τις πόλεις-παραγωγούς και τον αστικό τρόπο ζωής, είναι μία από τις δραματικότερες και συντομότερα συντελεσθείσες αλλαγές στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού. Εξίσου ραγδαία, όμως, είναι και η αρνητική πλευρά αυτής της πορείας,

όπως έχει αρχίσει να αποτυπώνεται με τη μορφή περιβαλλοντικών προβλημάτων, κυρίως την τελευταία εικοσαετία.

Τα χρόνια ανάμεσα στο 1789 και το 1848 έχουν χαρακτηριστεί σαν η εποχή της διπλής επανάστασης, της Γαλλικής Επανάστασης του 1789 και της βιομηχανικής επανάστασης.

Με τη βιομηχανική επανάσταση εμφανίστηκε το εργοστασιακό μοντέλο παραγωγής, το οποίο βασίζονταν για τη λειτουργία του σε τεχνητές μορφές παραγωγής ενέργειας, όπως ο ατμός και σύμφωνα με το οποίο μεγάλος αριθμός εργατών συγκεντρώνονταν σε ένα χώρο δουλειάς. Αυτή η ριζικά νέα μορφή οικονομικής οργάνωσης έκανε το ξεκίνημά της στην βρετανική υφαντουργική βιομηχανία και απλώθηκε με αυξανόμενη ταχύτητα και σε άλλους τομείς της οικονομίας και σε άλλες χώρες. Η εκβιομηχάνιση επιταχύνθηκε στην Ευρώπη την δεκαετία του 1830 καθώς και στην μεγάλη οικονομική άνθιση που ακολούθησε την ήττα των επαναστάσεων του 1848. Το αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθεί ένας νέος κόσμος μεγάλων βιομηχανικών κέντρων και πόλεων, όπως το Μάντσεστερ και η Λυών. Σε αυτά τα κέντρα συσσωρεύτηκε μια νέα τάξη, η βιομηχανική εργατική τάξη ή το προλεταριάτο. Οι εργάτες αυτοί ζούσαν και δούλευαν κάτω από άθλιες συνθήκες.

Αποτέλεσμα της διπλής επανάστασης ήταν και η πολιτική κυριαρχία των αστών ιδιοκτητών του βιομηχανικού και εμπορικού πλούτου. Πριν το 1789, στην Ευρώπη κυριαρχούσε η απόλυτη μοναρχία, εκτός από την Αγγλία, την Ολλανδική Δημοκρατία και τα Ελβετικά καντόνια. Οι αγρότες, που αποτελούσαν τη συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού, ήταν υποτελείς στην οικονομική και πολιτική κυριαρχία των ευγενών.

Η Γαλλική Επανάσταση του 1789 σήμανε την καταδίκη αυτού του συστήματος. Στη διάρκεια της Επανάστασης, κατατομήθηκε ο Γάλλος βασιλιάς, εγκαθιδρύθηκε δημοκρατία, διακηρύχτηκε η ελευθερία, η ισότητα και η αδελφότητα, όπως και τα δικαιώματα του κάθε Γάλλου. Οι επαναστατικοί στρατοί μετέφεραν αυτό το δημοκρατικό μήνυμα από το ένα άκρο της Ευρώπης στο άλλο. Ούτε ο εκφυλισμός της Επανάστασης από την αυτοκρατορία του Ναπολέοντα του 1<sup>ου</sup>, ούτε οι προσπάθειες της Ιερής Συμμαχίας της Αυστρίας, της Ρωσίας και της Πρωσίας να επαναφέρουν τη μοναρχία μετά την τελική ήττα του Ναπολέοντα το 1815, μπορούσαν να σβήσουν τα αποτελέσματα της μεγάλης Γαλλικής Επανάστασης του 1789. Η πολιτική του 19<sup>ου</sup> αιώνα χαρακτηρίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις προσπάθειες για την αποκατάσταση της Δημοκρατίας στη Γαλλία και την αντιγραφή των επιτευγμάτων της αλλού στην Ευρώπη.

Το αποτέλεσμα όμως της διπλής επανάστασης ήταν αντιφατικό. Διότι ναι μεν υιοθετήθηκε η αρχή ότι κάθε μέλος της κοινωνίας, όσο χαμηλή κι αν ήταν η θέση του, είχε ίσα πολιτικά δικαιώματα, αλλά, το χάσμα, όσον αφορά στον πλούτο και την οικονομική δύναμη, παρέμεινε τεράστιο. Η βιομηχανική επανάσταση απλώς άλλαξε τη μορφή της κοινωνικής και οικονομικής ανισότητας. Στο γαιοκτήμονα και στο χωρικό προστέθηκαν ο καπιταλιστής και ο εργάτης. Η ουσία παρέμεινε η ίδια. Έτσι, η επιφανειακή μορφή της πολιτικής ισότητας συνοδευόταν από την πραγματική οικονομική και κοινωνική ανισότητα. Ο στόχος των γάλλων επαναστατών, που ζητούσαν να απελευθερώσουν όλο το λαό, όλη την ανθρωπότητα δεν είχε επιτευχθεί.

Ο εικοστός αιώνας αποτέλεσε την περίοδο των εντονότερων μεταβολών που έχει καταγράψει ως τώρα η ιστορία ή, ακόμη, αποτέλεσε τον «αιώνα του εμφράγματος» εξαιτίας του ραγδαίου ρυθμού των γεγονότων. Το θέμα της ενέργειας παραμένει στο επίκεντρο του αιώνα αυτού, θα καθορίσει αναμφίβολα τις εξελίξεις του επόμενου και μπορεί να προσεγγιστεί από τρεις διαφορετικές απόψεις:

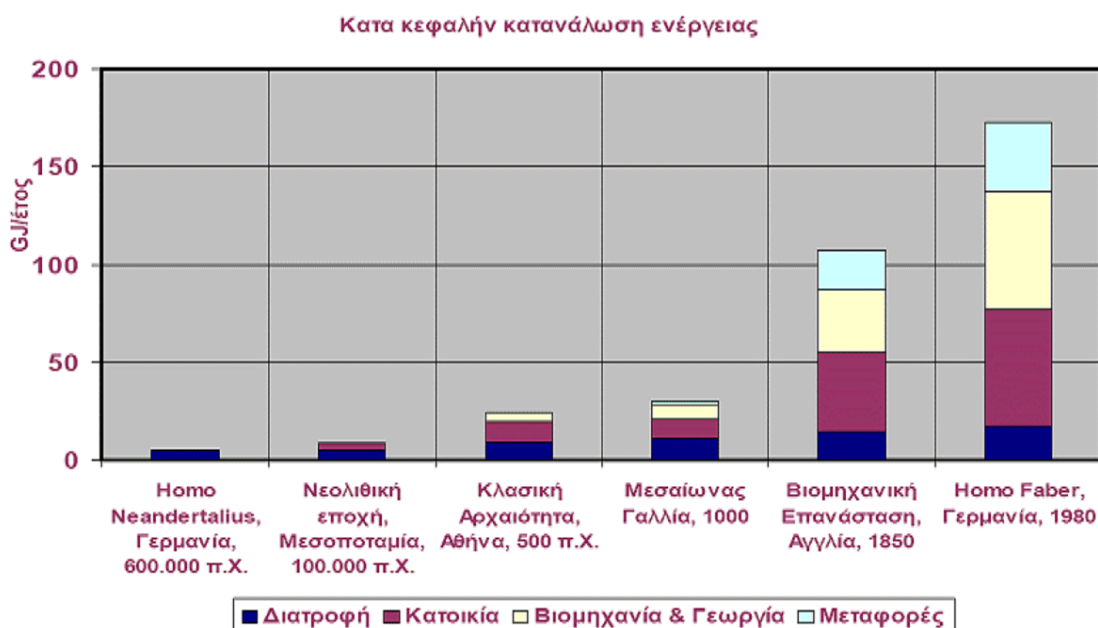
- α) της εξασφάλισης της αναγκαίας ποσότητας ενέργειας, στην κατάλληλη για την κάθε χρήση μορφή, δηλαδή της ενεργειακής επάρκειας.
- β) του κόστους αυτής της ενέργειας.
- γ) των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.

Αυτές οι τρεις απόψεις συνθέτουν ό,τι έχει γίνει ευρύτερα γνωστό με τον όρο «ενεργειακό πρόβλημα». Προϋπόθεση για την ενεργειακή επάρκεια είναι η ύπαρξη του κατάλληλου

συστήματος που θα μπορέσει να μετατρέψει τη διαθέσιμη ενέργεια σε ωφέλιμη ισχύ, κι αυτό έναντι ενός αποδεκτού κόστους.

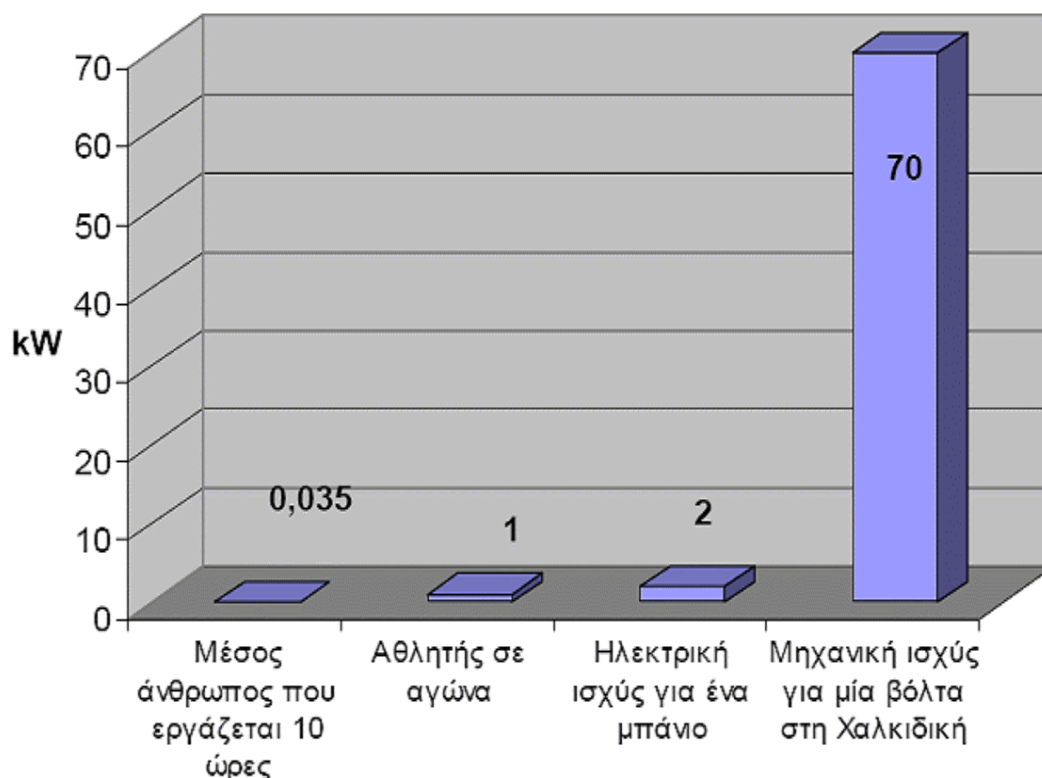
Ο άνθρωπος συνδέθηκε με την έννοια της ενέργειας από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του πάνω στη Γη. Αρχικά όπως και οι άλλοι ζωντανοί οργανισμοί μέσω της τροφής ο πρωτόγονος άνθρωπος συσσώρευε στις κατάλληλες αποθήκες του σώματός του ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούσε για να κινηθεί, να κυνηγήσει, να αντιμετωπίσει τους εχθρούς του. Πολύ αργότερα άρχισε να χρησιμοποιεί την ενέργεια άλλων ζωντανών οργανισμών (μυϊκή δύναμη των ζώων) αυξάνοντας σημαντικά τις δυνατότητές του και ενισχύοντας τη θέση του στο όχι και τόσο φιλικό περιβάλλον στο οποίο έπρεπε να επιβιώσει. Η εκμετάλλευση της ενέργειας που υπήρχε άφθονη και σε διάφορες μορφές στο φυσικό περιβάλλον (ενέργεια καυσίμων, αιολική, υδραυλική ενέργεια) ήταν το όχημα που μαζί με την ανάπτυξη των ιδιαίτερων ψυχοπνευματικών του ικανοτήτων του, του έδωσαν τη δυνατότητα να ακολουθήσει την μεγαλειώδη εξελικτική του πορεία φτάνοντας στο σημερινό τεχνολογικό θαύμα. Τα ίδια αυτά στοιχεία θα καθορίσουν την πορεία και την τεχνολογική εξέλιξή του και στο μέλλον, μόνο που οι πρώτες ανησυχίες τόσο για τις επιπτώσεις στον ίδιο και στο περιβάλλον, όσο και για την τελική κατάληξη αυτής της πορείας, πολλαπλασιάζονται και ενισχύονται με ανάλογους ρυθμούς.

Συγκριτικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η ύπαρξη και χρήση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας, με τον τρόπο που αυτό συμβαίνει στις χώρες του αναπτυγμένου δυτικού κόσμου, σηματοδοτεί τη διαφορά ανάμεσα σ' αυτόν και τον αναπτυσσόμενο τρίτο κόσμο όσο και την ασύγκριτη εξέλιξη αυτού του ίδιου από την εποχή του Μεσαίωνα ως σήμερα. Αυτό αποτυπώνεται άλλωστε και στην ιστορική εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας. Η έννοια της ισχύος γίνεται πιο αισθητή και κατανοητή αν συγκριθεί με την ισχύ που καταναλώνει ένας άνθρωπος για να κάνει κάποιες αυτονόητες δραστηριότητες. Έχει παρατηρηθεί ότι ο φυσιολογικός άνθρωπος αναπτύσσει στη διάρκεια της καθημερινής του εργασίας μία μέση ισχύ μόλις 0,035 kW. Ένας καλογυμνασμένος αθλητής αναπτύσσει στη διάρκεια της, σχετικά σύντομης, προσπάθειάς του την τριακονταπλάσια ισχύ του, δηλαδή 1 kW. Η αύξηση της ισχύος είναι τεράστια, ωστόσο 1 kW απέδιδε η ατμομηχανή του 1840. Ταυτόχρονα, μία απλή διαδικασία όπως το καθημερινό μας μπάνιο απαιτεί ανάπτυξη ισχύος 2 kW, ή αλλιώς την ισχύ δύο αθλητών. Τέλος, η γρήγορη βόλτα ως τη Χαλκιδική απαιτεί ισχύ περίπου 70 kW.



Σχήμα 1. Εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας. (Πηγή: «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων, Παπαδόπουλος Α., ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2002)

Η υψηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας δεν αποτελεί, ωστόσο, από μόνη της τεκμήριο τεχνολογικής, κοινωνικής ή οικονομικής προόδου. Αντίθετα, μπορεί να αποτελεί ένδειξη ανεπάρκειας και σπατάλης, αφού σημασία δεν έχει να καταναλώνει κανείς ενέργεια, αλλά να παράγει με αυτήν ωφέλιμο έργο. Έτσι μπορούμε να δούμε το δείκτη ενεργειακής έντασης, που εκφράζει το λόγο της κατανάλωσης ενέργειας προς το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) μίας

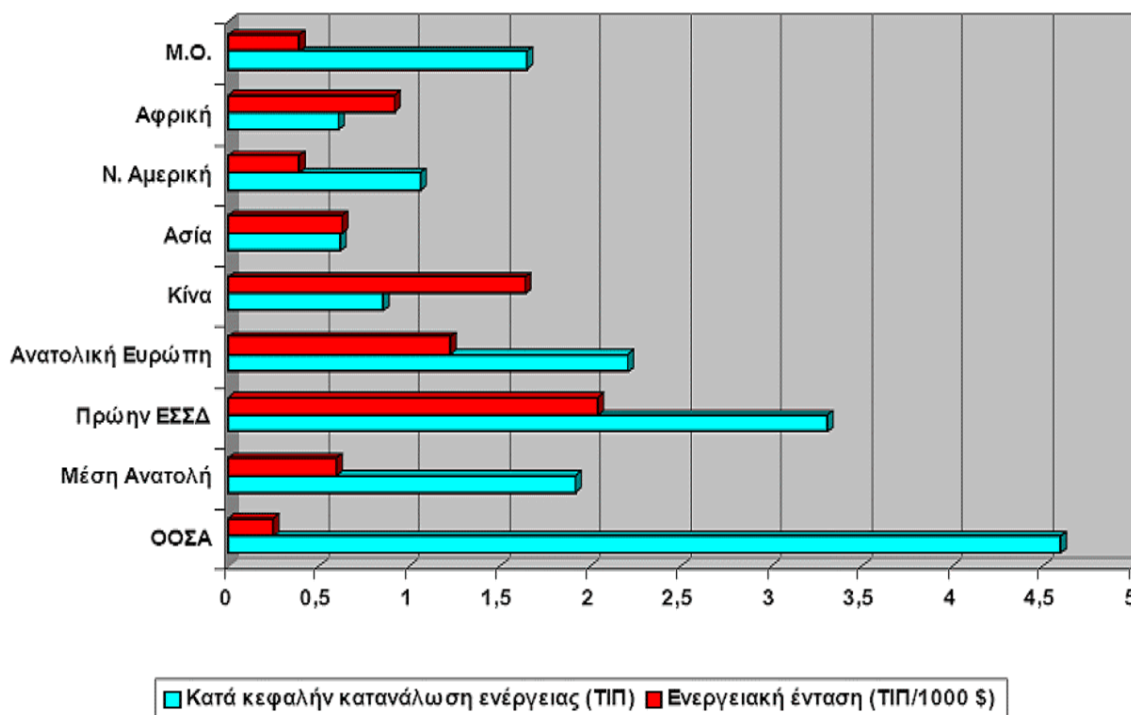


Σχήμα 2. Ανθρώπινη ισχύς και απαιτήσεις του ανθρώπου σε ισχύ.

χώρας, ή αλλιώς το σύνολο των παραγομένων αγαθών και υπηρεσιών. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις χώρες της πρώην ΕΣΣΔ, με τα πολλά τεχνολογικά και οικονομικά προβλήματα, απαιτείται περίπου η δεκαπλάσια ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή μίας μονάδας ακαθάριστου εθνικού προϊόντος απ' ότι στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ). Το ζητούμενο επομένως είναι ο προσδιορισμός, καταρχήν, και η βελτίωση, στη συνέχεια, της ενεργειακής απόδοσης.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια πολλοί τομείς της βιομηχανίας έχουν βελτιώσει την ενεργειακή τους απόδοση. Αν και δεν υπάρχει ευρωπαϊκή νομοθεσία για την ενεργειακή απόδοση, μερικά κράτη μέλη διαθέτουν σχετικούς νόμους. Τα βήματα προόδου της βιομηχανίας σε αυτό το θέμα πραγματοποιήθηκαν κυρίως αυτοβούλως από τις ίδιες τις βιομηχανίες. Η ενεργειακή απόδοση στις μεταφορές έχει αυξηθεί σημαντικά από το 1970. Ωστόσο, κατά το ίδιο χρονικό διάστημα τα χιλιόμετρα που διανύουν τα επιβατικά αυτοκίνητα έχουν υπερδιπλασιαστεί και τα χιλιόμετρα μεταφοράς εμπορευμάτων έχουν σχεδόν τριπλασιαστεί. Προβλέπεται μάλιστα τα τελευταία να

αυξηθούν περισσότερο από 50% ως το 2020. Στις αερομεταφορές, οι οποίες εξαιρέθηκαν από το πρωτόκολλο του Κυότο και από συγκεκριμένους ενεργειακούς φόρους και νόμους, η κίνηση διπλασιάζεται κάθε 8 χρόνια από το 1960.



Σχήμα 3. Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακή ένταση.

Η μεταφορά των επιβατών προβλέπεται να αυξηθεί κατά 147% από τη σημερινή το 2020. Ο τομέας των μεταφορών καταναλώνει περισσότερη ενέργεια από ότι πριν από τριάντα χρόνια. Ως εκ τούτου η ενεργειακή απόδοση, αν και σημαντική, δεν είναι δυνατό από μόνη της να αντισταθμίσει την αυξημένη ζήτηση. Η μεγάλη πρόκληση στις μεταφορές είναι η εύρεση τρόπων μείωσης της ζήτησης ενέργειας χωρίς να προκληθεί οικονομική καταστροφή. Η αύξηση της χρήσης ενέργειας στις μεταφορές αναδεικνύει προβλήματα, όχι μόνο σε ότι αφορά την ασφάλεια τροφοδοσίας και την εξάντληση των πεπερασμένων ορυκτών καυσίμων, αλλά και στις κλιματικές αλλαγές που συντελούνται παγκόσμια, την υγεία και την ποιότητα της ζωής στα αστικά κέντρα και στην ύπαιθρο.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%. Στον κτιριακό τομέα η νομοθεσία αποδείχτηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια και ιδιαίτερα στη μείωση της ενεργειακής έντασης στις νέες κατασκευές, με κλασικό παράδειγμα τους αυστηρότερους κανονισμούς θερμομόνωσης. Επιπρόσθετα, προγράμματα επίδειξης και διάχυσης της τεχνολογίας, όπως προγράμματα προώθησης ηλιακών συλλεκτών, έχουν αυξήσει τη χρήση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας στα κτίρια. Μονάδες μικρής κλίμακας με τεχνολογίες συμπαραγωγής έχουν επιτυχώς εφαρμοστεί σε αρκετά κράτη μέλη. Σημαντικό δυναμικό εξακολουθεί να υπάρχει στην ενεργειακή ανακαίνιση του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος, με παρεμβάσεις στο κέλυφος και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, επενδύσεις σε συσκευές μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης και, τέλος, με την εκπαίδευση για την



αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας. Είναι γενικά παραδεκτό ότι το 20% της σήμερα χρησιμοποιούμενης ενέργειας θα μπορούσε να εξοικονομηθεί με άμεσα μέτρα, οδηγώντας στην μη εκπομπή 430 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Το σημερινό επίπεδο τεχνολογίας είναι ικανό να μειώσει την κατανάλωση στα νοικοκυριά και τα γραφεία έως και 60%, εφαρμόζοντας μεγαλύτερης έκτασης μέτρα. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης. Παράλληλα η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων, με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Μετρήσεις σε κτίρια γραφείων και νοσοκομεία στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων καθώς και αυξημένα ποσοστά παθολογίας των ενοίκων. Τα παραπάνω καθορίζουν το πλαίσιο εξέτασης και ανάλυσης του όλου ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος των κτιρίων. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται σαν μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου, καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον.

Η διαμόρφωση συνθηκών ισορροπίας και επάρκειας στην ενεργειακή αγορά εξαρτάται, όπως είναι λογικό, από τη σχέση ζήτησης και προσφοράς. επομένως, το ενεργειακό πρόβλημα από την άποψη της παραγωγής είναι η διαφοροποίηση της γεωγραφικής κατανομής παραγωγών και καταναλωτών ενέργειας. Αντίστοιχα, το ενεργειακό πρόβλημα από την άποψη της ζήτησης έγκειται στο ότι η ανθρώπινη κοινωνία του τέλους του εικοστού αιώνα έχει συνδέσει τον τρόπο ζωής της με μία συγκεκριμένη πηγή, τα υγρά καύσιμα, σε βαθμό που ποτέ στο παρελθόν δεν είχε συμβεί κάτι τέτοιο, και δεν έχει ανακαλύψει ακόμη μία εναλλακτική ενεργειακή λύση που να μην απαιτεί ριζικές αλλαγές στις συνθήκες διαβίωσης. Τα υγρά καύσιμα αποτελούν την κινητήρια δύναμη, όχι μόνο της πλειοψηφίας των μεταφορικών μέσων, αλλά κυρίως της οικονομίας. Μία απότομη αύξηση του κόστους τους αρκεί για την εμφάνιση αποσταθεροποιητικών τάσεων σε μία πληθώρα τομέων. Η ελληνική αγορά, που παραμένει ιδιαίτερα εξαρτημένη από το πετρέλαιο, αποτελεί το αρνητικό παράδειγμα με τις έντονες επιπτώσεις που είχε η απότομη αύξηση της τιμής στη λειτουργία της οικονομίας.

Υπάρχει η τάση της εκτίμησης των αποθεμάτων ενέργειας σε ευρωπαϊκό και σε παγκόσμιο επίπεδο. Όταν οι ενεργειακές ανάγκες μιας χώρας δεν καλύπτονται από πόρους της ίδιας της χώρας, δημιουργούν σχέσεις εξάρτησης από άλλα κράτη. Διενεργούνται μελέτες υπολογισμού της διάρκειας ζωής των κοιτασμάτων των αποθεμάτων, και εξετάζεται η χρονική διάρκεια εξάντλησης των αποθεμάτων ως συνάρτηση του ρυθμού κατανάλωσής τους, αφού αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια ευημερία. Ένας σημαντικός παράγοντας, που δεν πρέπει να παραβλέπεται είναι το γεγονός ότι οι διαρκείς βελτιώσεις των τεχνολογιών εντοπισμού και άντλησης του πετρελαίου και του φυσικού αερίου καθιστούν κοιτάσματα εκμεταλλεύσιμα, τα οποία μέχρι σήμερα θεωρούνταν αντισυμβατικά. Τέτοιες τεχνολογίες αφορούν, μεταξύ άλλων, το δορυφορικό εντοπισμό κοιτασμάτων ακρίβεια ή την οριζόντια διάτρηση της υφαλοκρηπίδας, που καθιστά περιττή την ανάγκη μίας νέας, δαπανηρής γεώτρησης.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το περιβάλλον και τις επιπτώσεις σε αυτό από τη χρήση της, που δεν είναι φαινόμενο μόνο του εικοστού αιώνα. Όταν προσπαθήσει κανείς να εξετάσει την περιβαλλοντική άποψη της χρήσης της ενέργειας πρέπει να εξεταστούν φαινόμενα με μακράιωνες συνέπειες, που υπερβαίνουν κατά πολύ τον χρονικό ορίζοντα που συνήθως αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος και που προσεγγίζουν την ιστορική έννοια του χρόνου. Σχεδόν η κάθε ανθρώπινη, εκμηχανισμένη, δραστηριότητα συνεπάγεται και μία μορφή ρύπανσης, όπως είναι η χημική, η θερμική, η ραδιενεργός και η παραγωγή στερεών και υγρών αποβλήτων. Η

καύση των στερεών και υγρών καυσίμων οδηγεί αναπόφευκτα στην παραγωγή όλων αυτών των κατηγοριών ρύπων, πλην των ραδιενεργών. Οι επιπτώσεις της "αλόγιστης" ενεργειακής, αλλά και οικονομικής, ευμάρειας των δεκαετιών του 1950 και 1960, και η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, άρχισαν να γίνονται κοινή συνείδηση με αφορμή συμβάντα όπως η εμφάνιση της αιθαλομίχλης στο Λονδίνο της δεκαετίας του 1950 και του φωτοχημικού νέφους στο Λος Άντζελες στη δεκαετία του 1970. Η ευρύτερη συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων συνέπεσε με τις δύο ενεργειακές κρίσεις στην δεκαετία του 1970.

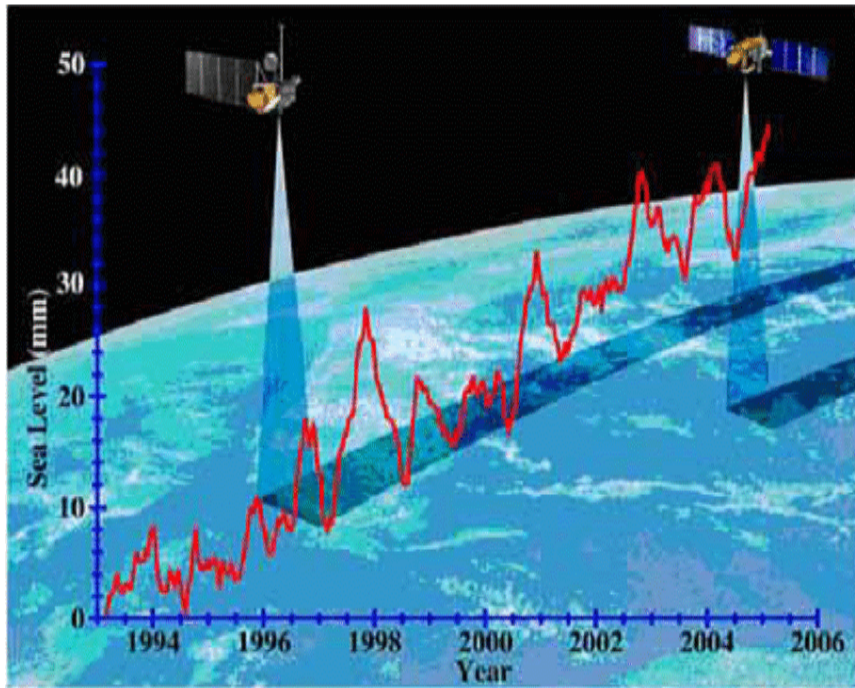
Ως συνέπεια των πρώτων έντονων φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης θεσπίστηκαν τα πρώτα νομοθετικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, κυρίως του μονοξειδίου του άνθρακα και της αιθάλης, το "London's smog act" και το "State of California environmental protection law". Τα μέτρα αυτά αποτέλεσαν τα πρώτα συγκεκριμένα, θετικά βήματα προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος και υποχρέωσαν και τις υπόλοιπες χώρες να ακολουθήσουν. Στις δεκαετίες που είχαν προηγηθεί το πρόβλημα της καύσης υδρογονανθράκων αντιμετωπίστηκε ως θέμα βελτιστοποίησής της. Στο βαθμό που αντιμετωπιζόταν το θέμα του περιορισμού των εκπομπών ρύπων, στόχος ήταν η ελαχιστοποίηση της παραγωγής του μονοξειδίου του άνθρακα με την περαιτέρω οξείδωσή του σε διοξείδιο, ο περιορισμός της εκπομπής αιθάλης και οξειδίων του αζώτου και βέβαια η αύξηση του βαθμού απόδοσης της εκάστοτε συντελούμενης διεργασίας. Στη δεκαετία του 1980, ωστόσο, επήλθε μία σημαντική ποιοτική διαφοροποίηση του προβλήματος, με τη συνειδητοποίηση της καταστροφής των δασών και των μνημείων από την "όξινη βροχή", του "φαινομένου του θερμοκηπίου" και της "τρύπας του όζοντος". Η Ακαδημία των Επιστημών των Η.Π.Α. (US National Academy of Science) διαπίστωσε, ήδη από το 1977, ότι "ο βασικός περιοριστικός παράγοντας της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων (φυσικού αερίου, πετρελαίου και άνθρακα) στους επόμενους αιώνες θα είναι η επιρροή της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα στις κλιματικές συνθήκες".

Η ευρεία εξάπλωση των περιβαλλοντολογικών ανησυχιών, κινήματων και συζητήσεων στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και στις Η.Π.Α. είναι χαρακτηριστικό της δεκαετίας 1980-1990. Η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος έπαυε να αποτελεί πεδίο δραστηριότητας μεμονωμένων ατόμων και μικρών, συχνά περιθωριακών, ομάδων και εξελίχθηκε σε έναν σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεων στο χώρο της βιομηχανίας, της οικονομίας και της πολιτικής. Στο τέλος του εικοστού αιώνα έχει γίνει αντιληπτό, ότι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων γίνεται σε μεγάλη κλίμακα, κατά πολλούς και περίπλοκους τρόπους και με μακρόχρονες, βαθιές και δύσκολα προβλέψιμες συνέπειες.

Η μετάβαση από το πετρέλαιο στην πυρηνική ενέργεια και η επιστροφή στον άνθρακα μπορεί να μειώσουν την εξάρτηση από τη μία αυτή πηγή, προκαλούν όμως σοβαρές περιβαλλοντολογικές ανησυχίες. Έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι το, καταρχήν, ακίνδυνο διοξείδιο του άνθρακα, ως το βέλτιστο προϊόν της καύσης των υδρογονανθράκων, αλλά και τα συμπαραγόμενα οξείδια του αζώτου συντελούν αποφασιστικά στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα οξείδια του θείου κρίθηκαν υπαίτια του θανάτου των δασών στη δυτική και κεντρική Ευρώπη και της καταστροφής των μνημείων στη νότιο Ευρώπη. Το ατύχημα του Τσερνόμπιλ στην πρώην Σοβιετική Ένωση, και μία σειρά από μικρότερα ατυχήματα όπως του Three Mile Island στις Η.Π.Α. και του Sellafield στη Μ.Βρετανία, κατέστησαν απτούς τους κινδύνους της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας, υπογραμμίζοντας τον κίνδυνο αυτής της εναλλακτικής λύσης. Η παρατήρηση αυτών των φαινομένων οδήγησε σε μία σειρά από διαπιστώσεις και ανάλογους φόβους, σχετικά με τις πιθανές μελλοντικές κλιματικές και περιβαλλοντικές εξελίξεις. Το πρόβλημα δεν τίθεται πλέον μόνο στη βελτιστοποίηση των διεργασιών καύσης, αλλά και στον περιορισμό τους.

Κοινή, όμως, διαπίστωση όλων των ερευνητών είναι ότι το φαινόμενο αυτό αποτελεί μία ανησυχητική και δυσάρεστη εξέλιξη, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη χάραξη μακροπρόθεσμων ενεργειακών πολιτικών. Ως χαρακτηριστική απόδειξη της θέσης αυτής, και της σοβαρότητας του προβλήματος, μπορεί να θεωρηθεί και η δήλωση της επιστημονικής κοινότητας και των κρατών του ΟΗΕ ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν

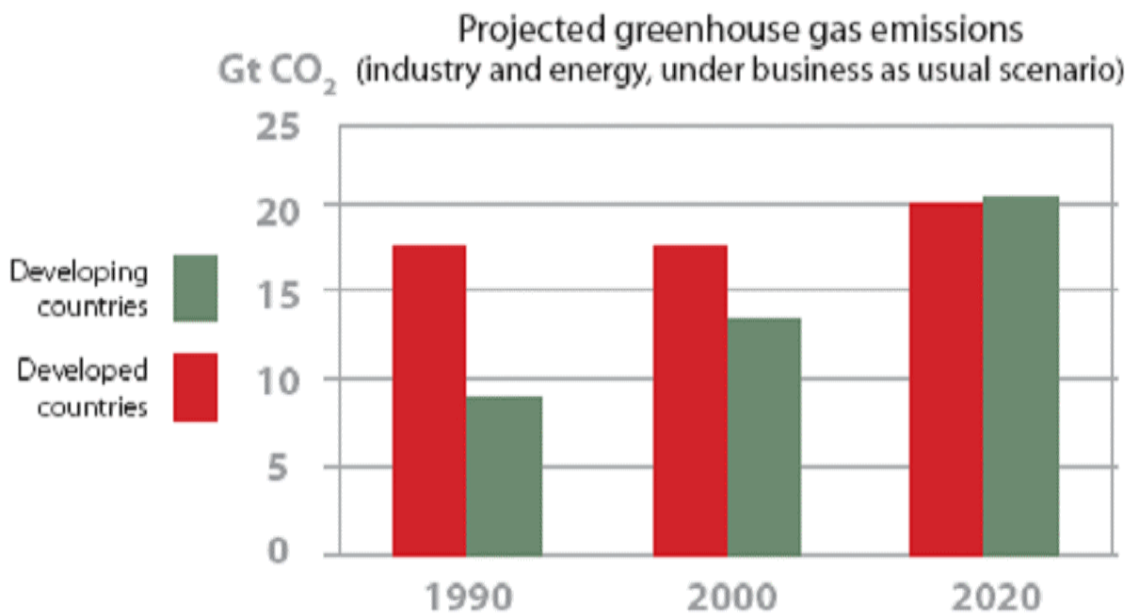
κατά τουλάχιστον 60-80% ως το 2050 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Αναμφισβήτητο γεγονός αποτελεί, επίσης, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, καταρχήν και περισσότερο του Βορείου ημισφαιρίου, εν συνεχεία όμως και συνολικά. Αναμφισβήτητο γεγονός, επίσης, αποτελεί η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η αυξητική αυτή τάση είναι βέβαια σημαντική, ειδικά επειδή συμπίπτει με το ρυθμό της παγκόσμιας αύξησης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, που συγκεντρώνονται κυρίως στο Βόρειο ημισφαίριο. Ο συσχετισμός των δύο αυτών μεγεθών αμφισβητήθηκε στη δεκαετία 1970-1980, σήμερα όμως είναι καθολικά αποδεκτός.



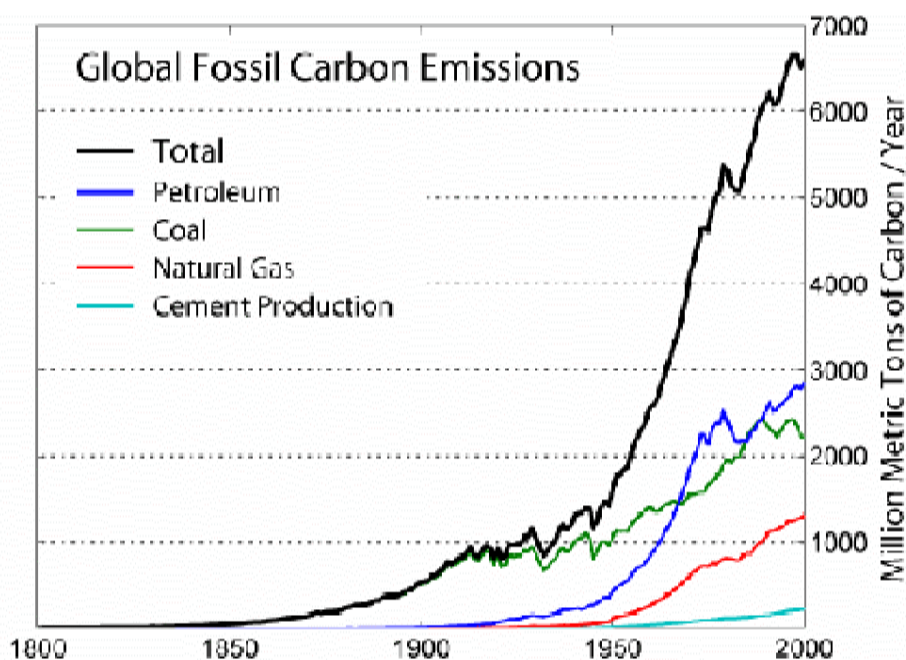
Σχήμα 4. Μεταβολή του ύψους της θάλασσας από το έτος 1994 ως το έτος 2004. (Πηγή: [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr))

Τα αποτελέσματα αυτής της ανόδου της θερμοκρασίας έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται ορατά. Οι υδάτινες μάζες έχουν αρχίσει να διαστέλλονται και οι παγετώνες να λιώνουν, με αποτέλεσμα η μέση στάθμη των θαλασσών να έχει ανέβει κατά 0.15m στο διάστημα 1850-1995. Είναι βέβαια δύσκολο να αποτιμηθεί η συμβολή του κάθε μεμονωμένου παράγοντα στην εξέλιξη αυτή, καθώς συμμετέχουν το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Η συνέχιση της σημερινής πορείας στον τομέα της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων, πέρα από την σύντομη εξάντλησή τους, θα επιφέρει σοβαρότατες κλιματικές αλλαγές με ανεπιθύμητες συνέπειες.

Είναι ενδιαφέρον να τονιστεί ότι στο επίπεδο του πλανήτη, η κλιματική αλλαγή είναι «κοινωνικά άδικη», αφού πλήττονται πολύ περισσότερο οι φτωχότερες χώρες, και ιδιαίτερα εκείνες που ιστορικά δεν έχουν ίχνος ευθύνης για την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Έχει παρατηρηθεί ότι, τα τελευταία χρόνια, καθώς οι οικονομίες των αναπτυσσόμενων χωρών βελτιώνονται και εξελίσσονται, θα αυξάνονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που παράγουν και μέχρι το 2020 και προβλέπεται να ξεπεράσουν τις αντίστοιχες εκπομπές αερίων του αναπτυγμένου κόσμου.



Σχήμα 5. Μεταβολή της παραγωγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για το διάστημα 1990- 2020 σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. (Πηγή: «European Union action against climate change – Leading global action to 2020 and beyond», 2008 Edition, Ευρωπαϊκή Επιτροπή).



Σχήμα 6. Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά έτος για τα τελευταία 200 χρόνια ανά ορυκτό καύσιμο. (Πηγή: [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr))

Όλες οι παγκόσμιες οικονομίες εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα ενεργειακά από τα ορυκτά καύσιμα. Εκτός από το μειονέκτημα της πεπερασμένης πρώτης ύλης τα ορυκτά καύσιμα

ευθύνονται κατά πολύ για την ρύπανση του πλανήτη και για διάφορα περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Στο ανωτέρω γράφημα του σχήματος 6 φαίνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά έτος για τα τελευταία 200 χρόνια και οι αντίστοιχες εκπομπές των ορυκτών καυσίμων.

Στην αρχή κάθε έτους ο Ευρωπαϊκός Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) δημοσιεύει τα Σήματα, που είναι εκθέσεις, και παρέχουν συνοπτικές ιστορίες για θέματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον τόσο για τον διάλογο πάνω στην περιβαλλοντική πολιτική όσο και για το ευρύ κοινό, στο οποίο απευθύνονται. Παρακολουθείτε το περιβάλλον και στα τριάντα δυο κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συνεργασία με το δίκτυό που έχει υλοποιηθεί από τους ερευνητές, που βρίσκονται μέχρι τα γόνατα βουτηγμένοι στο νερό, έως τις δορυφορικές εικόνες από το διάστημα, ένας τεράστιος όγκος περιβαλλοντικών δεδομένων υπόκειται σε επεξεργασία. Η εξεύρεση, μελέτη και κατανόηση του φάσματος των «σημάτων» όσον αφορά την υγεία και την ποικιλότητα του περιβάλλοντός βρίσκονται στο επίκεντρο της δραστηριότητάς. Τα σήματα σέβονται την πολυπλοκότητα του επιστημονικού υποβάθρου και αναγνωρίζουν τις αβεβαιότητες που είναι συμφυείς με όλα τα θέματα που πραγματεύονται.

Οι κρατικές παρεμβάσεις οικονομικής φύσεως στον τομέα της ενέργειας είναι συνηθισμένο φαινόμενο εδώ και αρκετά χρόνια. Οι κυβερνήσεις χρησιμοποιούν τις επιδοτήσεις για να αυξήσουν την ασφάλεια εφοδιασμού, να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές αερίων που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητα, να παρέχουν κοινωνικές παροχές και να προστατεύσουν την απασχόληση.

Για τον υπολογισμό των τιμών του κατωτέρω πίνακα χρησιμοποιήθηκαν κατά το έτος 2001 στοιχεία από πολλές πηγές και το πεδίο μελέτης περιορίστηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 κρατών μελών με κριτήριο τη διαθεσιμότητά τους. Οι συνολικές επιδοτήσεις (εκτός των εξωτερικών εξόδων) υπολογίζονται ότι ανέρχονται περίπου σε 29 δις ευρώ ετησίως. Οι επιδοτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας κατανέμονται στα καύσιμα βάσει των εισροών (inputs) παραγωγής. Ενώ το μεγαλύτερο μέρος των επιδοτήσεων διατέθηκε στα στερεά καύσιμα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έλαβαν σημαντικά μεγαλύτερη στήριξη ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας από άλλα καύσιμα. Οι κυβερνήσεις φαίνεται, επομένως, να αναγνωρίζουν ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ένας πολύ λιγότερο ανεπτυγμένος κλάδος που χρειάζεται περισσότερη στήριξη από τεχνολογικής πλευράς αλλά και στην αγορά, για να μπορέσει να έχει πλήρη εμπορική ανάπτυξη.

	Στερεά καύσιμα	Πετρέλαιο και φυσικό αέριο	Πυρηνική ενέργεια	Αναν. Πηγές ενέργειας	Σύνολο
<b>Εντός Προϋπολογισμού</b>	>6,4	>0,2	>1,0	>0,6	>8,2
<b>Εκτός Προϋπολογισμού</b>	>6,6	>8,5	>1,2	>4,7	>21,0
<b>Σύνολο</b>	>13,0	>8,7	>2,2	>5,3	>29,2

Πίνακας 1. Υπολογισμός του συνόλου των ενεργειακών επιδοτήσεων το 2001, Ευρωπαϊκή Ένωση των 15, δις ευρώ. (Πηγή: «Ενεργειακές επιδοτήσεις και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», 2004, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. ΕΟΠ)

Οι επιδοτήσεις ανά καύσιμο κατανεμήθηκαν ως εξής:

**Στερεά καύσιμα.** Σημαντικές επιδοτήσεις εντός προϋπολογισμού εξακολουθούν να παρέχονται στις βιομηχανίες άνθρακα στη Γερμανία (άνω των 4 δις ευρώ) και στην Ισπανία (άνω 3,5 δις ευρώ).

**Πετρέλαιο και φυσικό αέριο.** Η στήριξη του πετρελαίου είναι μικρή. Το φυσικό αέριο λαμβάνει σημαντική στήριξη, κυρίως εκτός προϋπολογισμού, στις Κάτω Χώρες (0,9–2,4 δις ευρώ), στο Ηνωμένο Βασίλειο (περίπου 1,4 δις ευρώ) και στην Ιταλία (περίπου 0,9 δις ευρώ).

**Πυρηνική ενέργεια.** Η στήριξη εντός προϋπολογισμού της πυρηνικής ενέργειας προέρχεται από επιχορηγήσεις στην έρευνα και ανάπτυξη που διαθέτουν τα κράτη μέλη (κυρίως η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιταλία) και η Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Στα αριθμητικά στοιχεία δεν περιλαμβάνονται τα έξοδα ασφαλιστικής κάλυψης πλήρους ευθύνης.

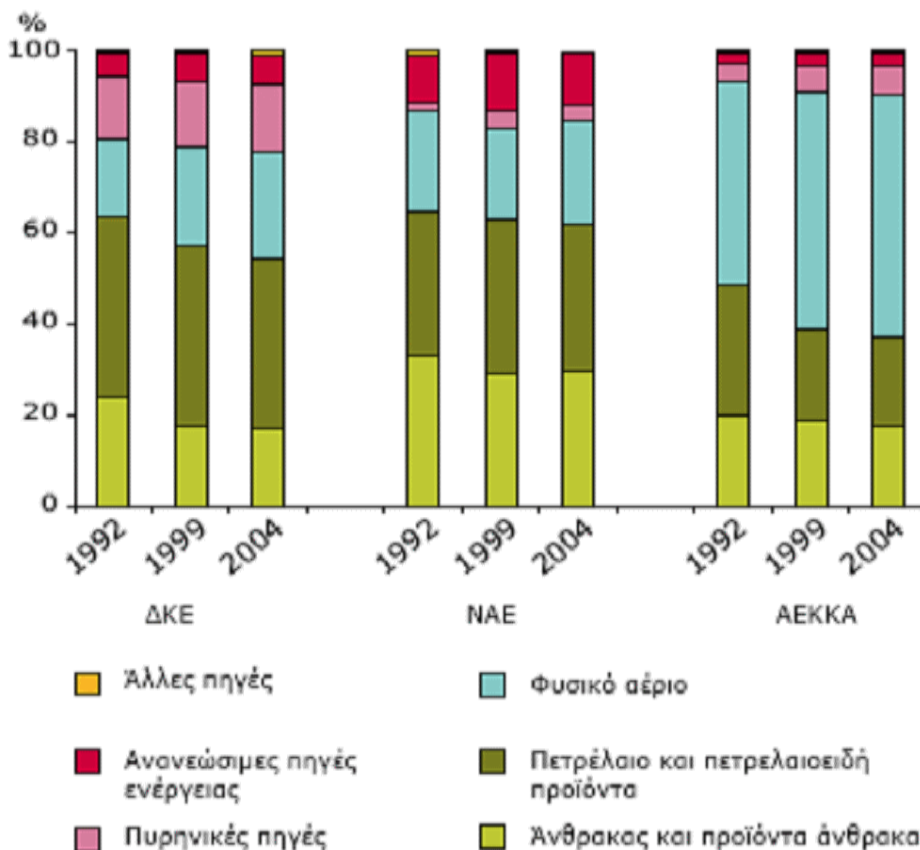
**Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.** Η στήριξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πλέον παγιωθεί και στα 15 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κάθε κράτος μέλος παρέχει έναν συνδυασμό στήριξης τιμών με τιμολόγια τροφοδότησης (feed-in tariffs), υποχρεωτική αγορά ενέργειας ή προκήρυξη διαγωνισμών, καθώς και με ποικίλες επιδοτήσεις κεφαλαίου και φορολογικούς μηχανισμούς. Το 2001, η Γερμανία και η Ιταλία παρείχαν την υψηλότερη στήριξη συνολικά, αξίας άνω του 1 δις ευρώ, κυρίως με τιμολόγια τροφοδότησης.

**Ηλεκτρισμός.** Οι Κάτω Χώρες (άνω του 1,5 δις ευρώ), το Ηνωμένο Βασίλειο (περίπου 1,5 δις ευρώ) και η Γερμανία (περίπου 1,8 δις ευρώ) παρείχαν σημαντική εκτός προϋπολογισμού στήριξη στην κατανάλωση ηλεκτρισμού.

Η σημερινή κατάσταση χαρακτηρίζεται από απελευθέρωση και ιδιωτικοποίηση της ενεργειακής αγοράς, με συνέπεια οι τιμές ενέργειας να είναι χαμηλότερες από αυτές που θα ήταν σε διαφορετική περίπτωση, να υπάρχει μεγαλύτερη διακύμανση τιμών και αυξημένος εμπορικός κίνδυνος σε σχέση με τις επενδύσεις σε νέες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Οι αρμόδιοι φορείς ενεργειακού σχεδιασμού έχουν ήδη αρχίσει να εκφράζουν τις ανησυχίες τους για τις περιορισμένες επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα σε νέες εγκαταστάσεις, καθώς προβλέπεται αύξηση της ζήτησης ενέργειας στα επόμενα τριάντα χρόνια. Οποιαδήποτε καθυστέρηση στον οριστικό παροπλισμό παλαιών εργοστασίων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, με σκοπό την εξασφάλιση του εφοδιασμού, θα καταστήσει ακόμη δυσκολότερη τη μείωση των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και που είναι απαραίτητη σύμφωνα με τις διεθνείς υποχρεώσεις. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί τη βασική αιτία της αλλαγής του κλίματος. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίων, εξασφαλίζοντας παροχή ενέργειας και περιορισμό της διακύμανσης των τιμών. Τα οφέλη αυτά αποτυπώνονται σε πολιτικούς στόχους. Οι στόχοι αυτοί δεν μπορούν, εντούτοις, να επιτευχθούν με τα σημερινά επίπεδα πολιτικής και οικονομικής στήριξης.

Η κλιματική αλλαγή συνιστά καίρια απειλή για το φυσικό περιβάλλον με πολλαπλές επιπτώσεις, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι υψηλότερες ακραίες θερμοκρασίες, οι ξηρασίες και οι πιο ραγδαίες και συχνές καταιγίδες. Η αλλαγή του κλίματος ενδέχεται επίσης να οδηγήσει στην εξαφάνιση του 15-37% των ειδών που ζουν πάνω στον πλανήτη μέχρι το 2050.

Τη στιγμή που οι περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες εξαρτώνται σήμερα από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, εκτιμώντας και την επίδραση που έχει η άνοδος της τιμής του πετρελαίου, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας αποτελούν μια ευκαιρία για αποκεντρωμένη προμήθεια ενέργειας. Τέτοιου τύπου αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας τοπικά, και είναι πολύ λιγότερο επιρρεπής στη διαφθορά και στις κρίσεις. Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας δεν ανοίγουν μόνο προοπτικές για την περιβαλλοντικά συμβατή αναδιάρθρωση της ενεργειακής μας αλυσίδας. Συμβάλλουν επίσης στην εκτόνωση εντάσεων στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, και κατ' επέκταση σε πολιτική και οικονομική ασφάλεια.



όπου ΔΚΕ: Δυτική και Κεντρική Ευρώπη

ΝΑΕ: Νότιοανατολική Ευρώπη

ΑΕΚΚΑ: Ανατολική Ευρώπη, Καύκασος και Κεντρική Ασία

Σχήμα 7. Συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή καυσίμου. (Πηγή: «Το περιβάλλον στην Ευρώπη - Τέταρτη Αξιολόγηση, Σύνοψη», 10-10-2007, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, ΕΟΠ)

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει έναν υποχρεωτικό στόχο: 20% του συνόλου της ενέργειας στην Ευρώπη θα πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (που σημαίνει όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: αιολική, ηλιακή, κυματική κ.λπ. καθώς και την βιοενέργεια) μέχρι το 2020. Προς το παρόν, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανέρχονται στο 6,7% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη, όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα του σχήματος 5.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν καταπληκτικό δυναμικό ως προς την δημιουργία και διαφύλαξη θέσεων εργασίας. Μελέτη του WWF για τη Βιομάζα «Biomass Study» εντοπίζει ένα δυναμικό απασχόλησης της τάξεως των 170.000-290.000 θέσεων εργασίας πλήρους απασχόλησης στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) μόνο και μόνο από αυτή την συγκεκριμένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Οι εν λόγω θέσεις εργασίας υπολογίζεται ότι θα δημιουργηθούν κυρίως σε αγροτικές, αδύναμες από πλευράς υποδομών, περιοχές και θα είναι ως εκ τούτου εξαιρετικά σημαντικές.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επίσης προβλέπει ότι η σταθερή προμήθεια ανανεώσιμης ενέργειας θα έχει θετικές επιπτώσεις στην απασχόληση. Η Κομισιόν ορίζει μια Κοινοτική Στρατηγική και

Σχέδιο Δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Λευκή Βίβλο με τίτλο "Ενέργεια για το Μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας". Η Λευκή αυτή Βίβλος έγινε Κοινοτική Οδηγία για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές (οδηγία 77/2001/ΕΚ) με διπλό στόχο: 12,5% της ενεργειακής κατανάλωσης και 22,1% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2010. Σύμφωνα με την Κομισιόν, διπλασιάζοντας το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε 22,1% μέχρι το 2010, θα δημιουργηθούν περίπου 500.000 νέες θέσεις εργασίας. Με την υιοθέτηση της Οδηγίας 77/2001/ΕΚ, η Ελλάδα δεσμεύτηκε να παράγει το 20,1% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Η Διεθνής Ομάδα για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), ένας οργανισμός του Ο.Η.Ε. που αποτελεί σημείο συνάντησης εκατοντάδων ειδικών επί του κλίματος από ολόκληρο τον κόσμο, προβλέπει ότι μέχρι το 2100 η μέση παγκόσμια θερμοκρασία είναι πολύ πιθανό να αυξηθεί περαιτέρω κατά 1,8°C έως 4°C –και στη χειρότερη περίπτωση έως 6,4°C– εκτός αν οι άνθρωποι αναλάβουν δράση για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αν και με την πρώτη ματιά η διαφορά δεν μοιάζει σημαντική, στη διάρκεια της τελευταίας εποχής των πάγων, πριν από 11.500 χρόνια, η μέση θερμοκρασία στον πλανήτη ήταν μόνο κατά 5°C χαμηλότερη από τη σημερινή, και παρόλ' αυτά το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης ήταν καλυμμένο από ένα χοντρό στρώμα πάγου!





# 1

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### Περιεχόμενα

1.1 Περιβάλλον και νομοθεσία.	18
1.2 Ανάπτυξη και περιβάλλον.	19
1.3 Προβλήματα της σημερινής παγκόσμιας κατάστασης.	23
1.4 Το ενεργειακό πρόβλημα.	24
1.5 Κλιματική αλλαγή.	27
1.6 Το Πρωτόκολλο του Κυότο.	30
1.7 Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων.	33
1.8 Τοπικές ανισότητες και αναπτυξιακές ανάγκες στην Ελλάδα.	36
1.9 Πολιτική διαχείρισης περιβαλλοντικής προστασίας.	37

## 1.10 Φορείς και μέσα άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής.

45

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται μια συνοπτική αναφορά σε ορισμένα ζητήματα, που είναι σχετικά με το περιβάλλον και αποτελούν βασικά σημεία αναφοράς για να αναπτυχθεί εμπεριστατωμένα το θέμα του περιβάλλοντος.

### 1.1 Περιβάλλον και νομοθεσία.

Ο άνθρωπος στην αρχή της πορείας του θεοποίησε τα στοιχεία και τα φαινόμενα της φύσης. Όταν όμως άρχισε να ανακαλύπτει τα μυστικά της θεοποίησε τον εαυτό του. Με όργανο την τεχνολογική γνώση προσπάθησε να υποτάξει τη φύση και στράφηκε με εχθρότητα στο βιοσύστημα του πλανήτη μας. Προκάλεσε καταστροφές στα οικοσυστήματά του και παραμόρφωσε τις συνθήκες ζωής στη βίοσφαιρα. Έκανε αλόγιστη «εκμετάλλευση» και «αξιοποίηση» της φύσης. Η ποιότητα της ζωής του ανθρώπου θυσιάστηκε από τον ίδιο για μεγέθυνση της παραγωγής. Και έφερε τις νέες πληγές του Φαραώ: τη μόλυνση του εδάφους, των υδάτων και των αέρων, την αποψίλωση των δασών, τις πλημμύρες, τους καύσωνες, τις ξηρασίες και τις κατολισθήσεις εδαφών.

Ο συνταγματικός νομοθέτης, με το άρθρο 24 του Συντάγματος, που θεσπίστηκε το 1974, ανήγαγε ρητώς σε βασική υποχρέωση του Κράτους την προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος και για τη διαφύλαξή του επιβάλλει τη λήψη ιδιαίτερων προληπτικών ή κατασταλτικών μέτρων, που λειτούργησαν ως καταλύτης για την προώθηση νόμων και κανονιστικών πράξεων. Η Πολιτεία, ανταποκρινόμενη στην υποχρέωση της αυτή, έχει ενσωματώσει στην εσωτερική έννομη τάξη της πλήθος διεθνών συμβάσεων που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος. Το περιβαλλοντικό δίκαιο άρχισε να εμπλουτίζεται σημαντικά με κοινοτικούς και διεθνείς κανόνες, οι οποίοι από την αρχή της δεκαετίας του ογδόντα διεισδύουν στην έννομη τάξη μας. Τέλος, διεθνείς συμβάσεις, με ευρεία ή περιορισμένη εμβέλεια, ενίσχυσαν και αυτές με τη σειρά τους το σώμα των σχετικών κανόνων. Με αυτούς τους όρους αποκτήσαμε, παρά τα κενά και τις αντιφάσεις, που συναντούμε αναπόφευκτα, μια σύγχρονη κατά βάση περιβαλλοντική νομοθεσία. Μια ενδεικτική κατηγοριοποίηση παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι της παρούσας εργασίας, όπου καταχωρήθηκε ένα μεγάλο μέρος της ελληνικής νομοθεσίας σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Η αναθεώρηση του Συντάγματος το 2001 έδωσε λαβή για την πιο έντονη συζήτηση που έγινε ως σήμερα στη χώρα μας σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Ενώ υπήρξε η τάση για την προώθηση ρυθμίσεων για τον «εξορθολογισμό» ορισμένων διατάξεων του άρθρου 24, οι περιβαλλοντικές οργανώσεις επέτυχαν να συμπύξουν ένα ισχυρό κοινωνικό μέτωπο για να εκφράσουν την αντίθεσή τους σε κάθε τροποποίησή του. Από την αντιπαράθεση αυτή κερδισμένη βγήκε η προστασία του περιβάλλοντος, αφού το Σύνταγμα εμπλουτίστηκε με νέες φιλικότερες προς αυτήν ρυθμίσεις.

Το Συνέδριο του ΟΗΕ για το Ανθρώπινο Περιβάλλον στη Στοκχόλμη το 1972, το Συνέδριο του ΟΗΕ για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992, και η Παγκόσμια Συνδιάσκεψη για την Αειφόρο Ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ το 2002 αποτελούν ορόσημα της ανάπτυξης και ωρίμανσης του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου. Μέσα από αυτές τις διασκέψεις τέθηκαν οι βάσεις και αρχές του περιβαλλοντικού δικαίου, οδηγώντας στην σύναψη πολλών περιβαλλοντικών συμβάσεων οι οποίες φέρουν δεσμευτικές διατάξεις, αλλά και διεθνών οργανισμών για να συντονίζουν τις αυξανόμενες ανάγκες που χαρακτηρίζουν την περιβαλλοντική προστασία.

Η σύμβαση για τη διεθνή εμπορία απειλούμενων ειδών πανίδας και χλωρίδας (CITES, 1973) και την ίδρυση του Περιβαλλοντικού προγράμματος του ΟΗΕ (UNEP), η Σύμβαση-Πλαίσιο του ΟΗΕ για τις Κλιματικές Αλλαγές, καθώς και η Σύμβαση για την Βιοποικιλότητα και η Επιτροπή Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ (CSD) που συμφωνήθηκαν στη Διάσκεψη του Ρίο το 1992 είναι τα πιο χαρακτηριστικά προϊόντα των διεργασιών για την επίτευξη διεθνούς περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Παρά την ύπαρξη μηχανισμών παρακολούθησης της συμμόρφωσης των κρατών μερών, οι πιέσεις που μπορούν να ασκήσουν είναι περιορισμένες, καθώς οι διεθνείς σχέσεις συνεχίζουν να βασίζονται στην έννοια της εθνικής κυριαρχίας. Όμως τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχει μία γενική τοποθέτηση υπέρ της συμμόρφωσης με τις διεθνείς απαιτήσεις.

Ένα από τα ζητήματα, που ανακύπτουν, είναι ότι για τη διαχείριση του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη ισχύουν παράλληλα εθνικοί, κοινοτικοί και διεθνείς κανόνες. Αν και υπάρχουν ακόμη κενά, ασάφειες και ανεπάρκειες, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην περιβαλλοντική νομοθεσία. Προβλήματα πάντως, και μάλιστα εκρηκτικά, συναντούμε κατά την εφαρμογή των περιβαλλοντικών κανόνων στην πράξη. Ενδημεί η αντίληψη ότι με την εισαγωγή νέων θεσμών και τη θέσπιση νέων κανόνων είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν τα συσσωρευόμενα προβλήματα. Η αντίληψη αυτή είναι όμως απρόσφορη για τη λύση τους, σε περιοχές μάλιστα, όπως το περιβάλλον και η αειφόρος ανάπτυξη, που απαιτούν στην εποχή μας σύγχρονες, σύνθετες και απαιτητικές δράσεις. Από την άλλη πλευρά, η περιβαλλοντική διακυβέρνηση απαιτεί την οργάνωση ενός αξιόπιστου συστήματος, το οποίο εγγυάται την εφαρμογή των κανόνων με προσωπικό υψηλών προδιαγραφών, την κατάλληλη στέγαση των υπηρεσιών, τον απαραίτητο εξοπλισμό τους, τη διάθεση των αναγκαίων πόρων, την επεξεργασία προγραμμάτων δράσης, την παρακολούθηση της εφαρμογής τους και την αποκρυστάλλωση σταθερών και βέλτιστων πρακτικών. Πρωταγωνιστής σε αυτήν την προοπτική πρέπει να είναι η κοινωνία των πολιτών.

## 1.2 Ανάπτυξη και περιβάλλον.

Αρχικά, ο όρος «ανάπτυξη» χρησιμοποιήθηκε στη βιολογία για να εξηγήσει την φυσική ανάπτυξη των φυτών και των ζώων. Η ανάπτυξη υπόκειται στο γενετικό κώδικα των φυτών και των ζώων, προϋπόθεση της ανάπτυξης, καθώς και στις εξελικτικές του δυνατότητες. Το τελευταίο τέταρτο του δεκάτου ογδόου αιώνα ο όρος μεταφέρεται από την βιολογία στις κοινωνικές επιστήμες με την ίδια έννοια, προκειμένου να περιγράψει την διαδικασία των κοινωνικών αλλαγών. Έκτοτε πολλοί κοινωνικοί επιστήμονες χρησιμοποίησαν τον όρο αυτό. Σύντομα, ο όρος άρχισε να χρησιμοποιείται και από τους πολιτικούς, μόνο που προϋπόθεση της ανάπτυξης, αποτελεί η ιστορία η οποία έτσι θεωρείται ως μία διαδικασία με αναγκαίο και αναπόφευκτο προορισμό. Με αποτέλεσμα η βιομηχανοποιημένη παραγωγή και ζωή να γίνει το κοινωνικό ζητούμενο. Η έννοια της Ιστορίας διαστρεβλώθηκε και ο δυτικός τρόπος κοινωνικής ζωής ορίστηκε ως πρότυπο και επιβλήθηκε στους υπόλοιπους διαφορετικούς πολιτισμούς. Στο δέκατο ένατο αιώνα ο όρος «ανάπτυξη» αρχίζει να συσσωρεύει μία ποικιλία εννοιών και νοημάτων. Στις αρχές του εικοστού αιώνα λόγω της ανάπτυξης των αστικών κέντρων ο όρος «αστική ανάπτυξη» είναι πλέον ευρύτατα διαδεδομένος περιγράφοντας, όμως τον τρόπο με τον οποίο αναμορφώθηκε το αστικό περιβάλλον, επομένως δεν αποδίδει τη γενική εικόνα, που συσχετίζεται σήμερα με τη λέξη ανάπτυξη. Με την πάροδο των χρόνων ο όρος συνεχίζει να συσσωρεύει ποικίλες έννοιες για να φτάσει στη σύγχρονη εποχή να αποτελεί έναν ασαφή όρο, ο οποίος στερείται ακριβούς νοήματος. Μάλιστα, ακόμη και η κοινά αποδεκτή αντίληψη ότι σαν όρος αποπνέει θετική χροιά, αφού συνδέεται με έννοιες όπως εξέλιξη, ωρίμανση και πρόοδος, τείνει να αμφισβητείται.

Ο όρος ανάπτυξη είχε αποκτήσει οικονομικό προσανατολισμό και αναφερόταν στην αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος των υπανάπτυκτων χωρών. Θεωρήθηκε ότι η οικονομική εξέλιξη των χωρών αυτών θα έχει ως συνέπεια και την βελτίωση του κοινωνικού τους χαρακτήρα, οπότε προέκυψε η έκφραση της κοινωνικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με την οικονομική ανάπτυξη.

Παρ'όλ'αυτά, σημαντικά προβλήματα όπως το οικολογικό, το πληθυσμιακό, τα προβλήματα φτώχειας, πείνας, ανεργίας, κοινωνικών ανισοτήτων κ.α. ήρθαν διαδοχικά στο προσκήνιο, με αποτέλεσμα οι ιδιαιτερότητες του κάθε πολύπλοκου προβλήματος να οδηγήσουν σε αμφισβήτηση της μεθόδου κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης.

Στη συνέχεια, η έννοια της ανάπτυξης εστιάστηκε στον άνθρωπο και στις βασικές ανάγκες του, όπως πείνα, δυστυχία κ.α., στοχεύοντας σε μία στρατηγική η οποία θα πετύχαινε να επιφέρει ένα ελάχιστο επίπεδο συνθηκών ζωής παγκοσμίως μέχρι το τέλος του αιώνα. Η στρατηγική αυτή πρότεινε την απευθείας αντιμετώπιση των βασικών προβλημάτων του ανθρώπου σε αντίθεση με τις προηγούμενες στρατηγικές οι οποίες θεωρούσαν ότι τα βασικά αυτά προβλήματα θα επιλύονταν σαν συνέπεια της ίδιας της ανάπτυξης. Η δεκαετία του 1980 ονομάστηκε «η χαμένη δεκαετία της ανάπτυξης», γιατί επικράτησε γενικότερα ένας πεσιμισμός ως προς τα επιτεύγματα των προηγούμενων χρόνων στο όνομα της ανάπτυξης. Στη δεκαετία του 1990 ένα νέο ήθος ανάπτυξης παρουσιάστηκε: η «επανάπτυξη» (redevelopment), η οποία είχε δύο ξεχωριστές κατευθυντήριες γραμμές. Για τις αναπτυγμένες χώρες σήμαινε την ανάπτυξη ξανά όσων δεν είχαν αναπτυχθεί σωστά ή ήταν πλέον απαρχαιωμένα. Για τις υπόλοιπες, σήμαινε τον παροπλισμό όσων είχαν απομείνει από τη δεκαετία του ογδόντα, με σκοπό να δημιουργηθεί χώρος για τα κατάλοιπα που προέκυψαν από τις προηγούμενες περιόδους ανάπτυξης των ανεπτυγμένων χωρών, όπως πυρηνικά απόβλητα, απαρχαιωμένα ή ρυπογόνα βιομηχανικά εργοστάσια, απούλητα ή απαγορευμένα εμπορεύματα. Οι τελευταίες, στο όνομα της ανταγωνιστικότητας, υποχρεώθηκαν στην αποδοχή της καταστροφής όσων είχαν αναπτυχθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια από φόβο μην μείνουν έξω από τον αγώνα της ανάπτυξης.

Έτσι φτάνουμε στην έννοια της «αειφόρου ανάπτυξης», όπως ορίστηκε από την έκθεση Brundtland. Ως αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται «η ανάπτυξη η οποία καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος, ξεκινώντας από τις ανάγκες των φτωχότερων, χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες». Η έκθεση Brundtland προωθεί μία πράσινη και δημοκρατική επανάπτυξη «για το κοινό μας μέλλον», χρησιμοποιώντας τον όρο περιβάλλον σαν «σημαία» για τον καθορισμό μίας νέας πολιτικής ανάπτυξης. Η έκθεση Brundtland (1987) της Παγκόσμιας Επιτροπής για την Ανάπτυξη και το Περιβάλλον - συντάχθηκε υπό την προεδρία της τότε πρωθυπουργού της Νορβηγίας κ. Gro Harlem Brundtland - θεωρείται ο ιδεολογικός προπομπός και η βάση για την Agenda 21 και την έναρξη της εφαρμογής της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης. (Agenda 21 2007). Συμπερασματικά, ένα βασικό πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές και διαφορετικές αντιλήψεις για την έννοια της ανάπτυξης και πώς αυτή μπορεί να επιτευχθεί. Συνήθως οι διατυπωμένες θεωρίες είναι μόνο επιστημονικές και αφορούν κυρίως στην οικονομική διάσταση της ανάπτυξης.

Στο συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για το Ανθρώπινο Περιβάλλον, που έγινε στη Στοκχόλμη το 1972, το περιβάλλον αποτέλεσε μέρος της διεθνούς ατζέντας για πρώτη φορά. Τέθηκαν υπό συζήτηση διακρατικά θέματα όπως η μόλυνση της Βαλτικής, η όξινη βροχή κ.α. Έτσι, ήρθε στο προσκήνιο μία νέα κατηγορία προβλημάτων, τα «παγκόσμια ζητήματα». Άρχισε να προωθείται μία νέα αντίληψη, σύμφωνα με την οποία ο κόσμος αποτελεί ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί υπό την επίδραση πολλών κοινών και αλληλοσχετιζόμενων περιορισμών. Αποτελεί ένα σύστημα του οποίου η σταθερότητα εξαρτάται από την ισορροπία των συστατικών του μερών, όπως ο πληθυσμός, η τεχνολογία, οι φυσικοί πόροι, το περιβάλλον κ.α. Στο παγκόσμιο οικοσύστημα δόθηκε η ερμηνεία που μεγέθυνε τις διαχειριστικές ευθύνες του ανθρώπου. Πρότεινε την παγκόσμια κοινωνία ως μονάδα ανάλυσης και έθετε τον Τρίτο Κόσμο στο κέντρο του παγκόσμιου ενδιαφέροντος. Και φυσικά, παρότι η ιδέα της ανάπτυξης είχε καταρρεύσει, η νέα αυτή ερμηνεία του παγκόσμιου οικοσυστήματος υιοθετήθηκε άμεσα από εκείνους που αισθάνονταν υπεύθυνοι για την τύχη του κόσμου, δίνοντας τους, εκ νέου, ένα νέο κίνητρο για να κρατηθούν: την επιδίωξη της σταθερότητας.

Ένα από τα φαινόμενα που αποτελούσαν εμπόδιο ήταν το γεγονός ότι 1 χώρες του Τρίτου Κόσμου δεν δίσταζαν να στραφούν κατά της φύσης στο όνομα της συνεχούς προόδου και στην προσπάθειά τους να αυξήσουν το ακαθάριστο εθνικό προϊόν. Ένα δεύτερο εμπόδιο που έπρεπε να

ξεπεραστεί, ήταν το γεγονός ότι από την βιομηχανική επανάσταση και μετά, η πρόοδος ήταν άρρηκτα συνδεδεμένη με την τεχνολογική πρόοδο, που επέτασσε, την μονόπλευρη εκμετάλλευση ολόενα και περισσότερων φυσικών πόρων. Ένα τελευταίο φράγμα, που ξεπεράστηκε, ήταν το γεγονός ότι ο περιβαλλοντισμός θεωρούνταν επιζήμιος στην προσπάθεια μείωσης της φτώχειας. Η απαίτηση μείωσης της φτώχειας παγκοσμίως ήταν ανέκαθεν μία από τις βασικές επιδιώξεις του κινήματος της ανάπτυξης. Αρχικά, όμως η φτώχεια δεν θεωρούνταν ότι συσχετιζόταν με την περιβαλλοντική υποβάθμιση αλλά εξεταζόταν μόνο ως χαρακτηριστικό της επίδρασης της βιομηχανοποίησης. Αργότερα όμως, με την συνεχιζόμενη απονίλωση και ερημοποίηση αρκετών αναπτυσσόμενων σημείων του πλανήτη, οι φτωχοί άρχισαν να αναγνωρίζονται ως μεσάζοντες της περιβαλλοντικής καταστροφής. Διαπιστώθηκε ότι η φτώχεια μειώνει την δυνατότητα των ανθρώπων να χρησιμοποιούν τους φυσικούς πόρους με έναν αειφόρο τρόπο, και έτσι εντείνει την πίεση προς το περιβάλλον. Μία αναγκαία αλλά όχι επαρκής συνθήκη για την εξάλειψη της απόλυτης φτώχειας είναι η σχετικά άμεση αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος στις χώρες του Τρίτου Κόσμου.

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης συνεπάγεται όρια - όχι απόλυτα όρια αλλά περιορισμούς - που επιβάλλονται από την σημερινή κατάσταση της τεχνολογίας και της κοινωνικής οργάνωσης των περιβαλλοντικών πόρων και από την ικανότητα της βιόσφαιρας να απορροφά τις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αλλά τεχνολογία και κοινωνική οργάνωση μπορούν και οι δύο να επηρεαστούν και να βελτιωθούν ώστε να οδηγήσουν σε μια νέα εποχή οικονομικής μεγέθυνσης. Ένας κόσμος στον οποίο η φτώχεια θα είναι ενδημική, πάντα θα είναι επιρρεπής σε οικολογικές και άλλες καταστροφές. Το να καλυφθούν οι ουσιώδεις ανάγκες δεν απαιτεί μόνο μια νέα εποχή οικονομικής μεγέθυνσης για τα έθνη, στα οποία η πλειοψηφία είναι φτωχοί, αλλά και μια διαβεβαίωση ότι αυτοί οι φτωχοί θα πάρουν ένα δίκαιο μερίδιο από τους πόρους που απαιτούνται για να στηριχθεί αυτή η ανάπτυξη. Μια τέτοια ισότητα θα μπορούσε να υποστηριχθεί από πολιτικά συστήματα τα οποία εξασφαλίζουν αποτελεσματική συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και από μεγαλύτερη δημοκρατία στη διεθνή λήψη αποφάσεων. Η βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μόνον αν το μέγεθος του πληθυσμού και της οικονομικής μεγέθυνσης είναι σε αρμονία με το μεταβαλλόμενο παραγωγικό δυναμικό των οικοσυστημάτων. Τέλος, η βιώσιμη ανάπτυξη δεν είναι μια σταθερή κατάσταση αρμονίας, αλλά μάλλον μια διαδικασία αλλαγής, στην οποία η εκμετάλλευση των πόρων, η κατεύθυνση των επενδύσεων και η θεσμική αλλαγή είναι συνεπείς με τις μελλοντικές καθώς και με τις τωρινές ανάγκες. Δεν ισχυριζόμαστε ότι η διαδικασία είναι εύκολη. Η ανάπτυξη εξυπηρετεί πάντα την αύξηση του εθνικού ακαθάριστου προϊόντος αλλά και την αναχαίτιση της οικολογικής καταστροφής για τις επόμενες γενεές.

Ως αξιόβιωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη ορίζεται η διαχρονική πορεία προς την ταυτόχρονα οικονομική, κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική και τεχνική/τεχνολογική ανάπτυξη, η οποία θα τελείται πάντα σε διαλεκτική αρμονία και με σεβασμό στον άνθρωπο και το 'ολικό' του περιβάλλον, φυσικό και πολιτισμικό, μέσα στο οποίο αυτός και οι συλλογικότητές του οφείλουν να εντάσσονται ειρηνικά και δημιουργικά ως αναπόσπαστα μέρη του και όχι ως κυρίαρχοι, ιδιοκτήτες και εκμεταλλευτές του. Προϋπόθεση για την επίτευξη της αξιόβιωτης ολοκληρωμένης ανάπτυξης, για μια καλύτερη δηλαδή ζωή σε έναν καλύτερο κόσμο, αποτελεί η ύπαρξη ατομικής και συλλογικής μόρφωσης, βούλησης και δράσης όλων των πολιτών ώστε να αξιοποιήσουν την επιστημονική και διεπιστημονική μεθοδολογία, την τεχνολογική πρόοδο, την εργασία, τη δημιουργικότητα και τη φαντασία τους με βάση τις πανανθρώπινες αξίες της ειρήνης, της δικαιοσύνης, της αλληλεγγύης, της πολιτικής οικονομικής και κοινωνικής δημοκρατίας και ηθικής, της δημιουργικής άμιλλας, του μέτρου και του σεβασμού στη φύση και τους πολιτισμούς των ανθρώπων. Σύμφωνα με την αξιόβιωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη οποιαδήποτε διάσταση της ανάπτυξης, για παράδειγμα η οικονομική, θεμελιώνεται, συμβαδίζει και συντελεί και στην ανάπτυξη όλων των άλλων διαστάσεων της ανάπτυξης, κοινωνική, πολιτική, πολιτισμική αντίστοιχα. Η ανάπτυξη αφορά όλους τους ανθρώπους, όπου κι αν αυτοί βρίσκονται. Αξιοποιεί την κατάλληλη τεχνολογία για αυτό και την αναπτύσσει ανάλογα με τις χωρικές και χρονικές κάθε

φορά συνθήκες. Έχει ως βασικό άξονα των δράσεών της τόσο σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό, υπερεθνικό και πλανητικό επίπεδο την ανάγκη προστασίας της φύσης αναγνωρίζοντας την ενότητα ανθρώπου και φύσης.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην οικονομική ανάπτυξη αυτή δεν βασίζεται στον ασύδοτο ανταγωνισμό των «αναπτυγμένων» χωρών, δεν ρυπαίνει και δεν «αυτοσυγχωρείται» με βάση τις αρχές του «ο ρυπαίνων πληρώνει» ή μέσα από τους μηχανισμούς των «δικαιωμάτων ρύπανσης». Δεν επηρεάζει την πολιτική προκειμένου να εξυπηρετηθούν συγκεκριμένα οικονομικά συμφέροντα, δε διαφθείρει συνειδήσεις πολιτικών, επιστημόνων, καλλιτεχνών, κινημάτων, συνδικάτων. Δεν επιδιώκει παθητικούς πολίτες - καταναλωτές. Δεν ομογενοποιεί τους πολιτισμούς, τα ήθη και τις αξίες των τοπικών πολιτισμών. Δεν αλλοτριώνει τις ανθρώπινες και κοινωνικές σχέσεις μέσα από τις διαδικασίες παραγωγής. Δεν «εκμεταλλεύεται» προς όφελός της την επιστήμη, την έρευνα και την τεχνολογία χρηματοδοτώντας μόνο εμπορεύσιμα και κερδοφόρα προϊόντα και υπηρεσίες. Δε θέτει σε κίνδυνο τα φυσικά και ανθρώπινα διαθέσιμα απειλώντας την εδώ και εκατομμύρια χρόνια ασφάλεια, ακεραιότητα και ισορροπία του πλανήτη. Δεν ενισχύει την αδικία και τις ανισότητες και το χάσμα στα πρότυπα διανομής και κατανάλωσης ανάμεσα σε πλούσιες και φτωχές χώρες, ανάμεσα στις κοινωνικές τάξεις.

Όσον αφορά στην πολιτική διάσταση της αξιοβίωτης ολοκληρωμένης ανάπτυξης, έχει ως βασικό στόχο την ουσιαστική συμμετοχή όλων των ανθρώπων σε όλα τα επίπεδα της πολιτικής και κοινωνικής ζωής με τέτοιο τρόπο ώστε η προαγωγή των ενδιαφερόντων και συμφερόντων να τελείται με σεβασμό στα δικαιώματα των άλλων και με στόχο ένα φιλικό και ισορροπημένο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον και την ποιότητα μιας αξιοβίωτης ζωής. Θα πρέπει να έχει ως ισχυρό θεμέλιο και να εγγυάται ταυτόχρονα τη δημόσια παιδεία, μόρφωση, πολιτισμό στην οποία θα έχουν ισότιμη πρόσβαση όλοι, προϋπόθεση για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των πολιτών, την απόκτηση πολιτικής και κοινωνικής συνείδησης και ευθύνης.

Η κοινωνική διάσταση της αξιοβίωτης ολοκληρωμένης ανάπτυξης θα πρέπει να σέβεται τις αξίες της ειρήνης, της δικαιοσύνης, της αλληλεγγύης και του μέτρου. Προκειμένου όμως να είναι εφικτή θα πρέπει να αλλάξει ριζικά το κατεστημένο μοντέλο (παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης), το οποίο βασίζεται στην υπερπαραγωγή, στην άνιση διανομή, στην «ληηλασία» των φυσικών και ανθρώπινων πόρων, στην ανταγωνιστικότητα και στην κερδοφορία. Η μεθοδολογία, που θα πρέπει να ακολουθηθεί για τη ριζική αυτή αλλαγή, δεν μπορεί να είναι εκ των άνω επιβαλλόμενη αλλά θα πρέπει να υπαγορευτεί συνειδητά από τη βάση, από τους πολίτες τους ίδιους. Αυτό προϋποθέτει όμως την κατάλληλη παιδεία και καλλιέργεια μέσα από την οποία θα προκύπτουν ανεξάρτητοι και συνειδητοποιημένοι πολίτες που δε θα υπακούουν στις σημερινές πολιτικές πολιτισμικής και πολιτικής ομογενοποίησης των ανθρώπινων κοινωνιών.

Η πολιτισμική διάσταση της αξιοβίωτης ολοκληρωμένης ανάπτυξης είναι και η ισχυρότερη των διαστάσεών της με την έννοια ότι οι διάφοροι πολιτισμοί στην ιστορία του ανθρώπου συνέβαλαν στην εξέλιξη των ιδεών, των αξιών, των δομών κοινωνικής οργάνωσης και ουσιαστικά στην ίδια την έννοια της ανάπτυξης και των αλληλεπιδρόντων διαστάσεών της. Συνεπώς μέσα από αυτή θα καθοριστούν και οι υπόλοιπες διαστάσεις της ανάπτυξης. Η πολιτισμική διάσταση σέβεται τα διάφορα στοιχεία των τοπικών πολιτισμών ως στοιχείο ζωντανής αλληλεπίδρασης και ανάπτυξης των πολιτισμών της ανθρωπότητας.

Πρέπει να τονιστεί ότι η κατάλληλη τεχνολογία αφορά σε συγκεκριμένες συνθήκες οπότε μια τεχνολογία μπορεί να «εξαχθεί» και να αξιοποιηθεί σε ένα παρόμοιο, με αυτό στο οποίο αναπτύχθηκε, περιβάλλον αλλά δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να ενσωματωθεί αρμονικά και να χρησιμοποιηθεί παραγωγικά σε ένα διαφορετικό περιβάλλον. Συνεπώς η αρμονική σχέση της τεχνολογικής διάστασης με τις άλλες διαστάσεις της ανάπτυξης εμπεριέχει την διαλεκτική αρμονία του ανθρώπου με το φυσικό και πολιτισμικό του περιβάλλον. Άρα και τα αναπτυξιακά προγράμματα θα πρέπει να βασίζονται στην ακριβή και συστηματική διεπιστημονική, διαλεκτική και ολιστική διερεύνηση και καταγραφή των δυνάμεων και δυνατοτήτων της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας και στην ενεργή συμμετοχή των πολιτών.

### 1.3 Προβλήματα της σημερινής παγκόσμιας κατάστασης.

Η τεχνολογική ανάπτυξη παρείχε στον άνθρωπο τεράστιες δυνατότητες και η εφαρμογή τους επέφερε αποτελέσματα που ο άνθρωπος όμως δεν κατόρθωσε να ελέγξει. Ο άνθρωπος δεν προέβλεψε τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των επεμβάσεών του στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και ακόμη και τώρα επωφελείται των δυνατοτήτων της τεχνολογίας στο έπακρο. Από την άποψη της οικονομικής ανάπτυξης η τεχνολογική πρόοδος είχε ως αποτέλεσμα την πρωτοφανή αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας, και κατά συνέπεια την πρωτοφανή αύξηση κοινωνικού πλούτου και κεφαλαίου. Η συσσώρευση κεφαλαίου όμως οδήγησε μέσω του ανταγωνισμού σε πρωτοφανή συγκεντροποίηση. Οπότε σήμερα την παγκόσμια οικονομία την ελέγχει ένας αριθμός πολυεθνικών που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την παγκόσμια πολιτική.

Η ανάπτυξη και σήμερα ακόμη συνεχίζει να έχει την έννοια της οικονομικής μεγέθυνσης. Δείκτης της προόδου θεωρείται η κίνηση του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος, με αποτέλεσμα το κατά κεφαλήν ακαθάριστο εθνικό προϊόν μετατρέπεται σε μέτρο του βιοτικού επιπέδου. Οπότε ως στόχοι της αναπτυξιακής προσπάθειας μίας χώρας τίθενται η αύξηση της οικονομικής παραγωγής, η μεγιστοποίηση των επενδύσεων και των πωλήσεων αγαθών. Όμως, οι παραπάνω στόχοι δεν εξασφαλίζουν απαραίτητα και τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων για τα πλατύτερα και ασθενέστερα κοινωνικά στρώματα. Βασικό κριτήριο διάκρισης και κατηγοριοποίησης των χωρών αποτελεί το επίπεδο, η έκταση και το βάθος της βιομηχανικής τους δραστηριότητας. Επομένως, με βάση αυτό το κριτήριο θεωρείται μια χώρα ως αναπτυγμένη ακόμη και αν αντιμετωπίζει σημαντικά κοινωνικά προβλήματα, όπως ανεργία, αυξανόμενο ποσοστό πολιτών που ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας, υποβάθμιση της ποιότητας των παρεχόμενων κοινωνικών υπηρεσιών κ.λ.π. Επιπροσθέτως, συνεχίζεται, στο πλαίσιο της παγκοσμιοποίησης και της επιβολής του κεφαλαιοκρατικού τρόπου παραγωγής, η καταλήστευση των πρώτων υλών και η εκμετάλλευση της φθηνής εργατικής δύναμης των χωρών του Τρίτου Κόσμου μέσω των επενδύσεων από τις αναπτυγμένες χώρες στη βιομηχανία και στη γεωργία τους. Ο αναπτυγμένος κόσμος βραχυπρόθεσμα αφήνει αυτούς τους ανθρώπους να λιμοκτονούν αλλά και αυτοί με τη σειρά τους θα προσπαθήσουν να αλλάξουν τη ζωή τους και θα μεταναστεύσουν. Το φαινόμενο της μετανάστευσης, καθώς οι δημογραφικές πιέσεις μεγαλώνουν, θα παίρνει όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις.

Μεγάλη ευθύνη πάντως φέρουν οι πολιτικές ηγεσίες των ισχυρών κρατών που, παρόλο που τα προβλήματα είναι εμφανή και έχουν λάβει παγκόσμιες διαστάσεις, συνεχίζουν να ακολουθούν πολιτικές που ουσιαστικά οδηγούν στην οικολογική καταστροφή απειλώντας έτσι την ίδια την ύπαρξη του ανθρώπου. Είναι μια ταυτόχρονα ανεύθνη αλλά και παράλογη στάση γιατί αποφασίζουν ουσιαστικά για το θάνατο των λαών τους και των ίδιων.

Επιπλέον, δε γίνονται σοβαρές προσπάθειες σε παγκόσμιο πολιτικό επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος. Δεν αποφασίζεται από κοινού η τήρηση κάποιων συμφωνιών και η επιβολή κυρώσεων στην περίπτωση αθέτησης. Οι διασκέψεις είναι αναποτελεσματικές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της αδυναμίας λήψης έγκαιρης και παγκόσμιας απόφασης αποτελεί το Πρωτόκολλο του Κιότο που τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου του 2005, ενώ είχε ήδη προταθεί από το 1997. Το λεγόμενο Πρωτόκολλο του Κιότο «ανέθετε» στον ανεπτυγμένο κόσμο να περιορίσει τις εκπομπές βλαβερών αερίων σε ποσοστό 5% κάτω από τα επίπεδα του 1990 και με χρονικό ορίζοντα μεταξύ του 2008 και του 2012. Μια χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο είτε μειώνοντας τις εκπομπές της, είτε, εναλλακτικά, χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους από τους λεγόμενους «ευέλικτους μηχανισμούς» (έργα κοινής υλοποίησης, μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης, εμπόριο άνθρακα - δικαιώματα εκπομπών) που διαθέτει το Πρωτόκολλο. Μάλιστα οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής με ευθύνη της κυβέρνησης Μπους αποχώρησαν από το Πρωτόκολλο, με αυτόν τον τρόπο «πήραν» μαζί τους και το 25% των παγκόσμιων εκπομπών. Επιπλέον, και τα μέτρα που λαμβάνονται κρίνονται ως ανεπαρκή ως προς

την προστασία του περιβάλλοντος, διότι χρησιμοποιούνται μεθοδολογίες και λύσεις ελεύθερης αγοράς που διέπονται από την έννοια της ανταγωνιστικότητας και της κερδοφορίας. Το πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος αντιμετωπίζεται με λύσεις όπως το χρηματιστήριο δικαιωμάτων εκπομπών. Τα παραπάνω ουσιαστικά θεσμοποιούν τη δυνατότητα ρύπανσης του περιβάλλοντος για τις ισχυρές βιομηχανικές χώρες, αλλά και συνεχίζουν την εκμετάλλευση και την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των «υπανάπτυκτων» χωρών και των χωρών του Τρίτου Κόσμου.

Βασικό επιχείρημα για την άρνηση λήψης γενικότερα κάποιων αυστηρών μέτρων αποτελεί ο ισχυρισμός ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις για τα αίτια και τις συνέπειες των προβλημάτων. Αποτελεί όντως βασικό πρόβλημα ότι επειδή δεν είναι εφικτή η ακριβής πρόβλεψη τόσο για τις ίδιες τις συνέπειες στο περιβάλλον όσο και για το χρονικό ορίζοντά τους - το περιθώριο της αβεβαιότητας στα στοιχεία και τις εξελικτικές προοπτικές για το περιβάλλον της Γης είναι πολύ μεγάλο. Επιπλέον, η παιδεία όπως είναι σήμερα, μονοδιάστατη και εξειδικευμένη, ουσιαστικά αποδέχεται την κυρίαρχη ιδεολογία και προετοιμάζει τους μελλοντικούς «ενεργούς» πολίτες για να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις επιταγές της ανταγωνιστικότητας και της επιχειρηματικότητας. Επίσης, ο κατακερματισμός της γνώσης οδήγησε στην αντίστοιχη οργάνωση των πανεπιστημίων που με τη σειρά τους διαμορφώνουν την ισχύουσα αντίληψη για την «ειδική», «επιστημονική» και «τεχνολογική» έννοια της προόδου στον κόσμο. Πάντως αρκετές αιχμές αφορούν και στη δράση των οικολογικών κινημάτων, ότι περιορίζονται σε επιμέρους βελτιώσεις χωρίς να βλέπουν πέρα από τα όρια της αστικής κοινωνίας, οπότε δε θα είναι εφικτό με τις προτάσεις τους να ξεπεραστεί η αντίθεση ανθρώπου και φύσης.

Επιπλέον υπάρχει σε μεγάλο βαθμό η αντίληψη της αποκλειστικής ευθύνης του κράτους όσον αφορά στην ανάπτυξη αγνοώντας τις δυνατότητες, αλλά και τις ευθύνες των πολιτών και των ενώσεών τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στην καλύτερη περίπτωση, οι εθνικοί και κοινοτικοί πόροι απλώς να «απορροφούνται» την τελευταία στιγμή. Άσχετα από τις προσωπικές πεποιθήσεις του καθενός, που μάλιστα μπορεί να είναι και αντίθετες στην αντίληψη της οικονομικής μεγέθυνσης που έχει κυριαρχήσει σε παγκόσμιο επίπεδο, αναγνωρίζεται στο κράτος, σε εθνικούς σχηματισμούς, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, σε διεθνείς οργανώσεις, όπως η Διεθνής Τράπεζα, η κύρια ευθύνη και ο αποκλειστικός ρόλος του καθορισμού της «ιδεολογίας και της ποιότητας της ανάπτυξης» και της «αναπτυξιακής πορείας» της κάθε χώρας.

#### 1.4 Το ενεργειακό πρόβλημα.

Το ενεργειακό πρόβλημα έκανε δειλά την εμφάνισή του στις αρχές της δεκαετίας του πενήντα, με μορφή φιλοσοφικού στοχασμού. Παρά το γεγονός ότι το 1950 τα εκτιμώμενα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια είκοσι χρόνων, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Από τότε, έχει αναπτυχθεί μια πλούσια φιλολογία αναφορικά με τα αίτια δημιουργίας, τις επιπτώσεις και τις πιθανές λύσεις του.

Το ενεργειακό πρόβλημα, ανεξάρτητα από τη χρονική και την τοπική ιδιαιτερότητα που εμφανίζει, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες:

- Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας, η οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την ενεργειακή κρίση μέχρι σήμερα οι τιμές του αργού πετρελαίου έχουν τετραπλασιασθεί, γεγονός που πιστοποιεί τη μονιμότητα του ενεργειακού προβλήματος ως προς την άνοδο των τιμών.



- Την αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Το φαινόμενο της αβεβαιότητας συντηρείται από τοπικές και περιφερειακές συρράξεις, οι οποίες στις περισσότερες των περιπτώσεων δημιουργούνται από παρέμβαση τρίτων προκειμένου να αυξήσουν την επιρροή τους στο διεθνές κύκλωμα του πετρελαίου.
- Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων, έστω και αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.
- Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων αποδεκτών. Συγκεκριμένα η ενέργεια επιδρά δυσμενώς στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, δηλαδή από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση τους. Με συνέπεια να συμβάλλει τα μέγιστα στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου από τις εκπομπές των αερίων καύσης και ταυτόχρονα να μειώνει τη διαθεσιμότητα του υδάτινου δυναμικού από την ποιοτική υποβάθμιση των αποδεκτών. Έτσι, το ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή και για την παγκόσμια κρίση του νερού.
- Το κύκλωμα διαχείρισης της ενεργειακής ροής χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες, που ανέρχονται στο 85% της πρωτογενούς ενέργειας. Διαπιστώνεται ως εκ τούτου ότι σημαντική συνιστώσα του ενεργειακού συστήματος είναι η μη ορθολογική διαχείρισή του ή, διαφορετικά, η χαμηλή αποδοτικότητά του.

Τα προηγούμενα περιγράφουν το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο οφείλεται στην αποκλειστική εξάρτηση του ενεργειακού συστήματος από τα ορυκτά καύσιμα. Σήμερα το 80% της ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, το 14% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και το 6% από πυρηνικούς σταθμούς. Είναι φανερό ότι για την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος είναι απαραίτητο να ελαχιστοποιηθεί η χρήση ορυκτών καυσίμων.

Οποιαδήποτε όμως λύση θα πρέπει να εξασφαλίζει τις αξίες, τις παραδόσεις, την ευημερία και τις ελευθερίες του κοινωνικού συνόλου. Προς την κατεύθυνση αυτή, έχει γίνει ευρύτερα αποδεκτή η ανάγκη υλοποίησης τριών στρατηγικών με διαδοχικές και μερικώς καλυπτόμενες χρονικές περιόδους. Συγκεκριμένα:

- Η στρατηγική ορθολογικής διαχείρισης γνωστή και ως στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας.
- Η στρατηγική υποκατάστασης των συμβατικών ενεργειακών πηγών με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Η στρατηγική έλευσης στο ενεργειακό σύστημα του υδρογόνου ως ενεργειακού φορέα.

Η στρατηγική ορθολογικής διαχείρισης ή στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας που διασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενεργειακών πόρων, παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματά της δεν έχει εφαρμοστεί στον αναμενόμενο βαθμό. Μια τέτοια στρατηγική δεν δημιουργεί συνθήκες ενεργειακής στέρξης στην κοινωνία, αφού βασίζεται απλά στην αποδοτικότερη χρήση της. Η αύξηση της αποδοτικότητας σε όλες τις φάσεις της ενεργειακής ροής έχει ως συνέπεια την περιστολή της αλόγιστης σπατάλης ενεργειακών πόρων. Είναι φανερό ότι η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί τη φιλικότερη μορφή ενέργειας για το περιβάλλον, αφού είναι το απόλυτα καθαρό καύσιμο με την έννοια ότι η εξοικονομούμενη ποσότητα καυσίμου δεν χρησιμοποιείται. Η ιδιότητα αυτή την καθιστά ταυτόχρονα ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η στρατηγική μιας κοινωνίας με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση θα πρέπει να προγραμματίσει και να υλοποιήσει τις κατάλληλες πολιτικές, έτσι ώστε να:

- Δημιουργήσει ενεργειακές αλυσίδες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η χρησιμοποίηση της απορριπτόμενης θερμικής ενέργειας, από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, για τη λειτουργία κεντρικών δικτύων θέρμανσης χώρων και νερού σε γειτνιάζοντα αστικά κέντρα, όπως στην περίπτωση της Κοζάνης.
- Αποκεντρώσει το ενεργειακό σύστημα με την εισαγωγή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπου είναι εφικτό, π.χ. βιομηχανίες, νοσοκομεία, οργανωμένα κτιριακά συγκροτήματα.

- Υποκαταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια, σε κάθε προσφερόμενη τεχνολογικά περίπτωση, με φυσικό αέριο, π.χ. θέρμανση, ψύξη, μαγείρεμα.
- Κατευθύνει τις αγορές του κοινωνικού συνόλου σε προϊόντα χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου. Ως παράδειγμα προς αποφυγήν αναφέρονται τα ευρύτατα κυκλοφορούντα προϊόντα μιας χρήσης.
- Αυξήσει το αίσθημα ευθύνης ως προς το ενεργειακό πρόβλημα των πολιτών με κατάλληλες διαφημιστικές εκστρατείες.
- Εντάξει ως ουσιαστικό παράγοντα οικονομικής ανάπτυξης και τις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Είναι βέβαιο ότι τέτοιες επενδύσεις θα συμβάλουν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος με ταυτόχρονη δημιουργία θέσεων εργασίας.

Η στρατηγική για τη δεύτερη περίοδο, της υποκατάστασης των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι άμεσα συνδεδεμένη μ' εκείνη της εξοικονόμησης ενέργειας. Μόνο στην περίπτωση που για την πρώτη περίοδο αποκατασταθούν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης και γεωπολιτικής σταθερότητας είναι δυνατόν να εξασφαλιστούν οι προϋποθέσεις μιας μακροχρόνιας στρατηγικής επιτυχούς εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρά τη βεβαιότητα που επικρατεί, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι «αθώες» ως προς τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Για το λόγο αυτό στο μελλοντικό ενεργειακό σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι σκόπιμο για την αριστοποίηση της λειτουργίας του να λαμβάνονται υπόψη και περιβαλλοντικά κριτήρια. Η αποτελεσματικότητα της στρατηγικής έλευσης του υδρογόνου εξαρτάται, εκτός των παραγόντων που προσδιορίζουν την κοινωνική και οικονομική αποδοχή του, και από δύο βασικές τεχνολογικές προϋποθέσεις:

- Για την παραγωγή του θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη το νερό και όχι άλλες ενώσεις που περιέχουν υδρογόνο, π.χ. προϊόντα ορυκτών καυσίμων.
- Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή του υδρογόνου επιβάλλεται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Μόνο με τις προϋποθέσεις αυτές το ενεργειακό σύστημα του υδρογόνου θα αναδείξει την υπεροχή του ως προς τη βιωσιμότητά του και τη φιλικότητά του προς το περιβάλλον.

Αναπόφευκτα και στη χώρα μας ακολουθούνται οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης με καθυστέρηση και χωρίς προσαρμογή στα δεδομένα της χώρας. Έτσι, μέχρι τώρα έχουν υλοποιηθεί προγράμματα: εξοικονόμησης ενέργειας, εισαγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, παραγωγής βιοκαυσίμων κ.ά., τα οποία δεν είχαν το απαιτούμενο μέγεθος παρέμβασης, αλλά ταυτόχρονα δεν συνοδεύονταν από ευκρινείς και ποσοτικοποιημένους στόχους, με συνέπεια τα αποτελέσματα να επιφέρουν ασήμαντες μεταβολές στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Είναι κοινότοπη αναφορά το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ηλιακό, αιολικό, το οποίο άμεσα είναι απαραίτητο να αξιοποιηθεί σε συνδυασμό με πολλαπλές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ώστε να προετοιμασθεί το έδαφος για την έλευση του υδρογόνου. Η σταδιακή αλλαγή του ενεργειακού συστήματος από την εξοικονόμηση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μέχρι το υδρογόνο, δεν είναι μόνο αποτελεσματική αλλά και αναγκαία για τη συνολική αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος. Έτσι, τα φαινομενικά ετερόκλητα και ασύνδετα μεταξύ τους προβλήματα όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος, η ανεπάρκεια του νερού, οι πληθωριστικές πιέσεις, οι χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξης η σπατάλη φυσικών πόρων κ.ά., θα υποχωρούν ανάλογα με το βαθμό αλλαγής του ενεργειακού συστήματος.

## 1.5 Κλιματική αλλαγή.

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής είναι ένα πολυσύνθετο και διασυνοριακό πρόβλημα που αποδίδεται εν πολλοίς στην διαρκώς αυξανόμενη συγκέντρωση των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Οι επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος σχετίζονται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την όξυνση των ακραίων καιρικών φαινομένων, την απώλεια βιοποικιλότητας καθώς και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι επιπτώσεις θα αφορούν σε πολλούς τομείς και θα επιφέρουν πλήγμα στους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, στην οικονομία και στον τρόπο ζωής. Θα επιταθεί το πρόβλημα της ξηρασίας, της λειψυδρίας και θα υπάρξει επιτάχυνση της ερημοποίησης. Παραθαλάσσιες πόλεις, όπως περιοχές της Θεσσαλονίκης και του Μεσολογίου, θα βρεθούν πιθανώς κάτω από την στάθμη του νερού. Όσον αφορά στη φύση και τη βιοποικιλότητα θα υπάρξει π.χ. μετανάστευση πτηνών από το Τάιναρο, πέρα από τα Ελληνικά σύνορα, βορειότερα. Θα υπάρξουν επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή και στις καλλιέργειες. Θα υπάρξει μεγαλύτερο πρόβλημα από τις φωτιές, που θα οδηγούν στην απώλεια δασών και στην έκλυση διοξειδίου του άνθρακα. Θα έχουμε επιπτώσεις στον τομέα της υγείας, με επανεμφάνιση ασθενειών που απαντώνται σήμερα μόνο σε θερμότερα κλίματα. Θα δεχθεί χτύπημα ο τουρισμός.

Η πιο δυνατή ίσως εικόνα που έχουμε σχηματίσει όλοι για τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών είναι το λιώσιμο των πάγων στην Αρκτική. Γενικότερα, πάντως, οι αρνητικές συνέπειες των κλιματικών αλλαγών γίνονται αντιληπτές ολοένα και πιο καθαρά. Και αν δεν ληφθούν έγκαιρα και σε παγκόσμιο επίπεδο τα κατάλληλα μέτρα, οι συνέπειες θα είναι καταστροφικές. Πρέπει δε να θυμόμαστε ότι οι κλιματικές αλλαγές οδηγούν σε αποσταθεροποίηση του κλίματος, και σε ακραία, ανεξέλεγκτα φαινόμενα – όχι σε μια γραμμική, προβλέψιμη υπερθέρμανση. Η αποσταθεροποίηση του κλίματος σημαίνει με απλά λόγια ότι δεν είναι γνωστό ποιές περιοχές θα γίνουν θερμότερες ή ψυχρότερες και ποιό θα υποφέρουν περισσότερο.

Όσον αφορά στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις Κλιματικές Αλλαγές (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC 2001), αν και οι τοπικές διαφορές είναι σχετικά μεγάλες, στο μεγαλύτερο τμήμα της Ευρωπαϊκής ηπείρου παρουσιάστηκε αύξηση της θερμοκρασίας κατά μέσο όρο 0.8 °C στη διάρκεια του αιώνα που πέρασε. Η αύξηση αυτή δεν ήταν συνεχής. Στους περισσότερους σταθμούς παρατηρήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι περίπου το 1940, ακολουθούμενη από σταθεροποίηση ή ακόμη και μείωση μέχρι το 1970 και τελικά μία εκ νέου αύξηση μέχρι τις ημέρες μας. Η δεκαετία του 1990 να παρουσιάζει τις υψηλότερες θερμοκρασίες. Τα επιστημονικά στοιχεία που προκύπτουν σχετικά με τα αίτια της αύξησης αυτής επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της παρατηρούμενης ανόδου της θερμοκρασίας, οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς αιτίες και συγκεκριμένα στην αυξημένη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου.

Το Πρωτόκολλο του Κυότο (1997) είναι ένα νομικό εργαλείο με στόχο την σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών απαιτούν να μειωθούν οι εκπομπές έξι (6) αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC και SF<sub>6</sub>) την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, με σημαντικές, όμως, διαφοροποιήσεις στις επιμέρους υποχρεώσεις των κρατών - μελών. Στο πλαίσιο του καταμερισμού των ευθυνών ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα δεσμεύτηκε να αυξήσει τις εκπομπές της όχι παραπάνω από 25% για την ίδια περίοδο. Για την περίοδο 2013 - 2020 ο νέος στόχος σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι +20%, αλλά ακόμη δεν έχει αποφασιστεί η κατανομή του στα Κράτη - Μέλη.

Σύμφωνα με έκθεση που συνέταξε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Μάιος 2002), τα στοιχεία δείχνουν ότι υφίσταται κίνδυνος να κινηθεί εκτός στόχου, εάν δεν ληφθούν πρόσθετα

μέτρα. Στο διάστημα 1990-2002 οι εγχώριες εκπομπές αερίων ξεπέρασαν ήδη το στόχο του Κυότο αφού αυξήθηκαν κατά 26,5%, ενώ, όπως προβλέπει το Εθνικό Αστεροσκοπείο, χωρίς την άμεση λήψη μέτρων, μέχρι το 2010 οι εκπομπές θα αυξηθούν κατά 35,8%.

Επίσης, σύμφωνα με την Έκθεση του 2006 του Εθνικού Κέντρου Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης «Ελλάδα: Η Κατάσταση του Περιβάλλοντος» οι πλέον πρόσφατες προβλέψεις δείχνουν ότι οκτώ από τα είκοσι πέντε κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (μεταξύ των οποίων είναι και η Ελλάδα) ευρίσκονται σε στάδιο εντοπισμού περαιτέρω δράσεων, καθώς δεν θα είναι σε θέση να επιτύχουν τους στόχους εκπομπών. Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα στοιχεία, η αύξηση των εκπομπών της χώρας μας κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +34,7%, δηλαδή αν δεν υπάρξουν σημαντικές συμπληρωματικές πολιτικές, ο στόχος του +25% είναι ανέφικτος.

Η Στρατηγική για την Αειφόρο Ανάπτυξη θεσπίστηκε στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμποργκ και ορίζει τέσσερις βασικούς περιβαλλοντικούς στόχους / προτεραιότητες, ένας εκ των οποίων είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κυότο. Η Στρατηγική για την Αειφόρο Ανάπτυξη και η Στρατηγική της Λισαβόνας για οικονομική ανάπτυξη και απασχόληση αλληλοσυμπληρώνονται, καθώς η Στρατηγική για την Αειφόρο Ανάπτυξη αναγνωρίζει ότι η οικονομική ανάπτυξη διευκολύνει τη μετάβαση σε μια πιο βιώσιμη κοινωνία και διαμορφώνει το γενικό πλαίσιο εντός του οποίου η Στρατηγική της Λισαβόνας αποτελεί τον κινητήρα για μια δυναμικότερη οικονομία. Οι δύο αυτές στρατηγικές αναγνωρίζουν ότι οι οικονομικοί, κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι μπορούν να αλληλοενισχύονται και άρα θα πρέπει να συμπορεύονται.

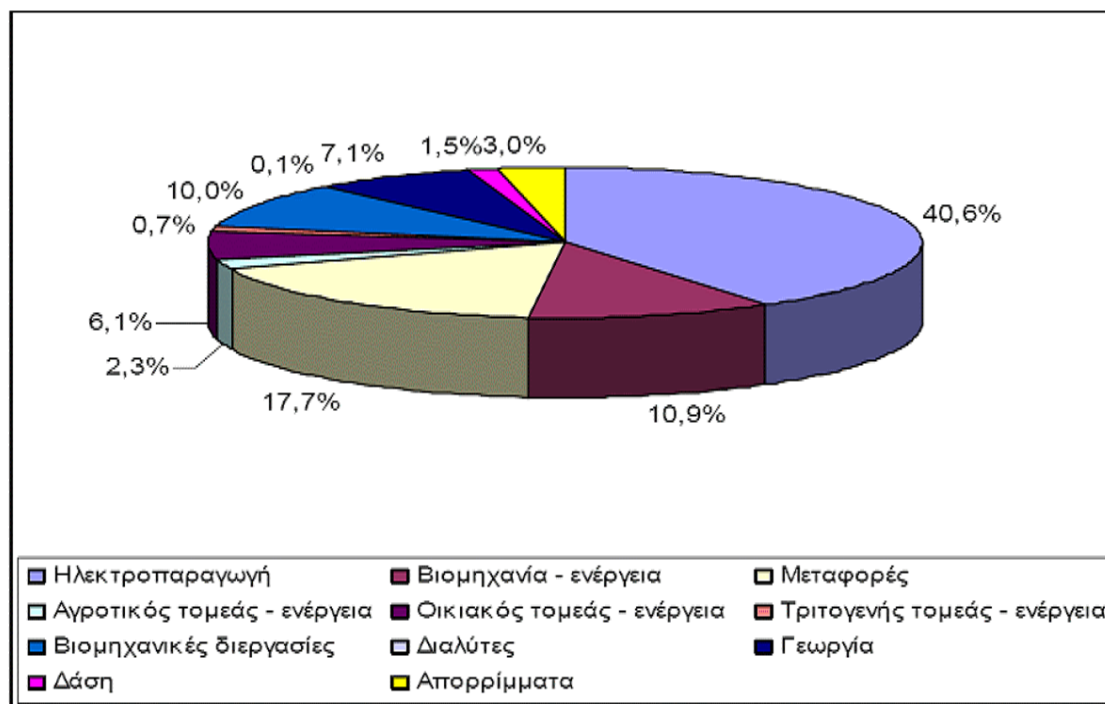
Η ανάγκη σταθεροποίησης της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα τα οποία να μην προκαλούν αφύσικες μεταβολές στο κλίμα της γης αναγνωρίζεται στο 6<sup>ο</sup> Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον, το οποίο έχει ενσωματώσει τις προτεραιότητες του Γκέτεμποργκ ως προς την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, στο πλαίσιο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, οι Στρατηγικές Κατευθυντήριες Γραμμές της Κοινότητας για τη Συνοχή ενθαρρύνουν τις επενδύσεις για την τήρηση των δεσμεύσεων που ανέλαβε η Ευρωπαϊκή Ένωση στο Κυότο.

Σύμφωνα με το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς, μια από τις θεματικές προτεραιότητες της αναπτυξιακής στρατηγικής για την περίοδο 2007-2013 είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Όσον αφορά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς εστιάζει στην επίτευξη του στόχου σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κυότο και στη μείωση των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην προστασία της στοιβάδας του όζοντος, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, του συστήματος εμπορίας ρύπων και του ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ο ενεργειακός τομέας αποτελεί τη βασική πηγή εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, με την ηλεκτροπαραγωγή να αποτελεί τον κυριότερο τομέα εκπομπών. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα κατά το 2002 έφθασε τις 50,6 TWh με εγκατεστημένη ισχύ 11.739 MW μονάδων της ΔΕΗ και 515 MW από αυτοπαραγωγούς και παραγωγούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ακολουθούν οι τομείς των μεταφορών και της βιομηχανίας (καύσεις). Ο τομέας των μεταφορών να παρουσιάζει, σύμφωνα με την έκθεση του Εθνικού Αστεροσκοπείου, υψηλούς ρυθμούς αύξησης των εκπεμπόμενων ρύπων.

Στη χώρα μας, σύμφωνα με την ΚΥΑ Η.Π. 54409/2632/ΦΕΚ 1931Β/2004 «Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2003/87/ΕΚ του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 2003 και άλλες διατάξεις», Άρθρο 13, το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΚΠΑΑ) σε συνεργασία με το Γραφείο Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών της Δ/σης ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ, καταρτίζει και τηρεί μητρώο για την επακριβή καταγραφή της εκχώρησης, της κατοχής, της μεταβίβασης και της ακύρωσης δικαιωμάτων. Η έναρξη λειτουργίας του μητρώου από το ΕΚΠΑΑ πραγματοποιήθηκε την άνοιξη του 2006. Ήδη για την περίοδο 2005 - 2007 εφαρμόζεται το 1ο Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Ρύπων, το οποίο προβλέπει μείωση των εκπομπών ρύπων θερμοκηπίου κατά 2,1%,

ενώ υπό θεσμοθέτηση είναι το 2ο Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Ρύπων που αφορά στην περίοδο 2008 - 2012. Έχει δοθεί ήδη σε δημόσια διαβούλευση το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η θεσμοθέτηση του οποίου αναμένεται να δώσει σημαντική ώθηση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ώστε να καλύπτεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έως το έτος 2010 το 30% της ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας



Σχήμα 1.1 Η επί τοις εκατό ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη συνολική παραγωγή ενέργειας της χώρας. (Πηγή : ΕΚΠΑΑ, Ελλάδα, η κατάσταση του περιβάλλοντος, 2006, ΕΚΠΑΑ)

Η είσοδος του φυσικού αερίου στη βιομηχανία, τον οικιακό και τριτογενή τομέα, τις μεταφορές και την ηλεκτροπαραγωγή, η εφαρμογή των Βέλτιστων διαθέσιμων Τεχνικών και η χρήση αποδοτικότερων και καθαρότερων καυσίμων στη βιομηχανία και τις μεταφορές, η προσπάθεια πρόληψης πυρκαγιών, καθώς και η υλοποίηση των προγραμματιζόμενων αναδασώσεων, η προώθηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των υφιστάμενων και των νέων κτιρίων (Οδηγία 2002/91/ΕΚ) είναι ορισμένες από τις δράσεις που έχουν ξεκινήσει να υλοποιούνται στη χώρα μας για την επίτευξη του στόχου εκπομπής αερίων θερμοκηπίου.

Μεγάλη σημασία, τέλος, έχει η ευαισθητοποίηση των πολιτών. Είναι καθήκον μας να καλλιεργήσουμε την οικολογική συνείδηση – οι γονείς στα παιδιά, οι δάσκαλοι στους μαθητές, οι πολιτικοί στους πολίτες. Σήμερα ο πολίτης εκφράζεται ως ψηφοφόρος και ως καταναλωτής. Η περιβαλλοντική ευαισθησία του αντανακλάται στις πολιτικές του επιλογές και στις καταναλωτικές του συνήθειες. Για να ανταποκριθούν στο γεγονός αυτό, τα κόμματα και οι επιχειρήσεις πρέπει να ενσωματώσουν το περιβάλλον στο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό τους, στις πολιτικές τους, στην καθημερινή τους πρακτική. Ακόμη, μπορεί και πρέπει να διαδοθεί περισσότερο η περιβαλλοντική εκπαίδευση στα σχολεία. Σύμφωνα με στοιχεία που δημοσιεύθηκαν πρόσφατα, το περιβάλλον είναι προαιρετικό μάθημα στα σχολεία και ο αριθμός των μαθητών που το παρακολουθεί είναι πολύ μικρός, μόνο 7% των μαθητών του Γυμνασίου.

## 1.6 Το Πρωτόκολλο του Κυότο.

Η δεκαετία του ενενήντα ήταν η θερμότερη μετά το 1861. Γεγονός που εξηγήθηκε με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για την καταπολέμηση του φαινομένου η διεθνής κοινότητα το 1992, στη διάσκεψη του Ρίο, υπέγραψε Σύμβαση-Πλαίσιο με σκοπό την σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Στο Κυότο το Δεκέμβριο του 1997, πρωταγωνίστησαν οι συζητήσεις για τις δεσμεύσεις μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Στις συζητήσεις συμμετείχαν περισσότερα από 10.000 άτομα, εκ των οποίων 125 υπουργοί. Έπειτα από μιάμιση εβδομάδα σκληρών διαπραγματεύσεων, επίσημων και μη, τα μέρη της Σύμβασης-Πλαισίου υιοθέτησαν το Πρωτόκολλο του Κυότο. Η τελευταία μάλιστα συνεδρίαση ήταν τόσο επίπονη, που ξεκίνησε το απόγευμα της 10ης Δεκεμβρίου και ολοκληρώθηκε την επόμενη μέρα.

Στις 11 Δεκεμβρίου 1997, στη πόλη Κιότο της Ιαπωνίας, συνήφθη το λεγόμενο Πρωτόκολλο του Κυότο που ορίζει δεσμευτικές οριακές τιμές εκπομπών αερίων του φαινομένου θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες και στρατηγικές μείωσης των εκπομπών, με βαριές κυρώσεις στους παραβάτες. Συγκεκριμένα, δεσμεύει τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Κίνα, δεν δεσμεύονται από το πρωτόκολλο, γιατί θα δρούσε ανασταλτικά στην ανάπτυξή τους. Μετά και την επικύρωση του πρωτοκόλλου από τη Ρωσία, σημαντικό ρυπαντή, τέθηκε σε πλήρη ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005. Το Πρωτόκολλο του Κυότο είναι μια αρχή, η πρώτη σοβαρή προσπάθεια της διεθνούς κοινότητας για την προστασία του περιβάλλοντος.

Το πρωτόκολλο δίνει σε μια χώρα δύο επιλογές, είτε να μειώσει τους ρύπους, είτε να χρησιμοποιήσει κάποιον από τους «ευέλκτους» μηχανισμούς που διαθέτει. Συνοπτικά οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι εξής:

- Διαπραγμάτευση δικαιωμάτων εκπομπών (“εμπόριο ρύπανσης”)

Μία χώρα που έχει πετύχει το στόχο του Πρωτοκόλλου μπορεί να προχωρήσει σε περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών της και να “πουλήσει” αυτή τη μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει το στόχο της. Το εμπόριο εκπομπών ισχύει μόνο μεταξύ των χωρών που έχουν δεσμευτεί νομικά να περιορίσουν τις εκπομπές τους, ισχύει δηλαδή για τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες. Π.χ. Το Βέλγιο υποχρεούται να μειώσει τις εκπομπές κατά 7%, αν τις μειώσει κατά 10% τη διαφορά του 3% μπορεί να την πουλήσει σε χώρα που δυσκολεύεται να αντεπεξέλθει στις δεσμεύσεις της. Επιπλέον, Ο μηχανισμός αυτός του Πρωτοκόλλου στοχεύει στη διευκόλυνση της βιομηχανίας, ιδιαίτερα δε αυτής των αναπτυγμένων χωρών. Με την «εμπορία ρύπων», οι αναπτυγμένες χώρες που επιθυμούν να ξεπεράσουν το πλαφόν εκπομπής αερίων που προσδιορίζεται για κάθε μια από αυτές στο Πρωτόκολλο, έχουν τη δυνατότητα να αγοράσουν δικαιώματα εκπομπής αερίων από ένα ή περισσότερα κράτη-μέρη, κατά κανόνα αναπτυσσόμενα κράτη, τα οποία δεν έχουν εξαντλήσει τα περιθώρια εκπομπής που διαθέτουν.

Αυτή η μέθοδος εμπορευσιμότητας των εκπομπών αερίων επιτρέπει στα βιομηχανικά κράτη, που έχουν εξαντλήσει τα δικά τους περιθώρια εκπομπής, να αυξήσουν την παραγωγή τους, διατηρώντας την πιο ικανοποιητική γι' αυτά σχέση κόστους και παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, τα αναπτυσσόμενα κράτη «πουλάνε» τα δικαιώματά τους εκπομπής αερίων με ένα ορισμένο όφελος που ποικίλλει ανάλογα με την περίπτωση. Δεδομένου δε ότι αυτός ο μηχανισμός πώλησης και αγοράς θα μπορούσε εύκολα να καταλήξει στην εκμηδένιση της μείωσης των εκπομπών, για τον λόγο αυτό το Πρωτόκολλο του Κυότο προβλέπει ρητώς ότι τα κράτη-μέλη πρέπει να υιοθετούν αρχές, κανόνες και οδηγίες, έτσι ώστε η εξαγορά δικαιωμάτων εκπομπής αερίων να συμπληρώνει τις εθνικές δράσεις μείωσης των εκπομπών αυτών.

Το σύστημα της εμπορευσιμότητας των ρύπων θέτει μια σειρά από ερωτήματα σε νομικό επίπεδο. Το ερώτημα αφορά τη σχέση του συστήματος αυτού με τους κανόνες και αρχές του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου. Και αυτό γιατί η εξαγορά που πραγματοποιείται από ένα αναπτυγμένο κράτος μπορεί, εν δυνάμει, να δώσει ιδιαίτερο όφελος στις βιομηχανίες του, καθιστώντας τις πιο ανταγωνιστικές απέναντι σε βιομηχανίες σε άλλα κράτη, με αποτέλεσμα να παραβιάζεται η αρχή της «μη-διάκρισης» που αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για αποφυγή παραβίασης των κανόνων του ανταγωνισμού.

Ένα άλλο νομικό θέμα που μπορεί να προβληματίσει είναι η σχέση των ρυθμίσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι οποίες αφορούν την εμπορία ρύπων με άλλους κανόνες του διεθνούς δικαίου. Θα μπορούσε, λ.χ., οι ρυθμίσεις αυτές να έχουν επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων των περιοχών, όπου είναι εγκατεστημένες οι ρυπογόνες βιομηχανίες, αφού θα εξαγοράζουν δικαιώματα περαιτέρω ρύπανσης της ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση αυτή θα είχαμε σύγκρουση ανάμεσα σε δύο κανόνες και θα χρειαζόταν να εφαρμοστεί κανείς τις ρυθμίσεις του διεθνούς δικαίου σχετικά με τη σύγκρουση ανάμεσα στους κανόνες του, προκειμένου να συμπεράνει αν υπερισχύει το δικαίωμα στην προστασία της υγείας ή οι ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο (και της Οδηγίας του 2003/87 της Ευρωπαϊκής Ένωσης.).

- Τα δάση ως “καταβόθρες άνθρακα

Τα δάση αποτελούν σημαντικό ρυθμιστικό παράγοντα της σύστασης της ατμόσφαιρας και συνεπώς ο ρόλος τους στην διαμόρφωση του κλίματος είναι καθοριστικός. Τα δάση, μαζί με τους ωκεανούς, θεωρούνται ως οι σημαντικότερες “καταβόθρες άνθρακα”, ως οι κατ’ εξοχήν φυσικοί μηχανισμοί δηλαδή που δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Στο Πρωτόκολλο υπάρχει συγκεκριμένη πρόβλεψη έτσι ώστε, όταν κάποιες χώρες ενισχύουν με τη δράση τους τη δέσμευση CO<sub>2</sub> από φυσικές καταβόθρες, οι δεσμευόμενες ποσότητες ρύπων να προσμετρώνται υπέρ των χωρών αυτών στο εθνικό “ισοζύγιο άνθρακα”. Αυτό σημαίνει ότι εάν μια χώρα σχεδιάζει τη δημιουργία ενός καινούργιου τεχνητού δάσους, τότε μπορεί να προσμετρήσει την ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απορροφάται από αυτό το δάσος ως μείωση εκπομπών και να την αφαιρέσει από τις συνολικές της εκπομπές. Υπάρχει επίσης ο κίνδυνος οι χώρες να επωφεληθούν από μειώσεις των αερίων του θερμοκηπίου που θα συνέβαιναν ούτως ή άλλως από φυσικά αίτια και όχι χάρη σε κάποια ειδικά μέτρα. Επίσης, ενώ υπάρχει επιστημονική βεβαιότητα για τους ρύπους που εκλύονται όταν καίγονται τα ορυκτά καύσιμα, δεν υπάρχει αντίστοιχη συναίνεση για το πόσο ακριβώς διοξείδιο του άνθρακα απορροφά ένα δάσος. Θα πρέπει επομένως να υπάρξει μία πλήρης και ολοκληρωμένη επιστημονική εκτίμηση από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (IPCC) πριν ληφθούν νομικά δεσμευτικές αποφάσεις.

- Δημιουργία ενός Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης.

Ο τελικός στόχος αυτού του μηχανισμού είναι οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα, αντί να μειώσει τις δικές της εκπομπές, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών σε κάποια φτωχότερη χώρα όπου η μείωση αυτή είναι ευκολότερη και φθηνότερη.

- Από κοινού εφαρμογή προγραμμάτων.

Παρεμφερές εργαλείο με τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης. Σε αντίθεση όμως με αυτόν αφορά χώρες που έχουν δεσμευτεί σε μειώσεις μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο (όπως π.χ. οι χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης). Εγκυμονεί τους ίδιους κινδύνους με τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης.

Το Πρωτόκολλο έχει μία λεγόμενη “διπλή σκανδάλη” για να κατοχυρωθεί και να γίνει διεθνής δεσμευτικός νόμος: αφενός χρειάζεται να επικυρωθεί από 55 χώρες (αναπτυσσόμενες και ανεπτυγμένες), αφετέρου στις βιομηχανικές χώρες που το επικυρώνουν πρέπει να αναλογεί τουλάχιστον το 55% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο, το Πρωτόκολλο του Κιότο δε προβλέπει στόχους για την Κίνα και την Ινδία, ενώ ο στόχος του -5,2% είναι αναιμικός αν σκεφτεί κανείς ότι απαιτείται μείωση 60 – 80% των αερίων του θερμοκηπίου για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Η Ελλάδα πιέζει και κερδίζει το δικαίωμα να αυξήσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% για την ίδια περίοδο. Όμως, σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μέχρι το 2000 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 23,4%, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η αύξηση των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +34,7%. Η μη τήρηση των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για τη χώρα μας, αφού σε μία τέτοια περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα. Γι’ αυτό και είναι επιτακτική η ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών ενέργειας και εν τέλει στη μείωση των επικίνδυνων αερίων που αποσταθεροποιούν την ατμόσφαιρα της Γης και πυροδοτούν τις κλιματικές αλλαγές.

Το 2001 ο Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής George W. Bush ανακοινώνει την αντίθεσή του στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Κύρια επιχειρήματά ενάντια στο Πρωτόκολλο αποτελούν αφενός ότι η υιοθέτησή του θα πλήξει την αμερικάνικη οικονομία, αφετέρου το ότι θα πρέπει και για τα αναπτυσσόμενα κράτη να προβλέπονται δεσμευτικοί στόχοι μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Η στάση του Bush προκαλεί πρόβλημα στην εφαρμογή του Πρωτοκόλλου, καθώς οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ευθύνονται για το 35% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Με δεδομένο ότι η διπλή σκανδάλη του Κιότο απαιτεί οι χώρες που επικυρώνουν το Πρωτόκολλο να εκπέμπουν τουλάχιστον το 55% των παγκόσμιων εκπομπών, χρειάζονται να το επικυρώσουν όλες οι υπόλοιπες αναπτυγμένες χώρες. Η Ρωσία όμως αμφιταλαντεύεται. Το Μάιο του 2002 η Ελλάδα -για άλλη μία φορά τελευταία στην Ευρωπαϊκή Ένωση- επικυρώνει το Πρωτόκολλο του Κιότο. Το Νοέμβριο του 2004 η Ρωσική Κυβέρνηση επικυρώνει το Πρωτόκολλο του Κιότο και εκπληρώνονται οι όροι της διπλής σκανδάλης. Τελικά, στις 16 Φεβρουαρίου 2005 το Πρωτόκολλο του Κιότο αποκτά διεθνή δεσμευτική ισχύ.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο έχει σχεδιαστεί ως ένα πρώτο βήμα στον δρόμο της ριζικής μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που απαιτείται για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών. Αυτή τη στιγμή είναι το μόνο διεθνές νομικό εργαλείο που κινείται στη σωστή κατεύθυνση. Δεν πρέπει να ξεχνάμε βέβαια ότι, ακόμη κι αν εφαρμοστεί στο ακέραιο, το Πρωτόκολλο του Κιότο στη σημερινή του μορφή, θα περιορίσει την αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0,06°C ως το 2050, όταν στο ίδιο διάστημα η αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα είναι 1°C με 2°C. Ενδεικτική είναι η προειδοποίηση των Ηνωμένων Εθνών σύμφωνα με την οποία για να εξαλειφθεί η απειλή των κλιματικών αλλαγών απαιτείται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50-70% περίπου μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Είναι σαφές λοιπόν ότι το Πρωτόκολλο αυτό δεν είναι παρά ένα πρώτο αναγκαίο βήμα προς την εξεύρεση μιας λύσης για την ευημερία των ανθρώπων και την προστασία του περιβάλλοντος.



## 1.7 Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων.

Απόβλητα κάθε είδους βρίσκονται διαρκώς εν κινήσει. Οι αυξημένες ποσότητες, ιδίως απορριμμάτων χαρτιού, αποβλήτων πλαστικών και μετάλλων, μεταφέρονται από τις αναπτυγμένες χώρες σε χώρες όπου τα περιβαλλοντικά πρότυπα είναι λιγότερο αυστηρά. Τα πλοία, που πλέουν στις θάλασσες καθημερινά μεταφέροντας εμπορεύματα από τις αναδυόμενες αγορές της Ασίας στην Δύση, επιστρέφοντας μεταφέρουν απόβλητα από την Ευρώπη για να ανακυκλωθούν στην Ασία, προκειμένου να μην αποπλέουν για το ταξίδι της επιστροφής άδεια, και χωρίς έρμα. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι μεταφορές αποβλήτων δεν υπόκεινται σε κανόνες και περιορισμούς. Τόσο τα Ηνωμένα Έθνη όσο και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν θεσπίσει αυστηρούς κανόνες για το τι μπορεί να μεταφερθεί και πού. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το διεθνές εμπόριο «επικίνδυνων αποβλήτων» διέπεται από τη σύμβαση της Βασιλείας των Ηνωμένων Εθνών.

Η απαγόρευση, που περιέχεται στην σύμβαση αυτή, δεν έχει υπογραφεί από αρκετές χώρες, ούτως ώστε να τεθεί σε ισχύ σε παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει περιορισμούς και επιτρέπει την εξαγωγή «επικίνδυνων αποβλήτων» σε «αναπτυγμένες χώρες» εφόσον υπάρχουν οι απαραίτητες τεχνολογίες, η ισχύουσα νομοθεσία για την παροχή επαρκούς ασφάλειας και το περιβάλλον. Ως «αναπτυγμένη χώρα», κατά την έννοια των εν λόγω περιορισμών, ορίζεται ένα μέλος του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ).

Μακροπρόθεσμος στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι το ότι κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να διαθέτει τα δικά του απόβλητα στο εσωτερικό της χώρας, η «αρχή της εγγύτητας». Όμως, ο στόχος αυτός δεν έχει ακόμη εκπληρωθεί, λόγω του ότι οι μεταφορές επικίνδυνων και προβληματικών αποβλήτων προς διάθεση από τα κράτη μέλη σχεδόν τετραπλασιάστηκαν ανάμεσα στα έτη 1997 και 2005. Οι παράγοντες, που ωθούν προς την εισαγωγή και την εξαγωγή αποβλήτων, ποικίλουν από την διαθεσιμότητα της τεχνολογίας ειδικής επεξεργασίας έως την έλλειψη υλικών και τις διαφορές στις τιμές που αφορούν την διάθεση ή την αξιοποίηση.

Επιπλέον, η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία καθορίζει στόχους για την ανακύκλωση, οδηγεί στην μεταφορά αποβλήτων από κράτη μέλη που δεν μπορούν να επιτύχουν τους στόχους τους στο εσωτερικό της χώρας. Οι ποσότητες αποβλήτων, που κυκλοφορούν στην αγορά, κρατούν χαμηλά το κόστος για μια χώρα, όπως η Κίνα, που χρειάζεται φθηνές πρώτες ύλες. Στο βαθμό, που αυτά τα απόβλητα δεν προορίζονται για διάθεση στον τόπο προορισμού τους και δεν περιέχουν επικίνδυνα υλικά, το εμπόριο αυτό κρίνεται ως αποδεκτό.

Η Ευρώπη έχει θεσπίσει ένα σύνολο νομικών διατάξεων όσον αφορά την μεταφορά επικίνδυνων και προβληματικών αποβλήτων. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω τεκμηρίωση ως προς την αποτελεσματικότητα της υφιστάμενης νομοθεσίας υπό την έννοια της μείωσης της πίεσης, που ασκείται στο περιβάλλον.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα, τα οποία θεωρούνται επικίνδυνα, αποτελούν σημαντική υπόθεση. Στην Αφρική και την Ασία τα απόβλητα αυτά αποσυναρμολογούνται συχνά με ελάχιστο ή καθόλου ατομικό εξοπλισμό προστασίας ή χωρίς να λαμβάνονται μέτρα ελέγχου της ρύπανσης. Τα εξαρτήματα συχνά καίγονται στην ύπαιθρο για την ανάκτηση μετάλλων και συνήθως εκπέμπονται σωματίδια ιπτάμενης τέφρας, η οποία φέρει βαρέα μέταλλα, και άλλα τοξικά υλικά, με αποτέλεσμα την αυξημένη ανθρώπινη έκθεση, καθώς και την μόλυνση των τροφίμων, του εδάφους και των επιφανειακών υδάτων.

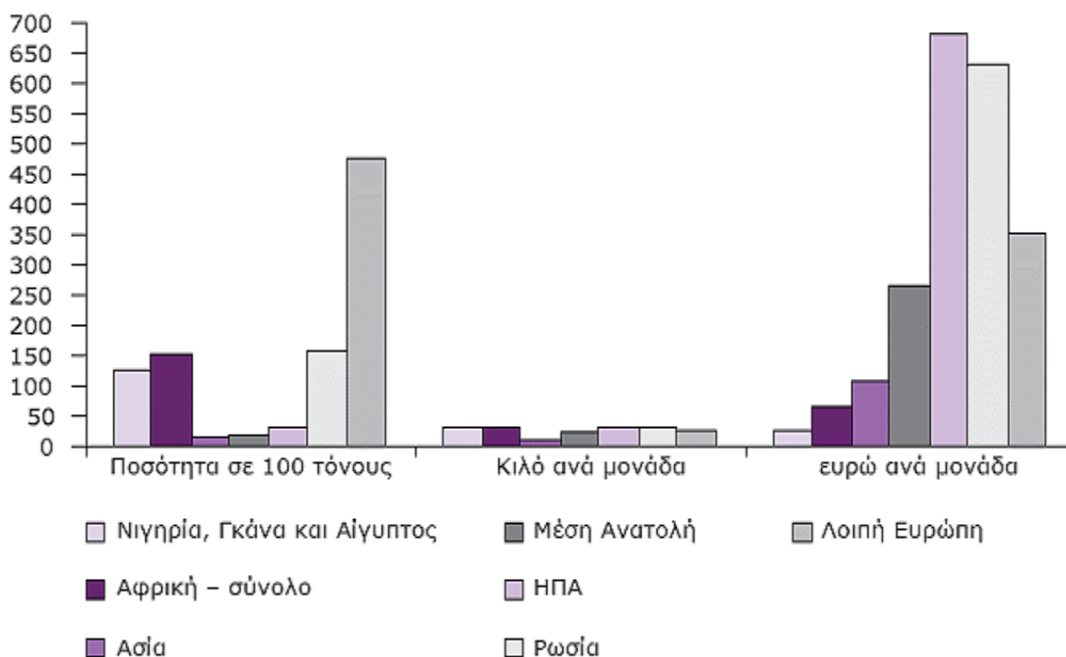
Δεν έχουμε σαφή εικόνα όσον αφορά τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που μεταφέρονται εντός και εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εν μέρει λόγω των διφορούμενων κωδικών, που χρησιμοποιούνται για την αναφορά μεταφορών ηλεκτρονικών αποβλήτων. Δεν είναι σαφές εάν μία τηλεόραση εξάγεται ως μεταχειρισμένη συσκευή, πράγμα που είναι αποδεκτό, ή ως απόβλητο προς διάθεση, που δεν είναι αποδεκτό. Γενικά η εξαγωγή

αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε χώρες που δεν είναι μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης απαγορεύεται. Ωστόσο, η εξαγωγή μιας τηλεόρασης, που λειτουργεί κανονικά είναι απολύτως αποδεκτό.

Έχουν υπάρξει καλά τεκμηριωμένες περιπτώσεις στις οποίες έχει παραβιαστεί αυτή η απαγόρευση. Πράγματι, φαίνεται ότι ένα σημαντικό τμήμα των εξαγόμενων μεταχειρισμένων συσκευών τηλεόρασης, υπολογιστών, οθονών και τηλεφώνων σε χώρες, που δεν είναι μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, είναι απόβλητα που αγοράστηκαν με την πρόθεση να αξιοποιηθούν τα εξαρτήματα και τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Εάν η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν είναι σε θέση να επιβάλλει δεόντως την δική της απαγόρευση για την εξαγωγή των εν λόγω αποβλήτων σε χώρες που δεν είναι μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, αυτό θα μπορούσε να υποσκάψει σοβαρά την επικύρωση της απαγόρευσης σε παγκόσμιο επίπεδο σύμφωνα με την σύμβαση της Βασιλείας.

Παρά τις δυσκολίες που σχετίζονται με τον εντοπισμό, τον έλεγχο και την ανάλυση στοιχείων για τα απόβλητα αυτά, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος σε συνεργασία με το «Ευρωπαϊκό θεματικό κέντρο σχετικό με την διαχείριση των πόρων και των αποβλήτων» πραγματοποίησε μια ανάλυση για τις μεταφορές αποβλήτων από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε άλλες περιοχές της υφηλίου. Αξιοποιώντας τα στατιστικά στοιχεία για το εμπόριο στην Ευρώπη είναι εφικτό να προσδιορίσουμε τις ποσότητες, το μέγεθος και την αξία των εξαγωγών μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών προϊόντων που μεταφέρθηκαν από την Ευρώπη σε άλλες περιοχές της υφηλίου.



Σχήμα 1.2 Εξαγωγές έγχρωμων συσκευών τηλεόρασης από την ΕΕ-25 στην Αφρική, την Ασία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και άλλες ευρωπαϊκές χώρες το 2005. (Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

Το 2005 περισσότεροι από 15.000 τόνοι έγχρωμων συσκευών τηλεόρασης εξήχθησαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε Αφρικανικές χώρες. Στην Νιγηρία, την Γκάνα και την Αίγυπτο μόνο φτάνουν περίπου 1.000 συσκευές τηλεόρασης καθημερινά. Η μέση αξία των εξαγόμενων στην Αφρική έγχρωμων συσκευών τηλεόρασης είναι πολύ χαμηλή. Όσον αφορά την Αφρική συνολικά η

τιμή ανά συσκευή ήταν 64 ευρώ και 28 ευρώ, κατά μέσο όρο, για τις τρεις χώρες που προαναφέρθηκαν. Συγκριτικά, οι συσκευές τηλεόρασης που διακινήθηκαν στο εσωτερικό της Ευρώπης είχαν μία μέση αξία των 350 ευρώ.

Η χαμηλή τιμή ανά συσκευή για τις συσκευές τηλεόρασης, που στάλθηκαν στην Αφρική, υποδηλώνει ότι πολλές από αυτές τις συσκευές είναι ουσιαστικά μεταχειρισμένα προϊόντα, εκ των οποίων πολλά ενδεχομένως να είναι απόβλητα.

Καθώς αυτοί οι αριθμοί αφορούν μόνο τις συσκευές τηλεόρασης, οι συνολικές εξαγωγές των χρησιμοποιημένων υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων, συσκευών αναπαραγωγής ήχου με δίσκους CD κλπ. σε αυτές τις περιοχές αναμένεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερες. Αυτό σημαίνει ότι η απαγόρευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το εμπόριο των επικίνδυνων απόβλητων με χώρες που δεν είναι μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης έχει παραβιαστεί.

Ανάμεσα στα έτη 1995 και 2007, οι μεταφορές μη επικίνδυνων αποβλήτων όπως το χαρτί, το πλαστικό και τα μέταλλα που μεταφέρονται εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκαν επίσης δραματικά, κυρίως προς την Ασία και ιδιαίτερα στην Κίνα. Η ποσότητα των απορριμμάτων χαρτιού που εξήχθη στην Ασία αυξήθηκε με συντελεστή το δέκα, για τα πλαστικά με τον συντελεστή το έντεκα και για τα μέταλλα με συντελεστή το πέντε. Τα μεταφερόμενα απόβλητα αυξήθηκαν επίσης στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά σε ένα πολύ χαμηλότερο επίπεδο.

Το 2007 μεταφέρθηκε στην Ασία τόση ποσότητα χαρτιού όση μεταφέρθηκε από μία χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε μια άλλη. Η ποσότητα μετάλλων που μεταφέρθηκε στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν μεγαλύτερη από την ποσότητα που μεταφέρθηκε στην Ασία. Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Ένωση μετέφερε μεγαλύτερη ποσότητα αποβλήτων πλαστικών στην αγορά της Ασίας από ό,τι εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για περισσότερο από μία δεκαετία το κόστος των πρώτων υλών ήταν πολύ υψηλό και αυτό, με την σειρά του, αύξησε την αξία των δευτερογενών πρώτων υλών, που ανακτώνται μέσω της ανακύκλωσης. Τα απόβλητα μετάλλων, τα απόβλητα χαρτιού και τα απόβλητα πλαστικών και άλλα απόβλητα από την Ευρώπη τροφοδοτούν την οικονομική άνθηση της Ασίας, η οποία δεν μπορεί να καλυφθεί μέσω «νέου» υλικού.

Επίσης, το δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η οδηγία για τις συσκευασίες σύμφωνα με το οποίο απαιτείται η επίτευξη επιπέδων ανακύκλωσης από τα κράτη μέλη, ενθαρρύνει έμμεσα, την μεταφορά αποβλήτων για ανακύκλωση. Οι απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για συγκεκριμένα ποσοστά ανακύκλωσης έχει οδηγήσει σε αυξημένες ποσότητες ανακυκλώσιμων αποβλήτων προς πώληση. Για παράδειγμα, η ποσότητα «απορριμμάτων συσκευασίας» χαρτιού και χαρτονιού που ανακυκλώνεται αυξήθηκε από τα 24 εκατομμύρια περίπου στα 30 εκατομμύρια τόνους ανάμεσα στα έτη 1997 και 2005. Η ποσότητα ανακυκλωμένων πλαστικών συσκευασιών αυξήθηκε από τα περίπου 10 στα 14 εκατομμύρια τόνους στην ίδια περίοδο.

Η χρήση ανακυκλωμένων αποβλήτων αντί των πρωτογενών υλικών γενικά ωφελεί το περιβάλλον. Παραδείγματος χάριν, ένα κιλό χαρτιού που έχει παραχθεί από ανακυκλωμένες πρώτες ύλες καταναλώνει το μισό της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή που χρησιμοποιεί πρωτογενή υλικά. Η παραγωγή αργιλίου (αλουμινίου) που παράγεται από ανακυκλωμένο αλουμίνιο μπορεί να καταναλώσει ποσότητα ενέργειας τόσο μικρή όσο το 5% αυτής που απαιτείται για την παραγωγή αλουμινίου με την χρήση πρωτογενών υλικών. Γενικά, η ανακύκλωση για τον λόγο αυτό συμβάλλει σημαντικά στην μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, που σχετίζονται με την ενέργεια καθώς και την μείωση άλλων περιβαλλοντικών πιέσεων. Ωστόσο, επειδή συχνά δεν γνωρίζουμε τι συμβαίνει με τα απόβλητα, αφότου εγκαταλείψουν ένα λιμάνι της Ευρώπης, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε εάν μία μεμονωμένη μεταφορά, και, κατά συνέπεια, οι μεταφορές γενικά, ωφελούν ή βλάπτουν το περιβάλλον. Τα στοιχεία δεν διευκολύνουν την ανάλυση για το εάν τα μεταφερόμενα απόβλητα έχουν καλύτερη επεξεργασία στον τόπο προορισμού τους και, κατά συνέπεια, δεν είναι γνωστό εάν αυτό είναι κακό για το περιβάλλον. Η λεπτομερέστερη

γνωστοποίηση εθνικών στοιχείων στην Ευρωπαϊκή Ένωση θα μπορούσε να επιλύσει αυτό το πρόβλημα

Στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι διασυνοριακές μεταφορές αποβλήτων προς διάθεση καθώς και των «επικίνδυνων και προβληματικών» αποβλήτων προς αξιοποίηση, πρέπει να γνωστοποιούνται στις εθνικές αρχές. Αυτή η «εθνική» γνωστοποίηση είναι πολύ λεπτομερής. Ωστόσο, μία συνοπτική εκδοχή των στοιχείων για τις μεταφορές αυτές είναι ό,τι διαβιβάζεται, όλο κι όλο, στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και, έτσι, η επισκόπηση σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι ασαφής. Εάν γνωστοποιούνταν αναλυτικότερες πληροφορίες, ιδιαίτερα για τους μεταφερόμενους τύπους αποβλήτων, η επισκόπηση θα μας επέτρεπε να εκτιμήσουμε καλύτερα τις περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες των μεταφορών αυτών. Θα μπορούσαν να μας βοηθήσουν να αποφανθούμε εάν οι μεταφορές αποβλήτων καθορίζονται με βάση τις καλύτερες εναλλακτικές δυνατότητες επεξεργασίας, την μεγαλύτερη χωρητικότητα ή την αποτελεσματική τιμολόγηση. Θα γινόταν καλύτερα κατανοητός ο ρόλος των χαμηλότερων προτύπων, του ελλείμματος νομοθεσίας και της πλημμελέστερης συμμόρφωσης ως αιτιών για μεταφορές σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες. Μια καθαρότερη εικόνα των νόμιμων μεταφορών σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης θα προσέφερε, επίσης, καλύτερες ενδείξεις για τις παράνομες μεταφορές.

Δεδομένου ότι η γνωστοποίηση στοιχείων ήδη λαμβάνει χώρα σε εθνικό επίπεδο, την ώρα που πολλές χώρες ήδη καταρτίζουν λεπτομερέστερες εθνικές στατιστικές για τις εξαγωγές και τις εισαγωγές αποβλήτων, η αύξηση της γνωστοποίησης στοιχείων δεν θα αύξανε σημαντικά τον φόρτο των κρατών μελών.

## 1.8 Τοπικές ανισότητες και αναπτυξιακές ανάγκες στην Ελλάδα.

Όπως είναι γνωστό στα αστικά κέντρα της χώρας τις τελευταίες δεκαετίες συγκεντρώνεται η δυναμική της ανάπτυξης και το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Συνέπεια αυτής της κατάστασης είναι η υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος (ρύπανση, απόβλητα), και η αστική διάχυση που δημιουργούν προβλήματα τα οποία επιγραμματικά συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση και υψηλά επίπεδα θορύβου.
- Προβλήματα στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων.
- Προβλήματα που σχετίζονται με την άναρχη δόμηση και την μείωση του αστικού πρασίνου και των ρεμάτων.
- Προβλήματα στην εξασφάλιση επαρκούς και καλής ποιότητας νερού ύδρευσης.

Τα προαναφερόμενα προβλήματα είναι φυσικά εντονότερα στα μητροπολιτικά κέντρα της χώρας καθώς και στα μεγάλα αστικά κέντρα των περιφερειών της χώρας, χωρίς πάντως να απομειώνεται εντελώς στα μικρότερα αστικά κέντρα.

Οι ορεινές περιοχές αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας ενώ χαρακτηρίζουν σε μεγάλο βαθμό και το ανάγλυφο των περισσότερων νησιών της χώρας. Στον ορεινό χώρο ο οποίος συγκεντρώνει μια σειρά από πολύτιμα περιβαλλοντικά στοιχεία, όπως η ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα και πανίδα, η μεγάλη ποικιλία τοπίων και οικοσυστημάτων. Οι περιοχές αυτές αποτελούν χώρους τροφοδότησης σημαντικών ποτάμιων συστημάτων

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια τάση ανάπτυξης ορισμένων ορεινών περιοχών της χώρας, η οποία συνδέεται με την ήπια τουριστική ανάπτυξη, τον χειμερινό τουρισμό, την αναδυόμενη βιολογική γεωργία, καθώς και με τις διαδικασίες κατασκευής μεγάλων έργων, που συνδέονται με την παραγωγή και μεταφορά ενέργειας, αλλά και με την κατασκευή μεγάλων οδικών αξόνων και υποδομών σιδηροδρομικών μεταφορών στον ορεινό χώρο.

Από τις δραστηριότητες αυτές προκύπτουν συνολικά πιέσεις οι οποίες θα πρέπει να ελεγχθούν, ώστε να περιοριστούν οι κίνδυνοι αλλοίωσης του φυσικού χαρακτήρα του ορεινού χώρου και να περιοριστούν οι κίνδυνοι που συνεπάγεται η μη ελεγχόμενη ανάπτυξη, όπως η αλόγιστη καταπάτηση των δικαιωμάτων του φυσικού περιβάλλοντος και η μόλυνση.

Από την περιβαλλοντική πλευρά, οι νησιωτικές περιοχές της χώρας μπορούν να διακριθούν σε δυο κύριες κατηγορίες ανάλογα με την έκταση της τουριστικής ανάπτυξης τους. Ειδικότερα, υπάρχουν τα νησιά, όπου παρουσιάζουν έντονη τουριστική ανάπτυξη, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της άναρχης δόμησης και εν γένει των προβλημάτων που παρουσιάζονται στα αστικά κέντρα της χώρας με χαρακτηριστικότερο την ηχορύπανση. Αντίθετα, υπάρχουν νησιωτικές περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν ήπια τουριστική ανάπτυξη και ως εκ τούτου διατηρούν σε μεγαλύτερο βαθμό τη φυσικότητα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων νησιωτικών περιοχών είναι η έλλειψη που παρουσιάζεται σε επάρκεια υδατικών πόρων.

Οι αγροτικές περιοχές της χώρας μπορούν, επίσης, να διακριθούν σε δυο κύριες κατηγορίες με βάση τις πιέσεις που προκύπτουν από αυτές στο περιβάλλον. Έτσι, διακρίνονται οι περιοχές έντονης αγροτικής δραστηριότητας όπως για παράδειγμα ο Θεσσαλικός κάμπος, το Αργολικό πεδίο, ο κάμπος της Θεσσαλονίκης, κλπ., όπου την τελευταία δεκαετία έχουν εμφανιστεί έντονα προβλήματα νιτρορύπανσης, μη ορθολογικής χρήσης των διαθέσιμων υδατικών πόρων καθώς και έντονων επιπτώσεων στα οικοσυστήματα και τις λειτουργίες τους. Αντίθετα, υπάρχουν αγροτικές περιοχές (κυρίως σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές) όπου οι καλλιέργειες είναι λιγότερο έντονες ή αναπτύσσονται με βιολογικές μεθόδους και οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες πιέσεις στο υδατικό περιβάλλον και τα οικοσυστήματα.

## 1.9 Πολιτικές διαχείρισης περιβαλλοντικής προστασίας.

Η ποιοτική κατάσταση των υδατικών πόρων είναι γενικά καλή, σύμφωνα με τα κριτήρια που θέτει η Κοινοτική και Ελληνική νομοθεσία ως προς τους γενικούς δείκτες και τις τοξικές ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των φυτοφαρμάκων. Αξίζει να σημειωθεί πάντως ότι ο χαρακτηρισμός της ποιότητας ως αποδεκτής βασίζεται κυρίως στα κριτήρια που αφορούν επιμέρους χρήσεις των πόρων (π.χ. πρόσληψη για παραγωγή πόσιμου νερού, άρδευση, διαβίωση ιχθύων) και όχι σε κριτήρια που σχετίζονται με την λειτουργία των οικοσυστημάτων και την εν γένει περιβαλλοντική τους κατάσταση, κριτήρια, τα οποία εξάλλου δεν έχουν ακόμα διαμορφωθεί και αποτελούν έναν από τους στόχους της Οδηγίας 2000/60. Η ολοκληρωμένη εφαρμογή της Οδηγίας αποτελεί μια από τις κυριότερες παρεμβάσεις που καθορίζονται προς υλοποίηση στη διάρκεια της νέας προγραμματικής περιόδου 2007-2013.

Υπερβάσεις των ορίων της νομοθεσίας της σχετικής με την ποιότητα των νερών εμφανίζονται σε τοπική κλίμακα, όπως για παράδειγμα συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων στα υπόγεια νερά, π.χ. Θεσσαλικός κάμπος, εντοπισμένα προβλήματα που οφείλονται στη βιομηχανική δραστηριότητα, π.χ. πεδιάδα Θεσσαλονίκης, και ευαισθησία ως προς τον ευτροφισμό, όπως στη λίμνη Βιστωνίδα, λίμνη Λαγκαδά κλπ. Ειδικά όσον αφορά στον ευτροφισμό, έχουν θεσμοθετηθεί σύμφωνα με τα κριτήρια των Οδηγιών 91/271 και 91/676, 27 ποταμοί / παραπόταμοι και 5 λίμνες της χώρας ως ευαίσθητες / ευπρόσβλητες περιοχές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι απαιτείται συστηματικότερη προσπάθεια συλλογής δεδομένων σε ότι αφορά στα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα, μιας και η παρακολούθηση είναι ικανοποιητική κυρίως σε ότι αφορά τα νερά κολύμβησης.

Σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση του ΥΠΕΧΩΔΕ (ΥΠΕΗΟΔΕ 2006), η ποιότητα των υδάτων κολύμβησης βελτιώνεται σταθερά, όπως δείχνει η αύξηση του ποσοστού ακτών που βρίσκονται εντός

των απαιτούμενων ορίων από 98,7% το 1998 σε 99,4% το 2002 και 99,9% το 2006.

Όσον αφορά στην ποιότητα του πόσιμου νερού, ο έλεγχος γίνεται από τις δημοτικές επιχειρήσεις ύδρευσης και αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) και την ΕΥΔΑΠ και ΕΥΑΘ για Αθήνα και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι ορισμένες ΔΕΥΑ δεν είναι πιστοποιημένες για τη διεξαγωγή τέτοιων ελέγχων.

Η διασφάλιση της αειφορίας των υδατικών πόρων, μέσω της επίτευξης επιπέδων ποιότητας τέτοιας ώστε να μην προκαλούνται απαράδεκτες επιπτώσεις και κίνδυνοι στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και η διασφάλιση της επάρκειας των υδατικών αποθεμάτων στο μέλλον, προωθούνται μέσω του βου Προγράμματος Δράσης για το Περιβάλλον, το οποίο έχει ενσωματώσει τις προτεραιότητες του Γκέτεμποργκ. Επιπλέον η περιβαλλοντική προστασία των θαλασσών ενισχύεται με την εφαρμογή του Εθνικού Προγράμματος Παρακολούθησης της Θαλάσσιας Ρύπανσης (MED-POL) που υλοποιεί το ΥΠΕΧΩΔΕ στο πλαίσιο του Μεσογειακού Σχεδίου Δράσης του Προγράμματος Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (MAP / UNEP).

Στον τομέα της διαχείρισης των αστικών λυμάτων, με βάση την Οδηγία 91/271, όπως ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο της χώρας με την ΚΥΑ 5673/400/97, οι οικισμοί της χώρας κατατάσσονται σε τρεις προτεραιότητες:

- Την προτεραιότητα Α, η οποία περιλαμβάνει όλους τους οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων και οι οποίοι αποχετεύουν τα λύματά τους σε «ευαίσθητους» αποδέκτες, με προθεσμία ολοκλήρωσης των έργων συλλογής και επεξεργασίας την 31/12/1998.
- Την προτεραιότητα Β, η οποία περιλαμβάνει όλους τους οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό άνω των 15.000 κατοίκων και οι οποίοι αποχετεύουν τα λύματά τους σε «κανονικούς» αποδέκτες, με προθεσμία ολοκλήρωσης των έργων συλλογής και επεξεργασίας την 31/12/2000.
- Την προτεραιότητα Γ, η οποία περιλαμβάνει όλους τους οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό άνω των 2.000 κατοίκων που δεν εμπίπτουν στις παραπάνω κατηγορίες, με προθεσμία ολοκλήρωσης των έργων συλλογής και επεξεργασίας την 31/12/2005. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και οι οικισμοί με ισοδύναμο πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων που διαθέτουν δίκτυο αποχέτευσης.

Όσον αφορά στην κάλυψη του πληθυσμού αιχμής των οικισμών Α, Β, Γ προτεραιότητας της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι περίπου 92%, δηλαδή το 92% περίπου του πληθυσμού αιχμής των οικισμών, που υποχρεούνται σε συμμόρφωση με την Οδηγία, διαθέτουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και μπορούν να επεξεργάζονται τα λύματά τους, με συνολική δυναμικότητα κατασκευασμένων εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων 13,9 εκ. ισοδύναμο πληθυσμό. Από το σύνολο του ισοδύναμου πληθυσμού των οικισμών Α, Β και Γ προτεραιότητας αποχετεύεται σήμερα ποσοστό της τάξης του 86%. Ειδικότερα σήμερα λειτουργούν δεκαοχτώ εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Α προτεραιότητας και είναι σε διαδικασία κατασκευής μία εκατάσταση. Επίσης, έχουν κατασκευαστεί εξήντα επτά εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Β προτεραιότητας, από τις οποίες τέσσερις αδρανούν, και κατασκευάζονται τέσσερις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων που θα ολοκληρωθούν εντός του 3<sup>ου</sup> ΚΠΣ, ενώ απομένει να καλυφθούν με υποδομές άλλοι τέσσερις οικισμοί Β προτεραιότητας. Τέλος όσον αφορά στους οικισμούς Γ προτεραιότητας, έχουν κατασκευαστεί συνολικά εκατό δυο εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, από τις οποίες είκοσι αδρανούν και λειτουργούν ογδόντα δυο, και κατασκευάζονται άλλες σαράντα έξι, που θα ολοκληρωθούν εντός της τρέχουσας προγραμματικής περιόδου.

Παρόλα αυτά υπάρχουν ακόμα αρκετές ελλείψεις για την κάλυψη του συνόλου των απαιτήσεων της Οδηγίας 91/271 σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, με τις μεγαλύτερες ελλείψεις να εντοπίζονται για οικισμούς Γ προτεραιότητας. Θα πρέπει πάντως να τονισθεί η μεγάλη πρόοδος που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια σε θέματα κατασκευής υποδομών διαχείρισης αστικών λυμάτων. Ένα πρόβλημα που υπάρχει στον τομέα της διαχείρισης των αστικών λυμάτων είναι το γεγονός ότι η συντήρηση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων είναι συχνά πλημμελής και παρουσιάζονται δυσλειτουργίες, ενώ υπάρχουν και αδυναμίες στη διαχείριση των ιλύων που προκύπτουν από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Επίσης υπάρχουν

σοβαρές ελλείψεις σε επίπεδο αποχετευτικών δικτύων, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ή είναι αδρανείς ή λειτουργούν με σοβαρές ποιοτικές ανεπάρκειες με αποτέλεσμα να εμφανίζονται οξυμένα προβλήματα σε τοπικό επίπεδο ιδιαίτερα σε οικισμούς μεσαίου μεγέθους ή και τουριστικές περιοχές, επομένως παρουσιάζεται σοβαρό πρόβλημα στις απαραίτητες διαδικασίες ελέγχου.

Οι εδαφικοί πόροι της Ελλάδας, σε σχέση με τις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες, είναι σε σχετικά καλή κατάσταση, όμως δεδομένου του τύπου και του επιπέδου ανάπτυξης της χώρας δεν επιτρέπεται εφησυχασμός. Οι βασικοί κίνδυνοι υποβάθμισης των εδαφών προέρχονται από την προβληματική διαχείριση των αστικών στερεών αλλά και των επικίνδυνων αποβλήτων, από την έντονα εκτατική οικιστική ανάπτυξη, από την ολοένα αυξανόμενη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων στη γεωργία, την υπερεκμετάλλευση των υδατικών πόρων για αρδευτική χρήση, από την καταστροφή των δασικών οικοσυστημάτων από πυρκαγιές ή και υπερβόσκηση καθώς και την εμφάνιση έντονων πλημμυρικών φαινομένων. Τα προβλήματα αυτά σε συνδυασμό με το ξηροθερμικό κλίμα της χώρας συμβάλλουν στην προϊούσα εκδήλωση φαινομένων ερημοποίησης σε άνυδρες περιοχές. Το φαινόμενο της ερημοποίησης, που ενισχύεται από τις πυρκαγιές και τις θερμές και άνυδρες περιόδους, εμφανίζεται ιδιαίτερα στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη. Αυτές οι περιοχές αποτελούν το 11,5% της συνολικής επιφάνειας της χώρας και σε αυτές διαμένουν 800.000 άτομα.

Στον τομέα της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων χαρακτηριστικό είναι ότι το 83% των παραγόμενων αποβλήτων συλλέγεται κανονικά ενώ το υπόλοιπο 17%, που αντιστοιχεί σε απομονωμένες ορεινές & νησιωτικές περιοχές, συλλέγεται και διατίθεται πλημμελώς. Κατά την τελευταία δεκαετία δόθηκε έμφαση στην κατασκευή υποδομών μεταφοράς και τελικής διάθεσης αστικών στερεών αποβλήτων και ειδικότερα στην κατασκευή χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Στην παρούσα φάση είναι σε λειτουργία σαράντα τέσσερις χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων ενώ είναι υπό υλοποίηση και αναμένεται να έχουν ολοκληρωθεί εντός του 3<sup>ου</sup> Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, σαράντα πέντε μεγάλοι, οκτώ μικροί χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων και δεκατέσσερις, επεκτάσεις υφισταμένων χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων.

Η υλοποίηση των υποδομών αυτών συνάδει με τις Στρατηγικές Κατευθυντήριες Γραμμές της Κοινότητας για τη Συνοχή, όπου προτείνεται η ανάληψη δράσης ως προς την προώθηση επενδύσεων στις υποδομές όσον αφορά στα απόβλητα στο πλαίσιο της ενίσχυσης των συνεργιών ανάμεσα στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη. Επίσης, η ολοκλήρωση της υλοποίησης των έργων υποδομής αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διαχείριση των στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων, ώστε να καταστεί εφικτή η επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από την Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία, σύμφωνα με το Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς. Αναφορικά με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας, η ανά κάτοικο και έτος παραγόμενη ποσότητα αστικών στερεών αποβλήτων, δηλαδή απορριμμάτων, ανέρχεται σε 441 kg, σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του έτους 2003, ποσότητα η οποία είναι μικρότερη από τον κοινοτικό μέσο όρο των 580 kg, ωστόσο βαίνει συνεχώς αυξανόμενη (+22% κατά την δεκαετία 1996-2003) ακολουθώντας την άνοδο του βιοτικού επιπέδου και την αλλαγή του τρόπου διαβίωσης.

Παρά τη σχετική πρόοδο σε εγκαταστάσεις μεταφόρτωσης (ΣΜΑ) και τελικής διάθεσης αποβλήτων (ΧΥΤΑ), δεν έχει επιτευχθεί μέχρι σήμερα επαρκής πρόοδος όσον αφορά στην ολοκληρωμένη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων, όπως πρόληψη - εκτροπή βιοαποδομήσιμου κλάσματος από ταφή, η οποία προωθείται από τις Στρατηγικές Κατευθυντήριες Γραμμές της Κοινότητας για τη Συνοχή, στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της περιβαλλοντικής ρύπανσης στις πηγές της. Ειδικά όσον αφορά στη λειτουργία μονάδων μηχανικής επεξεργασίας και κομποστοποίησης, στην παρούσα φάση υπάρχουν τρεις μονάδες σε Αθήνα, Καλαμάτα και Χανιά. Περιορισμένη πρόοδος υπάρχει, επίσης, στην υλοποίηση έργων υποδομής για τη διάθεση αδρανών υλικών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της υφιστάμενης νομοθεσίας.

Επιπλέον, ένα σημαντικό τμήμα των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων διατίθεται ακόμα σε χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Ειδικότερα, όσον αφορά στους χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων, με βάση μελέτη που εκπονήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ το 2005, σε όλη την ελληνική επικράτεια υπήρχαν 2626 τέτοιοι χώροι. Εντός του 2005 ξεκίνησε ένα εκτενές πρόγραμμα χρηματοδότησης έργων αποκατάστασης των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων, ενώ συνεχίστηκε η καταγραφή της παρακολούθησης του αριθμού των ενεργών και ανενεργών χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων. Με βάση την προαναφερόμενη μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ προβλέπεται σε πρώτη φάση η αποκατάσταση 2081 από αυτούς τους χώρους, με τους υπόλοιπους 545 να αποκαθίστανται μετά τη δημιουργία των απαραίτητων χώρων υγιονομικής ταφής αποβλήτων για τη ασφαλή διάθεση των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων.

Για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων έχει ψηφιστεί ο νόμος 2939/01 (ΦΕΚ 179 Α) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων - ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ)». Σκοπός του νόμου είναι η κατά προτεραιότητα πρόληψη δημιουργίας στερεών αποβλήτων, η επαναχρησιμοποίηση τους, η ανακύκλωσή τους, η ανάκτηση της ενέργειας, καθώς και η χωρίς προβλήματα τελική διάθεση τους. Παράλληλα επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που συμμετέχουν στον κύκλο ζωής των προϊόντων, παραγωγών διανομέων, καταναλωτών, διαχειριστών αποβλήτων, ΟΤΑ, και πολιτείας.

Η ερμηνεία του όρου «ανακύκλωση» δίνεται από τον περί Συσκευασιών και Αποβλήτων Συσκευασιών νόμο και σημαίνει την επεξεργασία σε διαδικασία παραγωγής των αποβλήτων υλικών προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον αρχικό τους σκοπό ή για άλλους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της οργανικής ανακύκλωσης, αλλά εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας. Με απλά λόγια, είναι ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης των υλικών αυτών τα οποία, αφού υποστούν την ανάλογη επεξεργασία, μπορούν να αξιοποιηθούν ως νέα πρώτη ύλη αντί να καταλήξουν στα σκουπίδια.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η ανακύκλωση δεν είναι πανάκεια για τη διαχείριση των αποβλήτων, που πρέπει να γίνεται έχοντας ως προτεραιότητα: α) τη μείωση της ανεξέλεγκτης απόρριψης των απορριμμάτων, β) την επαναχρησιμοποίηση, όπου μπορεί να εφαρμοστεί, γ) την ανακύκλωση ή την ανάκτηση ενέργειας, και δ) την τελική διάθεση των υπολειμμάτων των αποβλήτων από κάθε είδους επεξεργασία σε χώρους υγιονομικής ταφής απορριμμάτων.

Η ανακύκλωση θα πρέπει να ενταχθεί στην ζωή μας γιατί συνεισφέρει σημαντικά:

- α) στην επέκταση του χρόνου ζωής των σκυβαλότοπων, αφού μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων,
- β) στην εξοικονόμηση πρώτων υλών και την αποφυγή εξάντλησης των φυσικών όρων.
- γ) στη μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των υπόγειων νερών,
- δ) στην εξοικονόμηση ενέργειας, και
- ε) στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Σε εφαρμογή του Ν. 2939/01 έχουν εκδοθεί Προεδρικά Διατάγματα σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις της εναλλακτικής διαχείρισής, για τα εξής υλικά :

- Οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής [ΠΔ 116, (ΦΕΚ 81/Α/5.3.2004)]
- Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού [ΠΔ 117, (ΦΕΚ 82/Α/ 5.3.2004)]
- Απόβλητα λιπαντικών ελαίων [ΠΔ 82, (ΦΕΚ 64/Α/2.3.2004)]
- Χρησιμοποιημένες ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές [ΠΔ 115, (ΦΕΚ 80/Α/ 5.3.2004)]
- Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων [ΠΔ 109, (ΦΕΚ 75/Α/5.3.2004)]

Για τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) έχει ολοκληρωθεί η επεξεργασία του σχεδίου Προεδρικού Διατάγματος και προβλέπεται να εκδοθεί σύντομα. Από τις διατάξεις του νόμου παρέχεται η δυνατότητα για τη διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής του και σε άλλα ρεύματα αποβλήτων.



Βασικό στοιχείο του νόμου είναι η συμμετοχή των τελικών χρηστών και καταναλωτών στην αλυσίδα διαχείρισης των αποβλήτων. Όλοι οι διαχειριστές (παραγωγοί, εισαγωγείς) είναι υποχρεωμένοι είτε να οργανώσουν ατομικά είτε να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης. Για την οργάνωση κάθε συστήματος ατομικής ή συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης απαιτείται η χορήγηση έγκρισης από τον Εθνικό οργανισμό εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Μέχρι σήμερα έχουν εγκριθεί εννέα συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και ένα ατομικό.

Πιο αναλυτικά, αναφορικά με τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας, σημειώνουμε ότι το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης «ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ» της Εταιρίας ΕΕΑΑ απευθύνεται σε όλους όσους διαχειρίζονται συσκευασίες και εξασφαλίζει ισότιμη και ελεύθερη συμμετοχή αυτών. Στο ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ της ΕΕΑΑ ΑΕ, μέτοχος του οποίου είναι σε υψηλό ποσοστό η τοπική αυτοδιοίκηση, συμμετέχουν 1070 υπόχρεες εταιρείες, οι οποίες καλύπτουν το μεγαλύτερο μερίδιο της ελληνικής αγοράς. Επισημαίνεται, επίσης, ότι σήμερα λειτουργούν στη χώρα συνολικά δεκατέσσερα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) και έχουν δημιουργηθεί από τον τομέα αυτό χίλιες άμεσες νέες θέσεις εργασίας, οι οποίες στηρίζουν ουσιαστικά και την τοπική απασχόληση. Οι δήμοι και οι κοινότητες, που λαμβάνουν μέρος στο πρόγραμμα, σε αρμονική πάντοτε συνεργασία με τους πολίτες, συγκεντρώνοντας και διαχωρίζοντας τις ανακυκλώσιμες συσκευασίες στην περιοχή τους, μειώνουν τον όγκο των απορριμμάτων τους και συμβάλλουν συνολικά στην προστασία του περιβάλλοντος.

Το ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών της Ιδιωτικής Ετικέτας και Εισαγωγής Προϊόντων «ΑΒ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ» χρησιμοποιεί Κέντρα Ανακύκλωσης, αυτόματα μηχανήματα, στα οποία ο καταναλωτής επιστρέφει τις μεταλλικές, πλαστικές, γυάλινες και χάρτινες συσκευασίες και παίρνει ένα εγγυοδοτικό αντίτιμο ή προσφέρει το εγγυοδοτικό αντίτιμο υπέρ του συλλόγου «το χαμόγελο του παιδιού». Το ποσοστό ανακύκλωσης των συσκευασιών ιδιωτικής ετικέτας ανέρχεται σε 50,9%.

Το εγκεκριμένο σύστημα «ΚΕΝΤΡΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ -ΚΕΠΕΔ Α.Ε» δραστηριοποιείται στην εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών ορυκτελαίων. Είναι πανελλαδικής εμβέλειας και μέχρι σήμερα έχουν συμβληθεί εκατόν είκοσι υπόχρεες εταιρείες.

Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των Οχημάτων Τέλους Κύκλου Ζωής (ΟΤΚΖ) στο εγκεκριμένο συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδας με το διακριτικό τίτλο «ΕΔΟΕ Α.Ε» συμμετέχει το σύνολο των εισαγωγέων αυτοκινήτων και μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί 28 κέντρα παράδοσης οχημάτων τέλους κύκλου ζωής σε δεκαενέα νομούς της χώρας. Για το 2007 προβλέπεται η δημιουργία κέντρων σε άλλους δέκα νομούς. Το ποσοστό ανακύκλωσης των οχημάτων αυτών ανέρχεται σε 82,4%.

Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών στο εγκεκριμένο εθνικής εμβέλειας συλλογικό σύστημα «ECO - ELASTIKA» συμμετέχουν εξήντα ένας εισαγωγείς ελαστικών και πενήντα τρεις εισαγωγείς οχημάτων. Αυτό αντιπροσωπεύει το 97% των εισαγομένων ελαστικών στη χώρα μας. Η συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών γίνεται απ' ευθείας από τα σημεία συλλογής και τα ελαστικά είτε ανακυκλώνονται σαν τρίμμα ελαστικού είτε συναποτεφρώνονται σε κλιβάνους τσιμεντοβιομηχανιών. Λειτουργούν τέσσερις μονάδες κοκκοποίησης ελαστικού και μία μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης (TITAN). Εντός του 2007 πρόκειται να λειτουργήσουν άλλες δύο μονάδες ανακύκλωσης. Το ποσοστό ανακύκλωσης, δηλαδή τρίμμα ελαστικού και ενδιάμεσα προϊόντα τεμαχισμού, ανέρχεται στο 74%.

Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) στο εγκεκριμένο εθνικής εμβέλειας συλλογικό σύστημα «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.» συμμετέχουν μέχρι σήμερα 616 εταιρείες, ως υπόχρεοι διαχειριστές. Για την οργάνωση δημοτικών σημείων συλλογής έχουν υπογραφεί συμβάσεις συνεργασίας με 187 Δήμους απευθείας ή μέσω διαδημοτικών οργανισμών, σε όλες τις Περιφέρειες της χώρας. Τα απόβλητα

ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που συλλέγονται, μεταφέρονται μέσω αδειοδοτημένων εργολάβων στη μονάδα επεξεργασίας της ΕΚΑΝ ΑΕ στους Αγίους Θεοδώρους Κορινθίας, για ανακύκλωση/ αξιοποίηση.

Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των φορητών ηλεκτρικών σπηλών και συσσωρευτών στο εγκεκριμένο συλλογικό σύστημα «ΑΦΗΣ» μέχρι σήμερα έχουν προσχωρήσει εκατό τριάντα υπόχρεες εταιρείες, που αντιστοιχούν στο 97 % των υπόχρεων που δραστηριοποιούνται στην ελληνική αγορά. Η συλλογή των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών σπηλών και συσσωρευτών γίνεται από συγκεκριμένα σημεία συλλογής και μεταφέρονται προς ανακύκλωση σε εργοστάσια του εξωτερικού. Έως σήμερα έχουν τοποθετηθεί 16.150 κάδοι περίπου σε όλη τη χώρα. Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των Συσσωρευτών στο εγκεκριμένο σύστημα «ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ ΑΕ» συμμετέχουν 228 παραγωγοί και εισαγωγείς συσσωρευτών, οι οποίοι καλύπτουν περίπου το 90% των υπόχρεων διαχειριστών. Τα σημεία συλλογής του συστήματος ανέρχονται σε 2.610 σε επίπεδο χώρας.

Αναφορικά με την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων με το εγκεκριμένο συλλογικό σύστημα «ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε - ΕΛ.ΤΕ.ΠΕ. ΑΕ» έχουν συμβληθεί 85 υπόχρεες εταιρείες, οι οποίες καλύπτουν το 98,5% της συνολικής αγοράς των λιπαντικών. Πανελλαδικά λειτουργούν 25.000 σημεία συλλογής αποβλήτων λιπαντικών ελαίων.

Με βάση τα πρόσφατα δεδομένα από τα εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης η εκτίμηση για το τέλος του 2007 είναι ότι η ανακύκλωση ανέρχεται σε 20%. Επισημαίνεται ότι ο μέσος όρος ανακύκλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν ξεπερνά το 33%. Τέλος υλοποιούνται προγράμματα ενημέρωσης - ευαισθητοποίησης των πολιτών από τα εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και το ΥΠΕΧΩΔΕ, ενώ προγραμματίζονται και νέες δράσεις προς αυτή την κατεύθυνση.

Στον τομέα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων ολοκληρώθηκε η καταγραφή των παραγόμενων ποσοτήτων και του είδους των επικίνδυνων αποβλήτων που παράγονται. Σύμφωνα με την καταγραφή στην Ελλάδα παράγονται ετησίως 330.000 τόνοι επικίνδυνα απόβλητα. Οι μεγαλύτερες ποσότητες παράγονται στην Αττική (48,5%), την Κεντρική Μακεδονία (12,6%) και τη Στερεά Ελλάδα (10,2%). Πέραν των ανωτέρω στην Ελλάδα υπάρχουν προσωρινά αποθηκευμένοι 600.000 τόνοι επικίνδυνων αποβλήτων, κυρίως στους χώρους παραγωγής τους (βιομηχανία). Για την ασφαλή διαχείριση - επεξεργασία τους ενισχύεται η δημιουργία των απαραίτητων υποδομών μέσω των ιδιωτικών επενδύσεων. Επίσης, ολοκληρώθηκε και ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ) με το νέο θεσμικό πλαίσιο. Ειδικότερα, έχουν δημοσιευθεί το ΦΕΚ 383/Β'/2006 περί 'Μέτρων, όρων και περιορισμών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991» και το ΦΕΚ 791/Β'/2006 περί "Έγκρισης Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Β) της υπ' αριθμ. 13588/725/2006 Κοινή Υπουργική Απόφαση «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων κ.λπ.» (ΦΕΚ 383/ Β') και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ. 1) της οδηγίας 91/156/ΕΚ του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991" Με τον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων, ο οποίος αναθεωρείται ανά πενταετία, υλοποιείται η βασική αρχή ότι το κόστος της διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων το αναλαμβάνει ο ίδιος ο παραγωγός (ο ρυπαίνων πληρώνει).

Σύμφωνα με το ελληνικό Εθνικό Σχέδιο Κατανομής δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub> 2008-2012, οι εκπομπές από δραστηριότητες διαχείρισης αποβλήτων στο σύνολο της επικράτειας για το έτος 2004 ανήλθαν σε 3261,83 kt ισοδύναμου CO<sub>2</sub>. Με την πλήρη εφαρμογή της Οδηγίας για την υγειονομική ταφή και την εγκατάσταση μονάδων θερμικής οξείδωσης ή αναερόβιας χώνευσης ή λιπασματοποίησης βιομάζας, υπάρχει η δυνατότητα οι εκπομπές να μειωθούν ως το 2010 σε 2.500 kt ισοδύναμου CO<sub>2</sub>.

Η καθυστέρηση στην έγκριση και την υλοποίηση των περιφερειακών σχεδιασμών διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, ως αποτέλεσμα κυρίως της έλλειψης κοινωνικής αποδοχής για τη χωροθέτηση των αναγκαίων υποδομών διαχείρισης, δημιούργησε την ανάγκη για ανάληψη νομοθετικών πρωτοβουλιών και οδήγησε άλλοτε σε πρωτότυπες νομοθετικές - διοικητικές πρακτικές, όπως χωροθέτηση υποδομών διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων απευθείας με νόμο, και άλλοτε σε δικαστικές εμπλοκές και καθυστερήσεις λόγω ακύρωσης από το συμβούλιο της επικρατείας ορισμένων επιλογών για χωροθέτηση εγκαταστάσεων. Επιπλέον, οι μεγάλες πιέσεις για αστικοποίηση και τουριστική αξιοποίηση περιοχών έχουν οδηγήσει σε υψηλό κόστος γης, που με τη σειρά του αποτελεί έναν ακόμη ανασχετικό παράγοντα μαζί με την έλλειψη περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης από σημαντικά τμήματα του πληθυσμού.

Η ανάγκη πρόωξης συστηματικής προσέγγισης για την αποσύνδεση της δημιουργίας αποβλήτων από την οικονομική ανάπτυξη και η επίτευξη σημαντικής γενικής μείωσης των δημιουργούμενων αποβλήτων καθώς και για την προστασία του εδάφους, με το σχεδιασμό μιας εδαφικής πολιτικής η οποία θα καλύπτει θέματα όπως η διάβρωση, ερημοποίηση, ρύπανση και απώλεια εδαφών αναγνωρίζεται στο 6<sup>ο</sup> Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον, το οποίο έχει ενσωματώσει τις προτεραιότητες του Γκέτεμποργκ ως προς την πρόληψη και διαχείριση αποβλήτων και την προστασία εδαφών.

Τα γενικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα μπορούν να διαχωριστούν σε προβλήματα βιομηχανικής ρύπανσης και σε προβλήματα αστικής ρύπανσης. Η βιομηχανική ρύπανση εντοπίζεται κατά κύριο λόγο σε περιοχές όπου λειτουργούν σταθμοί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή σε περιοχές όπου λειτουργούν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, μεμονωμένες ή συγκεντρωμένες. Η αστική ρύπανση αφορά τις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές όπου οι κύριες πηγές ρύπανσης εντοπίζονται στην κυκλοφορία των οχημάτων, όπου κυριαρχούν πλήθος οχημάτων, κυκλοφοριακές συνθήκες, ανεπάρκεια ή έλλειψη μαζικών μέσων μεταφοράς τις περιοχές των μεγάλων λιμανιών της χώρας και κατά δεύτερο λόγο στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης.

Για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της χώρας έχει εκπονηθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ η μελέτη «Εκτίμηση και χαρτογραφική απεικόνιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον Ελλαδικό χώρο». Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής η χώρα έχει χωριστεί σε δυο ζώνες, νότια και βόρεια Ελλάδα, και δύο οικισμούς, Αθήνα και Θεσσαλονίκη, και έχει γίνει εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, αφού λήφθησαν υπόψη τα στοιχεία του δικτύου σταθμών του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ), μετρήσεων που έγιναν στο πλαίσιο της προαναφερόμενης μελέτης και εκτιμήσεων με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων προσομοίωσης. Τα στοιχεία αυτά συγκρίθηκαν με τα όρια που τίθενται από την οδηγία 96/62/ΕΕ και τις θυγατρικές της όσον αφορά στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

Με βάση την προαναφερόμενη μελέτη, τα σοβαρότερα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης εντοπίζονται στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας, δηλαδή την Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, την Πάτρα, τη Λάρισα, το Βόλος, τα Γιάννενα, το Ηράκλειο, καθώς και στις περιοχές παραγωγής ενέργειας από λιγνίτη, περιοχή Κοζάνης - Πτολεμαΐδας, Μεγαλόπολης. Επίσης, προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμφανίζονται και σε περιοχές με έντονη βιομηχανική δραστηριότητα, όπως Οινόφυτων - Σχηματαρίου.

Τα αποτελέσματα της προαναφερόμενης μελέτης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου στο σύνολο των πηγών ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθώς και για την εφαρμογή σχεδίων δράσης για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η βελτίωση του εθνικού δικτύου παρακολούθησης αλλά και η ενίσχυση του ελέγχου των πηγών αέριας ρύπανσης είναι μέτρα, που προωθούνται σύμφωνα με το Εθνικό Πρόγραμμα Μεταρρυθμίσεων για την Ανάπτυξη και την Απασχόληση, στην προσπάθεια αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σήμερα το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης διαθέτει τριάντα δυο σταθμούς με τους περισσότερους από αυτούς να βρίσκονται στην Αθήνα και τη

Θεσσαλονίκη, χωρίς πάντως να υπάρχει 100% πληρότητα δεδομένων για το σύνολο αυτών.

Τα τελευταία χρόνια και ως αποτέλεσμα των ενεργειών που έχουν αναληφθεί εμφανίζεται πτωτική τάση των συγκεντρώσεων για ορισμένους ρύπους όπως, το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και το βενζόλιο. Για τα σωματίδια παρατηρείται τάση σταθεροποίησης, όμως παρατηρούνται σημαντικές υπερβάσεις στον αριθμό των ημερών με υπέρβαση της οριακής μέση ημερήσιας τιμής και στην παρούσα φάση διερευνάται η φυσική προέλευση τους. Παρ' όλα αυτά εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικά προβλήματα υπερβάσεων των ορίων που καθορίζονται από την Εθνική και Κοινοτική νομοθεσία. Η ίδια η σημερινή κατάσταση θα θεωρείται στο μέλλον πιο σοβαρή δεδομένου ότι αφενός σε Κοινοτικό επίπεδο υφίσταται νέα νομοθεσία που προβλέπει πολύ αυστηρότερα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας, τα οποία θα ισχύσουν σταδιακά από το 2005 μέχρι το 2010, και αφετέρου προβλέπονται και όρια για ρύπους για τους οποίους η μέτρηση μέχρι σήμερα δε ήταν υποχρεωτική, όπως το βενζόλιο, τα βαρέα μέταλλα και το PM 2.5. Συνολικά απαιτείται επικέντρωση της προσπάθειας στους πιο επικίνδυνους ρύπους, όπως αιωρούμενα σωματίδια PM2.5, PM10, βενζόλιο, λοιποί υδρογονάνθρακες, καθώς και η ένταση των ενεργειών για την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στην πολιτική κυρίως των μεταφορών και της βιομηχανίας, με ενθάρρυνση της χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς και αποθάρρυνσης χρήσης οχημάτων ιδιωτικής χρήσης.

Στο όζον το 2005 παρουσιάστηκαν υπερβάσεις στους περιφερειακούς σταθμούς μέτρησης. Οι υπερβάσεις οφείλονται κατά κύριο λόγο στη μεγάλη ηλιοφάνεια και τις υψηλές θερμοκρασίες (συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό του όζοντος) και παρουσιάζονται σε όλες τις νότιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ωστόσο, υπάρχει γενικώς μια τάση σταθεροποίησης των τιμών. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην παρούσα φάση υπάρχουν ακόμη εκκρεμότητες, όσον αφορά στις υποχρεώσεις της Χώρας για την εφαρμογή της Σύμβασης Βιέννης, του Πρωτοκόλλου Μόντρεαλ και του Κανονισμού 2037/2000/ΕΚ.

Η ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος στη χώρα μας έχει επιδεινωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με τα σημαντικότερα προβλήματα να εντοπίζονται στα μεγάλα αστικά κέντρα, προκαλούμενα κατά κύριο λόγο από την κυκλοφορία των οχημάτων και ειδικότερα των βαρέων οχημάτων και των μοτοποδηλάτων. Εκτός από τις μεγάλες αστικές περιοχές, πρόβλημα θορύβου αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι τουριστικές περιοχές της χώρας, όπου υποβαθμίζεται τόσο η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, όσο και η ποιότητα ζωής των μόνιμων κατοίκων αυτών των περιοχών. Μικρότερης κλίμακας αλλά οξυμένα προβλήματα θορύβου προέρχονται από ειδικές δραστηριότητες, όπως κέντρα διασκέδασης, και από μηχανολογικές εγκαταστάσεις, π.χ βιοτεχνίες, κλιματιστικά μηχανήματα.

Η μείωση των επιπέδων θορύβου στα αστικά κέντρα και στις ευαίσθητες σε θόρυβο περιοχές ή περιοχές ειδικών χρήσεων είναι τα μέτρα που προτείνονται για την εξασφάλιση και διατήρηση της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, η οποία είναι μια από τις θεματικές προτεραιότητες της αναπτυξιακής στρατηγικής για την περίοδο 2007-2013 στο Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς.

Οι υφιστάμενες δεσμεύσεις της χώρας ως προς το θόρυβο πηγάζουν από την οδηγία 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου», η οποία αποβλέπει στον καθορισμό μιας κοινής προσέγγισης για την αποφυγή, πρόληψη ή περιορισμό, βάσει ιεράρχησης προτεραιοτήτων, των δυσμενών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένης της όχλησης, από έκθεση στο θόρυβο. Επισημαίνεται ότι μέχρι σήμερα δεν έχουν εκπονηθεί οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου και τα σχέδια δράσης που προβλέπονται από την προαναφερόμενη οδηγία.

Τα θέματα των ακτινοβολιών έλαβαν διαστάσεις κατά την τελευταία δεκαετία ως αποτέλεσμα κυρίως της αύξησης των πηγών εκπομπής, κινητή τηλεφωνία, κεραιές τηλεόρασης και ραδιοφώνου, ραντάρ, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Για τις ακτινοβολίες δεν υφίστανται προς το παρόν Κοινοτικές Οδηγίες, όμως έχουν εγκριθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο κατευθυντήριες τιμές/όρια.

## 1.10 Φορείς και μέσα άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής.

Το ΥΠΕΧΩΔΕ αποτελεί τον επιτελικό φορέα άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής, η άσκηση και εφαρμογή της οποίας γίνεται με τη βοήθεια των συναρμόδιων Τομεακών Υπουργείων (Ανάπτυξης, Τουριστικής Ανάπτυξης, Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Μεταφορών & Επικοινωνιών, Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης). Όσο αυξάνει η ρυθμιστική παρέμβαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Πολιτείας στα θέματα, τόσο πιο επιτελικός θα γίνεται ο ρόλος του ΥΠΕΧΩΔΕ, όμως και τόσο περισσότερο θα προκύπτει ανάγκη για αποκέντρωση εξειδικευμένων επιτελικών ή και ελεγκτικών λειτουργιών σε Ειδικές Υπηρεσίες ή Οργανισμούς ή Περιφερειακές Δομές.

Παραδείγματα για την πορεία αυτή αποτελούν οι Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος, ο Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών, η Κεντρική και οι Περιφερειακές Υπηρεσίες Υδάτων, το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης, η Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος για την περιβαλλοντική αδειοδότηση, και η ανάπτυξη και υποστήριξη της αρχικής φάσης λειτουργίας Φορέων Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Έργων / Προγραμμάτων.

Όμοια, η αποτελεσματική άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής και η ανάγκη ευαισθητοποίησης των πολιτών προϋποθέτει την συνεχή και αξιόπιστη καταγραφή των περιβαλλοντικών πληροφοριών και παραμέτρων και το συνεχή έλεγχο και καταγραφή των αντίστοιχων δεδομένων, ώστε να υπάρχει ανά πάσα στιγμή επιστημονικά επεξεργασμένη, έγκυρη, περιβαλλοντική πληροφορία, διαθέσιμη τόσο για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, όσο και για τη χρήση της από το κοινό κατά τη διαδικασία Εκτίμησης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έργων ή δραστηριοτήτων ή ακόμη περισσότερο κατά την Στρατηγική περιβαλλοντική Αξιολόγηση ολοκληρωμένων Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων ή μεγάλων και σύνθετων έργων και παρεμβάσεων. Ο έλεγχος της τήρησης των περιβαλλοντικών όρων προϋποθέτει, επίσης την ύπαρξη αξιόπιστου τέτοιου δικτύου δεδομένων, καθώς η Περιβαλλοντική Πολιτική αποτελεί την κατεξοχήν δημόσια πολιτική, που ασκείται και εφαρμόζεται, άρα και παρακολουθείται, σε τοπικό επίπεδο.

Οι ελλείψεις στον τομέα αυτό γίνονται φανερές από τις ανεπάρκειες στον έλεγχο και την ολοκληρωμένη εφαρμογή των περιβαλλοντικών πολιτικών, από το έλλειμμα κοινωνικής αποδοχής για την προώθηση σημαντικών περιβαλλοντικών αποφάσεων κυρίως σε σχέση με τη χωροθέτηση των αναγκαίων υποδομών, στην έλλειψη επιστημονικής βάσης δεδομένων, στη μη ολοκλήρωση του κτηματολογίου, στην αδυναμία ελέγχου τήρησης των περιβαλλοντικών όρων κυρίως στην περιφέρεια, στους αργούς ρυθμούς ενσωμάτωσης της Κοινοτικής Νομοθεσίας, η οποία σε αντίθεση με το γενικότερο πνεύμα απορρύθμισης, γίνεται ολοένα και πιο περιοριστική.

Η άσκηση αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής μπορεί να ενισχυθεί από πολιτικές τιμολόγησης, ειδικά όσον αφορά στις υπηρεσίες διαχείρισης λυμάτων, των οποίων η τιμολόγηση συμπεριλαμβάνεται στο λογαριασμό για κατανάλωση νερού και αποτελούν το 60%, για τα νοικοκυριά, του ποσού που αντιστοιχεί στην κατανάλωση νερού. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί το παράδειγμα της χρέωσης για τα αστικά στερεά απόβλητα, η οποία συμπεριλαμβάνεται στα δημοτικά τέλη, χωρίς να παρέχει κανένα κίνητρο στους πολίτες για ανακύκλωση, καθώς η τιμολόγηση δεν συνδέεται με την παραγωγή αποβλήτων.

Ο τομέας της Δημόσιας Διοίκησης αποτελεί τον κρίσιμο χώρο, όπου κρίνεται η αποτελεσματικότητα της περιβαλλοντικής πολιτικής, και με δεδομένες τις παραπάνω ελλείψεις σε εξειδικευμένο προσωπικό και διατιθέμενα μέσα και πόρους, είναι ο τομέας στον οποίο πρέπει να δοθεί άμεσα μεγάλη προτεραιότητα. Ειδικότερα, η έλλειψη ενός ισχυρού συντονιστικού μηχανισμού

οδηγεί στην μερική μόνο εφαρμογή των περιβαλλοντικών πολιτικών από τις τομεακές πολιτικές. Για το σκοπό αυτό δημιουργείται ευέλικτος μηχανισμός σε επίπεδο Ειδικής Υπηρεσίας για τις δράσεις στον τομέα του περιβάλλοντος, ο οποίος με λειτουργία σχετικού δικτύου θα συντονίζει και θα παρακολουθεί το σύνολο των περιβαλλοντικών έργων και δράσεων ανεξάρτητα από την πηγή χρηματοδότησής τους, ώστε να διασφαλιστεί η αναγκαία συνέργια και συμπληρωματικότητα των παρεμβάσεων στον τομέα του περιβάλλοντος.

Με βάση την αρχή της αειφόρου ανάπτυξης και την αρχή της ενσωμάτωσης της προστασίας του περιβάλλοντος σε όλες τις άλλες πολιτικές, έγινε φανερό ότι η προστασία του περιβάλλοντος προϋποθέτει την εκ των προτέρων εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε είδους δραστηριότητας. Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και πιο πρόσφατα η στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση αποτελούν εργαλεία για την εφαρμογή των βασικών αρχών πολιτικής περιβάλλοντος.

Το θεσμικό πλαίσιο έχει προχωρήσει για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και λειτουργεί, αν και απαιτούνται αρκετά ακόμα βήματα για τη βέλτιστη εφαρμογή του, όπως η έκδοση εξειδικευμένων προδιαγραφών για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε ομάδα έργων και δραστηριοτήτων. Παράλληλα στο διοικητικό επίπεδο η Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος στο ΥΠΕΧΩΔΕ, αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση, έχει επιτύχει ένα υψηλό επίπεδο λειτουργίας και αποτελεσματικότητας. Στις Περιφέρειες και τις Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις οι ανάγκες βελτίωσης των υπηρεσιών αδειοδότησης των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων παραμένουν μεγάλες.

Το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Ανάπτυξης στον τομέα «Περιβάλλον και Αειφόρος ανάπτυξη» στοχεύει να προχωρήσει με την περαιτέρω εξειδίκευση και εφαρμογή του νέου θεσμού των στρατηγικών περιβαλλοντικής εκτίμησης. Η Αξιολόγηση των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων της 4ης προγραμματικής περιόδου από περιβαλλοντική άποψη με βάση τις πρόνοιες του νέου σχετικού εθνικού κανονιστικού πλαισίου θα αποτελέσει μια καλή προσέγγιση της διερεύνησης ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης στις τομεακές αναπτυξιακές πολιτικές. Ιδιαίτερη σημασία θα έχει η συνεχής παρακολούθηση της εφαρμογής τους από περιβαλλοντική άποψη (monitoring).

Η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σε θέματα περιβάλλοντος είναι μία διαδικασία πολλών σταδίων που ξεκινάει με τη γνώση και καταλήγει στην ενεργό συμμετοχή των πολιτών. Η ευκολία πρόσβασης στην περιβαλλοντική πληροφορία, η δυνατότητα ελέγχου, η γρήγορη και επίκαιρη ενημέρωση για τυχόν αποτελέσματα ελέγχου είναι ορισμένες από τις προϋποθέσεις που πρέπει να εξασφαλίζονται για την επίτευξη των στόχων του ευρωπαϊκού και εθνικού θεσμικού πλαισίου, όπως αυτές διαμορφώνονται σύμφωνα με τη συνθήκη του Aarhus, η οποία έχει επικυρωθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και έχει ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο με τον Ν. 3422/2005 (ΦΕΚ Α' 303).

Η ανάγκη προώθησης μέτρων για τη βελτίωση της πρόσβασης και ποιότητας πληροφόρησης των πολιτών για το περιβάλλον αναγνωρίζεται στο 6<sup>ο</sup> Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον.

Η ευαισθητοποίηση και η ενεργοποίηση των πολιτών στα θέματα περιβαλλοντικής προστασίας είναι μια από τις θεματικές προτεραιότητες της αναπτυξιακής στρατηγικής για την περίοδο 2007-2013 στο Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς. Η ενημέρωση σε περιβαλλοντικά θέματα στηρίζεται κυρίως στην πληροφόρηση που παρέχεται μέσω της ιστοσελίδας του ΥΠΕΧΩΔΕ, του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Η συμμετοχή των πολιτών και η άσκηση ελέγχου περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά στη δυνατότητα παρέμβασης μέσω των διαδικασιών που προβλέπονται από την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη στρέβλωση των στόχων αυτής της διαδικασίας.

Η έντονη ανάπτυξη των υποδομών και των υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής, αλλά και η εξοικείωση των πολιτών με τη χρήση ηλεκτρονικών υπηρεσιών αποτελούν παράγοντες υποβοηθητικούς στην παροχή ενός ολοκληρωμένου φάσματος υπηρεσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας, που πληροφορούν φορείς και πολίτες, για μεγάλο εύρος θεμάτων μεταξύ των οποίων το περιβάλλον.





## 2

## ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Περιεχόμενα	
2.1 Ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	50
2.2 Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	50
2.3 Καύση.	52
2.4 Ταξινόμηση ατμοσφαιρικών ρύπων.	55
2.5 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	55
2.6 Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	65

## 2.1 Ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Το λεγόμενο σύστημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι δυνατόν να παρουσιαστεί απλοποιημένα ως εξής: οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ως επακόλουθο την εκπομπή αέριων ρύπων. Στην ατμόσφαιρα, οι ρύποι μεταφέρονται λόγω της κίνησης των αερίων μαζών. Συγχρόνως, μπορεί να υποστούν ποικίλους φυσικούς ή χημικούς μετασχηματισμούς. Το είδος και η ποσότητα των ρύπων που προσεγγίζουν τους διάφορους αποδέκτες προσδιορίζουν τα επίπεδα ρύπανσης, και είναι καθοριστικά για την ποιότητα του αέρα.

Ένας ατμοσφαιρικός ρύπος δεν είναι απαραίτητα ανθυγιεινός, με την έννοια ότι προκαλεί άμεσα αρνητικά αποτελέσματα στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα. Μια μορφή ρύπανσης της ατμόσφαιρας είναι η δημιουργία ενός καλύμματος από διάφορα μόρια ή μικροσωματίδια, που συγκρατεί ορισμένα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας, πολύ απαραίτητα για τη ζωή στη γη. Το επικάλυμμα αυτό μπορεί επίσης να αποτρέψει την αντανάκλαση θερμότητας από τη Γη στον ουρανό, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του ήδη υπάρχοντος φαινομένου του θερμοκηπίου (Global Warming) πράγμα που θα συμβάλει στην αλλαγή του καιρού και της θερμοκρασίας του πλανήτη, με τις επακόλουθες επιδράσεις στους ζώντες οργανισμούς. Ουσίες που καταφέρνουν να φθάσουν στο στρατοσφαιρικό στρώμα του όζοντος που προστατεύει τον πλανήτη μας από την επικίνδυνη για την ζωή, υπεριώδη (UV), ακτινοβολία και να το καταστρέψουν αφορούν επίσης το θέμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το πρόβλημα λοιπόν είναι ευρύ, συνεχώς μεταβαλλόμενο και διευρυνόμενο καθόσον η γνώση μας για την έμμεση ή άμεση βλαβερή επίδραση διαφόρων ουσιών στους ζώντες οργανισμούς εμπλουτίζεται συνεχώς.

Ρύποι θεωρούνται οποιαδήποτε υλικά είναι δυνατόν να εισέλθουν στην ατμόσφαιρα, είτε εσκεμμένα είτε διαμέσου κάποιας φυσικής διαδικασίας, και να έχουν έστω και έμμεσα αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα, μείωση του οξυγόνου της ατμόσφαιρας ή κάποια άλλη αλλαγή της σύστασης του αέρα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η προσθήκη κάθε υλικού (μοριακής ή σωματιδιακής φύσης) στην ατμόσφαιρα που μας περιβάλλει, η οποία θα έχει σαν αποτέλεσμα τη δηλητηρίαση της ζωής (βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα) πάνω στον πλανήτη. Το υλικό μπορεί να είναι ένα τοξικό αέριο με κάποια μακροχρόνια αποτελέσματα σε ένα οργανισμό που δεν είναι κατ' ανάγκη άμεσα αντιληπτά. Μπορεί ακόμη να είναι ένα μη ορατό ραδιενεργό, το οποίο έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα στην εξέλιξη της ζωής. Κάτω από ορισμένες συνθήκες, η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Σε αυτήν την περίπτωση έχει επικρατήσει να λέγεται ότι έχουμε «Νέφος». Το «Νέφος» παρουσιάζεται με δύο μορφές:

α) Νέφος καπνομίχλης, σχηματίζεται όταν έχουμε υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλη σχετική υγρασία.

β) Φωτοχημικό νέφος, παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια σε ένταση και διάρκεια, μικρή σχετική υγρασία και υψηλή συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου, υδρογονανθράκων, και δευτερογενών προϊόντων τους.

## 2.2 Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Ως κύριες ανθρωπογενείς πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούμε να θεωρήσουμε: (α) τα μέσα μεταφοράς, (β) την οικιακή θέρμανση, (γ) τις διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, (δ) τις ανεπιθύμητες καύσεις και (ε) τις βιομηχανικές καύσεις καυσίμων και γενικότερα τις υπόλοιπες εκπομπές από τις κάθε είδους εργαστηριακές, βιοτεχνικές, μεταποιητικές και βιομηχανικές

δραστηριότητες. Είναι δύσκολο να καθορισθεί ποσοστό ευθύνης που αναλογεί σε κάθε μια από αυτές τις πηγές. Μια χονδρική κατανομή θα χρέωνε την συνεισφορά όλων των τύπων μηχανών εσωτερικής καύσης για την κίνηση των αυτοκινήτων στο 60% της συνολικής ετήσιας εκπομπής. Οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνεισφέρουν κατά 10-15%, η οικιακή θέρμανση περίπου 10%, οι βιομηχανικές καύσεις και βιομηχανικές εκπομπές περίπου 20% και οι ανεπιθύμητες καύσεις περίπου 5%. Εφόσον η κοινωνία μας είναι εξελίξιμη, αυτά τα προσεγγιστικά ποσοστά δεν είναι σταθερά. Όσο κατασκευάζονται και πωλούνται περισσότερα αυτοκίνητα η συνεισφορά της αυτοκίνησης στην ατμοσφαιρική ρύπανση θα αυξάνεται.

Σε αυτές τις κύριες κατηγορίες εκπομπών έρχεται να προστεθεί ένας μεγάλος αριθμός από άλλες μικρότερες, που ενώ δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές, εντούτοις συνεισφέρουν στο συνολικό πρόβλημα. Μερικές από αυτές τις εκπομπές που θα άξιζε ίσως να σημειώσουμε σαν παραδείγματα είναι:

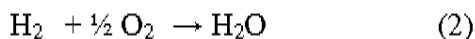
- Τα οργανικά συστατικά στα αποσμητικά χώρου, στα αρώματα και σε άλλα καλλυντικά προϊόντα που αναδύουν μεν ευχάριστες οσμές αλλά ταυτόχρονα συνεισφέρουν, κατά ένα μικρό ποσοστό στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Οι διαδικασίες κατασκευής δρόμων, οικοδομών και συγκροτημάτων συνεισφέρουν στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, όπως επίσης και οι διάφορες ειδών κατεδαφίσεις.
- Το κάπνισμα: τουλάχιστον το 50% των ανθρώπων καπνίζουν. Ο καπνός των τσιγάρων είναι σίγουρα μια πηγή μόλυνσης του αέρα ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους.
- Υδροθείο και υδρογονάνθρακες από φυσικές πηγές, εκρήξεις ηφαιστειών, καθώς και η χρήση των συνηθισμένων αεροζόλ για ψεκάσμο εκτάσεων ή απλά για φρεσκάρισμα του αέρα στο σαλόνι μας, συμβάλει στο συνολικό πρόβλημα.
- Η σωματιδιακή ύλη που μεταφέρεται μέσω ανέμων από τις ερήμους προκαλούν σοβαρά προβλήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα για την χώρα μας είναι ο άνεμος με την επωνυμία Λίβας ή Σιρόκος που προκαλεί συχνά έντονη μείωση της ορατότητας λόγω της χρυσοκόκκινης σκόνης που μεταφέρει από την έρημο της Λιβύης ή από την Σαχάρα.
- Οι πυρκαγιές, η θάλασσα, η σκόνη από απογυμνωμένο έδαφος και οι καταστροφές, που προκαλούνται από φυσικές αιτίες, όπως σεισμοί, πλημμύρες, τυφώνες, εκρήξεις ηφαιστειών έχουν ως αποτέλεσμα διάφορων ειδών αιωρούμενα σωματίδια της ύλης να διαταράσσουν την ατμόσφαιρα.
- Οι ωκεανοί και οι θάλασσες είναι μια τεράστια φυσική πηγή ρύπων. Ο ωκεανός εκλύει συνεχώς αεροζόλ στην ατμόσφαιρα με την μορφή σωματιδίων άλατος (NaCl), τα οποία είναι διαβρωτικά για τα μέταλλα και τις κατασκευές. Οι ωκεανοί αποτελούν επίσης σημαντική πηγή πρωτογενών ρύπων όπως CO, SO<sub>42</sub>, κτλ λόγω αντιδράσεων και μετατροπών που μπορεί να συμβαίνουν στη μάζα τους.
- Μια εκτεταμένη πηγή φυσικών ρύπων είναι τα φυτά και τα δέντρα της Γης. Αν και τα πράσινα φυτά παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης, παραμένουν η κύρια πηγή εκπομπής υδρογονανθράκων για τον πλανήτη. Το γνωστό γαλάζιο σύννεφο ομίχλης πάνω από δασικές περιοχές προέρχεται σχεδόν όλο από ατμοσφαιρικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις που παράγονται από τα δέντρα του δάσους. Ένας άλλος αέριος ρύπος, ο οποίος οφείλεται στην πανίδα, είναι η γύρη η οποία προκαλεί δύσπνοια και αλλεργίες στους ανθρώπους.
- Άλλες φυσικές πηγές, όπως οι λίμνες με γλυκό ή αλμυρό νερό, έχουν συνήθως τοπικής κλίμακας επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα θειούχα αέρια από τις θερμές πηγές ανήκουν επίσης στην κατηγορία των φυσικών πηγών όπου η μυρωδιά τους είναι ιδιαίτερα έντονη κοντά στην πηγή αλλά εξαφανίζεται μερικά χιλιόμετρα πιο πέρα.
- Η αποσύνθεση της βλάστησης στα δάση στα έλη, ακόμα και στην αυλή του σπιτιού συμβάλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Τόσο απλά πράγματα όπως η ναφθαλίνη που χρησιμοποιούμε για την συντήρηση των ρούχων ή το βάδιμά μας στον δρόμο συνοδεύονται από εκπομπές ουσιών στην ατμόσφαιρα.

- Τα σωματίδια ύλης που εκτινάσσονται από τα λάστιχα των οχημάτων κατά την κίνηση αλλά κυρίως κατά την πέδηση.
- Όταν γεμίζουμε το αυτοκίνητό μας με βενζίνη εξατμίζονται πτητικοί υδρογονάνθρακες. Υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα μπορούν να βρεθούν σε κλειστά μέρη όπως χώροι στάθμευσης, ελλιπώς αεριζόμενες υπόγειες διαβάσεις, ή κατά μήκος των δρόμων σε περιόδους κυκλοφοριακής αιχμής.
- Η χρήση καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής παράγει μονοξείδιο του αζώτου. Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου.

Η λίστα που ξεκινήσαμε μπορεί να συνεχιστεί επ' άπειρον. Είναι φανερό λοιπόν η δυσκολία λεπτομερούς ταξινόμησης και εκτίμησης του ποσοστού των διαφόρων πηγών. Είναι αρκετό να πούμε, παρά όλα αυτά, ότι κατά κάποιο τρόπο, συνειδητά ή ασυνειδητά καθένας από εμάς συμβάλει στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κάθε μέρα της ζωής του.

### 2.3 Καύση.

Καύση ορίζουμε την ταχεία ένωση μιας ουσίας με οξυγόνο που συνοδεύεται από έκλυση ακτινοβολίας και θερμότητας. Κάποιες απλές και πολύ γνωστές αντιδράσεις καύσης είναι:



Η καύση είναι μια από τις πλέον διαδεδομένες χημικές αντιδράσεις που χρησιμοποιούμε, λόγω του εξώθερμου της διεργασίας, και συνεπώς την παραγωγή ενέργειας. Χρησιμοποιούμε την καύση κυρίως για παραγωγή θερμότητας μέσω της μετατροπής της χημικής ενέργειας που "εμπεριέχει" το καύσιμο σε θερμική. Αυτό γίνεται σε μονάδες παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, στους οικιακούς καυστήρες, στις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων κτλ. Χρησιμοποιούμε επίσης συχνά την καύση ως μέσο καταστροφής των στερεών αποβλήτων, εφόσον αυτή οδηγεί στην δραστική μείωση του όγκου του στερεού αποβλήτου και στην καταστροφή των μικροβιακών οργανισμών.

Τα προϊόντα που παράγονται στην προκειμένη περίπτωση είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, τα οποία είναι άοσμα, άορατα και μη τοξικά, αν και για το CO<sub>2</sub> γνωρίζουμε αρκετά πράγματα σχετικά με τις επιδράσεις του στο περιβάλλον. Τα προβλήματα στις αντιδράσεις καύσεις εμφανίζονται όταν παράγονται και άλλα προϊόντα, τα περισσότερα εκ των οποίων θεωρούνται αέριοι ρύποι. Αυτά μπορεί να είναι CO, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, καπνός, ιπτάμενη τέφρα, μέταλλα, οξείδια των μετάλλων, άλατα των μετάλλων, αλδεύδες, κετόνες, οξέα, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες και πολλά άλλα. Σίγουρα οι ουσίες που αναφέρθηκαν παραπάνω παράγονται σε μικρές σχετικά ποσότητες. Η επίδρασή τους όμως στο περιβάλλον είναι τρομερά σημαντική. Ιδιαίτερη σημασία στο πρόβλημα δόθηκε μόνο τις τελευταίες δεκαετίες.

Έναν μηχανικό, για παράδειγμα, που ασχολείται με τις μηχανές αυτοκινήτων, δεν τον απασχολούσε το 1% του μονοξειδίου του άνθρακα στην εξάτμιση μιας μηχανής. Με το να κάψει

πλήρως και αυτό το 1% προς CO<sub>2</sub> μέσα σε ένα καυστήρα, ο μηχανικός θα μπορούσε να περιμένει μια αύξηση στην απόδοση της βενζίνης μικρότερη του 0.5%. Αυτό το 1% του μονοξειδίου του άνθρακα, όμως, είναι 10,000 ppm κατ' όγκο, και ένας αριθμός τέτοιου μεγέθους δεν μπορεί να αγνοηθεί από ένα άλλο μηχανικό που ασχολείται με το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Η καύση είναι αρκετά πολύπλοκη χημική διεργασία, όσο και αν αυτό ακούγεται παράξενο, και γενικά θεωρείται μια αλυσιδωτή αντίδραση ελευθέρων ριζών. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που ενισχύουν αυτό το μηχανισμό μέσω ελευθέρων ριζών: (α) απλοί υπολογισμοί των θερμοτήτων σχηματισμού και διάσπασης των μορίων που εμπλέκονται στην διεργασία καύσης, δεν συμφωνούν με τις πειραματικές τιμές που λαμβάνονται για τις θερμοότητες καύσης, (β) μπορεί να βρεθεί μεγάλη ποικιλία προϊόντων στην έξοδο μιας διεργασίας καύσης. Πολλά και πολύπλοκα οργανικά μόρια έχουν βρεθεί στα προϊόντα ενός συστήματος που καίει καθαρό μεθάνιο με καθαρό οξυγόνο, (γ) πρόσθετα, όπως πχ ο τετρααιθυλικός μόλυβδος, μπορούν να αλλάξουν σημαντικά τον ρυθμό της αντίδρασης.

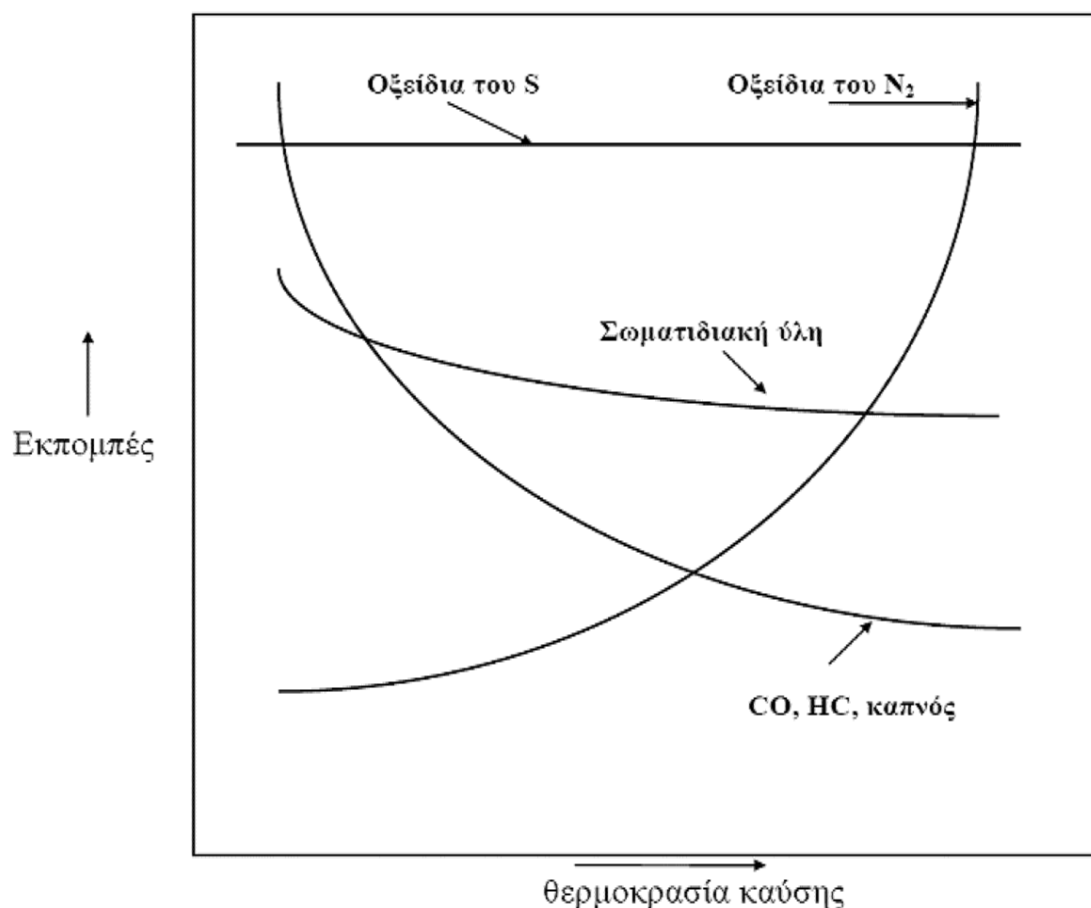
Για να εκκινήσει μια αντίδραση καύσης θα πρέπει να υπάρχει μια αρκετά υψηλή θερμοκρασία ανάφλεξης. Ως γνωστό η καύση είναι μια εξώθερμη αντίδραση, αλλά επίσης απαιτεί ενέργεια για να πυροδοτηθεί. Η καλή ανάμιξη καυσίμου και οξυγόνου είναι επίσης απαραίτητη για να μην επιβραδυνθεί η διαδικασία καύσης από πιθανή εμφάνιση φαινομένων αντίστασης στην μεταφορά μάζας, κάτι πολύ συνηθισμένο σε ταχέα χημικά φαινόμενα. Ας αναλογιστούμε για παράδειγμα την καύση του κάρβουνου που όταν το φυσάμε με αέρα καίγεται πολύ γρηγορότερα. Προφανώς το βραδύ στάδιο της συνολικής δράσης αυτής της καύσης είναι η μεταφορά O<sub>2</sub> στο μέτωπο του καιγόμενου άνθρακα.

Η φάση (στερεή, υγρή ή αέρια) στην οποία βρίσκεται το καύσιμο είναι επίσης σημαντική παράμετρος και υποδεικνύει τον τύπο του συστήματος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Ένα καύσιμο μπορεί επίσης να αποτελείται από πτητικές ουσίες, στερεούς υδρογονάνθρακες, ή και τα δυο. Οι πτητικές ουσίες καίγονται σαν αέρια και παράγουν ορατή φλόγα, ενώ οι στερεοί υδρογονάνθρακες καίγονται χωρίς φλόγα σε στερεή μορφή. Ένα καύσιμο που βρίσκεται στην αέρια φάση, όπως πχ το φυσικό αέριο, είναι πολύ δραστικό και μπορεί να αναφλεχθεί με ένα απλό σπινθήρα.

Εάν ένα καύσιμο είναι σε υγρή μορφή, όπως πχ το πετρέλαιο, πρέπει να εξάτμιστεί πριν την καύση. Η εξάτμιση μπορεί να συνοδεύεται από παροχή θερμότητας μέσω μιας εξωτερικής πηγής, αλλά συνήθως το υγρό καύσιμο πρώτα διασπείρεται και εμφυσάται (ψεκάζεται) σε θερμό αντιδραστήρα για να επιτευχθεί ταχεία εξάτμιση. Για ένα στερεό καύσιμο, όπως το κάρβουνο ή το ξύλο, υπάρχουν διάφορα βήματα που απαιτούνται πριν την καύση. Η σειρά αυτών των βημάτων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό των καυστήρων.

Ο τρόπος λειτουργίας του καυστήρα είναι πολύ σημαντικός όσο αφορά τις εκπομπές. Μια σταθερή διεργασία, όπως πχ ένας μεγάλος βραστήρας ατμού λειτουργεί με σταθερό τρόπο κάτω από μια συνεχή ροή καυσίμου. Τα απόβλητα αέρια εκπέμπονται σταθερά και συνεχώς. Από την άλλη πλευρά, μια μηχανή αυτοκινήτου σχετίζεται με μια σειρά περιοδικών αναφλέξεων. Οι εκπομπές της είναι πολύ διαφορετικές από αυτές του βραστήρα τόσο στο είδος όσο και στην ποσότητα. Σε ένα τετρακύλινδρο κινητήρα αυτοκινήτου που λειτουργεί στις 2.500 στροφές/λεπτό γίνονται περίπου 5.000 διαφορετικές αντιδράσεις καύσης, οι οποίες αρχίζουν και ολοκληρώνονται σε κάθε κύκλο της λειτουργίας του που έκαστος διαρκεί περίπου 1/100 του δευτερολέπτου.

Οι εκλύσεις από την καύση μπορούν σε κάποιο βαθμό να προβλεφθούν, αν η διαδικασία καύσης είναι απολύτως ορισμένη. Το σχήμα 2.1 δείχνει πώς οι εκλύσεις από έναν καυστήρα θα έπρεπε να μεταβάλλονται με τη θερμοκρασία της αντίδρασης. Οι τιμές δεν είναι απόλυτες εφόσον αυτές εξαρτώνται από τον τύπο του καυσίμου, το είδος της καύσης, κτλ. Μια σύγκριση τυπικών εκπομπών από διάφορες συνηθισμένες πηγές καύσης φαίνονται στον πίνακα 21.



Σχήμα 2.1. Εκπομπές διεργασίας καύσης σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας καύσης.

Ρύπος	Ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί (g/kg καυσίμου)			Καύση απορριμμάτων (g/kg απορρίμματος)		Μη-ελεγχόμενες εκπομπές αυτοκινήτων (g/kg καυσίμου)	
	στερεά καύσιμα	υγρά καύσιμα	αέρια καύσιμα	ελεύθερη καύση	κλειστή καύση	βενζίνη	πετρέλαιο
CO	0	0	0	50	0	165	0
SO <sub>2</sub>	20xS*	20xS	16xS	1,5	1,0	0,8	7,5
NO <sub>2</sub>	0,43	0,68	0,16	2,0	1,0	16,5	16,5
αλδεΐδες κετόνες	0	0,003	0,001	3,0	0,5	0,8	1,6
ολικοί HC	0,43	0,05	0,005	7,5	0,5	33,0	30,0
σωματίδια	75xΣ*	2,8xΣ	0	11	11	0,05	18,0

\*S = % περιεκτικότητα θείου στο καύσιμο, και  
Σ = % περιεκτικότητα στάχτης στο καύσιμο.

Πίνακας 2.1. Σύγκριση διαφόρων διεργασιών καύσης ως προς τις εκπομπές ρύπων.

## 2.4 Ταξινόμηση ατμοσφαιρικών ρύπων.

Υπάρχουν πολλές δυνατότητες ταξινόμησης των ατμοσφαιρικών ρύπων ανάλογα με τις ιδιότητές τους, όπως:

- Σύμφωνα με την τοξικότητά τους.
- Σύμφωνα με τη φυσική τους κατάσταση (στερεά, υγρή, αέρια).
- Σύμφωνα με το αν εκπέμπονται άμεσα (πρωτογενείς ρύποι) ή σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα (δευτερογενείς ρύποι).
- Σύμφωνα με τη χημική σύσταση, οπότε και διακρίνονται σε:
  - α) Ανθρακούχες ενώσεις,
  - β) Θειούχες ενώσεις,
  - γ) Αζωτούχες ενώσεις,
  - δ) Αλογονούχες ενώσεις,
  - ε) Ραδιενεργές ουσίες

Μια πρόχειρη κατηγοριοποίηση των ρύπων με σκοπό την ευχερέστερη αξιολόγηση του συνολικού προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι η ακόλουθη:

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), που είναι αέριο, άοσμο και άχρωμο, εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των μηχανών των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων και πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση της καύσιμης ύλης.
- Οξείδια του θείου (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>). Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) είναι άχρωμο, αέριο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική οσμή σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.
- Οξείδια του αζώτου (N<sub>2</sub>O και NO<sub>x</sub>: NO, NO<sub>2</sub>). Το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) είναι αέριο με καφεκίτρινο χρώμα και ιδιάζουσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνει το χαρακτηριστικό χρώμα του στην όψη του ουρανού στις αστικές περιοχές.
- Υδρογονάνθρακες (CH<sub>4</sub> και ανώτεροι πητικαί VOCs). Ειδικά οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι οργανικές χημικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο. Αποτελούνται από τρεις ή περισσότερους συμπυκνωμένους βενζολικούς δακτυλίους και βρίσκονται κυρίως υπό μορφή ατμών ή σωματιδίων. Η χαρακτηριστικότερη ένωση της κατηγορίας αυτής είναι το βενζο(α)πυρένιο.
- Όζον, που είναι αέριο, άχρωμο, με χαρακτηριστική οσμή, το κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους στην επιφάνεια της γης (τροπόσφαιρα). Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα), ωστόσο το όζον έχει ευεργετικό ρόλο απορροφώντας τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.
- Σωματίδια ύλης, που είναι υλικά σε στερεή ή υγρή φάση που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
- Μόλυβδος, Αρσενικό, Κάδμιο και Νικέλιο (Pb, As, Cd, Ni), που είναι μέταλλα τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα κυρίως στα σωματίδια είτε υπό στοιχειακή μορφή είτε υπό μορφή ενώσεων (οξειδίων, θεικών ή θειούχων).
- Βενζόλιο (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), που είναι μια Χημική ένωση σε υγρή μορφή που αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο με χαρακτηριστική οσμή. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε μορφή ατμών επειδή το σημείο ζέσεως του είναι χαμηλό.

## 2.5 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Το Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας, που ανήκει στη Δ/ση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ) του ΥΠΕΧΩΔΕ είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του δικτύου μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής Αθηνών. Η ανάλυση των στοιχείων αυτών για το 2007, καθώς και η διαχρονική εξέλιξη από το 1984, περιέχεται σε έκθεση, που δημοσιεύθηκε τον

Απρίλιο του 2008. Αντίστοιχες μελέτες σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση διενεργούνται και από άλλα κράτη, καθώς επίσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση και παγκόσμιο επίπεδο από διεθνείς οργανισμούς. Το 2007, η Δ/ση ΕΑΡΘ (Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας), λειτούργησε δεκαέξι σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή Αττικής καθώς και ένα σταθμό στην Αλιάρτο Βοιωτίας για τις ανάγκες του Προγράμματος Διασυννοριακής Μεταφοράς της Ρύπανσης.

Οι μετρούμενοι ρύποι καθώς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται φαίνονται στον Πίνακα 2.1. Η μέτρηση των ρύπων γίνεται σε συνεχή βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Ο χρόνος απόκρισης των αυτομάτων αναλυτών είναι της τάξης του ενός λεπτού, δηλ. ο κάθε αναλυτής δίνει μια τιμή περίπου κάθε λεπτό.

Ρύπος	Χρονική βάση μετρήσεων	Μέθοδος μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπέρυθρο (NDIR)
Οξείδια του αζώτου (NO,NO <sub>2</sub> )	1 ώρα	Χημειοφωταύγεια
Όζον (O <sub>3</sub> )	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπεριώδες
Διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> )	1 ώρα	Φθορισμομετρία
Αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ <sub>10</sub> <sup>1</sup> -ΑΣ <sub>2,5</sub> <sup>2</sup> )	1 ώρα	Απορρόφηση β ακτινοβολίας
Βενζόλιο – Τολουόλιο – Αιθυλοβενζόλιο, m-p-o Ξυλόλιο (BTEX)	1 ώρα	Αέρια χρωματογραφία (GC)

Πίνακας 2.2. Μετρούμενοι ρύποι και μέθοδοι μέτρησης.

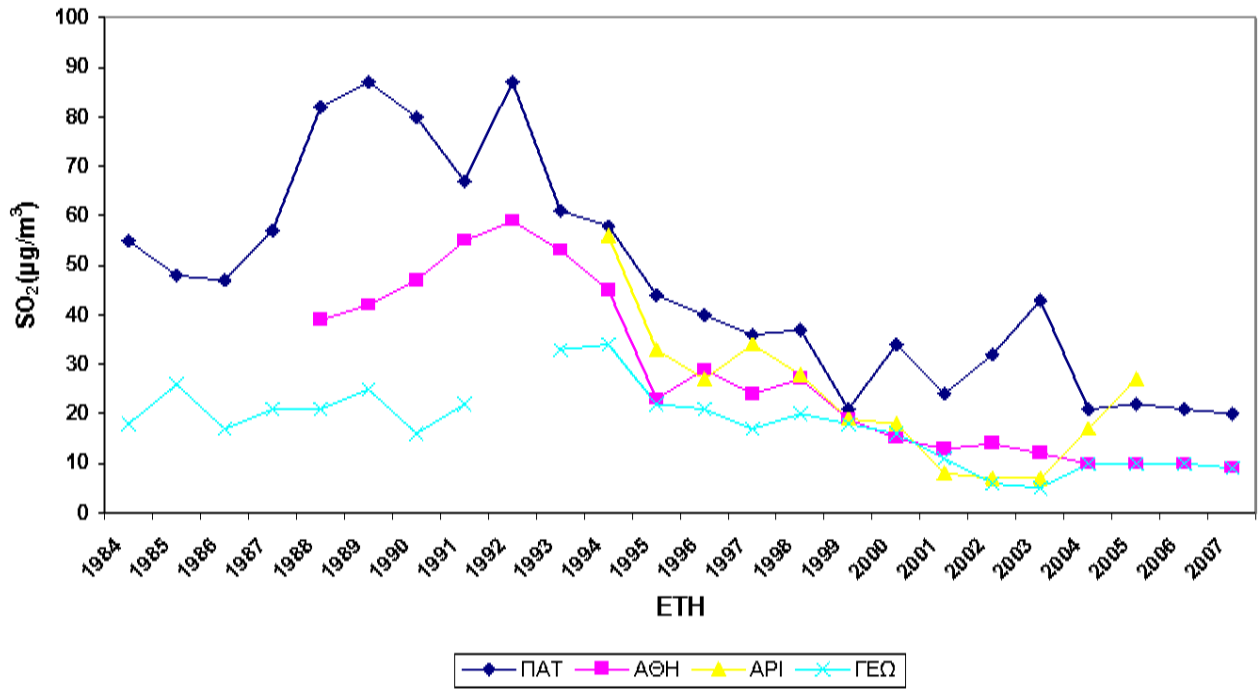
Η διαχρονική εξέλιξη των τιμών δείχνει ότι, παρ' όλο που υπάρχουν στις διάφορες θέσεις, αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική ή τάση σταθεροποίησης, ανάλογα με τον ρύπο. Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί, κυρίως στην τεχνολογική αναβάθμιση του στόλου των ιδιωτικών αυτοκινήτων και των μέσων μαζικής μεταφοράς, στην εφαρμογή του μέτρου της κάρτας ελέγχου καυσαερίων, στα μέτρα ελέγχου εκπομπής ρύπων από διάφορες πηγές, στη χρήση καυσίμων με καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές, στη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς, στη διευκόλυνση της κυκλοφορίας των μέσων μαζικής μεταφοράς, στη διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό και τριτογενή τομέα, στην ολοκλήρωση των μεγάλων κυκλοφοριακών έργων κ.λ.π. Η πτωτική τάση σε ορισμένους ρύπους, έχει ιδιαίτερη σημασία δεδομένου ότι διαχρονικά υπάρχει αύξηση των ρυπογόνων δραστηριοτήτων της πόλης.

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι για το διοξείδιο του θείου (Σχήματα 2.1 α&β), υπάρχει σημαντική τάση μείωσης των τιμών που συνδέεται με τις μειώσεις της περιεκτικότητας του θείου τόσο στο πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης όσο και στην αμόλυβδη βενζίνη

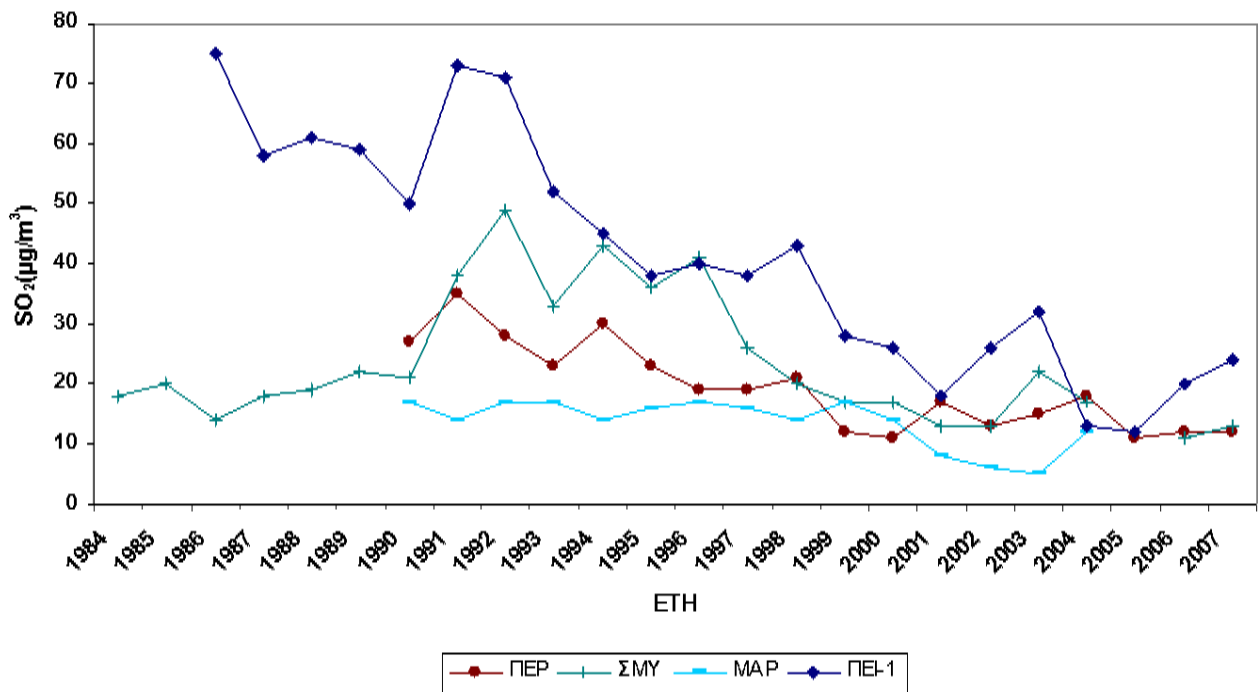
<sup>1</sup> ΑΣ<sub>10</sub>: Αιωρούμενα σωματίδια με ισοδύναμη αεροδυναμική διάμετρο έως 10 μm (PM<sub>10</sub>)

<sup>2</sup> ΑΣ<sub>2,5</sub>: Αιωρούμενα σωματίδια με ισοδύναμη αεροδυναμική διάμετρο έως 2.5μm(PM<sub>2,5</sub>)



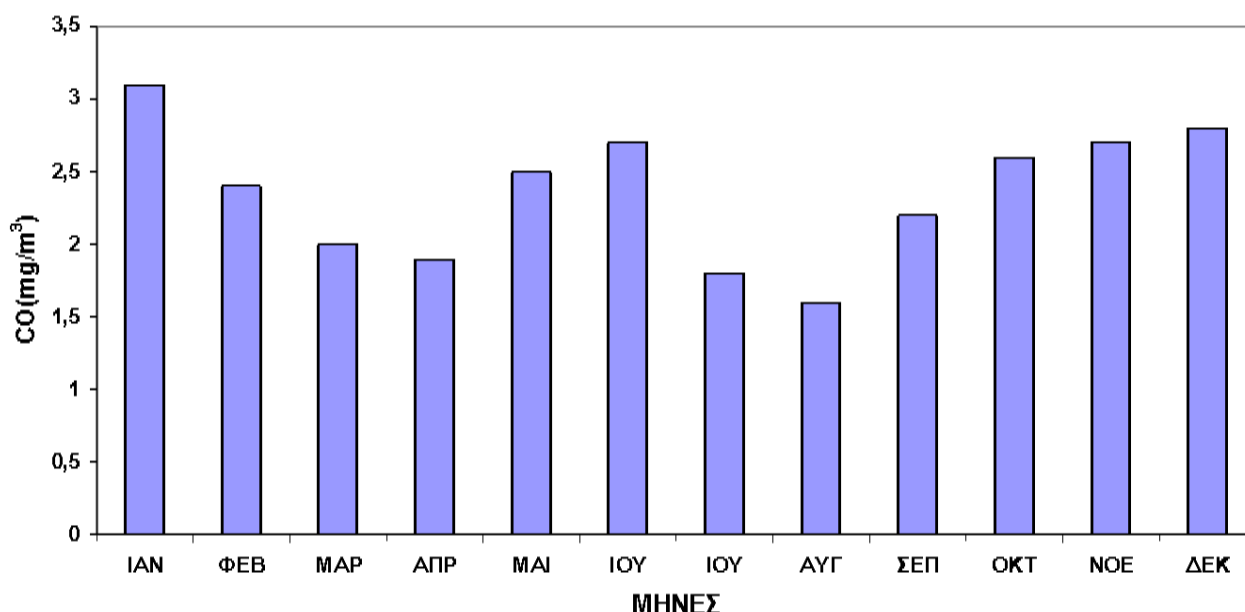


Σχήμα 2.2α. Διαχρονική μεταβολή μέσω ετησίων τιμών SO<sub>2</sub>, σε mg/m<sup>3</sup>.



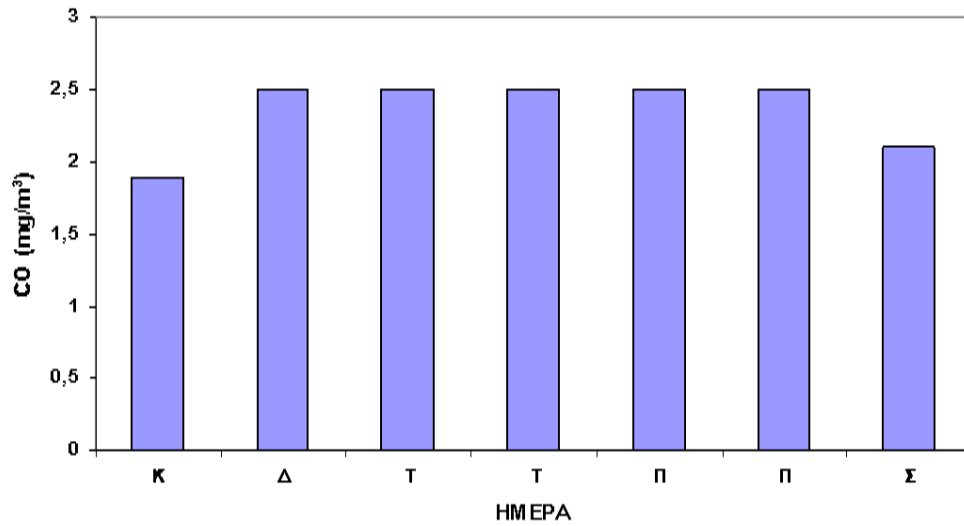
Σχήμα 2.2β. Διαχρονική μεταβολή μέσω ετησίων τιμών SO<sub>2</sub>, σε mg/m<sup>3</sup>.

Η μηνιαία μεταβολή για ρύπους σε κάποιους χαρακτηριστικούς σταθμούς κάνει φανερό ότι, οι πρωτογενείς ρύποι ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ), παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τους μήνες του χειμώνα. Αυτό οφείλεται για μεν το  $\text{SO}_2$  στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, για δε το  $\text{CO}$  στη μεγαλύτερη κυκλοφορία που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών των αυτοκινήτων (ξεκίνημα με κρύα μηχανή). Το βενζόλιο αν και πτητικός υδρογονάνθρακας παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές το χειμώνα, για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν για το  $\text{CO}$ , ενώ το καλοκαίρι παρουσιάζονται χαμηλότερες τιμές γιατί εκτός από τη μειωμένη κυκλοφορία μέρος του βενζολίου καταστρέφεται λόγω συμμετοχής του στις φωτοχημικές αντιδράσεις. Οι δευτερογενείς ρύποι όζον ( $\text{O}_3$ ) και διοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τους καλοκαιρινούς μήνες. Σαφή μηνιαία μεταβολή δεν παρουσιάζουν και οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων ( $\text{AS}_{10}$ ,  $\text{AS}_{2,5}$ ), λόγω των διάφορων πηγών τους. Οι αυξημένες τιμές της συγκέντρωσης των δευτερογενών ρύπων και κυρίως του όζοντος τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλονται στην αυξημένη ηλιοφάνεια των μηνών αυτών, δεδομένου ότι αυτοί οι ρύποι σχηματίζονται από φωτοχημικές διεργασίες στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία.

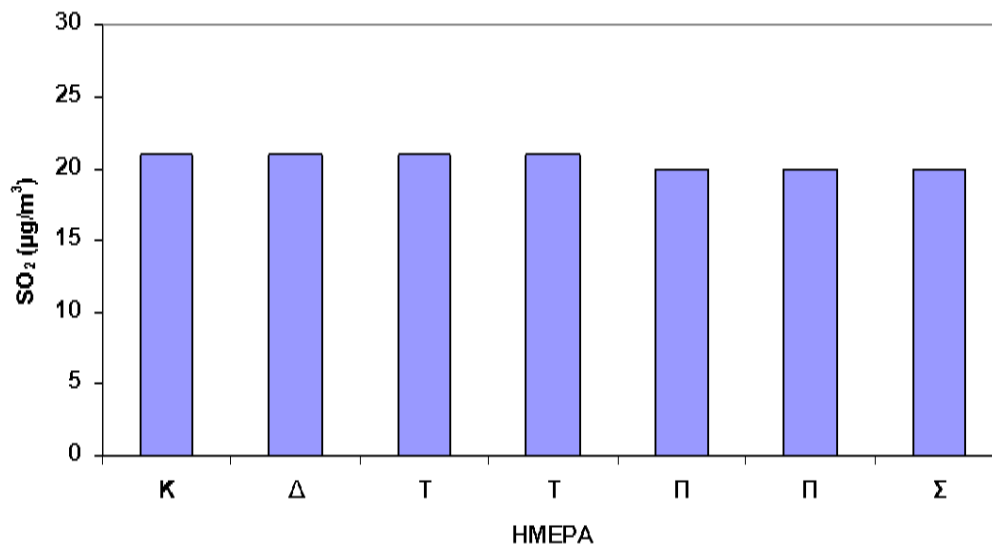


Σχήμα 2.3. Μέσες μηνιαίες τιμές  $\text{CO}$  στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

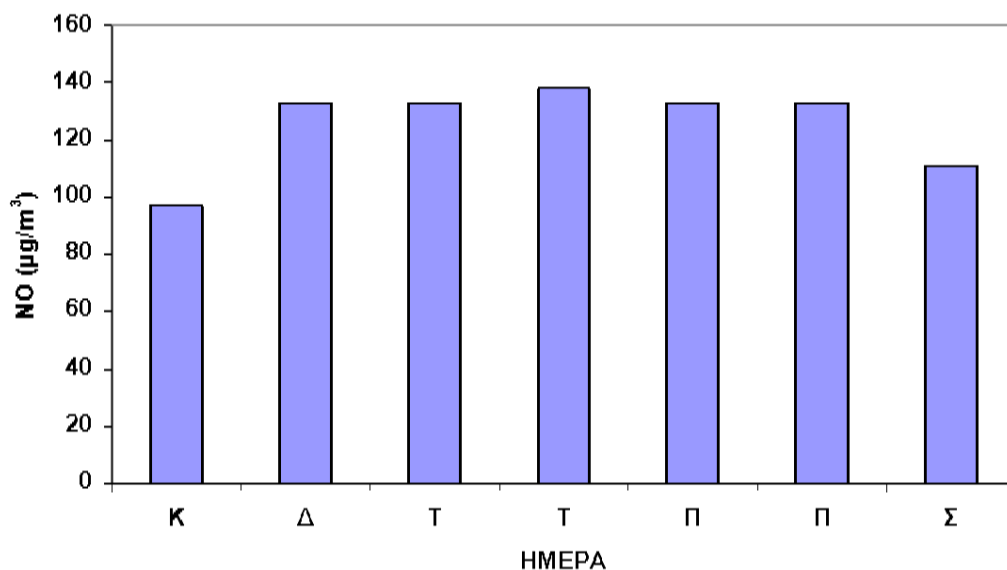
Η ημερήσια μεταβολή των ρύπων στη διάρκεια του έτους 2007, για όλους τους μετρούμενους ρύπους σε χαρακτηριστικές θέσεις μέτρησης, φανερώνει ότι οι ρύποι εκτός από το  $\text{O}_3$ , εμφανίζουν σε μεγάλο ή μικρό βαθμό μείωση στη διάρκεια του Σαββατοκύριακου.



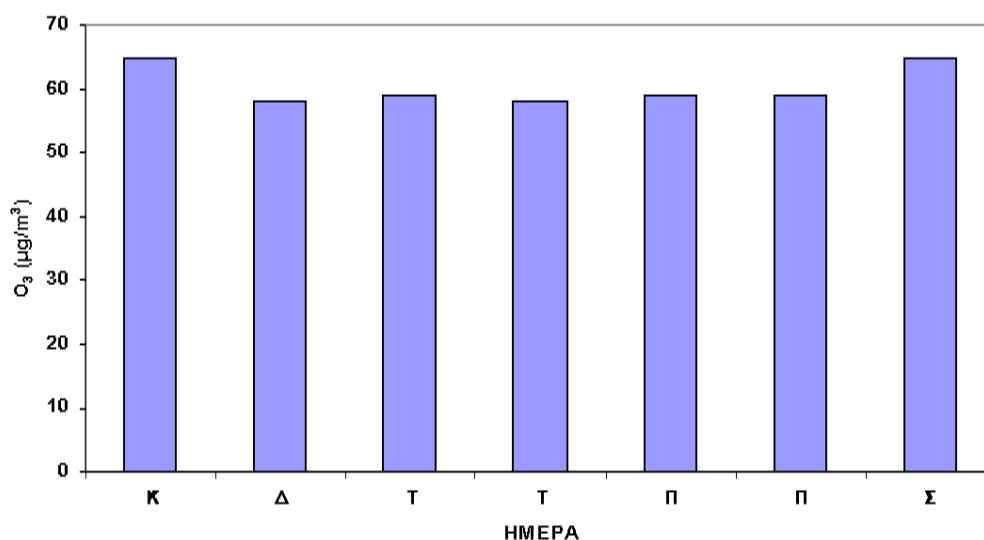
Σχήμα 2.4α. Ημερήσια μεταβολή συγκεντρώσεων CO στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.



Σχήμα 2.4β. Ημερήσια μεταβολή συγκεντρώσεων SO<sub>2</sub> στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

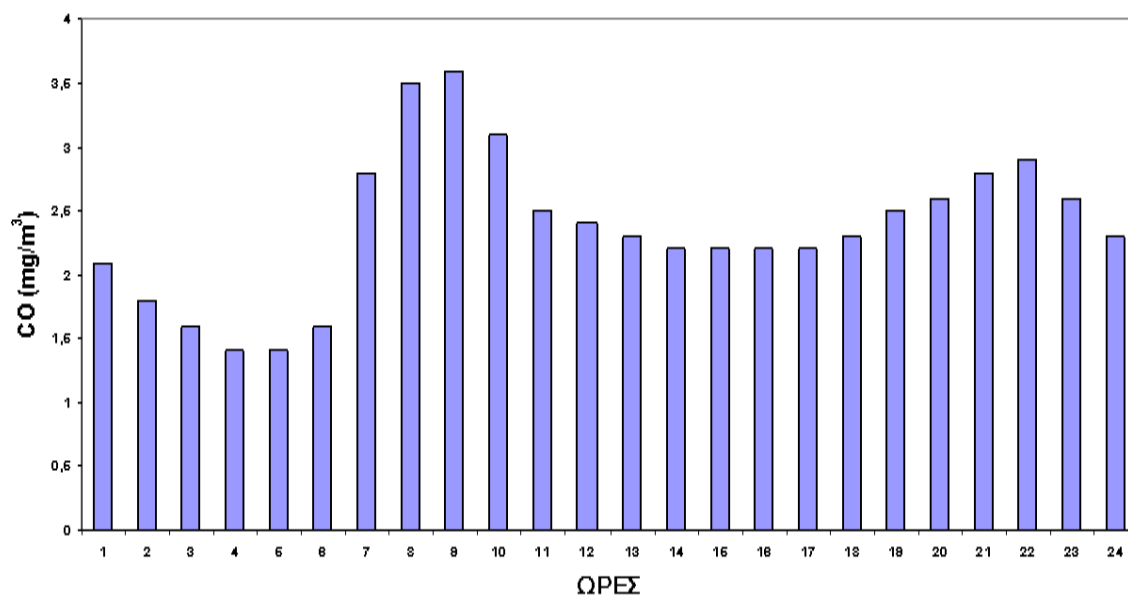


Σχήμα 2.4γ. Ημερήσια μεταβολή συγκεντρώσεων NO στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

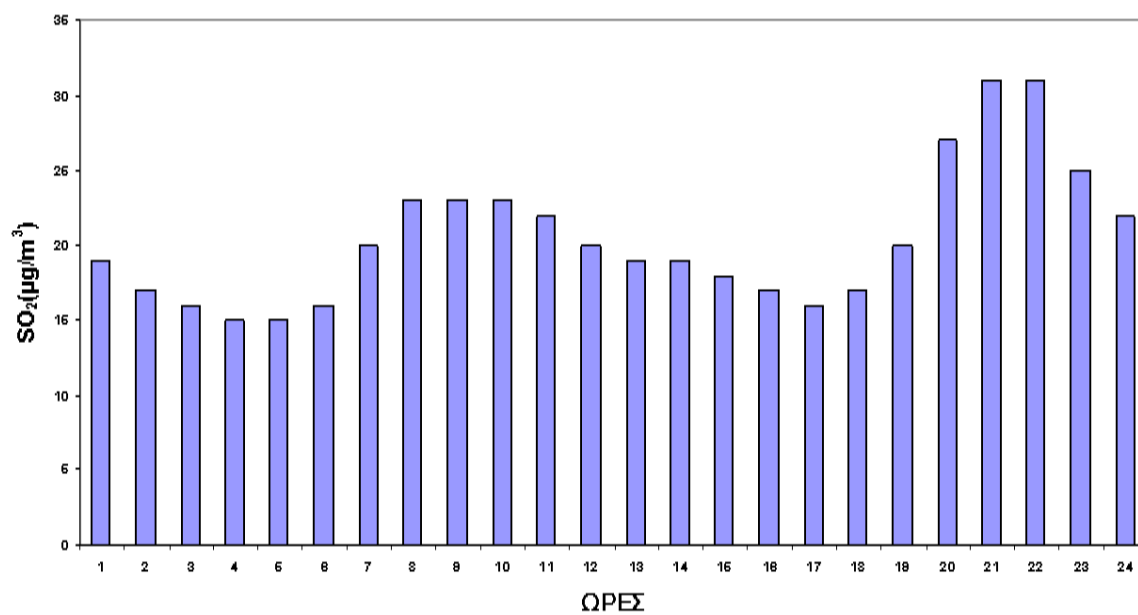


Σχήμα 2.4δ. Ημερήσια μεταβολή συγκεντρώσεων O<sub>3</sub> στο σταθμό Λυκόβουση για το έτος 2007.

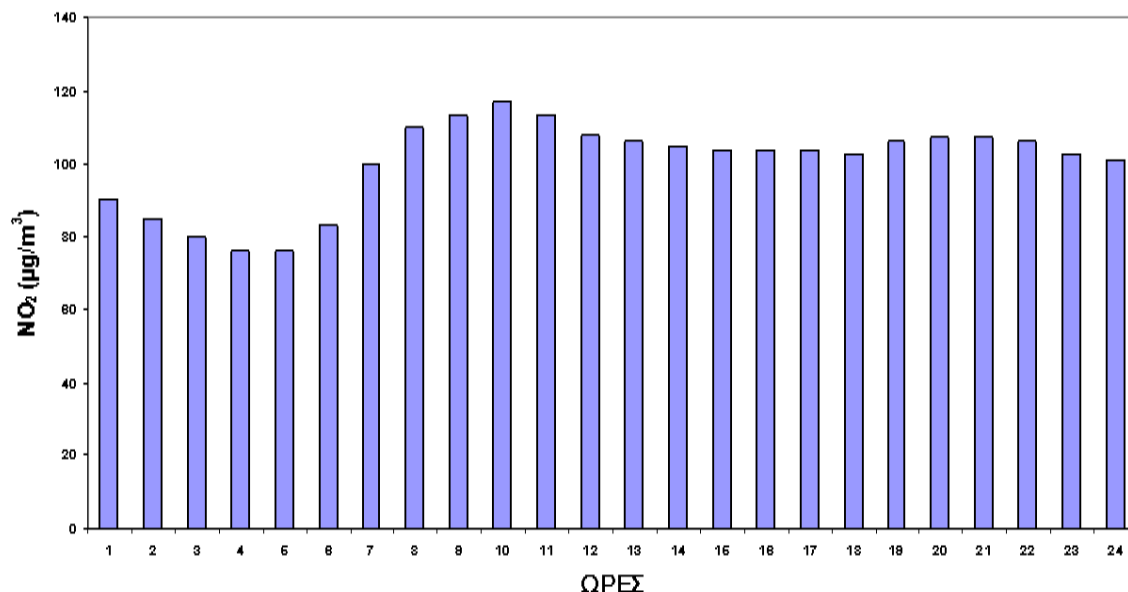
Η ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων όλων των ρύπων στη διάρκεια του έτους 2007, σε χαρακτηριστικές θέσεις μέτρησης, δείχνει ότι μεγαλύτερες τιμές για τους πρωτογενείς ρύπους CO, SO<sub>2</sub>, NO και βενζόλιο παρουσιάζονται γενικά το πρωί (7-12) και το βράδυ (9-11). Αυτό οφείλεται στο ότι αφ' ενός μεν, τις ώρες αυτές επικρατούν ευνοϊκές για τη συσσώρευση των ατμοσφαιρικών ρύπων μετεωρολογικές συνθήκες, αφ' ετέρου δε, συμπίπτουν χρονικά οι ώρες λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης και οι αιχμές κυκλοφορίας. Για το διοξείδιο του αζώτου, NO<sub>2</sub>, οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται τις πρωινές ώρες 10-11, δηλαδή παρουσιάζουν κάποια χρονική υστέρηση που είναι απαραίτητη για το σχηματισμό τους, ενώ για το O<sub>3</sub> το ημερήσιο μέγιστο εμφανίζεται τις μεταμεσημβρινές ώρες, όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει το μέγιστο.



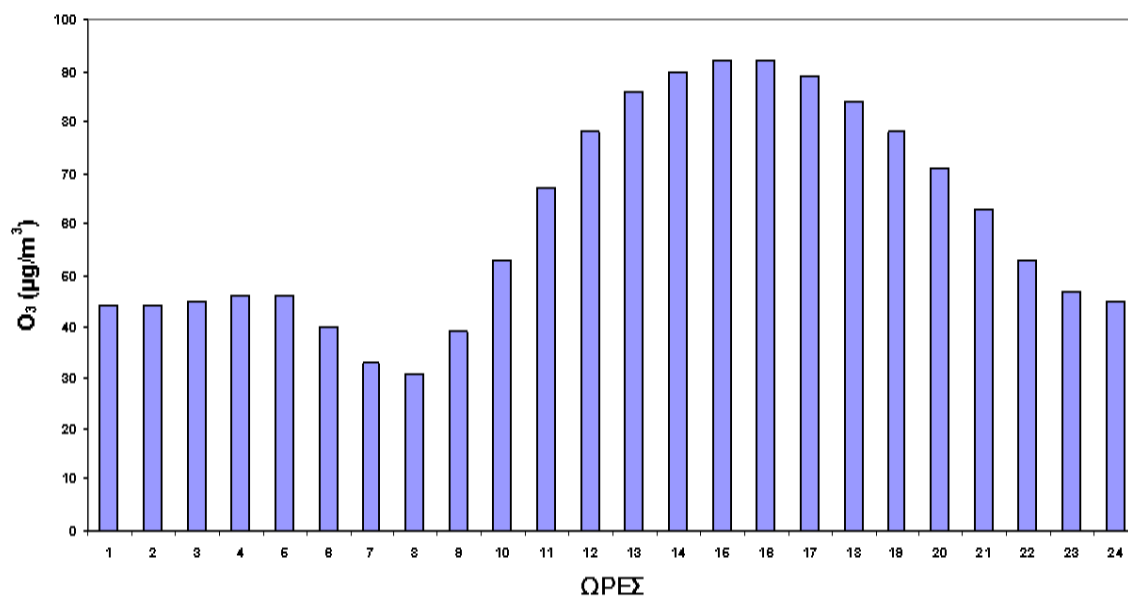
Σχήμα 2.5α. Ωριαία μεταβολή συγκεντρώσεων CO στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.



Σχήμα 2.5β. Ωριαία μεταβολή συγκεντρώσεων SO₂ στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

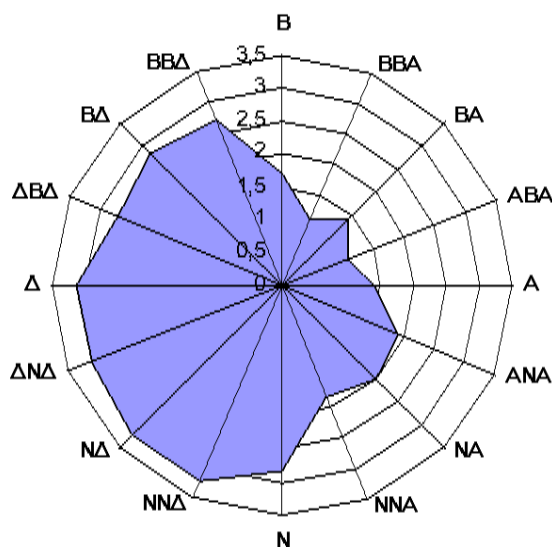


Σχήμα 2.5γ. Ωριαία μεταβολή συγκεντρώσεων NO<sub>2</sub> στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.



Σχήμα 2.5δ. Ωριαία μεταβολή συγκεντρώσεων O<sub>3</sub> στο σταθμό Λυκόβρηση για το έτος 2007.

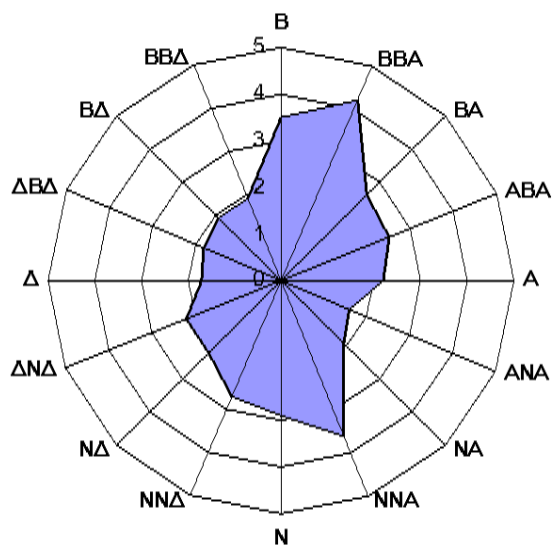
Οι παράμετροι της μετεωρολογίας που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι: η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου, η ευστάθεια της ατμόσφαιρας και ειδικά για τους φωτοχημικούς ρύπους η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η διάρκεια της ηλιοφάνειας. Άλλες παράμετροι που συντελούν σημαντικά στη διαμόρφωση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι: η βροχόπτωση, η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και έμμεσα η θερμοκρασία.



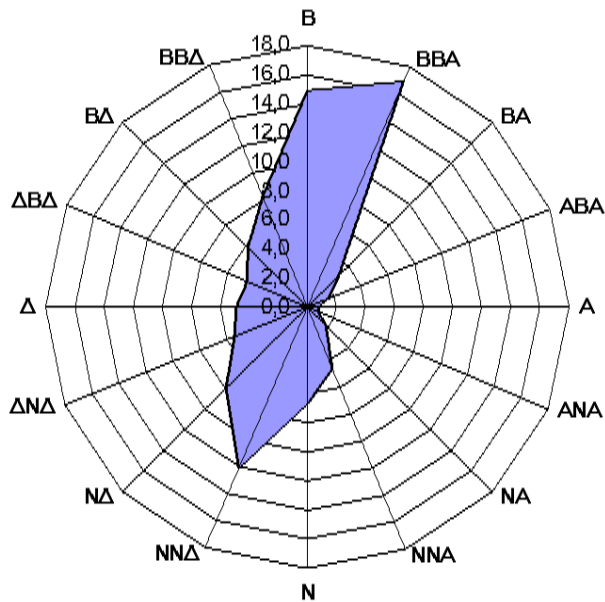
Σχήμα 2.6. Μέσες τιμές CO (σε  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) για το έτος 2007 στο σταθμό Πατησίων για κάθε διεύθυνση του ανέμου. (τριαντάφυλλο ρύπανσης)

Παρατηρήθηκε ότι, γενικά, μικρότερες τιμές συγκέντρωσης για όλους τους ρύπους, παρατηρούνται με ανέμους του βορειοανατολικού τομέα, γεγονός που κύρια αποδίδεται στους ακόλουθους λόγους:

- Η κλειστή τοπογραφία του λεκανοπέδιου της Αθήνας, δυσχεραίνει τον αερισμό και τη διάχυση των ρύπων, λόγω της ύπαρξης ορεινών όγκων, ενώ έχει ως αποτέλεσμα, η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου να είναι είτε Βορειοανατολική είτε Νοτιοδυτική.
- Οι Βορειοανατολικοί άνεμοι είναι συνοπτικοί και έχουν συνήθως μεγάλη μέση ταχύτητα σε σχέση με τους Νοτιοδυτικούς ανέμους, συντελώντας έτσι καθοριστικά στη διάχυση των ρύπων, όπως προκύπτει από το σχήμα 2.7. Η υψηλή ένταση που παρατηρείται στους NNA ανέμους αποδίδεται σε διέλευση βαρομετρικών συστημάτων χαμηλής πίεσης και εμφανίζονται με μικρή συχνότητα, σύμφωνα με το σχήμα 2.8.
- Σε περίπτωση ασθενούς ή απουσίας συνοπτικής ροής, οι άνεμοι του νότιου τομέα είναι αποτέλεσμα τοπικού συστήματος κυκλοφορίας (θαλάσσια αύρα), γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη υψηλών συγκεντρώσεων δευτερογενών (φωτοχημικών) ρύπων στην περιφέρεια του λεκανοπεδίου.



Σχήμα 2.7. Μέση ταχύτητα ανά διεύθυνση ανέμου, στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.



Σχήμα 2.8. Συχνότητες, επί τοις εκατό (%), των διευθύνσεων του ανέμου στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

Από τις συγκρίσεις των συγκεντρώσεων των μετρούμενων ρύπων με τα ισχύοντα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας και τις οριακές ενδεικτικές τιμές που καθορίζονται στις Κοινοτικές



Οδηγίες, προκύπτουν υπερβάσεις σε ορισμένους ρύπους. Η κατάσταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά ρύπο, στην Αθήνα κατά το έτος 2007, ήταν:

- Όζον (O<sub>3</sub>): Για το ρύπο αυτό, το 2007, παρουσιάστηκαν υπερβάσεις τόσο του ορίου ενημέρωσης όσο και του ορίου συναγερμού κατά κύριο λόγο στους περιφερειακούς σταθμούς μέτρησης. Οι υπερβάσεις αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στη γεωγραφική θέση της χώρας (μεγάλη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες, συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό του όζοντος) και παρουσιάζονται σε όλες τις νότιες χώρες της Ε.Ε.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Για το 2007 δεν σημειώθηκε υπέρβαση της οριακής τιμής.
- Αιωρούμενα σωματίδια ΑΣ<sub>10</sub>: Τα αιωρούμενα σωματίδια ΑΣ<sub>10</sub>, παρουσιάζουν υπερβάσεις των ορίων στην πλειονότητα των σημείων μέτρησης. Είναι από τους ρύπους για τους οποίους πρόσφατα τέθηκαν όρια σε επίπεδο Ε.Ε. και αποτελούν πρόβλημα για τα περισσότερα κράτη μέλη.
- Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>): Ο ρύπος αυτός που παλαιότερα αποτελούσε πρόβλημα, έχει καταπολεμηθεί και δεν ξεπερνάει τα όρια σε καμιά θέση μέτρησης.
- Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>): Το διοξείδιο του αζώτου παρουσιάζει υπερβάσεις της ενδεικτικής μέσης ετήσιας τιμής και αν δεν μειωθούν οι τιμές τότε θα υπάρξει υπέρβαση και των ορίων που θα ισχύσουν από 1-1-2010.
- Μόλυβδος (Pb): Ο μόλυβδος βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν αποτελεί πρόβλημα.
- Βενζόλιο: Για το ρύπο αυτό δεν σημειώθηκε υπέρβαση της ενδεικτικής τιμής για το 2007. Αν δεν μειωθούν οι τιμές τότε θα υπάρξει υπέρβαση των ορίων που θα ισχύσουν από 1-1-2010.

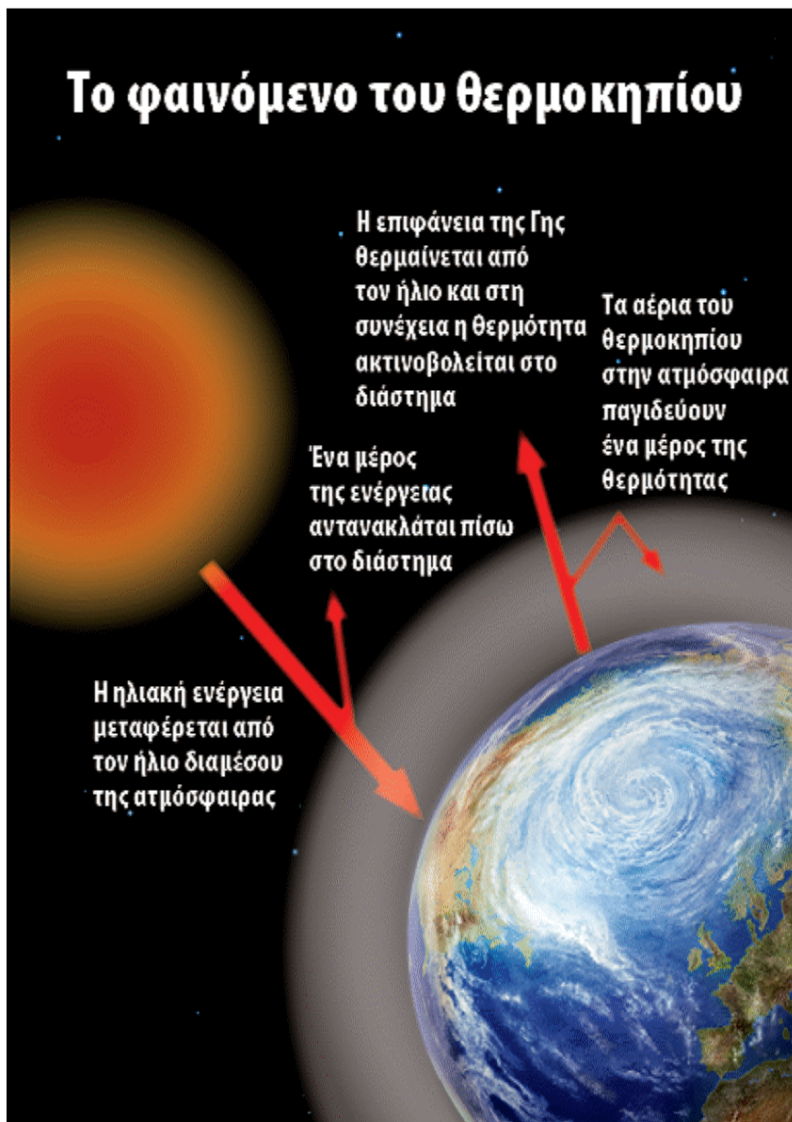
## 2.6 Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Η αλματώδης τεχνολογική ανάπτυξη ευνοεί την διαρκή εξέλιξη και δημιουργία νέων υλικών και ουσιών των οποίων οι επιδράσεις (κυρίως οι μακροπρόθεσμες) δεν μας είναι γνωστές. Οι γνώσεις μας για τις βλαβερές επιδράσεις των διάφορων ρύπων εμπλουτίζονται συνεχώς και η ίδια εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει πιο άμεση και συστηματική παρακολούθηση. Η εικόνα που όμως τελικά αποκτιέται είναι ότι αυτό το ξέφρενο ξέσπασμα της τεχνολογίας κλείνει την πλάστιγγα προς την αρνητική κατεύθυνση, όσον αφορά το θέμα της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Οι υφιστάμενες ισορροπίες στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον μπορούν να διαταραχθούν σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και σε τοπική κλίμακα. Ως παραδείγματα, σε παγκόσμια κλίμακα μπορούν να αναφερθούν η καταστροφή της στοιβάδας στρατοσφαιρικού όζοντος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έχουν παρατηρηθεί χαρακτηριστικές γεωγραφικές ανομοιογένειες στις ανθρωπογενείς εκπομπές ρύπων. Το Νότιο ημισφαίριο είναι λιγότερα βεβαρυμένο σε σύγκριση με το Βόρειο. Αλλά και σε τοπική κλίμακα, υπάρχει διαφορά ανάμεσα σε αστικά κέντρα και την επαρχία ή σε μια βιομηχανική και σε μια αγροτική περιοχή.

Η στρατοσφαιρική στοιβάδα όζοντος απορροφά σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Σημαντικό μέρος αυτής της ακτινοβολίας θα έφτανε στην επιφάνεια της γης προκαλώντας αύξηση των περιστατικών καρκίνου του δέρματος και άλλες σοβαρές επιπλοκές για τους ανθρώπους, αν δεν υπήρχε η στοιβάδα αυτή. Κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν την έκλυση αέριων ρύπων, όπως αλογονούχοι υδρογονάνθρακες από διαφυγές στην επιφάνεια του εδάφους, οι οποίοι είναι σε θέση να δεσμεύσουν το όζον και μετά από καταλυτικές αντιδράσεις να μειώσουν θεαματικά το ολικό όζον.

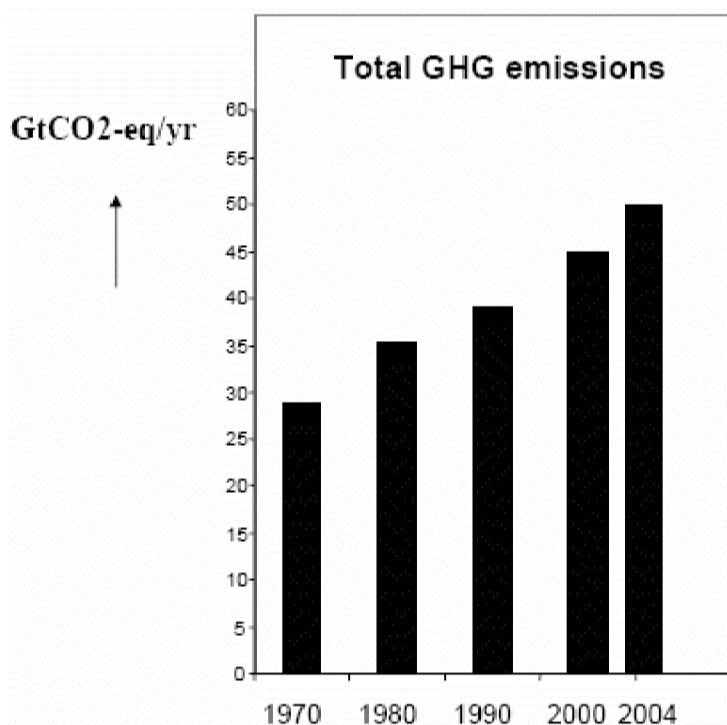
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φαινόμενο με το οποίο περιγράφεται η αύξηση της μέσης γήινης θερμοκρασίας ως συνέπεια της συνεχούς αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα λειτουργεί όπως τα τοιχώματα ενός θερμοκηπίου, αφήνοντας το ορατό ηλιακό φως να εισέλθει και απορροφώντας την εξερχόμενη

ενέργεια υπεριώδους ακτινοβολίας, διατηρώντας ζεστό το εσωτερικό του. Το διοξείδιο του άνθρακα απορροφά ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος περίπου 15μm, δηλαδή στην περιοχή του μέγιστου της θερμικής ακτινοβολίας της γης, και αφήνει να περάσει ανενόχλητα η ηλιακή ακτινοβολία. Επομένως, η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να αλλοιώσει το ισοζύγιο ενέργειας στη γη, προκαλώντας μεγαλύτερες θερμοκρασίες και σημαντική μεταβολή του γήινου κλίματος, όπως τήξη των πάγων στους πόλους.



Σχήμα 2.9. Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. (Πηγή: European Commission)

Η Διεθνής Ομάδα για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) υπολόγισε τις παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, όπως CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs και SF<sub>6</sub> από όλες τις πηγές, και τις ανήγαγε σε ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά χρόνο, εκφρασμένες σε γίγα τόννους.



Σχήμα 2.10. Συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από το 1970 ως το 2004. [Πηγή: «Mitigation, Summary for Policymakers», 2007, Climate change, Διεθνής Ομάδα για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC)]

Σε ηπειρωτική κλίμακα η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει, μεταξύ άλλων, φαινόμενα όπως η όξινη βροχή και ο «πυρηνικός χειμώνας». Η όξινη βροχή περιγράφεται ως συσσώρευση νιτρικών και θεικών αλάτων στον νετό, με αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας σε υδροβιότοπους και την καταστροφή των δασών. Ο «πυρηνικός χειμώνας» προκαλείται από πολεμική σύρραξη με χρήση πυρηνικών όπλων εξαιτίας της αύξησης συγκέντρωσης σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, που απορροφούν μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας. Επομένως, μεταβάλλεται το ισοζύγιο της ενέργειας με μείωση της θερμοκρασίας.

Σε τοπική κλίμακα αυξημένα επίπεδα ανθρωπογενών ρύπων έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό νέφους. Το νέφος των ρύπων δρά σαν "κουβέρτα" πάνω από μια πόλη. Παράλληλα έχουμε και μια σοβαρή μείωση της ηλιοφάνειας σε αυτές τις περιοχές. Ίσως ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα θέματα που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η επίδρασή της στις κλιματολογικές συνθήκες. Μακρόχρονες προσεκτικές παρατηρήσεις που αποδεικνύουν το γεγονός τέτοιων εκτεταμένων μετεωρολογικών επιδράσεων. Η βροχή, το χαλάζι και το χιόνι είναι αποτέλεσμα υγροποίησης και κρυστάλλωσης υδρατμών πάνω σε πυρήνες μικροσωματιδιακής ύλης. Αυξανόμενη λοιπόν της μόλυνσης του αέρα από σωματιδιακούς ρύπους, κυρίως στις αστικές περιοχές, προκαλεί σημαντική αύξηση των βροχοπτώσεων στις περιοχές αυτές. Έχει αποδειχθεί ότι υπερβολική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με σωματιδιακή ύλη μπορεί να προκαλέσει και τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα. Φαινόμενα δηλαδή λειψυδρίας. Πυκνές ομίχλες αλλά και βίαιες καταιγίδες καθώς και θύελλες είναι άμεσα συνδεδεμένες σε πολλές περιοχές με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε αστικές περιοχές μια παρατηρούμενη σημαντική επαύξηση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (μέχρι και 5 βαθμούς!) έχει αποδοθεί στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Σε ιδιότητες της ατμόσφαιρας οι αρνητικές επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η μεταβολή του μικροκλίματος, η μείωση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας, η αύξηση της συχνότητας σχηματισμού ομίχλης, η μείωση της ορατότητας και οι συνέπειες σε παγκόσμια κλίμακα.

#### Επιπτώσεις:

Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι ένας βέβαιος συντελεστής για καρδιοαγγειακά προβλήματα. Σε ήπιες συγκεντρώσεις προκαλεί δημιουργία λιπαρού στρώματος στα αιμοφόρα αγγεία. Σε μεγαλύτερες, ακαριαία τον θάνατο. Η δράση του είναι προσθετική. Επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα ακόμα και σε συγκεντρώσεις της τάξης των λίγων ppm (~10ppm) και προκαλεί ζαλάδα, πονοκεφάλους, κόπωση. Οι κυριότερες πηγές μονοξειδίου του άνθρακα για το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου είναι το κάπνισμα, οι εξατμίσεις των αυτοκινήτων, και γενικότερα οι διεργασίες καύσης. Είναι ο σημαντικότερος ρύπος της ατμόσφαιρας και ίσως ο πιο δύσκολος να απομακρυνθεί. Υπολογίζεται ότι 94.000.000 τόνοι μονοξειδίου του άνθρακα ανά έτος παράγονταν στις Η.Π.Α τα μέσα της δεκαετίας του 60. Οι 67.000.000 τόνοι από αυτούς προέρχονταν από τα αυτοκίνητα. Πυρκαγιές δασών και άλλες μη τεχνικές πηγές προσθέτουν ~8.6 εκατομμύρια τόνους στο συνολικό πρόβλημα.

Το μονοξειδίο του άνθρακα επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα ακόμα και σε συγκεντρώσεις της τάξης των λίγων ppm. Αυτό το επίπεδο αντιστοιχεί στο σχηματισμό περίπου 2% καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης (κατεστραμμένης αιμοσφαιρίνης) στο κυκλοφορικό σύστημα, μετά από παρατεταμένη έκθεση πάνω από οκτώ ώρες. Υπάρχουν στοιχεία ότι η κυκλοφορία του οξυγόνου στο αίμα επηρεάζεται όταν το επίπεδο της καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης φτάσει περίπου το 5%, και αυτό προκαλείται όταν η συγκέντρωση του μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα είναι 30ppm. Τα επίπεδα του μονοξειδίου του άνθρακα σε αστικές περιοχές συχνά φτάνουν τα 50 ppm και μπορεί να αυξηθούν μέχρι και 140 ppm για μικρό διάστημα σε περίπτωση έντονης κυκλοφοριακής δραστηριότητας. Το κάπνισμα μπορεί να δημιουργήσει πάνω από το 15% της καρβοξυ-αιμοσφαιρίνης στο αίμα. Τα πειράματα των εργαστηρίων έχουν δείξει ότι ζώα τα οποία τρέφονταν συνεχώς με τροφές πλούσιες σε χοληστερόλη ή εκτίθονταν για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα, εμφάνισαν 2 και 1.5 φορές αντίστοιχα περισσότερη χοληστερίνη στην αορτή, σε σχέση με ζώα τα οποία τρέφονταν υγιεινά ή δεν εκτίθονταν σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα.

Τα οξείδια του θείου ( $\text{SO}_2$  και  $\text{SO}_3$ ), τα οποία γενικά παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων με μεγάλες περιεκτικότητες σε θείο, συμβάλουν με περίπου 24.000.000 τόνους κατ' έτος στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Το φυσιολογικό κατώτατο όριο έκθεσης σε διοξείδιο του θείου σε διάστημα πάνω από οκτώ ώρες είναι περίπου 5ppm. Στις διεργασίες τήξεως μεταλλευμάτων της βαριάς μεταλλουργικής βιομηχανίας, το επίπεδο του  $\text{SO}_2$  μπορεί να αυξηθεί έως και 30 ή 40 φορές πάνω από το όριο για μικρά χρονικά διαστήματα, και εάν αυτές οι υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου παγιδευτούν με μια αντιστροφή της ροής των εκπομπών από τις καμινάδες σε ένα στάσιμο επιφανειακό στρώμα αέρα, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι σοβαρά επικίνδυνα. Επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα από μόνο του ή ως συνέργεια με τα σωματίδια και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα. Μειώνει την ορατότητα και αυξάνει την οξύτητα λιμνών και ποταμών. Τα άτομα μεγάλης ηλικίας είναι περισσότερο ευαίσθητα.

Τα οξείδια του αζώτου γενικά βρίσκονται σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις από το μονοξειδίο του άνθρακα και το διοξείδιο του θείου. Ενώ τα άμεσα αποτελέσματά τους στην ευζωία του ανθρώπου δεν είναι εντελώς ξεκάθαρα, αυτό που είναι πιο απτό είναι το γεγονός της πρόκλησης ερεθισμών στη λειτουργία της αναπνοής και στον ερεθισμό των ματιών. Τα οξείδια του αζώτου είναι από τους κύριους συντελεστές στο σχηματισμό του νέφους εξαιτίας φωτοχημικών αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα στις οποίες συμμετέχει. Τα τελευταία χρόνια επιρρίπτονται στα οξείδια του αζώτου όλο και περισσότερες ευθύνες για αλλοιώσεις του οργανισμού, και ως εκ τούτου ο έλεγχός τους γίνεται συνεχώς αυστηρότερος. Από την άλλη πλευρά το θεωρούμενο

"αθώο"  $N_2O$ , τουλάχιστο σε λογικές συγκεντρώσεις, βρέθηκε να συμβάλει σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, επιδρώντας έτσι έμμεσα στον παράγοντα ζωή στον πλανήτη.

Οι υδρογονάνθρακες: Εφόσον υπάρχουν κυριολεκτικά εκατοντάδες πτητικών υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα, προερχόμενοι τόσο από εκπομπές της βιομηχανίας, της αυτοκίνησης ή άλλων εφαρμογών, όσο και από την ίδια την φύση, είναι δύσκολο να γενικευθούν οι επιδράσεις τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Εντούτοις, οι υδρογονάνθρακες, είναι γνωστό ότι έχουν πολλές και ποικίλες αρνητικές επιδράσεις στους ζώντες οργανισμούς. Πολλοί υδρογονάνθρακες είναι καρκινογόνοι και πρέπει να αποφεύγεται η με οποιονδήποτε τρόπο εισαγωγή τους στους ζώντες οργανισμούς είτε δια μέσου της αναπνοής είτε δια μέσου της τροφικής αλυσίδας.

Τα σωματίδια ύλης είναι βλαβερά για το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και γενικότερα των ζώντων οργανισμών. Η άμεση τοξικότητα ή μη, κάποιου σωματιδιακού ρύπου σχετίζεται με την πηγή προέλευσής του. Η λήψη τοξικών ουσιών όπως οι ατμοί υδραργύρου ή ενώσεις υδραργύρου σε σωματιδιακή μορφή, μπορούν να προκαλέσουν απ' ευθείας βιοχημικές αντιδράσεις στον οργανισμό. Η πιο συνηθισμένη μορφή σωματιδιακής ύλης στην ατμόσφαιρα είναι ανόργανη και μη τοξική (σκόνη). Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι είναι και μη βλαβερή. Τέτοιες ουσίες λαμβάνονται μέσω του αναπνευστικού σωλήνα και επικάθονται στους πνεύμονες προκαλώντας σταδιακά συσσώρευση. Οι επιδράσεις στην υγεία εξαρτώνται πολύ από το μέγεθος των σωματιδίων και τη σύστασή τους. Όσο μικρότερα σε μέγεθος είναι τα σωματίδια τόσο βαθύτερα εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου. Γενικά σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 10  $\mu m$  δεν εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα. Τα μικρότερα από 10  $\mu m$  σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό. Ομάδα υψηλού κινδύνου αποτελούν ηλικιωμένοι, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Προκαλούν επίσης φθορές στα υλικά και μειώνουν την ορατότητα.

Η πνευμονοκονίαση είναι μια συνηθισμένη αρρώστια για αυτούς που δουλεύουν στα ορυχεία και σε τσιμεντοβιομηχανίες. Το οίδημα των "μαύρων πνευμόνων" που είναι μια μορφή πνευμονοκονίασης, συνηθίζεται στους εργαζόμενους στα ορυχεία άνθρακα. Σε αυτές τις περιπτώσεις σωματίδια ύλης επικάθονται στους πνεύμονες και μειώνουν την ικανότητά τους να μεταφέρουν οξυγόνο στο κυκλοφορικό σύστημα, προκαλώντας δυσκολία της αναπνοής και πρόωρο θάνατο.

Όλοι οι συνηθισμένοι ρύποι έχουν αρνητικά αποτελέσματα στην ευημερία και στη ζωή του ανθρώπου, είναι απλό να υποθέσουμε ότι θα έχουν παρόμοια επίδραση και στα ζώα που έχουν παραπλήσια λειτουργικότητα με τον άνθρωπο. Αν και δεν υπάρχει αφθονία δεδομένων για την επιβεβαίωση των επιδράσεων από το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου, το μονοξείδιο του άνθρακα και σωματιδιακούς ρύπους στη ζωή ειδικά των κατοικίδιων ζώων, πρέπει να δεχτούμε αξιωματικά ότι τα ζώα που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές έχουν πιο σύντομη ζωή από αυτά που ζουν μακριά από βιομηχανικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές της γης. Υπάρχει σχετική έλλειψη βιβλιογραφίας με το θέμα, που να επιβεβαιώνει τις βλαβερές επιδράσεις της μόλυνσης στα ζώα. Η ελάττωση του πληθυσμού ή ακόμα και αυτή η πλήρης εξαφάνιση διαφόρων άγριων ζώων και πουλιών, συνδέονται πολλές φορές με το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Ίσως η πιο επιβλαβής δραστηριότητα του ανθρώπου που σχετίζεται άμεσα με την επιβίωση των ζώων είναι η αδιάκριτη χρήση των θανατηφόρων εντομοκτόνων. Και αν ακόμη οι αέριοι ρύποι δεν απορροφηθούν άμεσα από τον δέκτη, εισέρχονται στον οργανισμό διαμέσου της τροφικής αλυσίδας εφόσον αυτοί θα επικάθισαν στην βλάστηση ή θα απορροφηθούν από αυτήν. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μολύνει ακόμη και τους υδάτινους ορίζοντες και μάλιστα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από τις πηγές της.

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα στοιχεία έρχονται να αποδείξουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει και τη βλάστηση, τουλάχιστον στην ίδια έκταση που επηρεάζει τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επιδρά στα φυτά με δύο τρόπους: Άμεσα, υπό την επίδραση κάποιου σοβαρού επεισοδίου ρύπανσης, ή μακροπρόθεσμα εξ

αιτίας μακρόχρονης έκθεσης της χλωρίδας σε αυξημένα επίπεδα ρύπων. Η σταδιακή αλλαγή των κλιματολογικών παραγόντων λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης επιφέρει επίσης τις δικές της επιδράσεις: Μετατόπιση των εύκρατων ζωνών, δημιουργία παρατεταμένης ξηρασίας ή έντονων καταστροφικών βροχοπτώσεων, τυφώνων κτλ. Τα φυτά επηρεάζονται τόσο από πρωτογενείς (όπως αυτοί εκπέμπονται από την πηγή) ρύπους, όσο και από δευτερογενείς (προκύπτουν από διάφορες χημικές μεταβολές των πρωτογενών) ρύπους. Βασικοί πρωτογενείς ρύποι που σχετίζονται με σοβαρές επιδράσεις στην χλωρίδα είναι το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και το υδροφθόριο (HF). Οι κυριότεροι δευτερογενείς ρύποι είναι το όζον ( $\text{O}_3$ ) και το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου,  $\text{CH}_3\text{COO}_2\text{NO}_2$ .

Η ζημία που προκαλείται από το διοξείδιο του θείου στα φυτά ή δέντρα, μπορεί να είναι οξεία (άμεση) ή χρόνια. Οξεία ζημία συμβαίνει όταν ο ρύπος απορροφάται από το φυτό με γρήγορο ρυθμό και χρόνια όταν το φυτό μένει εκτεθειμένο για μεγάλο διάστημα σε χαμηλά επίπεδα του ρύπου. Η βλάστηση επηρεάζεται όταν τα επίπεδα του διοξειδίου του θείου υπερβούν τα 0.5 ppm. Συχνά η βλάστηση καταστρέφεται ολοσχερώς σε περιοχές όπου λειτουργούν μονάδες φρύξης ορυκτών, όπου οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου είναι υψηλή. Στην πραγματικότητα, στην γειτονιά τέτοιων μονάδων υπάρχουν ελάχιστα, αν όχι καθόλου, φυτά.

Το φθόριο, το οποίο προέρχεται από διάφορες πηγές αλλά κυρίως από την παρασκευή φθοριούχων λιπασμάτων και την βιομηχανία αλουμινίου, έχει προσθετικού τύπου καταστρεπτικά αποτελέσματα στα φυτά. Το φθόριο στην ατμόσφαιρα βρίσκεται συνήθως με τη μορφή υδροφθορίου (HF) ή τετραφθοριούχου πυριτίου ( $\text{SiF}_4$ ) και αυτό απορροφάται αμέσως από τα φύλλα του φυτού προκαλώντας το νέκρωμα των ιστών των φύλλων. Το πρόβλημα με το φθόριο είναι ότι ακόμα και συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες των 0.5 ppm μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες.

Το όζον της τροπόσφαιρας είναι ένας τυπικός δευτερογενής ρύπος. Η κύρια αιτία υψηλών συγκεντρώσεων σε όζον στην κατώτερη ατμόσφαιρα σχετίζεται με τη φωτοχημική αντίδραση των οξειδίων του αζώτου και των υδρογονανθράκων που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και τις βιομηχανίες. Ο βαθμός σχηματισμού του εξαρτάται από τον τύπο και τη συγκέντρωση του υδρογονάνθρακα στην ατμόσφαιρα καθώς επίσης από τη συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου και το χρόνο έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Το όζον πλήττει τα φυτά τόσο έντονα όσο και το διοξείδιο του θείου. Τα κωνοφόρα δέντρα είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στις επιδράσεις του όζοντος, εφόσον συγκεντρώσεις ακόμα και κάτω από 0.5 ppm προκαλούν αλλοιώσεις.

Ο άλλος δευτερογενής ρύπος, το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου (PAN), είναι ένα μέλος μιας σειράς ενώσεων, οι οποίες παράγονται αρχικά από αντιδράσεις μη κορεσμένων υδρογονανθράκων με οξείδια του αζώτου παρουσία φωτός. Όπως συμβαίνει και με το όζον ο χρόνος έκθεσης στην πηγή ακτινοβολίας ελέγχει την ποσότητα του νιτρικού υπεροξειδίου του αζώτου που θα παραχθεί. Φυσικές πηγές υδρογονανθράκων, όπως τα τερπένια που εκπέμπονται από κωνοφόρα δέντρα, όταν βρίσκονται σε γειτονικές περιοχές με πηγές οξειδίων του αζώτου (αστικές περιοχές) μπορούν να παράγουν νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου. Συγκεντρώσεις του νιτρικού υπεροξειδίου του αζώτου ~0.2ppm και χρόνος έκθεσης μερικών ωρών είναι ικανοί παράγοντες για πρόκληση έντονης ζημιάς στη βλάστηση. Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν πρέπει να το "βλέπουμε" μόνο κοντά στις πηγές και ξεκομμένο από μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην εξάπλωση ή την επικίνδυνη υπερσυγκέντρωση των ρύπων. Είναι γνωστές οι καταστροφές δασών που προκλήθηκαν από όξινη βροχή, πολύ μακριά από την πηγή των ρύπων.

## 3

## ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

## Περιεχόμενα

3.1 Ιστορία της επιστήμης της μελέτης του νερού.	72
3.2 Ο υδρολογικός κύκλος.	74
3.3 Ρύπανση υδάτων.	76
3.4 Κατηγορίες ρύπων.	78
3.5 Κατηγορίες και επιπτώσεις υδατικής ρύπανσης.	80
3.6 Διαδικασίες και πηγές ρύπανσης υπόγειων υδάτων.	82
3.7 Μέτρηση της ρύπανσης των υδάτων.	84

### 3.1 Ιστορία της επιστήμης της μελέτης του νερού.

Από την αρχή ο άνθρωπος κατανόησε ότι το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για την επιβίωση του πάνω στη γη. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι δείγματα των αρχαιότερων πολιτισμών βρέθηκαν κατά μήκος ποταμών, όπως του Τίγρη και του Ευφράτη στη Μεσοποταμία, του Νείλου στην Αίγυπτο, του Ινδού στην Ινδία και του Κίτρινου ποταμού στην Κίνα. Ενδείξεις ύπαρξης οργάνων παρατήρησης υδρολογικών παραμέτρων ανάγονται στην εποχή πριν από το 3000π.Χ. Πράγματι, ερείπια ενός αιγυπτιακού μνημείου, που σήμερα φυλάσσονται στο Μουσείο του Παλέρμο στην Σικελία, ανήκουν στο αρχαιότερο γνωστό νειλόμετρο, που χρονολογείται γύρω στο 3500-3000π.Χ. Τα νειλόμετρα ήταν συσκευές που χρησιμοποιούσαν οι Αιγύπτιοι για την παρακολούθηση των διακυμάνσεων της στάθμης στον ποταμό Νείλο. Τα όργανα αυτά, που ήταν τοποθετημένα συνήθως σε ναούς, χρησιμοποιούνταν για προειδοποίηση από επικείμενες πλημμύρες. Ο Διόδωρος αναφέρει ότι ο πληθυσμός προειδοποιούνταν με ηχητικά όργανα για τον κίνδυνο επικείμενης πλημμύρας απ' το νειλόμετρο της Μέμφιδος.

Χωρίς αμφιβολία, η ανάπτυξη της υδρολογίας του υπόγειου νερού στους αρχαίους χρόνους άρχισε με την επινοήση των «κανάτ». Το κανάτ ήταν ένα τεχνητό υπόγειο κανάλι που μετέφερε νερό σε μακρινές αποστάσεις από πηγές ή υπόγεια υδροφόρα στρώματα. Η συνηθισμένη διαδικασία για τον εντοπισμό ενός υδροφόρου στρώματος ήταν η διάνοιξη ενός αριθμού δοκιμαστικών φρεατίων. Αν με τα φρεάτια αυτά εντοπιζόταν ένα ικανοποιητικό στρώμα ακολουθούσε η διάνοιξη ενός κανονικού φρέατος. Στη συνέχεια, ένα νέο πηγάδι ανοιγόταν, σε απόσταση από το πρώτο ίση περίπου με το βάθος του, και τα δύο πηγάδια ενώνονταν με υπόγειο κανάλι. Η διαδικασία αυτή συνεχιζόταν μέχρι να φτάσει το κανάλι στον τόπο προορισμού του νερού. Κατασκευή συστημάτων με κανάτ αναφέρεται από το 715π.Χ. στην Αρμενία και κατόπι στην Περσία, την Αίγυπτο και την Ινδία.

Άλλα σημαντικά υδρολογικά έργα της εποχής εκείνης αποτελούν η εκτροπή του Νείλου απ' την κοίτη του το 3000π.Χ., η μεταφορά νερού από πηγή στο παλάτι της Κνωσού το 2200π.Χ., η σύνδεση του Νείλου με την Ερυθρά θάλασσα με πλωτό κανάλι το 1950π.Χ., η διατύπωση του κώδικα νερού του βασιλιά Χαμουραμί το 1750π.Χ., η κατασκευή φραγμάτων στον Τίγρη το 1500π.Χ., η χρήση υδρομέτρων στην όαση Γκανταμές στην Β.Αφρική το 1050π.Χ., η κατασκευή φραγμάτων στον ποταμό Μουργκάμπ της Περσίας το 600π.Χ., όπως και διάφορα άλλα μικρά και μεγάλα έργα στην περιοχή απ' την Αίγυπτο μέχρι την Κίνα.

Την ίδια εποχή γίνονται και ελάχιστες προσπάθειες για την εξήγηση των διαφόρων υδρολογικών φαινομένων. Μια απ' τις πρώτες αυτές προσπάθειες έγινε για την εξήγηση της περιοδικότητας των πλημμυρών του Νείλου. Κατά καιρούς εξηγήσεις δόθηκαν απ' το Θαλή, τον Αναξαγόρα, τον Ηρόδοτο, τον Διογένη και τον Δημόκριτο. Η πρώτη λογικά σωστή ερμηνεία δόθηκε απ' τον Αναξαγόρα που υποστήριξε ότι το εαρινό φούσκωμα του νερού στο Νείλο οφείλονταν στην τήξη του χιονιού στις κορυφές των Λυβικών Ορέων, απ' όπου θεωρούνταν ότι ξεκινούσε το ποτάμι. Ένα απ' τα αρχαιότερα υδρολογικά πειράματα έγινε απ' τον Ιπποκράτη (460-400π.Χ.) που έδειξε ότι το νερό χανόταν προς το περιβάλλον με τη διαδικασία της εξάτμισης.

Η πρώτη προσπάθεια εξήγησης των διαδικασιών του υδρολογικού κύκλου, με τη σύγχρονη έννοιά του, έγινε απ' τον Πλάτωνα (427-347π.Χ.), που διατύπωσε δύο διαφορετικές θεωρίες πάνω στο θέμα αυτό. Η πιο συζητημένη απ' αυτές δέχεται την ύπαρξη ενός εκτεταμένου δικτύου από αλληλοσυνδεδεμένα κανάλια που βρίσκονται κάτω απ' τη γη και επικοινωνούν με μια κεντρική δεξαμενή γνωστή σαν «Τάρταρα». Το νερό μέσα στην τεράστια αυτή δεξαμενή βρίσκεται συνέχεια σε αναταραχή προκαλώντας έτσι ροή σε ποτάμια και άλλα ρεύματα. Όλο το νερό, αφού ταξιδέψει μέσα από ποτάμια και θάλασσες, καταλήγει πάλι στα Τάρταρα μέσα από τα ίδια ή διαφορετικά κανάλια από αυτά που το μετέφεραν προς τα έξω. Η δεύτερη υπόθεσή του ήταν ότι το νερό στα ποτάμια και τις πηγές έχει σαν προέλευσή του τη βροχή.

Ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) στα «Μετεωρολογικά» του δέχεται ότι υπάρχουν στη γη μεγάλες κοιλότητες γεμάτες με αέρα που όταν ψύχεται μεταβάλλεται σε νερό, αυτός είναι και ο



λόγος που τα περισσότερα και πιο σημαντικά ποτάμια ξεκινούν απ' τα βουνά. Αναφέρει ακόμα ο ίδιος ότι υπάρχει πιθανότητα ποτάμια να σχηματίζονται και απ' τα νερά της βροχής, θεωρούσε όμως ότι η αιτία αυτή δεν ήταν σημαντική. Στα «Μετεωρολογικά» δινόταν ακόμα εξηγήσεις για τους μηχανισμούς που προκαλούν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χαλάζι, χιόνι, πάχνη) όπως και για την πνοή των ανέμων.

Την ίδια εποχή, στην Ινδία, έγινε η πρώτη ποσοτική μέτρηση της βροχής με ένα είδος βροχόμετρου. Πλήθος τέτοιων οργάνων είχαν εγκατασταθεί στα χωράφια για τη μέτρηση της βροχής γιατί ο τότε υπουργός οικονομικών της χώρας, κάποιος Kautilya, καθόρισε τη φορολογία της γης με βάση τη βροχόπτωση που δεχόταν τα χωράφια.

Η ρωμαϊκή εποχή που ακολούθησε διακρινόταν για τους πρακτικούς μηχανικούς της οι οποίοι, ενώ σχεδίασαν μεγάλα υδρευτικά, αρδευτικά και αποχετευτικά έργα, ασχολήθηκαν πολύ λίγο με τη διατύπωση νέων αρχών. Στον τομέα αυτό αναφέρεται η εργασία του Vitruvius "Architectura libri decem" που περιλαμβάνει και ένα ξεχωριστό κεφάλαιο για το νερό, στο οποίο αναφέρονται τρόποι εντοπισμού του υπόγειου νερού και οι ικανότητες συγκράτησης του νερού από τους διάφορους τύπους εδαφών. Η κύρια, όμως, συμβολή στην ανάπτυξη της υδρολογίας αυτής της εποχής έγινε από τον Ήρωνα της Αλεξάνδρειας που για πρώτη φορά διατύπωσε την αρχή ότι η παροχή των ρευμάτων εξαρτάται από την υγρή διατομή και την ταχύτητα. Δυστυχώς η αρχή αυτή δεν βρήκε άμεση ανταπόκριση και οι μηχανικοί εξακολουθούσαν να δέχονται ότι η παροχή είναι συνάρτηση μόνο της υγρής διατομής για πολλούς ακόμη αιώνες.

Ο μεσαίωνας είναι η εποχή που κάθε ερευνητική διάθεση είχε αποτελεματωθεί, χωρίς βέβαια η υδρολογία να αποτελεί εξαίρεση. Η μόνη πρόοδος στον τομέα αυτό παρουσιάστηκε στην Κίνα όπου τουλάχιστον από το 1247 άρχισαν να χρησιμοποιούνται κυλινδρικά βροχόμετρα και χιονόμετρα. Την ίδια μάλιστα εποχή, ένα επιστήμονας με το όνομα Chin Chiu Shao διατύπωσε μία μέθοδο υπολογισμού της μέσης βροχόπτωσης πάνω σε μια περιοχή χρησιμοποιώντας βροχομετρήσεις σε ορισμένα σημεία της.

Ο Leonardo da Vinci (1452-1519) ασχολήθηκε κατά κύριο λόγο με την υδραυλική, σχετικά με την υδρολογία διατύπωσε δύο θεωρίες για τον υδρολογικό κύκλο, τη μια σωστή και την άλλη λανθασμένη. Στα γραφόμενά του, σε μια σελίδα υπάρχουν και οι δύο θεωρίες, γεγονός που συνηγορεί ότι αυτός μάλλον πίστευε στην ορθότητα και των δύο. Ο Γάλλος Bernard Palissy (1510-1590) διατύπωσε κατηγορηματικά την αρχή ότι το νερό των ποταμών και των πηγών έχει την προέλευσή του στη βροχή. Ακόμα ο Palissy διατύπωσε αρχές για τα αρτεσιανά φρέατα, για τον εμπλουτισμό των φρεάτων από ποταμούς και για τη σημασία της αναδάσωσης στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Τέλος, ένας Ιταλός αρχιτέκτονας, ο Giovanni Fontana ασχολήθηκε συστηματικά με την ανάλυση των πλημμυρών και ειδικότερα με την καταστρεπτική πλημμύρα του Τίβερη τα Χριστούγεννα του 1598.

Ο 17<sup>ος</sup> αιώνας χαρακτηρίζεται από πολύ σημαντικές επιτεύξεις στον τομέα της υδρολογίας, την αποδοχή της αρχής της συνέχειας και τη δουλειά των Perault, Mariotte και Halley που θεωρούνται, δίκαια, οι θεμελιωτές της πειραματικής υδρολογίας. Ο Pierre Perault (1608-1680) ανακοίνωσε με γραπτό κείμενό του ότι η βροχή που πέφτει σε μια περιοχή είναι παραπάνω από αρκετή για να εξασφαλίσει τη ροή σε ποταμούς και λίμνες. Υπολόγισε την ετήσια βροχόπτωση που πέφτει στη λεκάνη του Σηκουάνα κοντά στο Παρίσι, όπως και την ετήσια παροχή του ποταμού Σηκουάνα και βρήκε ότι περίπου το ένα έκτο της βροχής και του χιονιού που πέφτει στη λεκάνη είναι αρκετό για να εξασφαλίσει την ετήσια παροχή του ποταμού. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και ο Edme Mariotte 1620-1684) για την ίδια περιοχή. Τέλος, ο Edmond Halley (1656-1742) απέδειξε το άλλο μισό του υδρολογικού κύκλου, ότι δηλαδή η εξάτμιση νερού απ' τους ωκεανούς και τις θάλασσες ήταν αρκετή για τη δημιουργία βροχών που να συντηρούν τη ροή των ποταμών. Στον τομέα των υδρολογικών οργάνων, τον αιώνα αυτό εμφανίζονται για πρώτη φορά αυτογραφικά βροχόμετρα που κατασκευάστηκαν από τον Άγγλο Christopher Wren κι αργότερα βελτιώθηκαν από τον Robert Hooke, καθώς και οι μετρητές ροής των Santorio Santorio και Robert Hooke.

Ο 18<sup>ος</sup> αιώνας χαρακτηρίζεται από την ανακάλυψη του σωλήνα του Pitot από τον Henry de Pitot (1695-1771) που κατέστησε δυνατή τη μέτρηση ταχυτήτων σε διάφορα βάθη, την εξίσωση του Chezy (1718-1798) για τον υπολογισμό της ροής σε διώρυγες και την αντίστοιχη αλλά πιο πολύπλοκη εξίσωση του du Boit (1738-1809). Ο Άγγλος Dobson ήταν ο πρώτος που άρχισε συστηματικές υδρολογικές παρατηρήσεις μετρώντας για τέσσερα συνεχή χρόνια (1772-1775) βροχή, εξάτμιση και θερμοκρασία σε έναν λόφο με γρασίδι στο Liverpool σε υψόμετρο 24 μέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αργότερα ο Dalton βασισμένος στις παρατηρήσεις του Dobson, διατύπωσε τη γνωστή και χρήσιμη, ακόμη και σήμερα, θεωρία του για την εξάτμιση. Την ίδια εποχή εμφανίζονται εργασίες απ' τους Antonio Vallisnieri σχετικά με την προέλευση των πηγών, William Herberden για τη μεταβολή της βροχόπτωσης σε σχέση με το υψόμετρο, Antonio Mario Lorgna για τη μέτρηση της παροχής ρευμάτων, James Jurin για τη μέτρηση της βροχόπτωσης κ.α.

Η ανάπτυξη της υδρολογίας τον 19<sup>ο</sup> αιώνα επιταχύνεται σημαντικά. Μια απ' τις πρώτες αναλύσεις δεδομένων παροχής ρευμάτων έγινε απ' τον Heinrich Berghaus (1797-1884) στη Γερμανία και αφορούσε ανάλυση παροχών του ποταμού Ρήνου στο Emmerich για το διάστημα 1770-1835 και την Cologne για το διάστημα 1782-1835, του Έλβα κοντά στο Magdeberg για το διάστημα 1728-1835 και του Oder κοντά στο Kustrin για το διάστημα 1778-1835.

Την ίδια εποχή συστηματοποιούνται οι υδρομετρήσεις ποταμών σε πολλές χώρες και εντείνεται η προσπάθεια για τη διατύπωση μιας σχέσης παροχής με παγκόσμια εφαρμογή. Στα πλαίσια αυτά εντάσσεται η πειραματική δουλειά των Darcy (1803-1858), Bazin (1829-1917), Ganguillet (1818-1894) και Kutter (1818-1888) που είχε σαν αποτέλεσμα τη διατύπωση ισάριθμων σχέσεων. Τέλος, ο Robert Manning (1816-1897) διατύπωσε τη δική του σχέση που μέχρι σήμερα βρίσκεται σε μεγάλη εφαρμογή. Όσον αφορά την εκτίμηση της απορροής ενός ρεύματος, η και σήμερα ονομαζόμενη «ορθολογική» σχέση (rational formula) που συνδέει την απορροή με την ένταση της βροχής, την έκταση της υδρολογικής λεκάνης και έναν συντελεστή απορροής, θεμελιώθηκε από τον Ιρλανδό Thomas James Malvaney (1822-1892). Αλλά βέβαια ο αιώνας αυτός υδρολογικά έγινε γνωστός από τη δουλειά του Darcy που αποτελεί θεμέλιο της υδρολογίας των υπόγειων υδάτων. Ο Γάλλος Dupuit (1804-1866) εφάρμοσε τη δουλειά του Darcy για τον υπολογισμό της ροής σε πηγάδια. Στο ίδιο πεδίο, σημαντική είναι η προσφορά του Αυστριακού Forchheimer (1852-1933) που εισήγαγε πολύπλοκη μαθηματική ανάλυση για τη χρήση προβλημάτων υπόγειας ροής, του οποίου όμως οι περισσότερες δημοσιεύσεις εμφανίστηκαν τον 20<sup>ο</sup> αιώνα.

Σήμερα μπήκαμε στον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Η ανάπτυξη της υδρολογίας σε όλους τους τομείς είναι πολύπλευρη και πολύπλοκη και βρίσκεται σε συνεχή αναζήτηση για την διατύπωση του παγκόσμιου υδρολογικού νόμου. Η έμφαση που δίνεται είναι τόσο στη θεωρητική διερεύνηση όσο και στις εφαρμογές της για την όσο το δυνατόν ασφαλέστερη και οικονομικότερη σχεδίαση των κάθε φύσης και μορφής υδραυλικών έργων.

### 3.2 Ο υδρολογικός κύκλος.

Ο υδρολογικός κύκλος είναι ένας περιγραφικός όρος που αναφέρεται στην γενική κυκλοφορία του νερού από τους ωκεανούς και τις θάλασσες, στην ατμόσφαιρα, μετά πάνω στη γη και κατόπι πίσω πάλι στις θάλασσες. Ο κύκλος αυτός γραφικά σε μια απλοποιημένη μορφή φαίνεται στο σχήμα 3.1 και δείχνει ότι μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικές φάσεις:

1. εξάτμιση
2. κατακρημνίσματα, και

3. απορροή, επιφανειακή και υπόγεια.

Ακόμη, μπορεί να παρατηρηθεί ότι σε κάποιο στάδιο σε κάθε μια από τις παραπάνω φάσεις μπορεί να παρατηρηθεί

- α) μεταφορά νερού
- β) προσωρινή αποθήκευση, και
- γ) μεταβολή της κατάστασης του νερού.



Σχήμα 3.1. Ο υδρολογικός κύκλος.

Ο υδρολογικός κύκλος φαίνεται να μην έχει ούτε αρχή ούτε τέλος, καθώς νερό εξατμίζεται από τη στεριά και τις θάλασσες για να γίνει μέρος της ατμόσφαιρας. Το εξατμιζόμενο νερό ανυψώνεται, μεταφέρεται και προσωρινά αποθηκεύεται στην ατμόσφαιρα μέχρι να ξαναπέσει στη γη. Το νερό που πέφτει στη γη μπορεί να συγκρατηθεί από τη φυτοκάλυψη, να χρησιμοποιηθεί σαν διαπνοή από τα φυτά, να απορρεύσει επιφανειακά ή να διηθηθεί βαθιά στο έδαφος. Το νερό της διαπνοής και μέρος από το νερό της επιφανειακής απορροής μπορεί να ξαναγυρίσει με την εξάτμιση πίσω στην ατμόσφαιρα ή να διηθηθεί πιο βαθιά και να αποθηκευτεί ως υπόγειο νερό και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί πάλι από τα φυτά, ή να εμφανιστεί σαν πηγή ή να φτάσει στις κοίτες των υδάτινων ρευμάτων και τις λίμνες κινούμενο υπόγεια και τελικά πάλι να εξατμιστεί για να συμπληρωθεί ο κύκλος.

Σε παγκόσμια κλίμακα, ο όγκος του νερού που περιλαμβάνει κάθε φάση του υδρολογικού κύκλου είναι σχεδόν σταθερός. Όταν όμως αναφερόμαστε σε μια περιορισμένη εδαφική έκταση όπως είναι η υδρολογική λεκάνη ενός υδάτινου ρεύματος, οι ποσότητες του νερού κάθε φάσης δεν είναι σταθερές αλλά μεταβάλλονται μέσα σε πολύ ευρέα όρια.

### 3.3 Ρύπανση υδάτων.

Το ανθρώπινο είδος και οι λοιποί ζώντες οργανισμοί του πλανήτη μας χρειάζονται το ύδωρ με τόση βεβαιότητα όσο χρειάζονται και το οξυγόνο: Χωρίς αυτό η ζωή δεν θα μπορούσε να υπάρξει. Χαρακτηριστικό είναι άλλωστε ότι η αναπλήρωση των ζωτικών υγρών των οργανισμών, αλλά και οι τροφές που καταναλώνουν απαιτούν νερό, προκειμένου να αναπαραχθούν. Πλην αυτών όμως το ύδωρ δίδει ζωή υπό μια ευρύτερη έννοια. Οι άνθρωποι χρειάζονται το καθαρό ύδωρ και τα συστήματα ύδρευσης-αποχέτευσης για να διατηρήσουν την υγεία τους και να ενισχύσουν την αξιοπρέπειά τους. Αλλά πέρα από την οικογένεια, το ύδωρ στηρίζει επιπρόσθετα τα οικολογικά συστήματα και παρέχει μια εισαγωγή στα συστήματα παραγωγής που διατηρούν τα προς το ζην. Φαίνεται λοιπόν ότι το νερό συσχετίζεται αναπόδραστα με όλες τις πτυχές της φυσικής και κοινωνικοοικονομικής μας πραγματικότητας. Όταν οι άνθρωποι αμφισβητούν την πρόσβαση στο καθαρό ύδωρ στις οικίες τους ή όταν στερούνται την πρόσβαση στο ύδωρ ως φυσικό διαθέσιμο, τότε οι επιλογές και οι ελευθερίες τους περιορίζονται από την κακή υγεία, την ένδεια και την ευπάθεια. Το ύδωρ δίδει τη ζωή σε όλα και για όλους, συμπεριλαμβανομένης της ανθρώπινης ανάπτυξης και ελευθερίας.

Ο όρος «ποιότητα του νερού» δεν συνιστά από μόνος του μία συγκεκριμένη αξία διότι υπόκειται εννοιολογικά και πρακτικά σε συνεχείς μεταβολές και συνεπώς πρέπει να θεωρείται και να μελετάται σε σχέση με τα οικολογικά συστήματα και τις διαφορετικές χρήσεις του νερού. Μόνο μία λεπτομερής ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών απαιτήσεων των διαφορετικών χρήσεων του νερού, μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση της ποιότητας και της επάρκειας ή της ανεπάρκειας των διαθέσιμων υδατικών πόρων.

Το νερό είναι πολύ σημαντικό στοιχείο για τη ζωή, είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες αποσάθρωσης πετρωμάτων και σχηματισμού ιζημάτων.

Το νερό έχει υψηλό σημείο βρασμού, στους 100 °C, και χαμηλό σημείο πήξης, στους 0 °C, εφόσον είναι χημικώς καθαρό. Στη φύση βρίσκεται σε τρεις μορφές, υγρή, στερεά, και αέρια, ενώ στην υγρή φάση το νερό έχει μεγάλο ιξώδες. Οι οργανισμοί προκειμένου να προσαρμοσθούν στο αυξημένο ιξώδες έχουν όλοι ατρακτοειδές σχήμα και μπορούν και κινούνται εύκολα μέσα στο νερό, και φυσικά δεν χρειάζονται όργανα στήριξης όπως τα χερσαία ζώα. Η πυκνότητα του νερού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και η μεγαλύτερη πυκνότητα είναι στη θερμοκρασία των 3,94°C. Αυτό έχει μεγάλη σημασία, δηλαδή ότι ο ίδιος όγκος νερού έχει το μεγαλύτερο βάρος στους 3,94°C γιατί έχει σαν αποτέλεσμα να επιπλέουν οι πάγοι πάνω στο νερό και έτσι μπορούν και λιώνουν.

Επίσης οι χημικές ιδιότητες του νερού και ιδιαίτερα οι διαλυτικές είναι πολύ σημαντικές για το οικοσύστημα. Το νερό έχει την ικανότητα να διαλύει μεγάλη ποικιλία ουσιών. Πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις διαλύονται στο νερό και ορισμένες από αυτές μεταφέρονται με την επίγεια και υπόγεια κίνηση του νερού σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο οι θρεπτικές ουσίες διαλυμένες μέσα στο νερό διέρχονται τις ρίζες και διαχέονται σε ολόκληρο τον ιστό του φυτού. Δυστυχώς όμως με τη διάλυση αυτή μεταφέρονται και βλαβερές ουσίες. Το νερό έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα, υψηλή θερμότητα εξάτμισης, πολύ υψηλή επιφανειακή τάση και ικανότητα διαβροχής.

Με τον όρο ρύπανση υδάτων εννοούμε την οποιαδήποτε ανεπιθύμητη αλλαγή στα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού των θαλασσών, λιμνών ή ποταμών, η οποία είναι ή μπορεί υπό προϋποθέσεις να γίνει ζημιογόνος για τον άνθρωπο, τους υπόλοιπους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς αλλά και τις βιομηχανικές διαδικασίες και τις συνθήκες ζωής.

Η ρύπανση των υδάτων δημιουργείται με την απελευθέρωση σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσες ουσιών, οι οποίες είτε διαλύονται, είτε κατακάθονται στον πυθμένα. Οι ρύποι αυτοί είναι

πάρα πολλοί και αυτό γιατί στον υδάτινο ορίζοντα καταλήγουν και οι ρύποι από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους μέσω των βροχών και της απορροής.

Με την απελευθέρωση στο νερό ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας ή ραδιενέργειας δημιουργείται η θερμική ρύπανση των υδάτων η οποία προκαλεί άνοδο στη θερμοκρασία του νερού. Ρύπανση των υδάτων είναι δυνατόν να δημιουργηθεί από μικροοργανισμούς των οικιακών αποβλήτων, από οργανικές ουσίες όπως το πετρέλαιο και τα προϊόντα του και από τοξικά μέταλλα. Ο άνθρωπος απαιτεί πόσιμο γλυκό νερό για να επιβιώσει, γι' αυτό και σε όλη την περίοδο της εξέλιξής του ζούσε κοντά σε ποταμούς και λίμνες. Το νερό σαν τροφή και σαν πρώτη ύλη είναι τόσο στενά δεμένο με τη ζωή, ώστε να μπορεί να περιγράψει την ανθρώπινη πολιτιστική εξέλιξη.

Η βιομηχανική ανάπτυξη άρχισε με όλο και μεγαλύτερη απαίτηση για ενέργεια, πηγή της οποίας υπήρξε και το νερό. Βιομηχανικές διεργασίες, όπως η ψύξη και η πλύση, απαιτούσαν συνεχώς μεγαλύτερες ποσότητες νερού, ενώ ο αυξανόμενος πληθυσμός, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, χρειαζόταν άφθονο, καθαρό και υγιεινό νερό. Η βιομηχανική χρήση του νερού για ψύξη καταλήγει στη θερμική ρύπανση του νερού. Κατά τη θερμική ρύπανση, μειώνεται το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό, αυξάνεται η τοξικότητα των χημικών ρυπαντών, επιταχύνεται ο ρυθμός των φυσιολογικών λειτουργιών στους οργανισμούς και συχνά καταλήγουν στο θάνατο. Σοβαρότερη, όμως υπήρξε η χημική ρύπανση του νερού από βιομηχανικά απόβλητα, αστικά λύματα και γεωργικές απορροές.

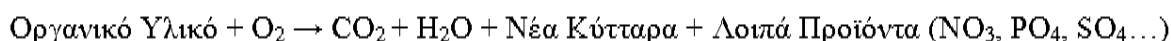
Εδώ και δεκαετίες, οι επιστήμονες, οι αλιείς, οι ναυτικοί, οι δύτες και άλλοι λάτρεις της θάλασσας ανησυχούν για την υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το πρόβλημα είναι σοβαρό: η θάλασσα παρέχει, χάρη στην αλιεία και τη θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια, το 40% των πρωτεϊνών που καταναλώνονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η διατήρηση της οικολογικής της ισορροπίας είναι συνεπώς ζωτικής σημασίας για τον εφοδιασμό της Ένωσης με τρόφιμα. Επιπλέον, η θάλασσα αποτελεί χώρο διαβίωσης και εργασίας 70 εκατομμυρίων ευρωπαϊκών πολιτών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων οι οποίοι, άμεσα ή έμμεσα, ζουν από την αλιεία, τον τουρισμό σε παραθαλάσσια θέρετρα και τις λιμενικές δραστηριότητες.



### 3.4 Κατηγορίες ρύπων.

- Οργανικές ενώσεις.

Σε περιπτώσεις που εύκολα βιοδιασπάσιμες οργανικές ενώσεις απελευθερώνονται σε ένα υδάτινο σώμα, οι μικροοργανισμοί που τρέφονται με αυτές τις ουσίες, τις διασπούν σε απλούστερες οργανικές και ανόργανες ενώσεις. Όταν η αποδόμηση γίνεται υπό αερόβιες συνθήκες παράγονται προϊόντα όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), θειικά (SO<sub>4</sub>), ορθοφωσφορικά (PO<sub>4</sub>) και νιτρικά (NO<sub>3</sub>) σύμφωνα με την αντίδραση:



Το ποσό του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την αερόβια οξείδωση των οργανικών ενώσεων καλείται βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) και εκφράζεται συνήθως ως mg O<sub>2</sub> που απαιτούνται ανά λίτρο αποβλήτων (mg/l). Η μέτρηση του BOD αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο που χαρακτηρίζει την ένταση της οργανικής ρύπανσης. Συχνά χρησιμοποιείται και η παράμετρος του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD) που αναφέρεται στο ποσό του οξυγόνου που απαιτείται για τη χημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Ο προσδιορισμός του COD πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός ισχυρά οξειδωτικού χημικού παράγοντα (π.χ. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) που χρησιμοποιείται για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Η συγκεκριμένη μέθοδος απαιτεί πολύ λιγότερο χρόνο πραγματοποίησης από την αντίστοιχη του BOD, αλλά παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι συνυπολογίζει τόσο το οξυγόνο που απαιτείται για την χημική οξείδωση των βιοδιασπασίμων οργανικών ενώσεων, όσο και αυτό που απαιτείται για τη χημική οξείδωση του αδρανούς οργανικού υλικού (οργανικές ενώσεις όπως κυταρίνες, φαινόλες βιοδιασπώνται σε μικρό βαθμό). Ως αποτέλεσμα στις περισσότερες των περιπτώσεων η τιμή του COD είναι σημαντικά υψηλότερη της αντίστοιχης του BOD. Μερικές φορές επίσης, χρησιμοποιείται και η παράμετρος του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου (ThOD), που εκφράζει το ποσό του οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδωθεί πλήρως μία οργανική ένωση όπως υπολογίζεται από τη στοιχειομετρική αντίδραση.

- Παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών οφείλεται στις ανθρώπινες και ζωικές εκκρίσεις. Παραδείγματα παθογόνων μικροοργανισμών που συνδέονται με το νερό αποτελούν τα βακτήρια που θεωρούνται υπεύθυνα για τη χολέρα, τη βακτηριακή δυσεντερία και τον τυφοειδή πυρετό, οι ιοί που θεωρούνται υπεύθυνοι για την ηπατίτιδα και την πολυμυελίτιδα, τα πρωτόζωα που προκαλούν αμοιβική δυσεντερία, γιάρδαση και κρυπτοσποριδίωση. Επιδημίες μολυσματικών ασθενειών εμφανίζονται περιοδικά σε περιοχές όπου η υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα και το κακό αποχετευτικό δίκτυο επιτρέπουν τη γρήγορη μεταφορά των μικροβίων. Η αυξημένη κίνηση των ανθρώπων σήμερα έχει ως αποτέλεσμα τοπικές επιδημίες να εξαπλώνονται ταχύτατα παγκοσμίως. Το ακατέργαστο νερό δεν αναλύεται τακτικά για την παρουσία βακτηρίων και ιών εξαιτίας του υψηλού κόστους και της μεγάλης ποικιλότητας των συγκεκριμένων μικροοργανισμών.

- Θρεπτικά.

Ως θρεπτικά ορίζονται οι ενώσεις που έχουν ως βάση στοιχεία όπως το άζωτο, τον φώσφορο, το ασβέστιο, το νάτριο, το μαγνήσιο και το θείο και τα οποία είναι βασικά για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών. Οι συγκεκριμένες ενώσεις θεωρούνται ρυπαντές σε περιπτώσεις που οι συγκεντρώσεις τους είναι τέτοιες που ευνοούν την υπερανάπτυξη των υδρόβιων φυτών και κυρίως των αλγών. Κατά την αποσύνθεση των αλγών καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, με συνέπεια τη σταδιακή μείωση των επιπέδων του οξυγόνου στο νερό, καθιστώντας το ανεπαρκές για τη διατήρηση των υπολοίπων μορφών ζωής (ευτροφισμός). Η αυξημένη συγκέντρωση αλγών και αποσυντιθέμενου οργανικού υλικού συντελεί στο χρωματισμό των νερών και στη

δημιουργία οσμών και γεύσεων καθιστώντας το ακατάλληλο για αστική χρήση. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζουν το άζωτο και ο φώσφορος. Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές αζώτου και φωσφόρου στα νερά είναι τα αστικά λύματα, οι ζωοτροφές και τα χημικά λιπάσματα. Η οξειδωση των ενώσεων του αζώτου συμβάλλει στην αύξηση της απαιτούμενης ποσότητας οξυγόνου. Συγκεκριμένα, οι οργανικές μορφές του αζώτου μετατρέπονται σε αμμωνία από τα βακτήρια και τους μύκητες. Στη συνέχεια, η μικροβιακή οξειδωση της αμμωνίας πραγματοποιείται σε δύο στάδια. Σε καθένα από αυτά εμπλέκονται διαφορετικά είδη χημιοαυτότροφων μικροοργανισμών, που χρησιμοποιούν το CO<sub>2</sub> ως πηγή άνθρακα για τη βιοσύνθεση και την οξειδωση των ενώσεων του αζώτου ως πηγή ενέργειας.

- Βαρέα μέταλλα.

Ως βαρέα μέταλλα χαρακτηρίζονται τα στοιχεία με ειδικό βάρος ίσο ή μεγαλύτερο των 5 g cm<sup>-3</sup>. Σε εργασίες που αφορούν στο περιβάλλον, συχνά στα βαρέα μέταλλα περιλαμβάνονται και ελαφρύτερα στοιχεία (Al, Be) και μεταλλοειδή (As, Se, Sb). Τα βαρέα μέταλλα καταλήγουν στο νερό κυρίως λόγω της χρήσης του σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες (μεταλλουργεία, παραγωγή χημικών, εξόρυξη ορυκτών κ.λπ.). Σημαντική είναι επίσης η συνεισφορά των αστικών απορροών που επιβαρύνονται με βαρέα μέταλλα μέσω των ανθρώπινων εκκρίσεων και της χρήσης απορρυπαντικών και ειδών κοσμητολογίας, καθώς και των εμπορικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται εντός των ορίων των οικισμών (συνεργεία αυτοκινήτων, πλυντήρια, φωτογραφεία).

Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του μετάλλου και τη μορφή με την οποία είναι διαθέσιμα στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, ορισμένα από τα βαρέα μέταλλα όπως ο σίδηρος (Fe) και το τρισθενές χρώμιο (Cr(III)) αποτελούν απαραίτητα ιχνοστοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ άλλα όπως ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd), ο μόλυβδος (Pb), το νικέλιο (Ni) και το αρσενικό (As) παρουσιάζουν πολύ υψηλή τοξικότητα ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Σε ότι αφορά στην διαφοροποίηση της τοξικότητας των μετάλλων ανάλογα με τη μορφή που είναι διαθέσιμα μπορεί να αναφερθεί το παράδειγμα του Hg. Ο υγρός Hg είναι λιγότερο τοξικός από τον αέριο Hg, που μέσω των πνευμόνων διαχέεται στο αίμα και καταλήγει στον εγκέφαλο προκαλώντας σοβαρές βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Τα μέταλλα δεν βιοαποδομούνται, είναι εφικτή όμως η βιομετατροπή τους από τη μία χημική μορφή σε μία άλλη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το εξασθενές χρώμιο (Cr(VI)) που υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις ανάγεται με τη βοήθεια μικροοργανισμών σε Cr(III).

- Άλατα

Το νερό κατά την κίνηση του μέσω του εδάφους εμπλουτίζεται με μία ποικιλία διαλυτών στερεών και αλάτων. Η εξάτμιση μέρους του νερού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων των αλάτων. Η απλούστερη μέθοδος εκτίμησης της αλατότητας είναι μέσω προσδιορισμού της συγκέντρωσης των ολικών διαλυμένων στερεών (Total Dissolved Solids, TDS). Για τα επιφανειακά νερά αναμένεται συγκέντρωση TDS μικρότερη των 1500 mg/l, ενώ για τα υφάλμυρα μικρότερη των 5000 mg/l. Το θαλασσίνο νερό έχει συγκέντρωση 30000-34000 mg/l TDS.

- Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds, VOCs) είναι μεταξύ των ουσιών που ανιχνεύονται συχνότερα στα υπόγεια νερά. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως διαλύτες στη βιομηχανία και πολλές από αυτές θεωρούνται καρκινογόνες ή μεταλλαξιογόνες. Περισσότερο τοξικές θεωρούνται το βινυλοχλωρίδιο, το τετραχλωροαιθυλένιο, το τριχλωροαιθυλένιο, το 1,2-διχλωροαιθάνιο και ο τετραχλωράνθρακας.

- Φυτοφάρμακα

Ο συγκεκριμένος όρος χρησιμοποιείται για να καλύψει μία σειρά συνθετικών οργανικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για τη θανάτωση οργανισμών ανεπιθύμητων για τον άνθρωπο όπως έντομα, ζιζάνια και μύκητες. Οι τρεις κύριες κατηγορίες συνθετικών οργανικών εντομοκτόνων είναι τα οργανοχλωριωμένα, τα οργανοφωσφορικά και τα καρβαμιδικά. Στην πρώτη κατηγορία εντομοκτόνων ανήκει το DDT (διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιο), που είχε ευρύτατα χρησιμοποιηθεί κατά το παρελθόν για τον έλεγχο εντόμων που ήταν φορείς μολυσματικών ασθενειών και τα aldrin, dieldrin, endosulfan, heptachlor. Τα εντομοκτόνα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για να διασπαστούν και συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς. Ως αποτέλεσμα, οι οργανισμοί που βρίσκονται στις ανώτερες βαθμίδες της τροφικής αλυσίδας συσσωρεύουν υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών.

Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα όπως τα parathion, malathion και diazinon διασπώνται πιο και για το λόγο αυτό αντικατέστησαν τα οργανοχλωριωμένα. Παρουσιάζουν όμως υψηλότερη οξεία τοξικότητα και απορροφούνται γρήγορα από το δέρμα, τους πνεύμονες και το πεπτικό σύστημα. Η τρίτη κατηγορία εντομοκτόνων, τα καρβαμιδικά, προέρχονται από το καρβαμικό οξύ ( $H_2NCOOH$ ). Παρουσιάζουν κι αυτά το πλεονέκτημα της μικρής παραμονής στο περιβάλλον, άρα και της μικρής βιοσυσσωρεύσεώς τους, αλλά και το μειονέκτημα της υψηλής οξείας τοξικότητας.

### 3.5 Κατηγορίες και επιπτώσεις υδατικής ρύπανσης.

- Αστικά λύματα – Παθογενείς μολύνσεις

Δραστηριότητες που εμπλουτίζουν ή ρυπαίνουν υδάτινους αποδέκτες, είναι οι απορρίψεις που αφορούν ανθρώπινες χρήσεις. Τα ακάθαρτα νερά χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη τους περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και συνήθως αποχετεύονται σε θαλάσσιους, λιμναίους ή ποτάμιους αποδέκτες ή και απορροφητικούς βόθρους, ρυπαίνοντας έτσι και τα υπόγεια νερά. Στη χώρα μας, οι απορροφητικοί βόθροι που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό, αποτελούν το χειρότερο μέσο διάθεσης των ακάθαρτων νερών, αφού ρυπαίνουν το φυσικό αποδέκτη, το έδαφος και τα υπόγεια νερά. Οι αστικές αυτές απορρίψεις με το μικροβιακό τους φορτίο προξενούν διάφορες μολύνσεις. Συγκεκριμένα, ορισμένα βακτήρια προξενούν τυφοειδή πυρετό, δυσεντερία, γαστρεντερίτιδα και χολέρα. Ιοί στο νερό και ορισμένα στελέχη τους προκαλούν πολυομελίτιδα και ηπατίτιδα, ενώ αυγά και νύμφες μερικών παρασίτων (ασκαρίδα κ.ά.) βρίσκονται πολλές φορές στα ακάθαρτα νερά, προκαλώντας άλλες ασθένειες. Οι τύποι των παθογόνων αυτών μικρο-οργανισμών βρίσκονται σε αστικά και κτηνοτροφικά λύματα. Τα παθογενή μικρόβια και οι ιοί βρίσκουν συνήθως αφιλόξενο περιβάλλον στο θαλασσινό νερό και γρήγορα αδρανοποιούνται. Μολύνσεις, όμως, αλλά ραδιενεργές, προκαλούνται στα νερά από ατυχήματα ή βλάβες στους πυρηνικούς σταθμούς και από πυρηνικές δοκιμές ή εκρήξεις.

- Αγροτική ρύπανση

Η ρύπανση που προκαλείται στα νερά από τις γεωργικές δραστηριότητες αφορά τη ρύπανση από τα λιπάσματα που έχει σχέση με τον ευτροφισμό των νερών, καθώς και τη ρύπανση φυτοφαρμάκων. Η ρύπανση αυτή φτάνει στα επιφανειακά νερά μέσω της επιφανειακής απορροής με τα νερά της βροχής, ή με την επικοινωνία με τα υπόγεια νερά που εν τω μεταξύ έχουν ρυπανθεί από τη στράγγιση των νερών άρδευσης των αγρών.

- Βιομηχανική ρύπανση

Αποτελούν τις υγρές βιομηχανικές απορροές (νερό ή παραπροϊόντα) που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία της βιομηχανίας. Η βιομηχανική ρύπανση που επιβαρύνει τα νερά της



Ελλάδας είναι: α) Οργανική, με επιπτώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου των νερών, όπως από τις βιομηχανίες τροφίμων που είναι αναπτυγμένες στην Ελλάδα (βιομηχανίες παστερίωσης γάλατος, σφαγεία). β) Ρύπανση με θρεπτικά συστατικά, με επιπτώσεις την εμφάνιση ευτροφισμού στα νερά όπως από βιομηχανίες λιπασμάτων. γ) Ρύπανση με βαρέα μέταλλα, όπως από χημικές βιομηχανίες και βυρσοδευεία. δ) Θερμική ρύπανση από νερά ψύξης. Η μορφή αυτή ρύπανσης είναι περιορισμένη στην Ελλάδα.

#### ▪ Ευτροφισμός

Ο ευτροφισμός παρουσιάζεται σε λίμνες ή σε κλειστούς αβαθείς κόλπους κάτω από ορισμένες συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι να μεταβάλλεται η πανίδα και η χλωρίδα των νερών, η θέα τους να είναι ιδιαίτερα αντιαισθητική και, λόγω της πράσινης γλοιώδους επιφάνειας, να δυσκολεύεται η αλιεία. Επακόλουθο του ευτροφισμού είναι η προοδευτική επιδείνωση της ποιότητας του νερού, η μείωση της αισθητικής του αξίας, οι περιορισμένες δυνατότητες για ψυχαγωγία και σπορ. Ρύπανση και ευτροφισμός δεν είναι το ίδιο πράγμα. Μία περιοχή μπορεί να είναι ρυπασμένη χωρίς να έχει γίνει ευτροφική. Για παράδειγμα, ρύπανση μπορεί να γίνει από βιομηχανικά τοξικά απόβλητα που αναστέλλουν τις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης. Οποσδήποτε, όμως, ο ευτροφισμός μπορεί να οδηγήσει και σε ρύπανση, προξενώντας έλλειψη οξυγόνου στο νερό, μαζική ανάπτυξη φυκιών κ.ά. Όταν δεν υπάρχουν επιδράσεις από ανθρώπινους παράγοντες ο ευτροφισμός αποτελεί βραδύ φυσικό φαινόμενο. Μπορεί όμως να αποτελεί αποτέλεσμα ρύπανσης όταν η αύξηση των θρεπτικών συστατικών προέρχεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Δραστηριότητες οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο αποτελούν η χρήση των λιπασμάτων στα χωράφια (νιτρικά φωσφορικά άλατα), η χρήση των απορρυπαντικών (φωσφορικά άλατα) οπότε παρατηρείται απότομη αύξηση των φυτικών οργανισμών σε μια λίμνη με μια όπως ονομάζεται «άνθιση» του άλγους. Όταν παρατηρηθεί αυτή η άνθιση τότε δημιουργούνται πολλά προβλήματα στη λίμνη, η υπέρμετρη αύξηση ορισμένων ανθεκτικών φυτών καταστρέφει άλλα πιο ευαίσθητα και το νερό αποκτά πράσινο χρώμα. Η ανάπτυξη αυτή προκαλεί υπέρμετρη κατανάλωση του οξυγόνου οπότε παρατηρούνται αναερόβιες δράσεις με αποτέλεσμα να αναδίδονται δυσάρεστες οσμές και το νερό αποκτά επίσης δυσάρεστη γεύση και δεν είναι κατάλληλο για πόση.

#### ▪ Ρύπανση από πετρελαιοειδή

Τα πετρελαιοειδή έχουν την ιδιότητα να διασπείρονται και να εξαπλώνονται σε τεράστιες εκτάσεις, επειδή σχηματίζουν μονομοριακές στρώσεις. Έτσι, καλύπτοντας την επιφάνεια του νερού, εμποδίζουν την ανταλλαγή των αερίων μεταξύ αέρα και νερού και βλάπτουν τους υδρόβιους οργανισμούς. Ακόμη, το πετρέλαιο επιδρά στις τροφικές αλυσίδες, ρυπαίνει τις πηγές τροφής που βρίσκονται στην αρχή της τροφικής αλυσίδας, εμποδίζει την αναπαραγωγή της θαλάσσιας ζωής και μειώνει τη φυσική αντίσταση των οργανισμών. Ωστόσο, πολλά βακτήρια που ζουν στο πετρέλαιο, έχουν την ικανότητα να το διασπών, εξυγιαίνοντας έτσι τις ρυπασμένες περιοχές. Το πετρέλαιο διασπάται επίσης από την κίνηση του κυματισμού και της παλίρροιας.

#### ▪ Ρύπανση από στερεά απόβλητα

Συσκευασίες από πλαστικό ή αλουμίνιο, σχοινιά από συνθετικές ίνες, φίλτρα τσιγάρων είναι συνήθη στερεά απόβλητα. Οι χρήστες της θάλασσας είναι κυρίως αυτοί που πετούν στο νερό απορρίμματα από μη βιοαποικοδομήσιμες ύλες. Καθώς τα απορρίμματα αυτά δεν καταγράφονται επαρκώς, δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια η ποσότητά τους, ωστόσο υπάρχουν τακτικές αναφορές για ορισμένες επιπτώσεις τους, π.χ. αποτελούν αιτία πνιγμού θαλάσσιων θηλαστικών ή καταστροφής των δικτύων των αλιέων.

- Τοξικές χημικές ουσίες

Τοξικές χημικές ουσίες για τα υδάτινα οικοσυστήματα είναι τα βαριά μέταλλα, δηλαδή ο σίδηρος (Fe), το χρώμιο (Cr), ο μόλυβδος (Pb), ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd), ο ψευδάργυρος (Zn), το μαγγάνιο (Mn), ο χαλκός (Cu), το νικέλιο (Ni), το αρσενικό (As) κ.ά. Ακόμη, φυτοφάρμακα, παρασιτοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και οξέα πάνω από ένα όριο, προκαλούν δηλητηριάσεις, ανασχεση της ανάπτυξης και της φωτοσύνθεσης, εκλεκτική συσσώρευση και απορρόφηση σε ορισμένα είδη. Ρυπάνσεις από παρασιτοκτόνα και ζιζανιοκτόνα προέρχονται από τα απόβλητα των βιομηχανιών παραγωγής τους, από υφαντουργεία, από βιομηχανίες επεξεργασίας τροφών και από γεωργικές χρήσεις. Η ρύπανση από βαριά μέταλλα στα ελληνικά υδάτινα οικοσυστήματα είναι σχετικά χαμηλή και σε παραπλήσια επίπεδα με εκείνα που δίνονται διεθνώς για περιοχές με σχετικά μικρή ρύπανση.

- Οξίνη βροχή

Το φαινόμενο της όξινης βροχής παρουσιάζεται όταν το νερό της βροχής έχει πολύ αυξημένες όξινες ιδιότητες, δηλαδή  $pH = 5$  ή και μικρότερο, λόγω οξέων τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του θείου και του αζώτου, τα οποία εκλύονται στην ατμόσφαιρα από κάποια χημικά σκευάσματα, οξειδώνονται σε τριοξείδια, τα οποία στη συνέχεια με την παρουσία της υγρασίας της ατμόσφαιρας μετατρέπονται σε θειικό και νιτρικό οξύ. Τα οξέα αυτά είναι δυνατόν να μεταφερθούν από τους ανέμους σε μεγάλες αποστάσεις και να πέσουν στη Γη υπό τη μορφή όξινης βροχής. Το φαινόμενο αυτό έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις στην Κεντρική Ευρώπη και στις Σκανδιναβικές χώρες, στις οποίες ολόκληρες λίμνες έχουν νεκρωθεί από την όξινη βροχή. Ακόμα η όξινη βροχή προκαλεί σοβαρά προβλήματα στους φυτικούς οργανισμούς, στις καλλιέργειες αλλά και στους ζωικούς οργανισμούς, κυρίως των λιμνών. Η δράση της όξινης βροχής στα φυτά και τα δένδρα μπορεί να είναι άμεση, επιδρώντας δηλαδή στο υπέργειο τμήμα του φυτού και προκαλώντας την καταστροφή του, είναι όμως δυνατόν να επιδρά και έμμεσα περνώντας στο ριζικό σύστημα του φυτού μέσω του εδάφους.

### 3.6 Διαδικασίες και πηγές ρύπανσης υπόγειων υδάτων.

Η διαμόρφωση της ποιότητας του νερού στο έδαφος και τους υπόγειους υδροφορείς εξαρτάται από τη μεταφορά μάζας των διαφόρων ουσιών και στοιχείων που την καθορίζουν. Η ποιότητα του υπόγειου και εδαφικού νερού αναφέρεται στη χημική του σύνθεση, με τα διαλυμένα και αιωρούμενα υλικά, στην ενεργειακή του κατάσταση, και στους μικροοργανισμούς. Η διαμόρφωση της σύστασης του νερού είναι αποτέλεσμα φυσικών, χημικών, βιολογικών διαδικασιών και ανθρώπινης επέμβασης, είτε με την απευθείας εισαγωγή χημικών και βιολογικών ουσιών στα υπόγεια νερά, είτε έμμεσα επεμβαίνοντας στις φυσικές διαδικασίες που επηρεάζουν το σύστημα των υπόγειων νερών (π.χ. η εισροή θαλασσινού νερού). Η χημική σύσταση του φυσικού υπόγειου νερού εξαρτάται μόνο από τις φυσικές διαδικασίες και είναι αποτέλεσμα της υδρογεωλογικής και γεωχημικής ιστορίας του. Η ανθρώπινη επέμβαση προσδιορίζεται σε περιοχές με σημαντική χρήση της γης, όπως στις αστικοποιημένες περιοχές, μεταλλεία και αγροτικές περιοχές.

Το νερό, είτε προέρχεται από τις βροχοπτώσεις ή από τα υγρά απόβλητα που εφαρμόζονται στο έδαφος είναι ο κύριος παράγοντας μεταφοράς ουσιών μέσα στο έδαφος. Το επιφανειακό νερό διηθείται στο έδαφος και διαμέσου της ακόρεστης ζώνης κινείται προς τους υπόγειους υδροφορείς, όπου διακλαδίζεται προς διάφορες διευθύνσεις ανάλογα με τις συνθήκες ροής που επικρατούν στον υδροφορέα. Το ρυπασμένο νερό ακολουθεί τις καθορισμένες διαδικασίες κίνησης του υπόγειου νερού. Με την παρέλευση του χρόνου η ένταση της ρύπανσης του νερού είτε μειώνεται μέσα στο υδροφορέα ή το ρυπασμένο νερό οδηγείται προς ένα φρεάτιο ή ευκαιριακά εξέρχεται στα επιφανειακά υδάτινα συστήματα (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα).

Η ταφή των στερεών αποβλήτων (χωματερές από σκουπίδια οικισμών και στερεών αποβλήτων βιομηχανιών) μπορεί να αποτελέσει αιτία υποβάθμισης της ποιότητας των υπόγειων νερών λόγω της έκπλυσης που προκαλεί το νερό που διέρχεται από τη μάζα των αποβλήτων. Τα εκπλύματα αποτελούνται από το νερό που κατά την κίνησή του δια μέσου της μάζας των στερεών αποβλήτων εμπλουτίζεται με ρύπους και τα παράγωγα της αποικοδόμησης των αποβλήτων με τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις.

Η άρδευση σε ξηρά και ημίξηρα κλίματα είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά και εναπόθεση των ανόργανων ενώσεων και αλάτων στην ακόρεστη ζώνη. Λόγω της εξατμισοδιαπνοής, αυξάνει η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό νερό με αποτέλεσμα το νερό που διηθείται βαθιά να περιέχει διαλυμένα άλατα σε συγκεντρώσεις δύο και τρεις φορές μεγαλύτερες από αυτές του εφαρμοζόμενου νερού. Στα διαπερατά εδάφη, η περίσσεια νερού που περνά τη ζώνη παρασέρνει τα διαλυμένα υλικά (ιδιαίτερα τα ιόντα χλωρίου, θεικών, νιτρικών και νατρίου) στα υπόγεια νερά. Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση του νερού για άρδευση είναι μία σοβαρή διαδικασία συσσώρευσης των αλάτων στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.

Με την εφαρμογή των λιπασμάτων στο έδαφος, που συνήθως περιέχουν ανόργανα στοιχεία, προκαλείται αύξηση των λιπασματικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα. Ποιοτικά οι πιο επιβλαβείς ρύποι για την υγεία του ανθρώπου, από τη γεωργία, είναι τα νιτρικά ιόντα, τα οποία με μεγάλη ευκολία μεταφέρονται με το νερό που διηθείται βαθιά δια μέσου της ακόρεστης ζώνης του εδάφους και της υπόγειας ροής στους υπόγειους υδροφορείς. Η άρδευση και η εφαρμογή των λιπασμάτων ανόργανου αζώτου φαίνεται ότι συντελούν στην ταχύτερη αύξηση των νιτρικών σε πολλές αγροτικές περιοχές. Αλλά αύξησή τους μπορεί να παρατηρηθεί και σε μη αρδευόμενες περιοχές με οργανικά εδάφη. Σ' αυτή την περίπτωση τα νιτρικά απελευθερώνονται κατά την ανοργανοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων και των ζωικών αποβλήτων που ενσωματώνονται στο έδαφος. Τα στερεά απόβλητα (κοπριές) των ζώων είναι επίσης σημαντικές πηγές νιτρικών και διαλυμένων αλάτων.

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στη γεωργία για την προστασία των καλλιεργειών από τα έντομα (εντομοκτόνα), μύκητες (μυκητοκτόνα) και βακτήρια (βακτηριοκτόνα) και την καταπολέμηση των ζιζανίων (ζιζανιοκτόνα) αποτελούν σημαντικό κίνδυνο ρύπανσης των υπογείων νερών. Παρ' ότι οι οργανικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σαν φυτοφάρμακα είναι ταχείας αποικοδόμησης, σημαντικές ποσότητες αυτών και των προϊόντων της διάσπασής τους έχουν καταγραφεί στα υπόγεια νερά. Σημαντικό ρόλο για τη σοβαρότητα της ρύπανσης από τα αγροχημικά αποτελεί η τοξικότητα, η ποσότητα και ο χρόνος παραμονής της ουσίας στο έδαφος καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους στο έδαφος.

Οι πιο σπουδαίοι μικροοργανισμοί στα υπόγεια νερά είναι τα παθογόνα βακτήρια, οι μύκητες και διάφορα άλλα παράσιτα. Τα σοβαρότερα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από τους μικροοργανισμούς του υπόγειου νερού είναι ο τύφος, η χολέρα και η ηπατίτιδα. Οι πηγές των μικροοργανισμών είναι τα ανθρώπινα και ζωικά λύματα και απόβλητα. Η ρύπανση των υπόγειων νερών προκαλείται από την εδάφια διάθεση των λυμάτων των σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και σπητικών δεξαμενών, τις εκπλύσεις από τους σκουπιδότοπους, και τις ποικίλες γεωργικές πρακτικές, όπως η διάθεση στο έδαφος της ζωικής κόπρου για οργανική λίπανση.

Τα μη αναμίξιμα με το νερό υγρά (non-aqueous phase liquids NAPLs), είναι ρύποι, που η παρουσία τους στην ακόρεστη ζώνη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τα υγρά αυτά εμφανίζουν μία χωριστή υγρά φάση στο υδάτινο περιβάλλον. Γενικά τα NAPLs είναι υγρά τα οποία έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη ή μικρότερη από του νερού. Διακρίνονται σε LNAPLs που είναι τα μη αναμίξιμα με το νερό υγρά με πυκνότητα μικρότερη από το νερό και σε DNAPLs που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από το νερό. Παράδειγμα ελαφρότερων από το νερό είναι τα υγρά καύσιμα των υδρογονανθράκων, όπως η βενζίνη, το πετρέλαιο θέρμανσης, η κηροζίνη. Στα DNAPLs περιλαμβάνονται οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες όπως οι τετραχλωράνθρακες, το 1,1,1 τριχλωροαιθάνιο, οι χλωροφαινόλες, τα χλωροβενζόλια, τα τετραχλωροαιθυλένια και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs).

Η σημασία των NAPLs στα υπόγεια νερά οφείλεται στην εμμονή τους κάτω από το έδαφος και την ικανότητα που έχουν να ρυπαίνουν μεγάλους όγκους νερού λόγω της μικρής δυνατότητας απομάκρυνσής του. Η μετακίνηση των ουσιών αυτών στο έδαφος εξαρτάται από την ποσότητα που ελευθερώνεται στο έδαφος, τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τη δομή του εδάφους δια μέσου του οποίου μετακινούνται.

Η μεταβολή της υδραυλικής ισορροπίας λόγω της άντλησης και υπεράντλησης των υπόγειων νερών είναι η αιτία για την εισροή νερών χαμηλής ποιότητας, υφάλμυρων ή εμπλουτισμένων με ιχνοστοιχεία και βαριά μέταλλα από διπλανούς, επάλληλους υδροφορείς και από τη θάλασσα. Είναι η αιτία της υφαλμύρωσης των παραθαλάσσιων υδροφορέων.

Η εκτίμηση της ρύπανσης των υπόγειων νερών και της επικινδυνότητας γίνεται με τη χρησιμοποίηση μαθηματικών μοντέλων που περιγράφουν τη μεταφορά μάζας, τους μετασχηματισμούς και τις αλληλοεπιδράσεις με τα στερεά του εδάφους στην κορεσμένη και ακόρεστη ζώνη. Λόγω της πληθώρας δεδομένων που απαιτούνται για την εφαρμογή των μοντέλων αυτών, την τελευταία δεκαετία, αναπτύσσονται απλοποιημένες διαδικασίες εκτίμησης της πιθανότητας ρύπανσης των υπόγειων νερών που μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγάλη χωρική κλίμακα και για διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Υπάρχουν απλά μοντέλα με δείκτες που χρησιμοποιούνται την τελευταία δεκαετία για τον προσδιορισμό των ευπρόσβλητων περιοχών των υπόγειων. Με τους δείκτες αυτούς μπορούν να παραχθούν χάρτες ευπρόσβλητικότητας των υπόγειων νερών που αποτελούν τη βάση για τη διαχείριση χρήσεων γης και εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι επέκτασης της υποβάθμισης των υπόγειων νερών.

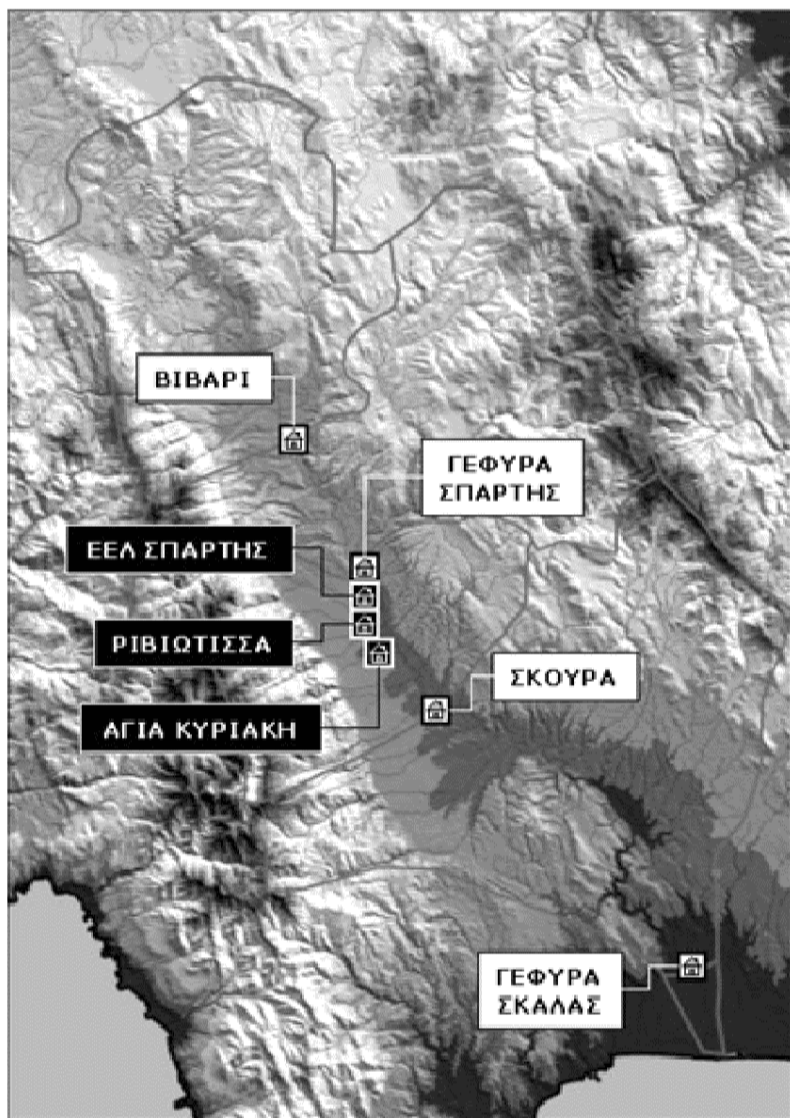
### 3.7 Μέτρηση της ρύπανσης των υδάτων.

Η Οδηγία 2000/60 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και ο νόμος 3199/2003 που εκδόθηκε σε εφαρμογή της, στοχεύουν στην επίτευξη «καλής κατάστασης όλων των υδάτων» μέχρι το 2015. Καλή κατάσταση θεωρείται η επίτευξη συγκεκριμένων στόχων σχετικά με τα ποιοτικά, ποσοτικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων. Βασικό εργαλείο για το σκοπό αυτό είναι η παρακολούθηση των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των υδατινών σωμάτων, καθώς αποτελεί θεμελιώδες συστατικό του πρώτου κρίκου της αλυσίδας «Γνώση της υφιστάμενης κατάστασης - Σχεδιασμός Διαχείρισης - Λήψη Μέτρων - Βελτίωση της Κατάστασης». Η παρακολούθηση περιλαμβάνει ένα μεγάλο πλήθος φυσικών, χημικών, βιολογικών κ.λπ. παραμέτρων και δεικτών, και προσαρμόζεται στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε ξεχωριστή λεκάνη απορροής και σε κάθε υδατινό σώμα. Ταυτόχρονα είναι μια πολυεπίπεδη διαδικασία, που συνδυάζει όλους τους τύπους υδατινών σωμάτων και σχεδιάζεται με βάση συγκεκριμένα στοιχεία και σαφείς στόχους. Σημαντικά βήματα στη διαδικασία του σχεδιασμού είναι η επιλογή των υδατινών σωμάτων που θα παρακολουθούνται καθώς και των σημείων εγκατάστασης, η συχνότητα της δειγματοληψίας και τα αποδεκτά όρια επικινδυνότητας και ακρίβειας, που σχετίζονται και με τον αριθμό των υδατινών σωμάτων που παρακολουθούνται, τον αριθμό των απαιτούμενων σταθμών και τη συχνότητα παρακολούθησης. Η προσαρμογή του προγράμματος παρακολούθησης στις τοπικές συνθήκες είναι μια διαδικασία απαραίτητη, λόγω των διαφοροποιήσεων μεταξύ των διαφόρων περιοχών στις περιβαλλοντικές πιέσεις, στον τύπο των υδατινών σωμάτων, στις βιοκοινωνίες, στα υδρομορφολογικά, υδρογεωλογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Ανάμεσα στις φυσικές, χημικές, βιολογικές και οικολογικές παραμέτρους που πρέπει να παρακολουθούνται με μετρήσεις διαφορετικής περιοδικότητας, υπάρχουν κάποιες που μπορούν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο, και είναι ενδεικτικές μιας γενικής εικόνας της ποιότητας του νερού ανά πάσα στιγμή (pH, αγωγιμότητα, θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο και θολότητα). Η τεχνολογία επιτρέπει την τηλεμετάδοση των δεδομένων και την ανάκτησή τους από οποιοδήποτε και προς οποιοδήποτε σημείο. Υπάρχουν επίσης ευαίσθητες περιοχές όπου έχει παρατηρηθεί υποβάθμιση του επιφανειακού νερού από σταθερές εστίες εισροής ρύπων στο υδατινό σύστημα ή από πλήθος ανεξέλεγκτων μεμονωμένων επεισοδίων απόρριψης λυμάτων. Εκεί η αυτογραφική

παρακολούθηση μπορεί να βοηθήσει στη λήψη κατασταλτικών ή προληπτικών μέτρων, επεκτεινόμενη από δίκτυο συλλογής δεδομένων σε σύστημα ειδοποίησης, με την οριοθέτηση των αποδεκτών τιμών των παραμέτρων στο λογισμικό που χρησιμοποιείται.

Η αναγνώριση των παραπάνω χαρακτηριστικών στο ποτάμιο σύστημα του Ευρώτα, οδήγησε στη συνεργασία του Πανεπιστημίου Αθηνών με την Τοπική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων Λακωνίας για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος σε σημεία της κοίτης του ποταμού, αλλά και σε σημεία εκτός της κύριας κοίτης που παρατηρείται εισροή λυμάτων στο ποτάμι. Η επιλογή των παραμέτρων και των σημείων εγκατάστασης έγινε με βάση τη διεθνή εμπειρία και λαμβάνοντας υπ' όψη τα τοπικά χαρακτηριστικά, σε συνεννόηση και με τους φορείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Το σύστημα λειτουργεί από τον Ιούλιο του 2004.



Σχήμα 3.2. Οι θέσεις των σταθμών παρακολούθησης του δικτύου του Ευρώτα (τέσσερις πάνω στην κύρια κοίτη και τρεις σταθμοί επιτήρησης).

Η έκταση και η σοβαρότητα της υποβάθμισης της ποσότητας και κυρίως της ποιότητας των υδάτων του ποταμού Ευρώτα, αποτελούν επείγουσα προτεραιότητα στην τοπική κοινωνία της Λακωνίας. Το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση ενός τέτοιου προβλήματος, είναι η ακριβής γνώση των υφιστάμενων συνθηκών, καθώς και της μεταβολής τους, τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Η ενόργανη αυτογραφική παρακολούθηση, και ακόμα περισσότερο η τηλεειδοποίηση σε τυχόν έκτακτες συνθήκες, αποτελεί την ασφαλέστερη και ακριβέστερη προσέγγιση σε μια τόσο

ευαίσθητη περιοχή.

Η εγκατάσταση σταθμών παρακολούθησης σε κομβικά σημεία, μπορεί να δώσει πολύτιμη πληροφόρηση για τις διακυμάνσεις της ποιότητας των υδάτων, για τις περιοχές προέλευσης των ρυπαντικών φορτίων, και για το χρόνο εισροής τους στο υδάτινο σύστημα. Όσο πιο πυκνό και εκτεταμένο είναι το δίκτυο των σταθμών μέσα στην λεκάνη, τόσο πιο εποπτική και ακριβής είναι η παρακολούθηση της προέλευσης των ρυπαντικών φορτίων, και συνεπώς η προστασία της ποιότητας και της διαίτας του ποταμού, όμως οι οικονομικοί πόροι περιορίζουν το σχεδιασμό στο πλαίσιο των ελάχιστων απαιτήσεων για την εξασφάλιση της λειτουργίας. Το σύστημα περιλαμβάνει επτά σταθμούς παρακολούθησης (σχήμα 3.2) με ηλιακό συλλέκτη, data logger και δέσμη αισθητήρων για ανοιχτά ύδατα, και καλύπτει την περιοχή της κοίτης του ποταμού από το Βιβάρι (άνω ρους Ευρώτα) που η επιβάρυνση αναμένεται να είναι γενικά πολύ μικρή, μέχρι την περιοχή της Σκάλας (έξοδος προς την περιοχή του δέλτα). Ειδικά η περιοχή από τη γέφυρα της Σπάρτης μέχρι τη Σκούρα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη, καθώς στον ποταμό συμβάλλουν ρέματα που μεταφέρουν λύματα από μονάδες χυμοποίησης και ελαιολιβείας, εισέρχονται τα επεξεργασμένα αστικά λύματα από τον Ε.Ε.Λ. Σπάρτης και γίνεται απόρριψη βοθρολυμάτων από βυτία απευθείας στην κοίτη.



Εικόνα 3.1. Ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων στο παρόχθιο δάσος του Ευρώτα. (Περιοχή Σκούρας 18-05-2006).



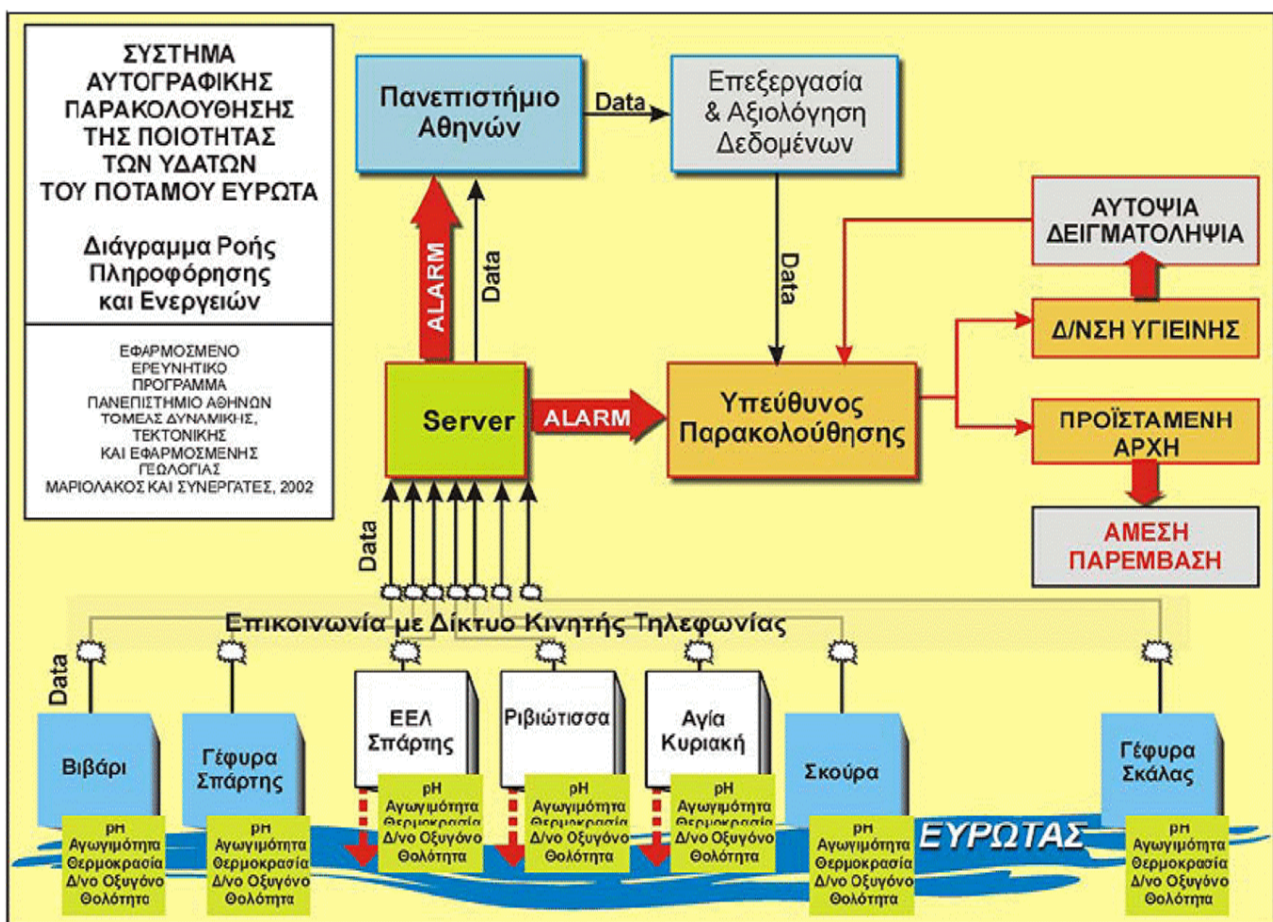
Εικόνα 3.2. Το παρόχθιο δάσος του Ευρώτα στην περιοχή της Σκούρας. (18-05-2006)

Σε κάθε σταθμό, που είναι ενεργειακά αυτόνομος, μετρώνται αυτογραφικά οι εξής παράμετροι ποιότητας: Θερμοκρασία, pH, Αγωγιμότητα, Διαλυμένο Οξυγόνο και Θολότητα. Η τελική διαμόρφωση της εγκατάστασης έχει ως εξής (επτά σταθμοί):

- 1) Βιβάρι Σελλασίας. Παρακολούθηση της ποιότητας σε μικρή απόσταση από τις πηγές του ποταμού.
- 2) Γέφυρα ποταμού Ευρώτα (Σπάρτη). Παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων του ποταμού μετά τη συμβολή του με τον Οινούντα, στην είσοδο της πεδιάδας της Σπάρτης.
- 3) Έξοδος μονάδας Ε.Ε.Λ. Σπάρτης (Βιολογικός καθαρισμός).
- 4) Γέφυρα Ριβιώτισσας. Παρακολούθηση των ρυπαντικών φορτίων από μονάδα χυμοποιίας σε ρέμα που εκβάλλει στον Ευρώτα.
- 5) Γέφυρα Αγ. Κυριακής. Παρακολούθηση των ρυπαντικών φορτίων από μονάδα χυμοποιίας σε ρέμα που εκβάλλει στον Ευρώτα.
- 6) Πέρασμα Σκούρας. Παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων του ποταμού κοντά στο φρέαρ υδροδότησης της Σκούρας. Η θέση αυτή βρίσκεται κατάντη του μεγαλύτερου τμήματος της αστικής και βιομηχανικής δραστηριότητας της περιοχής της Σπάρτης και κατά συνέπεια εκεί αθροίζεται το μεγαλύτερο μέρος των επιπτώσεων στον Ευρώτα.
- 7) Γέφυρα Σκάλας. Έξοδος του ποταμού προς τις εκβολές του.

Τα δεδομένα της παρακολούθησης συλλέγονται μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας στον κεντρικό υπολογιστή ελέγχου και καταγραφής (server) που στην πρώτη φάση του προγράμματος έχει εγκατασταθεί στο πανεπιστήμιο, και στην τελική φάση του προγράμματος παραδίδεται στην ΤΕΔΚ

Λακωνίας. Ακολουθεί η επεξεργασία και η αξιολόγηση των δεδομένων, και η τακτική ενημέρωση του υπεύθυνου παρακολούθησης. Στην δεύτερη φάση του προγράμματος καθορίστηκαν οι μέσες και οι ακραίες αναμενόμενες τιμές για τις παραμέτρους που μετρώνται, με σκοπό να καθοριστούν και τα κρίσιμα όρια συναγερμού. Μετά την δεύτερη φάση και τον καθορισμό των ορίων συναγερμού, σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων αυτών, ειδοποιείται αυτόματα με τηλεφωνική κλήση από το σύστημα το πανεπιστήμιο και βεβαίως ο υπεύθυνος παρακολούθησης, ο οποίος προβαίνει στις κατάλληλες ενέργειες, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα Ροής Πληροφόρησης και Ενεργειών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προστασία του Ευρώτα απαιτεί τη συντονισμένη δράση όλων των υπηρεσιών που εμπλέκονται στο ζήτημα. Ο Υπεύθυνος Παρακολούθησης που θα οριστεί με πρωτοβουλία της Τ.Ε.Δ.Κ. Λακωνίας, προφανώς σε συνεργασία και με τους άλλους εμπλεκόμενους φορείς, θα φέρει αυξημένη ευθύνη για την προστασία του ποταμού. Καθώς θα είναι ο πρώτος αποδέκτης των σημάτων ειδοποίησης από το σύστημα παρακολούθησης, δηλαδή ο πρώτος κρίκος της αλυσίδας των ενεργειών που πρέπει να ακολουθήσουν, στην εγρήγορση και την αποτελεσματικότητά του στηρίζεται η άμυνα του ποταμού.



Σχήμα 3.3. Διάγραμμα ροής πληροφόρησης και ενεργειών του προγράμματος.

Ο τελικός στόχος του προγράμματος, που θα μπορούσε να είναι η αρχή της εφαρμογής μιας γενικότερης περιβαλλοντικής πολιτικής για το νερό στη Λακωνία, είναι ένα σύστημα που λαμβάνει υπό όψη τα όρια της φυσικής κατάστασης του ποταμού και ειδοποιεί για τις δραστικές μεταβολές ένα χρήστη με κατάλληλη εκπαίδευση, ώστε να μπορεί να αξιολογήσει τα δεδομένα και να αποφασίσει για την αυτοψία και δειγματοληψία, που θα είναι η πρώτη του ενέργεια εφόσον κριθεί απαραίτητο.

Επειδή το σύστημα που διαμορφώνεται στη λεκάνη του Ευρώτα στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος τίθεται για πρώτη φορά σε εφαρμογή στην Ελλάδα, για το σχεδιασμό των εργασιών



έχει ληφθεί υπόψη η διεθνής εμπειρία, κυρίως από τις ΗΠΑ και τη Γαλλία από την Ε.Ε., όπου εφαρμόζονται επί σειρά ετών τέτοιες μεθοδολογίες. Το λογισμικό ΕΡΜΗΣ, που είναι το βασικό πρόγραμμα που διαχειρίζεται τη μεταφορά δεδομένων και την τηλεειδοποίηση, είναι πρωτότυπο και έχει αναπτυχθεί από τον προμηθευτή του εξοπλισμού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και σε συνεννόηση με την ερευνητική ομάδα. Ταυτόχρονα, η μεθοδολογία τηλεειδοποίησης είναι πλήρως λειτουργική, και εξετάζεται η δημιουργία διαδραστικής επιφάνειας με τρίτο χρήστη (user interface) εκτός του υπεύθυνου παρακολούθησης με καθορισμένα επίπεδα πρόσβασης.

Τα σταθερότυπα ποιότητας για το χαρακτηρισμό της ποιότητας του ποταμού Ευρώτα για κάθε παράμετρο που παρακολουθείται από το πρόγραμμα, είναι αυτά που έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, και συγκεκριμένα την Οδηγία 1998/83 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, που αφορά τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Αυτό γίνεται για δύο βασικούς λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι ότι για κάθε τμήμα ενός ποτάμιου συστήματος, τα ακριβή όρια της φυσικής του κατάστασης διαφέρουν. Σε περιοχές άλλων κρατών όπου η ποιότητα του νερού παρακολουθείται συστηματικά επί σειρά ετών, συχνά καθορίζονται στενά όρια για κάθε τμήμα, ανάλογα με την κατάταξη που έχει γίνει βάσει της προηγούμενης παρακολούθησης. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι το νερό του Ευρώτα βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία τόσο με κοκκώδεις όσο και με καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες, των οποίων το νερό χρησιμοποιείται και ως πηγή ποσίμου. Συνεπώς κάθε επιβάρυνση της κατάστασης της ποιότητας στον Ευρώτα μεταφέρεται απευθείας (αν δεν αθροίζεται κιόλας) στους υπόγειους υδροφόρους.

Κρίθηκε από την επιστημονική ομάδα, ότι ο πλέον εποπτικός τρόπος παρουσίασης των δεδομένων είναι ο τρόπος, που κατ' εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60 του Ε.Κ., παρουσιάζει τα αποτελέσματα της παρακολούθησης ποιότητας το σύστημα SEQ-EAU (Systeme d' Evaluation de Qualiité de l' Eau, του γαλλικού Υπουργείου Περιβάλλοντος και Χωροταξίας). Χρησιμοποιούνται πέντε κατηγορίες από το «πολύ καλό» (γαλάζιο χρώμα) μέχρι το «πολύ κακό» (κόκκινο χρώμα). Τα όρια κάθε κατηγορίας λαμβάνουν υπόψη:

- Τη γαλλική και την ευρωπαϊκή νομοθεσία που αφορά το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση και κολύμβηση.
- Τις συστάσεις των διεθνών οργανισμών (U.S.A. Environmental Protection Agency κ.λπ.)
- Στοιχεία από διεθνείς βάσεις δεδομένων
- Βιβλιογραφία.

Παράμετρος		Πολύ καλό	Καλό	Μέτριο	Κακό	Πολύ κακό
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l)		>8	6	4	3	<3
Θολότητα (NTU)		<2	35	70	105	>105
Θερμοκρασία (°C)		<21,5	23,5	25	28	>28
Αγωγιμότητα (μS/cm)		<2500	3000	3500	4000	>4000
pH	min	6,5	6	5,5	4,5	<4,5
	MAX	8,2	8,5	9	10	>10

Πίνακας 3.1. Κατηγορίες αξιολόγησης ποιότητας του επιφανειακού νερού για τις μετρούμενες παραμέτρους σύμφωνα με το σύστημα SEQ-Eau.

Η λειτουργία του συστήματος άμεσης ειδοποίησης, που αποτελεί το ένα από τα δυο βασικά σκέλη του προγράμματος, θα καταλήγει σε κάποιο μήνυμα στην περίπτωση που οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων θα δείχνουν σοβαρή υποβάθμιση, δηλαδή θα βρίσκονται εκτός των αποδεκτών ορίων. Υπάρχουν για παράδειγμα σταθμοί όπως το Βιβάρι και η Σπάρτη, που τα επίπεδα του οξυγόνου είναι γενικά καλύτερα από τους άλλους σταθμούς, και βρίσκονται σχεδόν πάντα στα όρια του «πολύ καλού» ή «καλού». Αντιθέτως, άλλοι σταθμοί παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις ή σταθερά χαμηλά ποσοστά. Η εφαρμογή ενός ενιαίου ορίου συναγερμού σε σχέση με το οξυγόνο θα είχε ως αποτέλεσμα είτε την συνεχή λήψη μηνυμάτων συναγερμού από κάποιους σταθμούς, αν έμπαινε το όριο ψηλά, είτε την απώλεια μηνυμάτων συναγερμού για την υποβάθμιση των σταθμών με καλή ποιότητα, αν το όριο έμπαινε πολύ χαμηλά. Κατά συνέπεια, τα όρια σε κάθε σταθμό καθορίζονται ανεξάρτητα, αν και μπορεί για κάποιους να συμπίπτουν, λόγω των ομοιοτήτων που παρουσιάζουν μεταξύ τους.

Με την συμπλήρωση σχεδόν ενός έτους μετρήσεων, υπάρχει πλέον μια εικόνα για τη διακύμανση της ποιότητας στον ποταμό Ευρώτα, η οποία, αν και δεν είναι γενικά ευχάριστη, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την ανίχνευση των μηχανισμών ρύπανσης του νερού. Με την έλευση της χειμερινής περιόδου, που συνδυάζεται αφενός με την αύξηση των βροχοπτώσεων και της παροχής του ποταμού και αφετέρου με την αύξηση της δραστηριότητας που σχετίζεται με την επεξεργασία των αγροτικών προϊόντων (ελιά, εσπεριδοειδή), πλήθυνε ο αριθμός και η σοβαρότητα των επεισοδίων ρύπανσης στο ποτάμι. Κατά τον ένα χρόνο της λειτουργίας, δόθηκε η ευκαιρία να δοκιμαστεί το σύστημα σε πολλά επίπεδα, σχετικά με τις παρακάτω παραμέτρους:

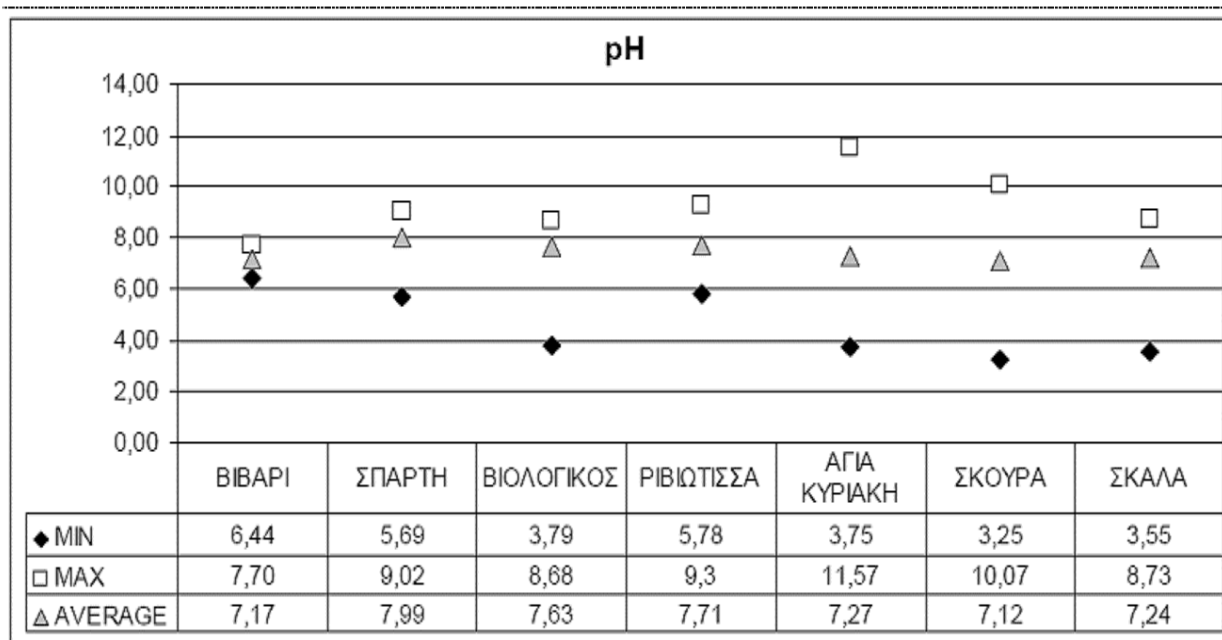
- Τα επίπεδα διακύμανσης των παραμέτρων ποιότητας υπό κανονικές συνθήκες και υπό συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης
- Τις περιοχές που παρουσιάζουν τα περισσότερα προβλήματα και το είδος του προβλήματος για καθεμιά
- Την ταυτοποίηση των εστιών των ρύπων
- Την αντοχή των σταθμών σε περιόδους υψηλής στάθμης του ποταμού με πολλά φερτά υλικά
- Την αξιοπιστία του δικτύου κινητής τηλεφωνίας

Επιγραμματικά μόνο μπορούν να αναφερθούν μερικά από τα λεπτά σημεία που διαπιστώθηκαν κατά τη λειτουργία του συστήματος:

- Οι μετρήσεις πολλές φορές επιδέχονται περισσότερες από μια ερμηνείες, και συνεπώς χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη διάγνωση ενός επεισοδίου ρύπανσης, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και τη γενικότερη «συμπεριφορά» της κάθε θέσης παρακολούθησης.
- Η ευαίσθητη περιοχή της πεδιάδας της Σπάρτης συγκεντρώνει πολλές ρυπογόνες εστίες, η λειτουργία των οποίων είναι φυσικά ταυτόχρονη σε πολλές χρονικές περιόδους, ιδιαίτερα το χειμώνα, και γι' αυτό όπως προαναφέρθηκε δεν αρκεί η μέτρηση του δικτύου για να τεκμηριώσει την προέλευση της ρύπανσης.
- Κατά την χειμερινή περίοδο η συμπεριφορά του ποταμού και των χειμάρρων που συμβάλλουν στον Ευρώτα είναι πολύ διαφορετική και γενικά απρόβλεπτη, με αποτέλεσμα την πρόκληση ζημιών στη στερέωση και στον ίδιο τον εξοπλισμό των σταθμών. Ήδη κατά την χειμερινή περίοδο 2004-2005, αρκετοί σταθμοί υπέστησαν ζημιές, οι οποίες αποκαταστάθηκαν, αφού αναθεωρήθηκε ο τρόπος στερέωσης σύμφωνα με την υπάρχουσα πλέον εμπειρία. Τονίζεται πάντως ότι η πρόβλεψη συμβολαίου το οποίο είχε συνάψει το Πανεπιστήμιο με ασφαλιστική εταιρία αποδείχθηκε εξαιρετικά χρήσιμη όσον αφορά την οικονομική κάλυψη των επισκευών, ως εκ τούτου προτείνεται ανεπιφύλακτα η διατήρησή του και από την ΤΕΔΚ Λακωνίας στη συνέχεια.
- Το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας αποδείχθηκε γενικά αξιόπιστο, με εξαίρεση την περιοχή του σταθμού της Σκούρας, όπου κατά τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες το δίκτυο που χρησιμοποιείται είναι ασταθές.

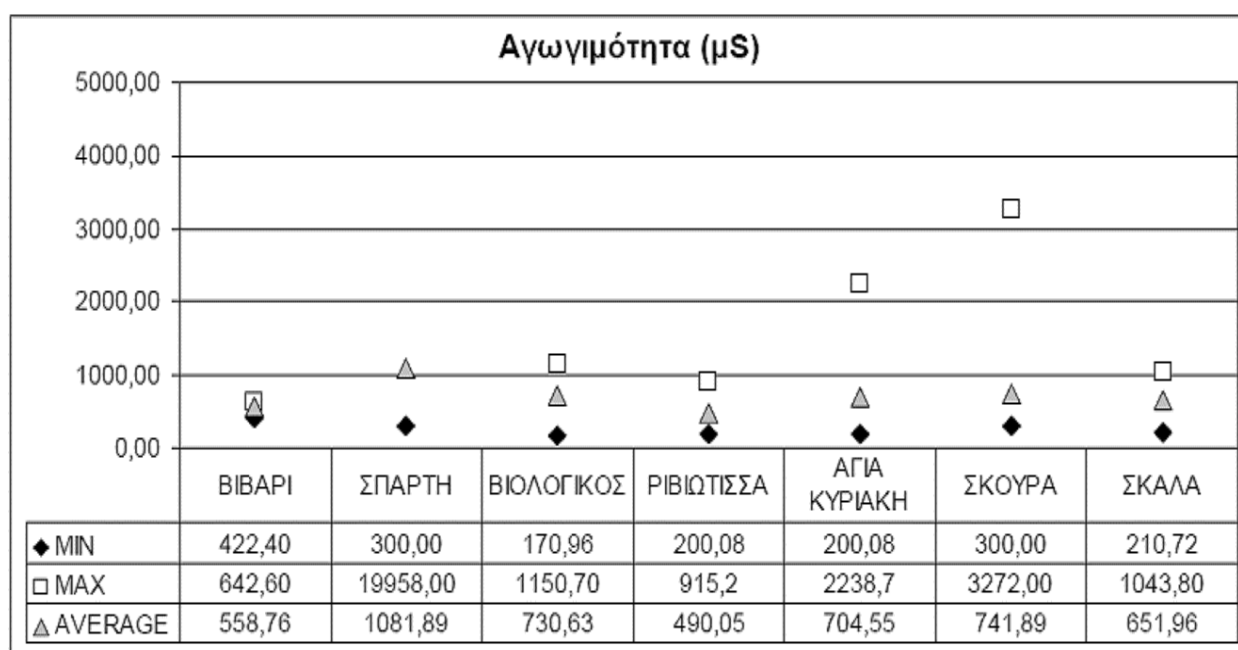
Στη συνέχεια, με τη χρήση των ακόλουθων διαγράμματος (σχήματα 3.4 έως 3.6), διενεργείται μια εκτίμηση της σχέσης μεταξύ των σταθμών για τις υπολογισθείσες τιμές κάθε παραμέτρου, εκτός από τη θολότητα. Αυτό που είναι φανερό με την πρώτη ματιά και στα τέσσερα διαγράμματα είναι ότι, ενώ οι μέσες τιμές τουλάχιστον του pH, της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους, οι ακραίες τιμές παρουσιάζουν πολύ μεγάλες διαφορές, γεγονός βέβαια πολύ φυσικό, αν ληφθεί υπόψη ότι συγκρίνονται σταθμοί της κύριας κοίτης μαζί με παραποτάμους και την έξοδο του βιολογικού καθαρισμού. Πιο συγκεκριμένα, τέσσερις από τους σταθμούς (Βιβάρι, Γέφυρα Σπάρτης, Σκούρα, Σκάλα) βρίσκονται πάνω στην κύρια κοίτη του Ευρώτα, και γενικά παρουσιάζουν συνεχή ροή. Οι σταθμοί Βιολογικός, Ριβιώτισσα και Αγία Κυριακή παρεμβάλλονται μεταξύ της Γέφυρας της Σπάρτης και της Σκούρας, αλλά δεν βρίσκονται στην κύρια κοίτη του ποταμού. Ο σταθμός του βιολογικού καθαρισμού βρίσκεται στην έξοδο της μονάδας και μετράει σε συνθήκες ελεγχόμενης ροής επεξεργασμένων λυμάτων. Οι άλλοι δύο σταθμοί (Ριβιώτισσα και Αγία Κυριακή) βρίσκονται σε χειμάρρους που συμβάλλουν στον Ευρώτα ανάντη της Σκούρας και μετράνε σε συνθήκες περιοδικής ροής, με εισροή λυμάτων από σταθερές εστίες (μονάδες χυμοποίησης). Παρατηρώντας τις μεταβολές στους τέσσερις σταθμούς που βρίσκονται πάνω στην κύρια κοίτη, μπορούν συνοπτικά να αναφερθούν τα ακόλουθα για το χρονικό διάστημα Ιούλιος 2004 -Ιανουάριος 2005:

- Στο διάγραμμα του pH φαίνεται ότι η μέση τιμή της παραμέτρου αυξάνεται από το Βιβάρι προς τη Σπάρτη, και στη συνέχεια μειώνεται προς τη Σκούρα, και αυξάνεται ελαφρά και πάλι προς τη Σκάλα.

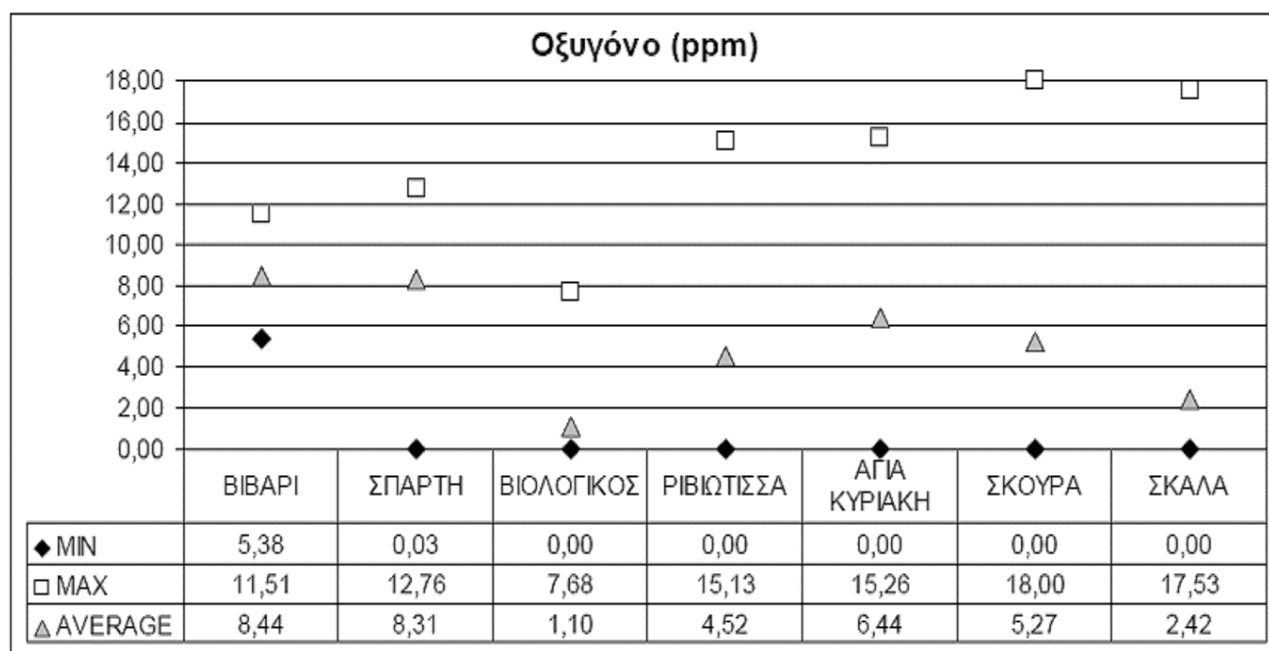


Σχήμα 3.4. Μεταβολή των ακραίων και μέσων τιμών του pH από σταθμό σε σταθμό, από ανάντη προς κατάντη (οι σταθμοί Βιολογικός, Ριβιώτισσα και Αγία Κυριακή βρίσκονται εκτός της κύριας κοίτης). Οι τιμές προκύπτουν από τη χρονοσειρά των μετρήσεων από τον Ιούλιο 2004 ως και τον Ιανουάριο 2005.

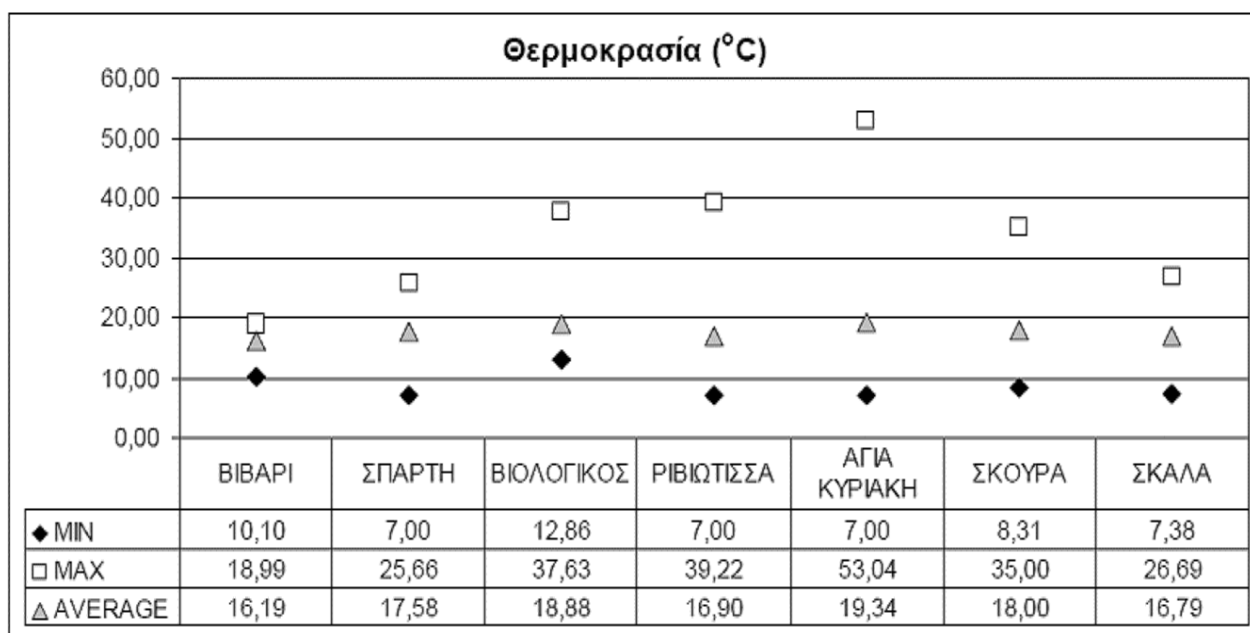
- Στο διάγραμμα της αγωγιμότητας, φαίνεται ότι η μέση τιμή της παραμέτρου αυξάνεται από το Βιβάρι προς τη Σπάρτη, και στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά μέχρι τη Σκάλα.
- Στο διάγραμμα του διαλυμένου οξυγόνου, φαίνεται ότι η μέση τιμή μειώνεται σταθερά από το Βιβάρι μέχρι τη Σκάλα. Σημειώνεται πάντως ότι αυτή η μεταβολή δεν ταυτίζεται με τη μεταβολή του βαθμού κορεσμού, στον οποίο πρέπει να υπολογιστεί και η θερμοκρασία. Οι αντίστοιχοι υπολογισμοί που έχουν γίνει για το βαθμό κορεσμού με βάση την τιμή αναφοράς για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες, έδειξαν ότι ο βαθμός κορεσμού αυξάνεται ελαφρά από το Βιβάρι προς τη Σπάρτη, και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι τη Σκάλα.
- Στο διάγραμμα της θερμοκρασίας φαίνεται μια ελαφρά αύξηση από το Βιβάρι προς τη Σπάρτη, και μια ελαφρά μείωση από τη Σκούρα προς τη Σκάλα.



Σχήμα 3.5. Μεταβολή των ακραίων και μέσων τιμών της αγωγιμότητας.

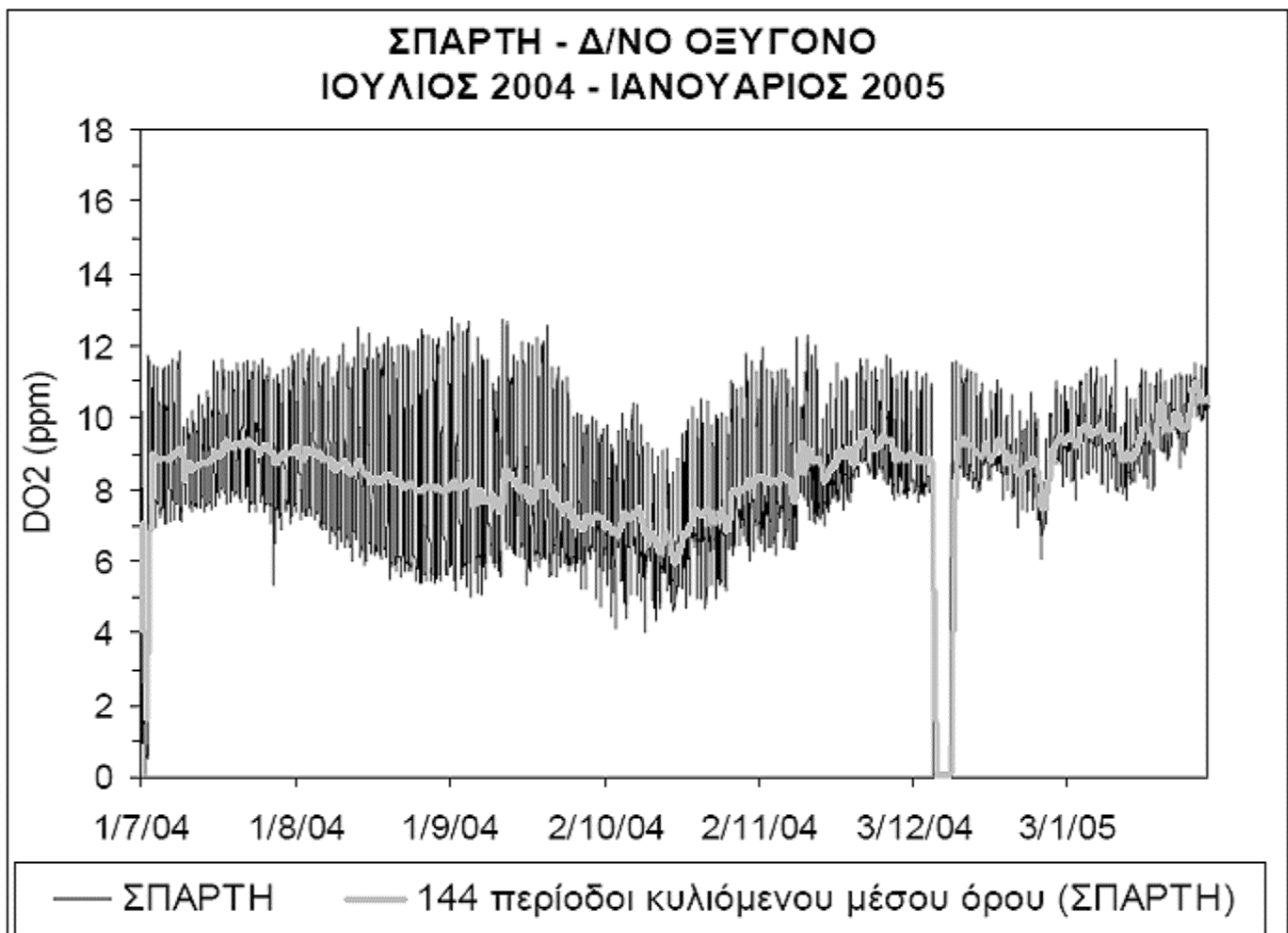


Σχήμα 3.6. Μεταβολή των ακραίων και μέσων τιμών του διαλυμένου οξυγόνου.



Σχήμα 3.7. Μεταβολή των ακραίων και μέσων τιμών της θερμοκρασίας.

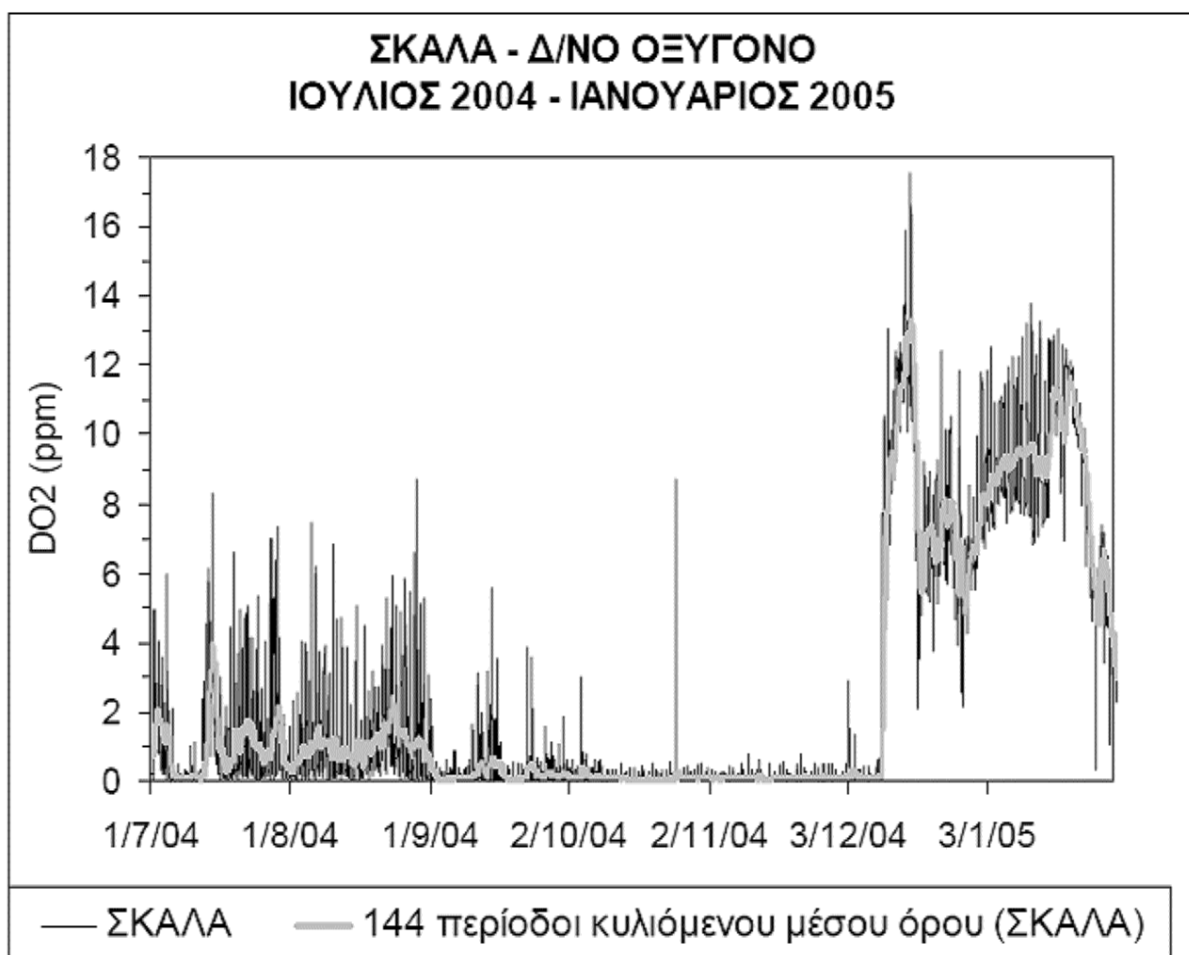
Στα διαγράμματα των σχημάτων 3.8 και 3.9 παρουσιάζονται οι χρονοσειρές των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου για το χρονικό διάστημα Ιούλιος 2004 - Ιανουάριος 2005 στους σταθμούς Σπάρτη και Σκάλα, καθώς και οι καμπύλες μεταβολής του ημερήσιου μέσου όρου (144 μετρήσεις). Στο σταθμό της Σπάρτης που υπήρχε συνεχής ροή κατά το μέχρι στιγμής διάστημα της παρακολούθησης, παρατηρείται μια μείωση των τιμών το φθινόπωρο, και μεγαλύτερο εύρος ημερήσιας διακύμανσης κατά το τέλος του θέρους. Στο σταθμό της Σκάλας, που η ροή στο τέλος της ξηράς περιόδου και στην αρχή της υγρής τροφοδοτείται μόνο από τις πηγαιές εκφορτίσεις της περιοχής και φυσικά είναι πολύ χαμηλή, το οξυγόνο κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, ενώ με την έναρξη της επιφανειακής ροής το οξυγόνο ανεβαίνει σε υψηλά επίπεδα.



Σχήμα 3.8. Η χρονοσειρά των μετρήσεων και η μεταβολή της μέσης ημερήσιας τιμής του οξυγόνου στο σταθμό Σπάρτη.

Η κατάσταση του ποταμού είναι όπως αναμενόταν πολύ καλή στο τμήμα της λεκάνης που ελέγχεται από το σταθμό στο Βιβάρι. Στο σταθμό της γέφυρας της Σπάρτης η ποιότητα είναι συνήθως πολύ καλή ή καλή με βάση τα όρια ποιότητας ως προς τους δείκτες που παρακολουθούνται, όμως σε σπάνιες περιπτώσεις παρατηρείται σοβαρή επιβάρυνση. Ο βιολογικός

καθαρισμός έχει γενικά πολύ σταθερή λειτουργία, η οξυγόνωση όμως χρειάζεται οπωσδήποτε περαιτέρω βελτίωση. Στα δύο ρέματα (Ριβιώτισσα και Αγία Κυριακή) παρατηρείται αναμφισβήτητη επιβάρυνση από τις χυμοποιίες (περισσότερο στην Αγία Κυριακή). Στη Σκούρα αθροίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό της αστικής, αγροτικής και βιομηχανικής ρύπανσης της περιοχής της Σπάρτης με πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην οικολογία και κινδύνους για την υγεία των κατοίκων. Είναι απολύτως βέβαιο ότι η επιβάρυνση που παρατηρείται στη Σκούρα προέρχεται και από άλλες πηγές ρύπανσης εκτός από τις χυμοποιίες (ελαιουργεία κ.λπ.). Δεδομένης της υδραυλικής επικοινωνίας του ποταμού με τον υδροφόρο ορίζοντα των προσχώσεων, αναμένεται ότι η ρύπανση του ποταμού έχει και στα υπόγεια ύδατα επιπτώσεις, οι οποίες αποτελούν αντικείμενο περαιτέρω έρευνας. Στη Σκάλα η ποιότητα παρουσιάζει μεγάλες διαφορές μεταξύ ξηράς και υγρής περιόδου. Η επιστημονική ομάδα αναγνωρίζει ότι για την επίτευξη του εφαρμοσμένου ερευνητικού προγράμματος, μέσω του οποίου κατέστη δυνατή η πραγματοποίηση του δικτύου παρακολούθησης είναι καθοριστική η συμβολή της Τοπικής Ένωσης Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Λακωνίας, των δημάρχων των περιοχών που φιλοξενούν σταθμούς, όσο και των κατοίκων, για το ενδιαφέρον με το οποίο περιβάλλουν την προσπάθεια αυτή.



Σχήμα 3.9. Η χρονοσειρά των μετρήσεων και η μεταβολή της μέσης ημερήσιας τιμής του οξυγόνου στο σταθμό Σκάλα.





## 4

## ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

## Περιεχόμενα

4.1 Περιγραφή των στερεών αποβλήτων.	98
4.2 Ειδικά βιομηχανικά στερεά απόβλητα.	108
4.2.1 Υλικά συσκευασίας.	108
4.2.2. Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.	112
4.2.3. Οχήματα.	114
4.2.4. Ελαστικά επίσωτρα.	117
4.2.5. Ορυκτέλαια.	118
4.2.6. Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές.	120
4.2.7. Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός.	121
4.2.8. Αγροτικά απόβλητα	125
4.2.9. Κτηνοτροφικά απόβλητα	125
4.2.10 Ιλείς.	126
4.3 Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση στερεών αποβλήτων.	126

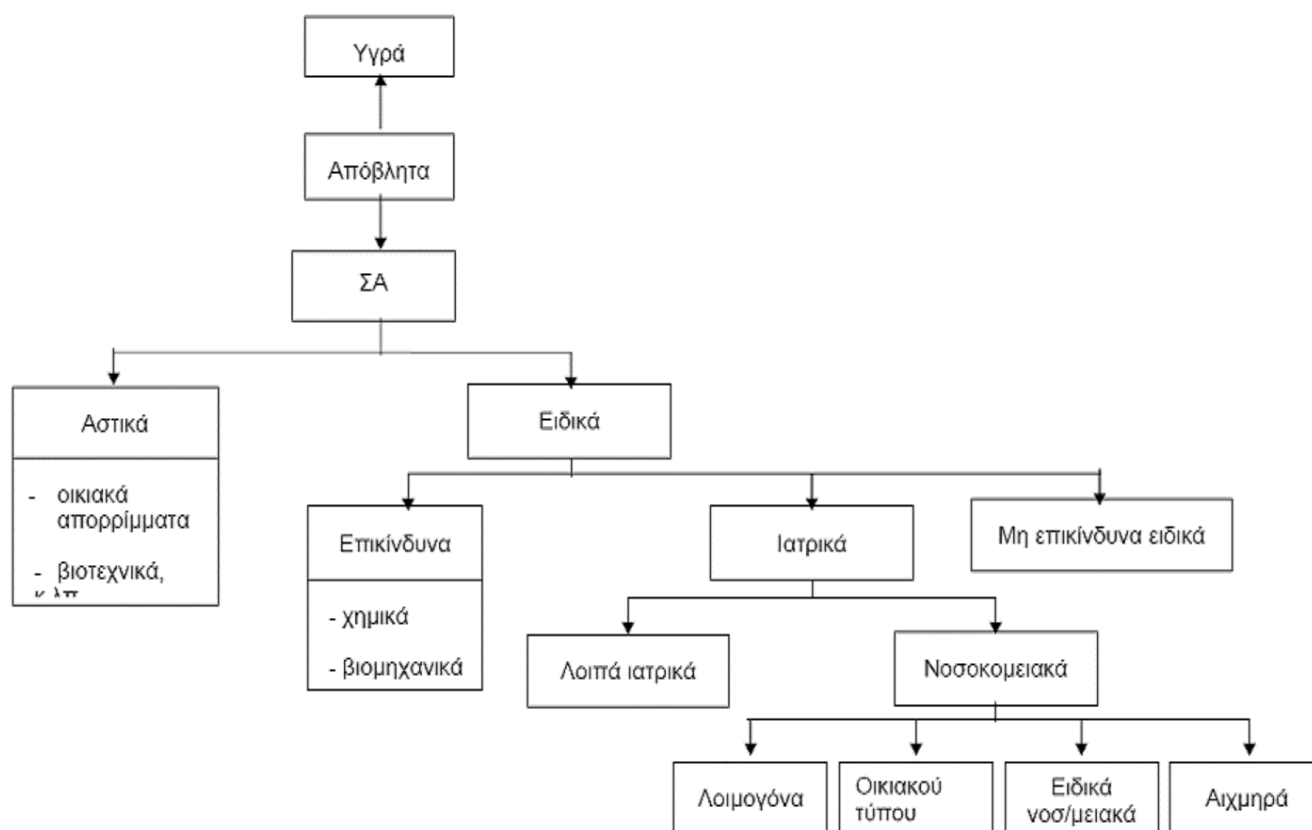
#### 4.1 Περιγραφή των στερεών αποβλήτων.

Τα απόβλητα ορίζονται ως κάθε ποσότητα ρύπων (ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας) σε οποιαδήποτε φυσική κατάσταση ή αντικειμένων από τα οποία ο κάτοχός τους θέλει ή πρέπει ή υποχρεούται να απαλλαγεί, εφόσον είναι δυνατόν να προκαλέσουν ρύπανση. Με τον όρο ουσίες περιγράφονται τα χημικά στοιχεία και οι ενώσεις τους, όπως παρουσιάζονται στη φυσική τους κατάσταση ή όπως παράγονται δευτερογενώς. Ο ορισμός αυτός δίνεται στον υπ' αριθμ. 1650/1986 νόμο (ΦΕΚ 160/Α'/16-10-1986) «Για την προστασία του περιβάλλοντος».

Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως «απόβλητο» δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες της αλλά και από:

- Τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά).
- Το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών).
- Την ισχύουσα νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης).

Μια γενική κατηγοριοποίηση των αποβλήτων δίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Αντικείμενο του κεφαλαίου αυτού είναι η ανάλυση των στερεών αποβλήτων, αφού η ατμοσφαιρική και υδατική ρύπανση μελετήθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.



Σχήμα 4.1. Γενική κατάταξη των αποβλήτων.

Στερεά απόβλητα νοούνται ουσίες ή αντικείμενα που εμφανίζονται κυρίως σε στερεά φυσική κατάσταση, από τις οποίες ο κάτοχος τους θέλει ή υποχρεούται να απαλλαγεί, και δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο επικινδύνων αποβλήτων της Ευρωπαϊκή Ένωσης. Ο παραπάνω όρος είναι γενικός και περιλαμβάνει την ετερογενή μάζα των στερεών αποβλήτων από τις αστικές κοινότητες, όπως επίσης και την πιο ομοιογενή μάζα γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων, όπως και μπαζών.

Συγκεκριμένα στην κατηγορία των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα με εξαίρεση:

- i. Απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ρύπων (υγρά απόβλητα).
- ii. Αέριους ρύπους.

Τα στερεά απόβλητα είναι δυνατόν να καταχωρηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- α. Αστικά απόβλητα (απορρίμματα).
- β. Ειδικά απόβλητα:
  - i. Επικίνδυνα απόβλητα.
  - ii. Μη επικίνδυνα ειδικά.
  - iii. Ιατρικά απόβλητα.

Αναλυτικότερα τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν:

- Αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κλπ.)
- Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ουσιών) απόβλητα που δε μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά (ορισμένα βιομηχανικά, τοξικά ή αδρανή, και απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας).
- Πετρελαιοειδή απόβλητα (προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, διυλιστήρια, χημικά εργοστάσια, ναυπηγεία, κλπ.).
- Ιατρικά απόβλητα
- Απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων.
- Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα).
- Απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
- Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων.
- Ίλεις από την επεξεργασία αστικών λυμάτων και τη βιομηχανία.
- Απόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων.
- Ελαστικά.
- Σκράπ (π.χ. αποσυρθέντων αυτοκινήτων, παλαιών ηλεκτρονικών υπολογιστών, κ.λπ.).

Τα απορρίμματα ανάλογα με την προέλευσή τους μπορούν να διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Οικιακά: Σε αυτά ανήκουν τα απορρίμματα των νοικοκυριών, δηλαδή τα υπολείμματα των τροφών, τα υπόλοιπα καύσιμα ή μη καύσιμα απορρίμματα ενός νοικοκυριού και οι στάχτες.
2. Βιομηχανικά: Είναι αυτά που προκύπτουν σαν άχρηστα υλικά της παραγωγικής διαδικασίας στην ελαφρά και βαριά βιομηχανία, στις κατασκευές και κατεδαφίσεις, στα διυλιστήρια, χημικές εγκαταστάσεις, σταθμούς ενέργειας κ.λπ. Αποτελούνται, εκτός από τα συνηθισμένα απορρίμματα, από προϊόντα κατεδάφισης ή κατασκευής και από ειδικά απορρίμματα όπως λάσπες λυμάτων, πυρηνικά κ.λπ.
3. Αγροτικά: Πρόκειται για τα απορρίμματα που προκύπτουν από τους κήπους και διάφορες άλλες αγροτικές χρήσεις, όπως θερμοκήπια κ.λπ.
4. Εμπορικά: Είναι τα απορρίμματα που προέρχονται από τα καταστήματα, εστιατόρια, αγορές, γραφεία, ξενοδοχεία. Κατέπεκταση στην κατηγορία αυτή των απορριμάτων ανήκουν κι όσα συγκεντρώνονται στους δημοτικούς χώρους. Τα εμπορικά απορρίμματα αποτελούνται από υπολείμματα τροφών, υλικά κατεδάφισης, ορισμένα ογκώδη απορρίμματα και ορισμένα επικίνδυνα απορρίμματα.
5. Ειδικά: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν διάφορα άλλα είδη απορριμάτων όπως αυτά των νοσοκομείων, των γκαράζ, των ενδοαστικών μικροεργαστηρίων. Σε αυτά μπορούν να ενταχθούν και τα επικίνδυνα απόβλητα όπως είναι τα χημικά, βιολογικά, εύφλεκτα ή και ραδιενεργά. Όλα αυτά συναντιούνται συνήθως σε υγρή μορφή, χωρίς όμως να αποκλείεται η εμφάνισή τους σε αέρια ή στερεά μορφή ή ακόμη και σε μορφή λάσπης.

Στη συνέχεια μια περιγραφική ανάλυση των στερεών αποβλήτων, ξεκινώντας από τα αστικά απόβλητα.

#### ■ Αστικά (δημοτικά) απόβλητα.

Ως στερεά αστικά απόβλητα ορίζονται τα στερεά απόβλητα που παράγονται από οικιστικές, εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός των ορίων μίας πόλης. Σε αυτά περιλαμβάνονται ζωικά και φυτικά υπολείμματα από την παρασκευή του φαγητού, ογκώδη αντικείμενα, απορρίμματα από δημόσια κτίρια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, σχολεία, χώρους εκθέσεων, μπουκάλια, πλαστικά, εφημερίδες, χαρτιά, κουτιά αλουμινίου και υλικά συσκευασίας. Αντίθετα, δεν περιλαμβάνονται υλικά όπως κατεστραμμένα αυτοκίνητα, υπολείμματα οικοδομικών εργασιών, λάσπες προερχόμενες από μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, τέφρα προερχόμενη από καύση υλικών, υπολείμματα σφαγείων και απόβλητα βιομηχανικών διεργασιών, ακόμη και αν τα συγκεκριμένα υλικά διατίθενται συχνά σε χώρους υγειονομικής ταφής αστικών απορριμμάτων. Με βάση τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα δημοτικά απόβλητα ταξινομούνται με τον κωδικό 20.

Τα οικιακά απορρίμματα αποτελούν ένα ιδιαίτερος ανομοιογενές συνούλευμα υλικών. Η ποιοτική ανάλυση των οικιακών απορριμμάτων αποσκοπεί στο να προσδιορίσει βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες υλικών σε αυτά, προκειμένου να προσδιορισθεί πληροφορία απαραίτητη για την κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, κ.λπ.). Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής ομάδες υλικών:

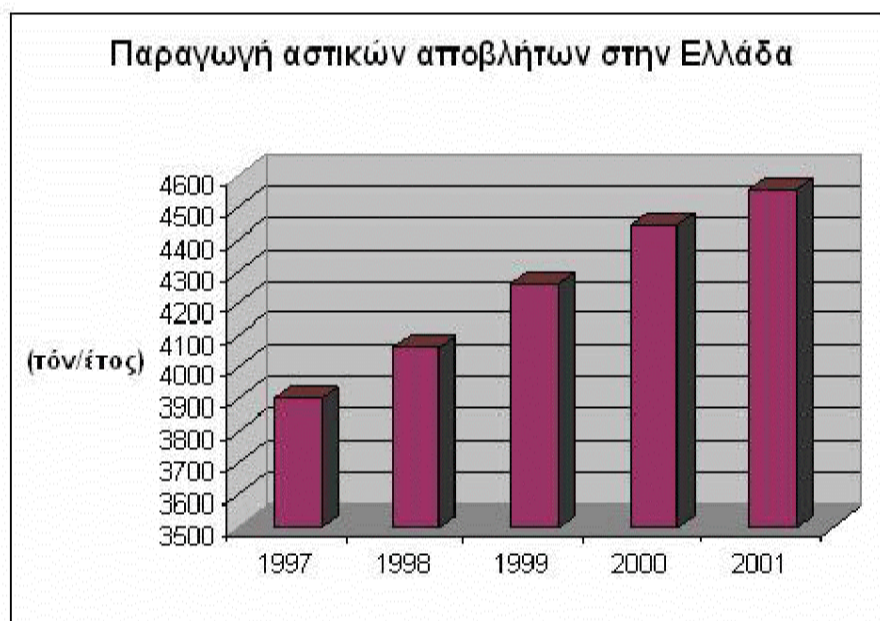
- Ζυμώσιμα. Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου. Επειδή τα υπολείμματα αυτά αποσυντίθενται εύκολα, ιδιαίτερα σε θερμά κλίματα, είναι αυτά τα οποία οφείλεται κυρίως η δυσοσμία των οικιακών απορριμμάτων
- Χαρτί. Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
- Μέταλλα. Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Είναι δόκιμος ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.
- Γυαλί. Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλορυγιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
- Πλαστικό. Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).
- Δέρμα-Ξύλο-Λάστιχο-Ύφασμα. Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα (ΔΕΛΥ).
- Αδρανή. Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χρώματα, πέτρες, κ.λπ.).
- Λοιπά. Στην ομάδα αυτή καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

Η ταξινόμηση αυτή δεν είναι η μόνη δυνατή. Στη Γαλλία έχει επικρατήσει η παρακάτω ταξινόμηση σε 10 κατηγορίες:

1. Χαρτιά, χαρτόνια.

2. Ράκη.
3. Πλαστικά.
4. Λεπτά τεμαχίδια (< 20 χιλιοστά)
5. Οστά.
6. Θραύσματα καύσιμα μη ταξινομημένα.
7. Μέταλλα.
8. Γυαλιά.
9. Θραύσματα μη καύσιμα μη ταξινομημένα.
10. Υλες ζυμώσιμες

Τα οικιακά απορρίμματα ποικίλουν ως προς τη σύσταση και την ποσότητά τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις μεταβλητές αυτές, είναι το βιοτικό επίπεδο, τα καταναλωτικά πρότυπα, η κινητικότητα του αστικού πληθυσμού και οι εποχές του έτους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα εμπορικής προέλευσης απορρίμματα είναι κυρίως υλικά συσκευασίας. Με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (2003), στην Ελλάδα παράγονται περίπου 4,6 εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων ετησίως. Στην περιφέρεια Αττικής παράγεται το 39% της ετήσιας ποσότητας, ενώ σημαντική ποσότητα (16%) παράγεται και στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Το 1997, η μέση παραγωγή ανερχόταν σε 0,97 kg/κάτοικο/ημέρα και το 2001 ανήλθε σε 1,14 Kg/κάτοικο/ημέρα. Η ποσότητα αυτή αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια, σύμφωνα και με τις εκτιμήσεις των αρμόδιων φορέων που λειτουργούν τους ΧΥΤΑ. Μόνο στην Αττική, εκτιμάται ότι σήμερα η παραγόμενη ποσότητα των αστικών αποβλήτων ξεπερνά τους 6.000 τόνους/ημέρα.



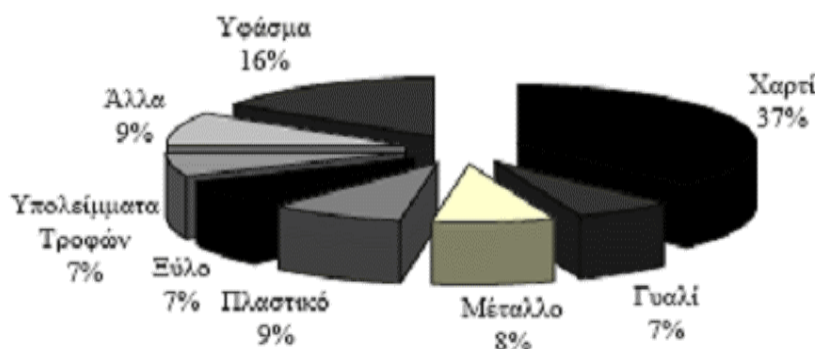
Σχήμα 4.2. Παραγωγή αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα από το έτος 1997 έως το έτος 2001.

Στις ευρωπαϊκές χώρες η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα των στερεών αστικών αποβλήτων υπολογίζεται σε περίπου 1 Kg αποβλήτων ανά άτομο. Στις Η.Π.Α. αντίθετα, η παραγωγή των στερεών αστικών αποβλήτων είναι σημαντικά υψηλότερη, προσεγγίζοντας τα 2 Kg αποβλήτων ανά άτομο και ημέρα.

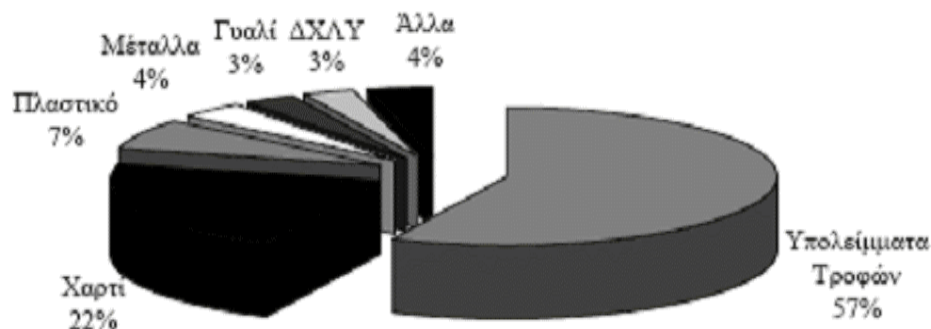
Χώρα	Έτος	Παραγωγή Απορριμμάτων (kg/άτομο-ημέρα)	Χ.Υ.Τ.Α. (%)	Καύση (%)
Αυστρία	1988	0,97	68	8
Καναδάς	1989	1,71	84	9
Γαλλία	1989	0,83	45	41
Γερμανία	1987	0,87	66	30
Ιαπωνία	1988	1,08	33	64
Ισπανία	1988	0,88	77	5
Μ.Βρετανία	1989	0,98	78	14
Η.Π.Α.	1993	2,0	62	16

Πίνακας 4.1. Παραγωγή και διάθεση στερεών αστικών αποβλήτων σε διάφορες χώρες (Πήγη: EPA, 1994; World Resources Institute, 1992).

Παράλληλα με την παραγόμενη ποσότητα των απορριμμάτων διαφοροποίηση παρατηρείται από χώρα σε χώρα και ως προς τη σύσταση και τις μεθόδους διαχείρισης που εφαρμόζονται. Με τον όρο σύσταση περιγράφονται τα συστατικά από τα οποία αποτελείται το ρεύμα των στερεών αποβλήτων και η σχετική κατανομή τους (% κατά βάρος). Στις Η.Π.Α το κυρίαρχο υλικό στα απορρίμματα είναι το χαρτί με ποσοστό περίπου ίσο με 37%, ενώ μικρότερα είναι τα ποσοστά των υπολοίπων υλικών. Σε αντίθεση στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων αποτελείται από υπολείμματα τροφών, ενώ η συμμετοχή του χαρτιού είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που παρατηρήθηκε στις Η.Π.Α. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται η σύσταση των στερεών αποβλήτων στις Η.Π.Α. και στο νομό Αττικής.



Σχήμα 4.3. Σύσταση στερεών αστικών αποβλήτων στις Η.Π.Α. (EPA, 1994).



Σχήμα 4.4. Σύσταση στερεών αστικών αποβλήτων στην Αττική (Ε.Σ.Κ.Δ.Ν.Α., 1985).  
(Με τον όρο ΔΧΛΥ χαρακτηρίζονται υλικά όπως υφάσματα, ξύλα, λάστιχα και δερμάτινα.)

Στην Ελλάδα οι ουσιαστικότερες μεταβολές στη σύνθεση των απορριμμάτων από τη δεκαετία του ογδόντα έως σήμερα είναι η μείωση των ζυμώσιμων υλικών και η αύξηση των πλαστικών και του χαρτιού. Σήμερα βρίσκεται σε εξέλιξη η δεύτερη έρευνα για τη σύνθεση των οικιακών απορριμμάτων της Αθήνας. Πραγματοποιείται από το Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών για λογαριασμό του ΕΣΔΚΝΑ. Σύμφωνα με τα πρώτα στοιχεία, ο κύριος όγκος των αστικών αποβλήτων σήμερα στην Αθήνα εξακολουθεί να αποτελείται από ζυμώσιμα υλικά (40%), αν και πλέον σε μικρότερο ποσοστό. Αντίθετα έχει αυξηθεί από το ένα πέμπτο στο ένα τρίτο (29%) η παρουσία χαρτιού και χαρτονιού, ενώ διπλασιάστηκε το ποσοστό των πλαστικών (14%). Στα ίδια επίπεδα περίπου εκτιμάται ότι περιέχεται στα απορρίμματά μας γυαλί (3%), μέταλλα (3%), αδρανή (3%), δέρμα-ξύλο-λάστιχο (2%), ενώ το υπόλοιπο 6% αποτελείται από διάφορα άλλα υλικά.



Σχήμα 4.5. Μέση ποιοτική σύσταση στερεών αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα (Ε.Σ.Κ.Δ.Ν.Α., 2003).

#### ■ Ειδικά απόβλητα

##### α) Επικίνδυνα απόβλητα

Ως επικίνδυνο απόβλητο ορίζεται κάθε στερεό απόβλητο ή συνδυασμός στερεών αποβλήτων, τα οποία λόγω της ποιότητάς τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, έχουν την ιδιότητα να:

- Προκαλούν ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν έως και στο θάνατο.
- Μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα) με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας.

Βασικά χαρακτηριστικά των επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων, είναι η αναφλεξιμότητα, διαβρωτικότητα, η δραστικότητα, και η τοξικότητα. Χημικές ενώσεις που θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα περιέχουν μία ποικιλία από στερεά, πτητικά, και ημιπτητικά συστατικά, τα οποία σχηματίζουν ένα στερεό σύνολο. Πολλές από τις ενώσεις, κυρίως όσα απόβλητα περιέχουν οργανικές ουσίες ή είναι εξ' ολοκλήρου οργανικά, αυτές είναι κατάλληλες για αποτέφρωση.

Τα αποτελέσματα των σημαντικότερων προσπαθειών που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά και διεθνώς, με στόχο την εναρμόνιση της ορολογίας και τον καθορισμό ενός διεθνώς αποδεκτού συστήματος ταξινόμησης και κωδικοποίησης των επικινδύνων και τοξικών αποβλήτων, μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

α) Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ): Τα απόβλητα που θεωρούνται επικίνδυνα σημειώνονται με αστερίσκο όπως ορίζει η Απόφαση 2000/532/ΕΚ καθώς ο κατάλογος των επικινδύνων αποβλήτων (hazardous waste list) ενσωματώθηκε στον ΕΚΑ.

β) Διεθνής Κωδικός Ταυτοποίησης Αποβλήτων (I.W.I.C.): Το International Waste Identification Code θεσπίστηκε από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) το 1990 με σκοπό να περιγράψει τα θεωρούμενα ως επικίνδυνα απόβλητα. Αποτελεί ένα σχετικά απλό σύστημα αναγνώριση που περιλαμβάνει 6 πίνακες, τα στοιχεία των οποίων απεικονίζονται με συνδυασμούς αριθμογραμμάτων. Οι πίνακες περιγράφουν: Ο πρώτος (Q) τους λόγους προορισμού των υλικών για διάθεση, ο δεύτερος (D, R) τις εργασίες διάθεσης, ο τρίτος (H) τα επικίνδυνα χαρακτηριστικά, ο τέταρτος (C) τα συστατικά, ο πέμπτος (L, S, P) τους γενικούς τύπους των δυνητικά επικινδύνων αποβλήτων και ο έκτος (A) τις δραστηριότητες που μπορούν να δημιουργήσουν επικίνδυνα απόβλητα. Στοχεύοντας στην εναρμόνιση με τη σύμβαση της Βασιλείας και στην κοινή ορολογία για τις μεταφορές των αποβλήτων αναθεωρήθηκε τον Ιούνιο του 2001 η Απόφαση C(92)39 με την Απόφαση C(2001)107.

δ) Η «core list» των επικινδύνων αποβλήτων: Θεσπίστηκε με τη Σύμβαση της Βασιλείας το 1989. Αποτελείται από 18 κατηγορίες αποβλήτων για έλεγχο (Y1- Y18) και 27 κατηγορίες συστατικών (Y19- Y45), καθώς και 2 κατηγορίες αποβλήτων (Y46, Y47) που απαιτούν ειδική εξέταση. Η Σύμβαση της Βασιλείας, που αφορά τον «Έλεγχο των διασυνοριακών μεταφορών των επικινδύνων αποβλήτων και τη διάθεσή τους» επικυρώθηκε στην Ελλάδα με το Νόμο 2203/ 94.

ε) Πράσινος, Πορτοκαλί και Κόκκινος Κατάλογος: Ο Κανονισμός 259/ 93 του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την «Παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της Κοινότητας, καθώς και κατά την είσοδο και έξοδό τους», περιλαμβάνει τους τρεις προαναφερθέντες καταλόγους αποβλήτων. Ο Πράσινος περιέχει 15 γενικές κατηγορίες αποβλήτων που δεν θεωρούνται επικίνδυνα (GA- GO). Ο Πορτοκαλί περιλαμβάνει 4 κατηγορίες (AA- AD) και ο Κόκκινος 3 γενικές κατηγορίες (RA- RC). Σημειώνεται πως ο Κανονισμός 259/93 είναι υπό αναθεώρηση.

Στο Παράρτημα 1 της ΚΥΑ 24944/1159 «Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων», θα βρείτε ταξινομημένα τα επικίνδυνα απόβλητα με βάση τον Ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων καθώς και τις συνήθεις μεθόδους επεξεργασίας αυτών.

Τα επικίνδυνα απόβλητα αποτελούν το 1% της συνολικά παραγόμενης ποσότητας αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην Ελλάδα παράγονται περίπου 290.000 τόνοι στερεών επικινδύνων αποβλήτων και ιλύων, ετησίως. Οι βιομηχανίες μεσαίας και μεγάλης δυναμικότητας, διαθέτουν κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους για την προκαταρκτική αποθήκευση των αποβλήτων αυτών, μετά από τη χορήγηση σχετικής άδειας από την οικεία Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση. Επιπλέον, υφίστανται σχετικά μικρές και εν μέρει διάσπαρτες ποσότητες επικινδύνων αποβλήτων που είναι εναποθηκευμένες σε χώρους που δεν πληρούν τους απαιτούμενους όρους και προϋποθέσεις. Με βάση τις επιστημονικές αυτές και λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι τα επικίνδυνα απόβλητα είναι συνδεδεμένα με ενδεχόμενους κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, επιβάλλεται η λήψη άμεσων και αποτελεσματικών μέτρων για την ασφαλή διαχείρισή τους. Τα μέτρα αυτά πρέπει να περιλαμβάνουν την ίδρυση και λειτουργία κεντρικών εγκαταστάσεων, με ανάλογο αριθμό μονάδων συλλογής και μεταφόρτωσης επικινδύνων αποβλήτων, για να εξασφαλισθεί μία οικονομικά βιώσιμη και περιβαλλοντικά αποδεκτή διαχείριση τους (επεξεργασία και τελική διάθεση).

Η παραγόμενη ποσότητα των επικινδύνων αποβλήτων προέρχεται από τη λειτουργία 19



βιομηχανικών κλάδων, οι οποίοι είναι οι εξής: Διύλιση πετρελαίου, άντληση πετρελαίου, άλλες δραστηριότητες παραγωγής πετρελαιοειδών καταλοίπων, αναγέννηση χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων, παραγωγή λιπασμάτων, χάλυβα, σιδηρονικελίου, αλουμινίου, αμιαντοτσιμέντου, υπεροξειδίου του μαγγανίου, επιφανειακή κατεργασία μετάλλων, παραγωγή ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών μολύβδου, ανακύκλωση συσσωρευτών μολύβδου, βυρσοδευεία, βαφεία – φινιριστήρια, παραγωγή χημικών προϊόντων, τεχνητών ινών, τεχνητής ξυλείας – ρητινών – συνθετικών υλών καθώς και παραγωγή και συσκευασία γεωργικών φαρμάκων. Από τους κλάδους αυτούς, υπάρχουν ορισμένοι υψηλής παραγωγικότητας (πρωτογενούς μεταλλουργίας, διύλισης αργού πετρελαίου, άλλες δραστηριότητες παραγωγής πετρελαιοειδών καταλοίπων, παραγωγής λιπασμάτων, παραγωγής χημικών προϊόντων) με συνολικό αριθμό μονάδων περίπου 20, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την παραγωγή του 90% κατά βάρος της συνολικής ποσότητας των επικίνδυνων αποβλήτων.

Οι άλλοι βιομηχανικοί κλάδοι παράγουν το υπόλοιπο 10 % κατά βάρος των επικίνδυνων αποβλήτων. Πρόκειται για κλάδους που χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλο αριθμό βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων μικρού και μεσαίου μεγέθους, καθώς και μικρές παραγόμενες ποσότητες ανά μονάδα (βυρσοδευεία, μονάδες επιφανειακής κατεργασίας μετάλλων, βαφεία - φινιριστήρια, μονάδες παραγωγής - συσκευασίας γεωργικών φαρμάκων κλπ). Επίσης, επικίνδυνα απόβλητα παράγονται και από τα ναυπηγεία από τα οποία κατά το έτος 2000 παρήχθησαν περίπου 8.000 τόνοι αποβλήτων. Με βάση την παραπάνω περιγραφή φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των επικίνδυνων αποβλήτων παράγονται από μικρό αριθμό βιομηχανικών μονάδων που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένους κλάδους, ενώ πολύ χαμηλό ποσοστό οφείλεται στην παραγωγή μικρών ποσοτήτων από πολλές διαφορετικές βιομηχανικές πηγές.

Υφίστανται και άλλες κατηγορίες επικίνδυνων αποβλήτων, η εικόνα των οποίων σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες διαφοροποιείται ανά κατηγορία. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι ποσότητες των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν και ακόμη χρησιμοποιούνται σε σημαντικό αριθμό συσκευών κλειστού κυκλώματος (μετασχηματιστές και πυκνωτές) ως διηλεκτρικό υγρό, παρουσιάζουν μείωση ενώ αντίθετα οι μικρές ποσότητες επικινδύνων αποβλήτων όπως, υδράργυρος, μόλυβδος, κάδμιο, χρώμιο και βρώμιο, στα αστικά απόβλητα αυξάνονται συνεχώς. Το τελευταίο γεγονός οφείλεται κυρίως στην αύξηση του βιοτικού επιπέδου, την αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων και συνηθειών κλπ.

#### β) Μη επικίνδυνα απόβλητα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα.

#### γ) Ιατρικά απόβλητα.

Τα ιατρικά απόβλητα διακρίνονται σε νοσοκομειακά και λοιπά ιατρικά και φαρμακευτικά απόβλητα. Ο όρος «νοσοκομειακά απόβλητα» αναφέρεται στα απόβλητα που προέρχονται (παράγονται) από κάθε οργανισμό ή υπηρεσία που ασχολείται με την υγεία των έμβιων όντων, όπως τα νοσοκομεία, τα ιατρικά κέντρα, οι κλινικές και τα ιατρικά και βιολογικά εργαστήρια. Επεκτείνοντας τον όρο σε «ιατρικά απόβλητα» περιλαμβάνουμε τα απόβλητα φαρμακευτικών βιομηχανιών και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους, από ασθενείς με αναπνευστήρες ή με αιμοκάθαρση κ.α.. Γενικά, στα ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνονται ανατομικά, παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα. Βεβαίως θα πρέπει να σημειωθεί ότι ιατρικά απόβλητα παράγονται και σε κτηνιατρεία, τα διαγνωστικά κέντρα και τα ιδιωτικά ιατρεία. Η κοινή γνώμη, εξαιτίας του διλήμματος που προκάλεσε τις τελευταίες δεκαετίες η νόσος του AIDS και των υπολοίπων μεταδοτικών ασθενειών όπως η ηπατίτιδα Β, ανησυχεί διαρκώς και περισσότερο για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία και επιτακτική η σωστή διαχείρισή τους, ώστε να προστατευθεί το περιβάλλον, η υγεία των πολιτών και η ποιότητα ζωής τους.

Με βάση τέλος το Ευρωπαϊκό κατάλογο Αποβλήτων τα ιατρικά απόβλητα ταξινομούνται με τον κωδικό αριθμό 18.

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 37591/2031, ως ιατρικά απόβλητα θεωρούνται τα απόβλητα που παράγονται από υγειονομικές μονάδες και αναφέρονται στον κατάλογο αποβλήτων του Παραρτήματος της Απόφασης 2001/118/ΕΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιανουαρίου 2001 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕΛ 47/2001). Για πρακτικούς κυρίως λόγους, που αφορούν στον τρόπο διαχείρισής τους, η ΚΥΑ 37591/2031 τα κατηγοριοποιεί σε τέσσερις κατηγορίες, ως ακολούθως:

α) Ιατρικά Απόβλητα Αστικού Χαρακτήρα (ΙΑ-ΑΧ) που προσομοιάζουν με τα οικιακά απόβλητα. Τα ιατρικά απόβλητα που προσδιορίζονται στα σημεία 18.0103\* και 18.0202\* της ΚΥΑ 19396/1546/604 Β/97 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων» και τα οποία παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό που αναφέρεται στο σημείο «Η9» (παρ. ΙΙ) της παραπάνω ΚΥΑ

β) Επικίνδυνα Ιατρικά Απόβλητα (ΕΙΑ):

β.1) αμιγώς μολυσματικού χαρακτήρα απόβλητα (ΕΙΑ-ΜΧ)

β.2) απόβλητα που έχουν ταυτόχρονα τοξικό και μολυσματικό χαρακτήρα (ΕΙΑ-ΜΤΧ)

β3) απόβλητα αμιγώς τοξικού χαρακτήρα (μη μολυσματικού χαρακτήρα) (ΕΙΑ-ΤΧ), Τα Ιατρικά Απόβλητα που χαρακτηρίζονται με τους κωδικούς αριθμούς 18.01.06\*, 18.01.08, 18.01.10, 18.02.05\* και 18.02.07\* του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων.

γ) Άλλα Ιατρικά Απόβλητα (ΑΙΑ): Ραδιενεργά, μπαταρίες, συσκευασίες με αέρια υπό πίεση, κ.ά.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ-WHO) δίνει έναν γενικότερο ορισμό για τα Ιατρικά Απόβλητα, ως τα απόβλητα που παράγονται από δραστηριότητες που αφορούν υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων σε Υγειονομικές Μονάδες (ΥΜ), ερευνητικά εργαστήρια ή ερευνητικές δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με «φροντίδα υγείας», αλλά και από άλλες μικρότερες πηγές, όπως φροντίδα υγείας παρεχόμενη στο σπίτι. Οι διάφορες κατηγορίες ιατρικών αποβλήτων σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είναι οι κάτωθι:

1. Μολυσματικά απόβλητα. Απόβλητα στα οποία υπάρχει υπόνοια ότι περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως καλλιέργειες από το εργαστήριο, απόβλητα από δωμάτια απομόνωσης, απόβλητα από χειρουργεία, άλλα απόβλητα, όπως γάντια, χειροπετσέτες, φίλτρα κ.α. υλικά που έχουν έλθει σε επαφή με ασθενείς που πάσχουν από μεταδοτικό νόσημα και κάνουν αιμοδιάλυση.

2. Παθολογικά απόβλητα. Ανθρώπινοι ιστοί & μέρη σώματος, αλλά & υγρά όπως αίμα ή άλλα βιολογικά υγρά.

3. Αιχμηρά, Βελόνες, νυστέρια, λεπίδες, σπασμένο γυαλί.

4. Φαρμακευτικά απόβλητα. Ληγμένα φάρμακα ή φάρμακα που δεν χρειάζονται πλέον, δοχεία ή άλλη συσκευασία που έχει έλθει σε επαφή με φάρμακα.

5. Γενοτοξικά απόβλητα. Απόβλητα που περιέχουν κυτταροστατικά φάρμακα ή γενοτοξικά χημικά.

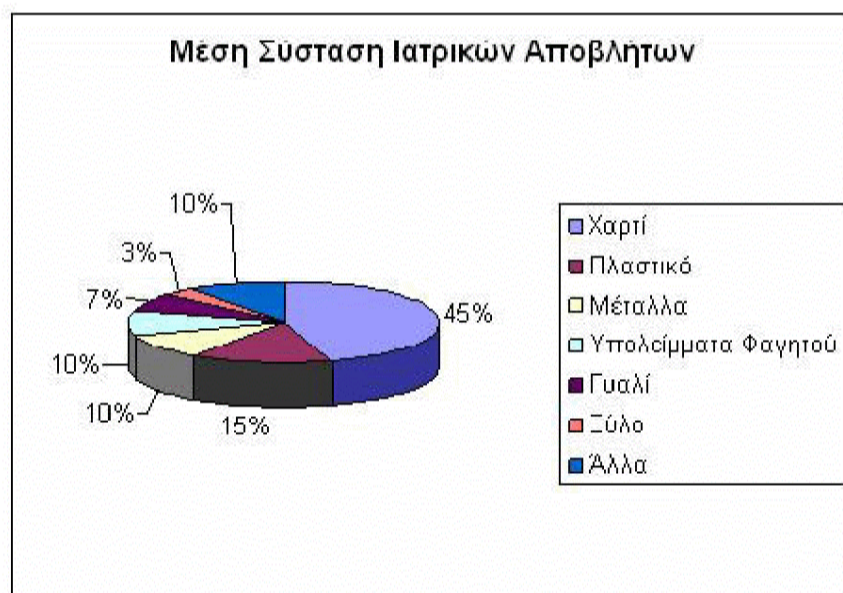
6. Χημικά απόβλητα. Απόβλητα που περιέχουν χημικές ουσίες όπως χημικά αντιδραστήρια, υγρά εμφάνισης φίλμ, απολυμαντικά, διαλύτες.

7. Απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα. Μπαταρίες, σπασμένα θερμόμετρα.

8. Περιέκτες αερίων υπό πίεση. Συσκευασίες αεροσόλ και σπρέυ.

9. Ραδιενεργά απόβλητα. Απόβλητα που περιέχουν ραδιονουκλίδια όπως υπολείμματα από υγρά που χρησιμοποιούνται για ραδιοθεραπείες, διαγνωστικούς σκοπούς ή εργαστηριακή έρευνα, μολυσμένη συσκευασία, απορροφητικό υλικό ή περιέκτες, ούρα και περιττώματα ασθενών που έχουν υποστεί ραδιοθεραπεία ή έλεγχο με ραδιονουκλίδια, ραδιενεργές πηγές.

Ποσοστό της τάξης του 75%-90% των Ιατρικών Αποβλήτων θεωρούνται μη επικίνδυνα (προσομοιάζουν με τα οικιακά απορρίμματα). Τα υπόλοιπα 10-25% θεωρούνται επικίνδυνα, με δυνατότητα πρόκλησης μίας σειράς κινδύνων για την υγεία, σε περίπτωση επαφής ή έκθεσης σε αυτά. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η μέση σύσταση των ιατρικών αποβλήτων.



Σχήμα 4.6. Μέση σύσταση ιατρικών αποβλήτων. (Πηγή: AWMA (Air & Waste Management Association). 1994. Medical Waste Disposal. Medical Waste Committee (WT-3), Technical Council, Air & Waste Management Association. J. Air)

Waste class	Daily waste generation (kg/bed)
Chemical and pharmaceutical waste	0,5
Sharps	0,04
Combustible packaging	0,5

Πίνακας 4.2. Μέση παραγωγή ιατρικών αποβλήτων ανά κλίνη.(A. Pross, E. Giroult and P. Rushbrook "Safe management of wastes from health-care activities" WHO, Geneva, 1999).

National income level	Annual waste generation (kg/head of population)
High-income countries:	
- all health-care waste	1,1 – 12,0
- hazardous health-care waste	0,4 – 5,5
Middle-income countries:	
- all health-care waste	0,8 – 6,0
- hazardous health-care waste	0,3 – 0,4
Low-income countries:	
- all health-care waste	0,5 – 3,0

Πίνακας 4.3. Μέση παραγωγή ιατρικών αποβλήτων συναρτήσει εισοδήματος. (A. Pross, E. Giroult and P. Rushbrook "Safe management of wastes from health-care activities" WHO, Geneva, 1999).

Στον προηγούμενο πίνακα παρατηρείται ότι όσο μεγαλύτερο είναι το εισόδημα ανά κάτοικο σε μια χώρα τόσο μεγαλύτερες ποσότητες ιατρικών αποβλήτων ανά άτομο παράγεται στη χώρα αυτή. Αυτό είναι δυνατόν να συμβαίνει διότι οι πιο εύρωστοι οικονομικά πολίτες έχουν πρόσβαση σε καλύτερη ιατροφαρμακευτική περίθαλψη.

## 4.2 Ειδικά βιομηχανικά στερεά απόβλητα.

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται μια αναλυτική περιγραφή ορισμένων ομάδων στερεών αποβλήτων, που συναντιούνται ευρέως και σε μεγάλες ποσότητες στην καθημερινή ζωή. Επιπλέον, τα προϊόντα και τα αντικείμενα, από τα οποία προέρχονται τα απόβλητα αυτά, έχουν πολλές χρήσεις στην καθημερινή ζωή. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμη η μελέτη τους. Τα απόβλητα αυτά προέρχονται από υλικά που έχουν παραχθεί μέσω βιομηχανικών διεργασιών.

### 4.2.1. Υλικά συσκευασίας.

Σύμφωνα με το Νόμο 2939/01 «συσκευασία ορίζεται κάθε προϊόν, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά με σκοπό την προστασία, διακίνηση, τη διάθεση και την παρουσίασή τους από τον παραγωγό μέχρι τον χρήστη ή τον καταναλωτή. Ως συσκευασίες θεωρούνται όλα τα είδη μιας πολλαπλής χρήσης που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό». Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους ομαδοποιούνται ως εξής:

α) Μεταλλικά υλικά συσκευασίας, που περιλαμβάνουν τα κάτωθι:

- **Δοχεία open top.** Τα δοχεία open top είναι διαφόρων μεγεθών και παράγονται είτε από λευκοσίδηρο είτε από αλουμίνιο. Κύριο χαρακτηριστικό της χρήσης τους είναι ότι ανοίγεται μια φορά και το περιεχόμενο τους πρέπει να καταναλωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής, τα δοχεία open top διακρίνονται σε δοχεία δύο ή τριών τεμαχίων. Τα δοχεία τριών τεμαχίων διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τρόπο συγκόλλησης, όπως κασσιτεροκόλληση, ηλεκτροσυγκόλληση ή συγκόλληση με ακτίνες laser. Τα δοχεία open top δύο τεμαχίων παράγονται από μεταλλικούς δίσκους με τη χρήση πρέσας. Τα δοχεία δύο τεμαχίων δεν απαιτούν συγκόλληση.
- **Σωληνάκια.** Τα μεταλλικά σωληνάκια χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για τη συσκευασία ημίρρευστων προϊόντων (χαρακτηριστικό παράδειγμα οι παλαιές συσκευασίες οδοντόκρεμας). Για την παραγωγή μεταλλικών σωληναρίων θεωρητικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε ελατό μέταλλο αλλά στην πράξη χρησιμοποιείται μόνο το αλουμίνιο. Τα μεταλλικά σωληνάκια είναι διαφόρων μεγεθών και παράγονται με την ίδια μέθοδο.
- **Φιάλες.** Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι φιάλες που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία αέριων προϊόντων υπό πίεση, όπως το βουτάνιο. Επίσης περιλαμβάνονται δοχεία για αεροζόλ όπως τα αποσμητικά χώρου, τα εντομοκτόνα, κ.λπ. Οι φιάλες συσκευασίας αυτές παράγονται είτε από λευκοσίδηρο είτε από αλουμίνιο.
- **Δοχεία απλής γενικής χρήσης.** Τα δοχεία αυτά κατασκευάζονται με μεθόδους ανάλογες με τα open top. Η βασική διαφορά τους είναι ότι τα δοχεία γενικής χρήσης μπορούν να επαναπωματιστούν και το περιεχόμενο να καταναλωθεί σταδιακά (όπως τα δοχεία που περιέχουν χρώματα). Τα δοχεία αυτά διακρίνονται ανάλογα με το πάχος που διαθέτουν. Το σχήμα των δοχείων αυτών μπορεί να είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ή κυλινδρικό και παράγονται σε διάφορα μεγέθη. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και τα μεταλλικά βαρέλια που χρησιμοποιούνται για ορυκτέλαια, λάδια μηχανών, καύσιμα και γενικώς προϊόντα πετρελαίου.

Συμπληρωματικά με τους μεταλλικούς περιέκτες πρέπει να αναφερθούν και άλλα μεταλλικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία. Αυτά είναι τα μεταλλικά πάματα, που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία, παρασκευάζονται κυρίως από αλουμίνιο και προορίζονται για την πωμάτωση οινοπνευματωδών ποτών, αναψυκτικών κ.λπ. Διακρίνονται σε διάφορα είδη ανάλογα

με το κύριο προϊόν για το οποίο προορίζονται. Παράγονται επίσης και πάματα (τύπου Crown) από σίδηρο τα οποία χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά σε ορισμένους τύπους ποτών (π.χ. μύρα). Μια ιδιαίτερη κατηγορία πωμάτων είναι αυτά που αποτελούνται από πολύ λεπτά φύλλα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται για το άσηπτο κλείσιμο πλαστικών περιεκτών τροφίμων (όπως το γιασούρι). Κατασκευάζονται αποκλειστικά από αλουμίνιο και το πάχος τους και το μέγεθός τους εξαρτάται από την κύρια συσκευασία. Επιπλέον υπάρχουν τα μεταλλικά τσέρκια, που χρησιμοποιούνται κυρίως στην τριτογενή συσκευασία για το δέσιμο χαρτοκιβωτίων ή άλλων μεγάλων φορτίων. Οι διαστάσεις και το υλικό παραγωγής ποικίλλει. Επίσης, η εύκαμπτη μεταλλική συσκευασία, στην οποία περιλαμβάνονται τα λεπτά φύλλα αλουμινίου που έχουν υποστεί επεξεργασία (επικάλυψη) με πλαστικό ή κερί. Η διαδικασία αυτή συνίσταται στην απόκτηση μηδενικής διαπερατότητας του υλικού από αέρα, υγρασία, ακτινοβολία κ.λπ. Η εύκαμπτη μεταλλική συσκευασία χρησιμοποιείται για τη συσκευασία αρτοποιημάτων και προϊόντων ζαχαροπλαστικής όπως σοκολάτες, κρουασάν, σνακς, κ.λπ.

β) Υλικά Συσκευασίας από χαρτί, που περιλαμβάνουν τα κάτωθι:

- **Χαρτοκιβώτια.** Τα χαρτοκιβώτια, με βάση τα χαρακτηριστικά τους, διακρίνονται στα χαρτοκιβώτια RSC και στα χαρτοκιβώτια DIE. Ως RSC χαρακτηρίζονται όλα τα απλά ορθογώνια χαρτοκιβώτια κλειστού τύπου. Τα RSC χρησιμοποιούνται στη δευτερογενή και τριτογενή συσκευασία τροφίμων, ποτών, χρωμάτων, απορρυπαντικών, φαρμάκων, καλλυντικών κ.α. Ως DIE θεωρούνται όλα τα χαρτοκιβώτια ειδικού τύπου, δηλαδή χαρτοκιβώτια με διάφορα χαρακτηριστικά όπως ανοιχτά, με χειρολαβές, με οπές κ.α. Τα DIE χρησιμοποιούνται στη δευτερογενή συσκευασία μύρας, αναψυκτικών και τροφίμων, που φυλάσσονται σε ψυγεία ή καταψύκτες (γαλακτομικά, αλλαντικά, κ.α). Επίσης, βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στη συσκευασία αγροτικών προϊόντων (χαρτοτελάρα), περιορίζοντας τη ξύλινη και πλαστική συσκευασία στο συγκεκριμένο χώρο. Κατασκευαστικά, τα RSC και τα DIE χαρτοκιβώτια αποτελούνται από κυματοειδές χαρτόνι τριών φύλλων, όπου το εσωτερικό φύλλο είναι ημιμημικό χαρτόνι και τα εξωτερικά φύλλα είναι χαρτόνι κραφτ. Σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ανθεκτικότητα, όπως στη συσκευασία αγροτικών προϊόντων, χρησιμοποιείται κυματοειδές χαρτόνι πέντε φύλλων, όπου συνδυάζονται εναλλάξ κραφτ και ημιμημικό. Ως πρώτη ύλη, στην παραγωγή των RSC χρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό το ανακυκλωμένο χαρτί, ενώ στην παραγωγή των DIE προτιμάται το χαρτί από χημική χαρτομάζα.
- **Χαρτοκουτιά.** Τα χάρτινα κουτιά χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή και δευτερογενή συσκευασία τροφίμων, ποτών, απορρυπαντικών, καλλυντικών, φαρμάκων, τσιγάρων, ενδυμάτων, χαρτιών υγιεινής κ.ά. Παράγονται σε μία μεγάλη ποικιλία σχημάτων και διαστάσεων, από συμπαγές χαρτόνι κραφτ ή από κυματοειδές microwelle χαρτόνι. Στην κυτιοποιία, ανάλογα με την ποιότητα του προϊόντος χρησιμοποιείται και ανακυκλωμένο χαρτί. Η κυτιοποιία συνδέεται άμεσα με την τέχνη της εκτύπωσης χάρτινων κουτιών, καθώς η ελκυστική εμφάνιση του κουτιού έχει έντονη επίδραση στην εμπορική επιτυχία του συσκευασμένου προϊόντος.
- **Χάρτινες τσάντες.** Οι χάρτινες τσάντες χρησιμοποιούνται κυρίως στα καταστήματα λιανικής πώλησης για την συσκευασία ενδυμάτων, υποδημάτων, καλλυντικών, ειδών δώρων, αλλά και στα καταστήματα έτοιμου φαγητού. Διακρίνονται σε πολλές κατηγορίες ανάλογα με το εάν είναι πλαστικοποιημένες ή όχι, ανάλογα με το χερούλι που διαθέτουν (κορδόνι ή χάρτινο) και τέλος ανάλογα με το εάν φέρουν τη φίρμα ή όχι του πελάτη. Παράγονται σε διάφορες διαστάσεις και είναι συνήθως από παρθένο χαρτί κραφτ.
- **Χαρτοσακούλες.** Οι χάρτινες σακούλες χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή συσκευασία ειδών αρτοποιίας, ζαχαροπλαστικής, μαναβικής, ξηρών καρπών και έτοιμου φαγητού. Οι διαστάσεις τους ποικίλλουν ανάλογα με τη χρήση από 8,5 X 21 εκ. έως 17 X 40 εκ. και στην παραγωγή τους χρησιμοποιείται χαρτί κραφτ.
- **Χαρτόσακοι.** Οι χαρτόσακοι χρησιμοποιούνται στην πρωτογενή συσκευασία τσιμέντου, δομικών υλικών, αλευριού, ζάχαρης και ζωοτροφών.
- **Χαρτί συσκευασίας.** Το χαρτί συσκευασίας χρησιμοποιείται για την συσκευασία προϊόντων σε αρτοποιία, ζαχαροπλαστική, κρεοπωλεία, τυροπωλεία, καταστήματα μαναβικής και καταστήματα με

είδη δώρων. Ειδικά στη συσκευασία τροφίμων, εκτός από το απλό χαρτί, χρησιμοποιείται και το πλαστικοποιημένο, όπου η εσωτερική πλευρά του χαρτιού είναι καλυμμένη με φιλμ πλαστικού. Οι διαστάσεις και το βάρος του χαρτιού συσκευασίας που χρησιμοποιείται για την περιτύλιξη τροφίμων καθορίζονται ανάλογα με το βάρος του προϊόντος.

γ) Πλαστικά προϊόντα συσκευασίας, που κατασκευάζονται συνήθως από πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, χλωριούχο, πολυβινύλιο, πολυστυρένιο και τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο. Τα πολυμερή του αιθυλενίου (PE) χωρίζονται σε: Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή σάκων, φιαλών και άλλων περιεκτών διαφόρων προϊόντων και σε πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιαλών (π.χ. λαδιού, τυριού, νερού), μεμβρανών (films) για περιτύλιξη παλετών (τριτογενής συσκευασία) και πολλών άλλων προϊόντων. Τα πολυμερή του προπυλενίου (PP) χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία συσκευασίας για την παραγωγή σχετικά σκληρών (βιδωτών κυρίως) κατακτιών στη συσκευασία αναψυκτικών, καφέ κ.α. Επίσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή δοχείων για συσκευασία γαλακτοκομικών προϊόντων, φιαλών και άλλων προϊόντων. Τα πολυμερή του χλωριούχου βινυλίου (PVC), που είναι το δεύτερο πλέον διαδεδομένο υλικό στην παραγωγή πλαστικών συσκευασιών μετά το πολυαιθυλένιο (αν και τα τελευταία χρόνια αντικαθίσταται σταδιακά από το PET), χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία φιαλών νερού, βρώσιμων λαδιών, καθώς και υπό μορφή βάζων για την συσκευασία διαφόρων άλλων τροφίμων. Ακόμη χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή film για τη συσκευασία νωπού κρέατος και οπωροκηπευτικών και σε διάφορες άλλες χρήσεις. Τα πολυμερή του στυρολίου (PS), που χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιέκτες γιαουρτιού, μαργαρίνης, παγωτών, μελιού, σιροπιών καθώς και για θήκες τοποθέτησης ποικιλίας καταναλωτικών προϊόντων. Τέλος, το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET), που χρησιμοποιείται κυρίως στις φιάλες νερού, αναψυκτικών κ.α. Λόγω των βελτιωμένων χαρακτηριστικών του τείνει να αντικαταστήσει τα τελευταία χρόνια τα συσκευασίες από PVC.

Οι κυριότερες συσκευασίες από πλαστικό μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- Φιάλες. Οι πλαστικές φιάλες κατασκευάζονται, ανάλογα με τη χρήση τους, από πολυαιθυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο και τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο. Χρησιμοποιούνται για την εμφιάλωση νερού, αναψυκτικών, χυμών, καθώς και για τη συσκευασία ειδών προσωπικής υγιεινής (σαμπουάν, καλλυντικά, κ.λπ) και χημικών απορρυπαντικών, λιπαντικών και ποικιλίας άλλων προϊόντων.
- Σάκοι. Οι πλαστικοί σάκοι είναι συνήθως μεγάλων διαστάσεων και χωρητικότητας (20 – 50 kgr) και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία λιπασμάτων, οικοδομικών υλικών (π.χ. ασβέστη) και άλλων βιομηχανικών προϊόντων.
- Σακούλες. Η συνηθέστερη χρήση των σακουλών από πλαστικό είναι για τη συλλογή απορριμμάτων. Είναι διαφόρων τύπων (π.χ. με κορδόνι) και διαστάσεων και παράγονται σε μεγάλο ποσοστό από την ανακύκλωση του scrap διαφόρων πλαστικών προϊόντων.
- Τσάντες. Πλαστικές τσάντες χρησιμοποιούνται από τα διάφορα καταστήματα λιανικής πώλησης και τις υπεραγορές.
- Μπιτόνια. Τα πλαστικά μπιτόνια χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών αλλά και για τη συσκευασία ορυκτελαίων. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιείται κυρίως πολυαιθυλένιο ενώ τα τελευταία χρόνια παράγονται και μπιτόνια από PET που η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 1 έως 35 λίτρα.
- Κιβώτια. Πλαστικά κιβώτια συνήθως χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ή συσκευασία τροφίμων και κυρίως αγροτικών προϊόντων και γυάλινων φιαλών. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HOPE).
- Βαρέλια. Τα πλαστικά βαρέλια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία και μεταφορά τροφίμων. Η χωρητικότητα των βαρελιών μπορεί να κυμαίνεται από 3 έως 220 λίτρα. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο (PE).
- Δοχεία. Συνήθως κατασκευάζονται από πολυπροπυλένιο (PP) και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία κυρίως γαλακτοκομικών προϊόντων και άλλων τροφίμων.
- Μεμβράνες (Films) συσκευασίας. Η κατηγορία αυτή έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και

αποτελεί μια από τις καινοτόμες λύσεις στη συσκευασία. Πρόκειται για λεπτές μεμβράνες από πλαστικές ύλες (PE) με τις οποίες συσκευάζονται τρόφιμα και χρησιμοποιούνται ως συρρικνωμένες συσκευασίες. Στην περίπτωση αυτή το προϊόν τοποθετείται στη σακούλα πολυαιθυλενίου, η οποία με ελαφρά θέρμανση συρρικνώνεται παίρνοντας τη μορφή και το σχήμα του προϊόντος. Επίσης τέτοιου είδους μεμβράνες μεγαλύτερου πάχους και σκληρότητας χρησιμοποιούνται και ως τριτογενές συσκευασία για την περιτύλιξη των προϊόντων των παλετών, και χαρτοκιβωτίων προκειμένου να επιτυγχάνεται η ευκολότερη μεταφορά τους σε διαδρομές μεγάλων αποστάσεων.

- Διχτυωτή συσκευασία. Η διχτυωτή συσκευασία έχει τη μορφή σάκων διαφόρων διαστάσεων και χρησιμοποιείται για τη συσκευασία αγροτικών προϊόντων.
- Τσέρκια. Πλαστικά τσέρκια χρησιμοποιούνται στην τριτογενή συσκευασία, για το δέσιμο χαρτοκιβωτίων ή άλλων μεγάλων φορτίων. Παράγονται κυρίως από PP ή PET.

δ) Γυάλινα προϊόντα συσκευασίας. Το γυαλί είναι από τις παλαιότερες συσκευασίες και παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα συγκριτικά με τα άλλα υλικά συσκευασιών. Παρόλο που η χρήση του έχει σχετικά περιοριστεί ακόμα και σε προϊόντα που παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν, όπως το γάλα, το κρασί, η μύρα και άλλα οινοπνευματώδη, το γυαλί εξακολουθεί να κατέχει ένα σημαντικό μερίδιο της αγοράς των συσκευασιών. Τα προϊόντα συσκευασίας από γυαλί μπορούν χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις φιάλες, τα βάζα και τις αμπούλες. Τα κυριότερα προϊόντα γυαλιού είναι οι φιάλες που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ποιότητας, μορφών, χρωμάτων και χωρητικότητας των γυάλινων φιαλών που χρησιμοποιούνται. Τα κυριότερα προϊόντα που συσκευάζονται σε φιάλες είναι κρασί, μύρα, ποτά, αναψυκτικά, χυμοί, λάδια και τρόφιμα σε ημιστερεά μορφή όπως τοματοχυμοί, σάλτσες, κλπ. Τα βάζα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία τροφίμων, όπως για παράδειγμα για τη συσκευασία γλυκών και μαρμελάδας ενώ περιορισμένη εφαρμογή βρίσκουν και στη συσκευασία καλλυντικών και φαρμάκων. Οι αμπούλες είναι συνήθως κυλινδρικού σχήματος και μικρής χωρητικότητας (μέχρι 50ml). Προορίζονται κυρίως για τη συσκευασία ιδιαίτερα ευαίσθητων από μικροβιολογική και χημική άποψη προϊόντων. Σε αμπούλες συσκευάζονται κυρίως φαρμακευτικά προϊόντα και καλλυντικά.

ε) Ξύλινα προϊόντα συσκευασίας. Το ξύλο είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα για τη συσκευασία αγροτικών προϊόντων κυρίως φρούτων και λαχανικών. Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους της συσκευασίας είναι η μεγάλη ανθεκτικότητα και η σωστή διατήρηση των προϊόντων που περιέχει. Οι ξύλινες συσκευασίες έχουν τη δυνατότητα να αντέχουν κάτω από τις δύσκολες συνθήκες μεταφοράς. Για το λόγο αυτό προτιμάται σε μεγάλο ποσοστό για τη μεταφορά ευαίσθητων και εύθραυστων προϊόντων, ενώ τα τελευταία χρόνια η αισθητική των ξύλινων κιβωτίων έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό. Μεγάλο ρόλο σ' αυτή την αλλαγή έχει παίξει η χρησιμοποίηση ειδικών προϊόντων ξυλείας, όπως το κόντρα πλακέ στην κατασκευή κιβωτίων. Με το υλικό αυτό παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής πιο εύχρηστων και πιο καλαίσθητων προϊόντων συσκευασίας. Εκτός από τη χρησιμοποίηση του ξύλου για την κατασκευή τελάρων, χρησιμοποιείται ευρύτατα ως τριτογενές συσκευασία με τη μορφή παλετών. Το είδος αυτής της συσκευασίας χρησιμοποιείται για την ευκολότερη μεταφορά και αποθήκευση διαφόρων προϊόντων. Οι επιφάνειες αυτές φόρτωσης είναι ένα προϊόν συσκευασίας το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλους του τομείς της βιομηχανίας καθώς δεν υπάρχει κάποιο αντίστοιχο προϊόν από άλλο υλικό, που να μπορεί να το αντικαταστήσει. Επιπλέον το ξύλο χρησιμοποιείται ως υλικό για τη συσκευασία (περιτύλιξη) καλωδίων. Η μορφή της συσκευασίας αυτής είναι κυλινδρική διαφόρων διαστάσεων και αποτελείται από την ένωση πολλών παραλληλογράμμων κομματιών ξύλου. Το είδος αυτής της συσκευασίας χρησιμοποιείται κυρίως για την περιτύλιξη καλωδίων μεγάλου πάχους και μήκους και καθιστά ευκολότερη την χρησιμοποίησή τους.

στ) Σύμμεκτα. Οι βασικές ανάγκες που καλείται να καλύψει η συσκευασία αυτή, είναι η μέγιστη δυνατή προστασία του προϊόντος από τις συνθήκες περιβάλλοντος (οξυγόνο, υγρασία, ακτινοβολία, θερμοκρασιακές μεταβολές, κλπ) και τις μηχανικές καταπονήσεις κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και την έκθεση του προϊόντος, με στόχο την καλύτερη διατήρηση και την

επιμήκυνση του χρόνου ζωής του προϊόντος. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για συσκευασία που εκτός από τη μέγιστη δυνατή προστασία προσφέρουν πρόσθετα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την εμφάνιση και βοηθούν στην καλύτερη προώθηση του προϊόντος, οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη σύνθετων συσκευασιών. Τα υλικά αυτά είναι συνδυασμοί δύο ή τριών βασικών συσκευασιών, του φύλλου αλουμινίου, του χαρτιού, και του πλαστικού. Η βασική παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται για την παραγωγή σύμμεικτων συσκευασιών είναι η υγρή ή ξηρή συναρμογή φύλλου αλουμινίου με φύλλο πλαστικού ή φύλλου χαρτιού. Τα σύμμεικτα υλικά που παράγονται και χρησιμοποιούνται είναι διαφόρων ειδών και τύπων ανάλογα με το είδος που προορίζονται να συσκευάσουν.

#### 4.2.2. Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.

Το 1991 με το «Πρόγραμμα Ρευμάτων Αποβλήτων Προτεραιότητας», που ξεκίνησε από τη Γενική Διεύθυνση XI της Επιτροπής για το περιβάλλον, την πυρηνική ασφάλεια και την αστική προστασία (Directorate General XI), τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις αναγνωρίστηκαν ως ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας (primary waste stream). Τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις είναι ένα από τα μεγαλύτερα ρεύματα αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς η ποσότητά τους εκτιμάται ότι αποτελεί το 25% της συνολικής ποσότητας των στερεών αποβλήτων.

Ο όρος απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις αναφέρεται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα υλικών, τα οποία χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευσή τους, που είναι οι εξής:

- Υλικά εκσκαφών. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι μητρικά χώματα εκσκαφών, άμμος, χαλίκι, πέτρες, άργιλος και οποιαδήποτε άλλα υλικά που μπορεί να προκύψουν από εκσκαφές. Τα άχρηστα υλικά εκσκαφών υπάρχουν σχεδόν σε κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα και ιδιαίτερα στις υπόγειες κατασκευές και σε έργα της γεωτεχνικής μηχανικής. Τα υλικά αυτά μπορούν να προέλθουν και από φυσικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα από υπερχειλίσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις σε δρόμους κ.λπ. Η σύσταση των υλικών εκσκαφών εξαρτάται σημαντικά από τα γεωλογικά δεδομένα.
- Υλικά οδοποιίας. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι άσφαλτος και οποιαδήποτε άλλα υλικά οδοστρώματος, υλικά βάσεων και υποβάσεων, δηλαδή χαλίκι, άμμος, σκύρα και γενικά υλικά που προκύπτουν από την αποξήλωση και ανακαίνιση οδών. Τα άχρηστα υλικά οδοποιίας προέρχονται όχι μόνο από την αποξήλωση και τη συντήρηση των δρόμων αλλά και από τις υπόγειες υδραυλικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πόλεων καθώς και από έργα επιδιόρθωσης αυτών.
- Υλικά κατεδαφίσεων-μπάζα. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι χώματα, χαλίκι, κομμάτια ή στοιχεία από μπετόν (σκυροδέματα), επιχρίσματα, πλίνθοι (τούβλα), πλάκες επιστρώσεως, γύψος, άμμος, λαξευμένες πέτρες, θρίμματα ειδών υγιεινής κ.λπ. Τα υλικά κατεδαφίσεων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια και προκύπτουν από την εξολοκλήρου ή επιμέρους κατεδάφιση των κατασκευών. Η σύσταση των υλικών αυτών ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την ηλικία, τη μορφή, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου/κατασκευής, ενώ για την κατεδάφιση σημαντικό ρόλο παίζει η ιστορική πολιτιστική και οικονομική αξία της κατασκευής.
- Απόβλητα από εργοτάξια. Τα απόβλητα αυτά μπορεί να είναι ξύλο, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια, στοιχεία επικαλύψεων προσόψεων, κόλλες και γενικά όλα τα υλικά που προέρχονται από τη λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλες ποσότητες άχρηστων υλικών στα εργοτάξια αποτελούν τα υλικά συσκευασίας οικοδομικών υλικών.

Τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις χαρακτηρίζονται και ως αδρανή απόβλητα. Τα αδρανή απόβλητα ορίζονται ως τα μη επικίνδυνα απόβλητα, που δεν υφίστανται καμία



σημαντική φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα απόβλητα αυτά δεν διαλύονται, δεν καίγονται ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις, δεν βιοδιασπώνται, ούτε επιδρούν δυσμενώς σε άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή κατά τρόπο ικανό να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος ή να βλάψει την υγεία του ανθρώπου. Η συνολική αποπλυσιμότητα και περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων πρέπει να είναι αμελητέες και ειδικότερα να μη θέτει σε κίνδυνο την ποιότητα των επιφανειακών ή και υπογείων υδάτων.

Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις ταξινομούνται με τον κωδικό 17.

Κάποια υλικά μπορεί αρχικά να θεωρούνται αδρανή ή μη επικίνδυνα, αλλά να μετατραπούν σε επικίνδυνα ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας ή διάθεσής τους. Για παράδειγμα το επεξεργασμένο ή επικαλυμμένο ξύλο μπορεί να δημιουργήσει τοξική αιθάλη αν αποτεφρωθεί. Το ξύλο που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία, αν δεν δύναται να αποτεφρωθεί, να ανακυκλωθεί ή να επαναχρησιμοποιηθεί, ενδείκνυται να απομακρυνθεί από το ρεύμα των αδρανών καθώς η παρουσία του μειώνει την ποιότητα του παραγόμενου ανακυκλωμένου προϊόντος. Το ίδιο ισχύει και για τα πλαστικά αλλά και τα υφάσματα που μπορούν να υπάρξουν σε χώρους κατασκευής.

Άλλα μη αδρανή υλικά και προϊόντα απαιτούν ξεχωριστή διαλογή εξαιτίας της οικονομικής τους αξίας. Για παράδειγμα τα σμιλευμένα ξύλινα πλαίσια, πόρτες, υαλοπίνακες με σκληρό ξύλινο σκελετό ή σκελετό από PVC.

Γενικά, ο έλεγχος των επικίνδυνων υλικών είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί στους χώρους κατασκευής παρά στους χώρους κατεδάφισης. Επιπλέον με βάση οικονομικά κριτήρια, θεωρείται ευκολότερος ο έλεγχος και η οργάνωση των υλικών σε κατασκευαστικούς χώρους μεγάλης κλίμακας. Σε κάθε περίπτωση ένα κατάλληλα οργανωμένο σχέδιο πριν τη διαδικασία της κατεδάφισης μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο.

Στα εργοτάξια όπου λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα, ένας μικρός αριθμός υλικών όπως ο αμιάντος και τα μονωτικά υλικά που περιέχουν αμιάντο, αποτελούν επικίνδυνα υλικά. Κάποια άλλα υλικά που δεν θεωρούνται αυτούσια επικίνδυνα στην τελική τους μορφή (όπως κόλλες, επικαλύψεις, υλικά στεγανοποίησης κ.λπ.) μετατρέπονται σε επικίνδυνα στο χώρο μέσω αντιδράσεων με επικίνδυνα υλικά. Τα επικίνδυνα υλικά που απαντώνται στα εργοτάξια κατασκευών είναι τα πρόσθετα σκυροδέματος με βάση διαλύτες, οι χημικές ουσίες για προστασία από την υγρασία, οι κόλλες, τα γαλακτώματα με βάση την πίσσα, τα υλικά με βάση τον αμιάντο, οι ίνες ορυκτών (μόνωση), οι βαφές και ταστρώματα επικάλυψης, η επεξεργασμένη ξυλεία, οι ρητίνες και οι γυψοσανίδες.

Σε χώρους όπου λαμβάνει χώρα κατεδάφιση, είναι πιθανόν να υπάρχουν κάποια υλικά (π.χ. αμιάντος, λαμπτήρες ατμού νατρίου/υδραργύρου) που λόγω των ιδιοτήτων τους θεωρούνται επικίνδυνα. Η καλύτερη μέθοδος είναι η απομάκρυνσή τους πριν αρχίσει η διαδικασία της κατεδάφισης. Τα επικίνδυνα υλικά που δύναται να βρεθούν στους χώρους κατεδάφισης είναι τα υλικά που περιέχουν αμιάντο, η επεξεργασμένη ξυλεία, οι ορυκτές ίνες, ο ηλεκτρικός εξοπλισμός που πιθανόν να περιέχει τοξικές ουσίες, οι ψυκτικές μηχανές που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες, τα συστήματα πυροπροστασίας που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες, τα ραδιονουκλίδια και τα υλικά με ιδιότητες που μπορεί να προκαλέσουν βιολογικούς κινδύνους.

#### 4.2.3. Οχήματα.

Ως «όχημα» ορίζεται οποιοδήποτε όχημα χαρακτηρισμένο ως κατηγορίας M1 ή N1, όπως αναφέρεται λοιπόν στην Οδηγία 2000/53, καθώς και τα τρίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/61/ΕΟΚ, πλην των τρίκυκλων μοτοσυκλετών. Οχήματα που ανήκουν στην κατηγορία M1 είναι αυτά τα οποία προορίζονται για τη μεταφορά προσώπων και φέρουν κατ'

ανώτατο όριο, εκτός της θέσεως του οδηγού, έως οκτώ θέσεις καθήμενων και οχήματα κατηγορίας N1 αυτά τα οποία προορίζονται για τη μεταφορά εμπορευμάτων και έχουν μέγιστο βάρος μη υπερβαίνουν τους 3,5 τόνους.

Όχημα στο τέλος του κύκλου ζωής του είναι κάθε όχημα που αποτελεί «απόβλητο», με την έννοια ότι ο κάτοχος του το απορρίπτει ή σκοπεύει ή υποχρεούται να το κάνει. Το πότε ακριβώς ο κάτοχος ενός οχήματος το αποσύρει από την κυκλοφορία δεν μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά. Τα κράτη-μέλη έχουν διαφορετική πολιτική στο θέμα της απόσυρσης των αυτοκινήτων. Έτσι, αυτοκίνητα που μπορεί να θεωρούνται στο τέλος της ζωής τους σε μία χώρα να μην θεωρούνται σε κάποια άλλη. Για παράδειγμα στη Γαλλία και την Ολλανδία τα κριτήρια που κατηγοριοποιούν ένα όχημα ως όχημα στο τέλος του κύκλου ζωής του είναι οικονομικά και στηρίζονται στο λόγο του κόστους επισκευής και της αξίας του οχήματος, ενώ σε άλλες χώρες τα κριτήρια είναι τεχνικά και διοικητικά. Ακόμη και η συμπεριφορά των καταναλωτών είναι διαφορετική καθώς ένα όχημα που μπορεί να είναι άχρηστο για κάποιον να μην είναι άχρηστο για κάποιον άλλο. Επιπλέον, είναι συχνό το φαινόμενο αυτοκίνητα στο τέλος του κύκλου ζωής τους να μεταφέρονται παράνομα σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης ώστε να πουληθούν ως μεταχειρισμένα, εντείνοντας έτσι το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η διαχείρισή τους.

Στο Π.Δ. 116/2004 ορίζεται ως «εγκαταλειμμένο όχημα», όχημα το οποίο:

- α) εγκαταλείπεται σε δημόσιους, δημοτικούς ή κοινοτικούς δρόμους στους οποίους απαγορεύεται η στάθμευση για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 30 ημέρες,
- β) εγκαταλείπεται σε άλλους δημόσιους, δημοτικούς ή κοινοτικούς ή λιμενικούς κοινόχρηστους ή μη χώρους και οδούς για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 90 ημέρες και χωρίς την άδεια της αρμόδιας Υπηρεσίας ή Αρχής,
- γ) εγκαταλείπεται σε ιδιωτικούς χώρους χωρίς προηγούμενη συγκατάθεση του κύριου ή νομέα του χώρου κατά δήλωσή του,
- δ) αποτελεί γενικά κίνδυνο για το περιβάλλον, την υγεία και την ασφάλεια των κατοίκων, καθώς και για την δημόσια ή ιδιωτική περιουσία, ιδίως όταν λόγω της καταστάσεως, που βρίσκεται, δεν δύναται να ανταποκριθεί στον σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Εγκαταλειμμένο όχημα που δεν αναζητηθεί από τον ιδιοκτήτη του εντός 45 ημερών από την επικόλληση του ειδικού αυτοκόλλητου από τις αρμόδιες υπηρεσίες, είναι όχημα στο τέλος του κύκλου ζωής.

Με βάση τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής, ταξινομούνται με τον κωδικό 16 01.

Η σύσταση των αυτοκινήτων έχει αλλάξει πολύ κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Ένα σύγχρονο αυτοκίνητο πρέπει να εμπνέει αξιοπιστία και παράλληλα να συνδυάζει την άνεση, την ασφάλεια και το στυλ με τη χαμηλή κατανάλωση σε καύσιμα αλλά και τις ανταγωνιστικές τιμές. Από την άλλη είναι διάχυτη η απαίτηση για όσον το δυνατόν μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτού σε όλο το φάσμα της χρήσης του μέχρι το τέλος της ζωής του. Η τεχνολογική εξέλιξη και οι απαιτήσεις για χαμηλότερη κατανάλωση και μεγαλύτερη ασφάλεια οδήγησαν στην αντικατάσταση μεγάλου ποσοστού των μεταλλικών μερών ενός αυτοκινήτου. Οι αλλαγές αυτές τείνουν να γίνουν προς όφελος των πλαστικών, των οποίων η χρήση συνεχίζει να αυξάνεται όσο περνούν τα χρόνια.

Τα πλαστικά φέρουν ορισμένες ελκυστικές ιδιότητες καθώς είναι μεν ανθεκτικά, αλλά και ελαφριά, εύκαμπτα και ευπροσάρμοστα. Σε σχέση με πριν από είκοσι χρόνια η χρήση των πλαστικών στα οχήματα έχει αυξηθεί κατά 114%: από 30kg σε 70-100kg σήμερα. Παρόλα αυτά τα πλαστικά αντιστοιχούν μόνο στο 9,3% του συνολικού βάρους του οχήματος. Επιπλέον, η χρήση τους έχει οδηγήσει στη μείωση του βάρους των αυτοκινήτων, καθώς τα 100kg αντικαθιστούν περίπου 200-300kg συμβατικών υλικών. Και η αντικατάσταση αυτή δεν περιορίζεται μόνο σε αυτή καθ' αυτή τη μείωση του βάρους, αλλά συνεπάγεται και μία μικρότερη κατανάλωση καυσίμων, μία

μειωμένη χρήση λιπαντικών και εν τέλει μία σημαντική μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Από την άλλη τα πλαστικά κρύβουν κινδύνους κατά την φάση επεξεργασίας του οχήματος. Η ανακύκλωση τους δεν έχει προχωρήσει πολύ και η θερμική επεξεργασία τους μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή επικίνδυνων αερίων εκπομπών.

Η σύσταση των αυτοκινήτων δεν επηρεάζεται μόνο από το έτος κατασκευής αλλά και από την εταιρεία και τον κυβισμό τους. Όσον αφορά τον κυβισμό είναι λογικό όσο αυτός αυξάνει να αυξάνεται και το βάρος του οχήματος. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4 είναι οι μέσες τιμές για όλα τα οχήματα.

Υλικό	Ποσοστιαία σύσταση (%)		
	Αμερικάνικο I.X.	Ιαπωνικό I.X.	Ευρωπαϊκό I.X.
Χάλυβας και σίδηρος	67,0	72,1	64,7
Πλαστικό	8,0	10,1	9,3
Γυαλί	2,8	2,8	2,9
Καουτσούκ	4,2	3,1	5,4
Υγρά και λιπαντικά	6,0	3,4	2,0
Μη σιδηρούχα μέταλλα	8,0	6,2	10,4

Πίνακας 4.4. Παραδείγματα διαφοροποιήσεων στη σύσταση των οχημάτων ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Το 75% της σύστασης του αυτοκινήτου αποτελείται από μέταλλα, από τα οποία το 65% είναι σιδηρούχα (χάλυβας και σίδηρος) και το 10% μη σιδηρούχα (αλουμίνιο, χαλκός, ψευδάργυρος, μόλυβδος, παλλάδιο, ρόδιο κ.λπ.). Ο χάλυβας ως επί το πλείστον ανακυκλώνεται και στα νέα οχήματα που παράγονται χρησιμοποιείται περίπου 25% ανακυκλωμένος χάλυβας. Μέρος των συστατικών του αυτοκινήτου είτε είναι επικίνδυνα υλικά είτε περιέχουν επικίνδυνες ουσίες. Ο μόλυβδος και το κάδμιο δεν χρησιμοποιούνται μόνο στις μπαταρίες αλλά και ως προσθετικά στα πλαστικά. Στις βαφές και τις κόλλες, περιέχεται εξασθενές χρώμιο και κάδμιο. Υδράργυρος, χρησιμοποιείται στα φώτα των αυτοκινήτων και ως μέσο φωτισμού του πίνακα οργάνων. Ο μόλυβδος είναι η ουσία που περιέχεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από όλες τις άλλες ουσίες.

Τα υγρά περιλαμβάνουν τα καύσιμα, τα λιπαντικά, τα υγρά των φρένων, τα ψυκτικά υγρά, τα υγρά στον αερόσακο, τα υγρά του υδραυλικού τιμονιού και τα υγρά στους υαλοκαθαριστήρες. Αυτά περιέχουν πολλές χημικές ουσίες όπως παραφινικούς και κυκλοπαραφινικούς υδρογονάνθρακες, οργανομεταλλικές ουσίες όπως Ba, Zn, Mg, Ca, P ως προσθετικά, σιλικόνη, εστέρες, γλυκόλες κ.α. Ειδικά τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά, που λαμβάνονται από τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, έχουν μολυνθεί κατά τη λειτουργία του οχήματος με βαρέα μέταλλα όπως Pb, Cd, Zn, Cr και περιέχουν υπόλειμμα καυσίμου, PCBs, σκόνη, νερό και άλλα. Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν το 20% του λιπαντικού. Τα υγρά πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά κατά την φάση αποσυναρμολόγησης ώστε να αποφεύγεται η διαρροή τους στο περιβάλλον και η επαφή τους με άλλα υλικά. Μερικές αυτοκινητοβιομηχανίες χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα λιπαντικά στα νέα οχήματα που παράγουν.

Μία μέση μπαταρία ζυγίζει 13,6 kg (1,2% του βάρους του οχήματος) και περιέχει 8,6kg μόλυβδο, 3,8% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και 0,7kg πολυπροπυλένιο. Η αυθαίρετη διάθεση μπαταριών στο περιβάλλον

εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους καθώς οι μπαταρίες περιέχουν μόλυβδο, και σε μικρότερες ποσότητες κάδμιο και υδράργυρο. Η ανακύκλωση των μπαταριών στοχεύει στην ανάκτηση του μολύβδου, του πολυπροπυλενίου και του θεικού οξέος. Τα οξέα εξουδετερώνονται και ο σίδηρος υφίσταται επεξεργασία ώστε και τα δύο να χρησιμοποιηθούν σε νέες μπαταρίες. Φυσικά από την ανακύκλωση είναι δυνατόν να παραχθούν απόβλητα όπως για παράδειγμα η ιλύς που να περιέχουν μερικές ποσότητες επικίνδυνων ουσιών.

Οι καταλύτες που χρησιμοποιούνται σήμερα στα οχήματα είναι τριοδικά, δηλαδή δρουν ταυτόχρονα και ως οξειδωτικοί και ως αναγωγικοί. Οι καταλύτες αποτελούνται από μια κεραμική κυψελοειδή διάταξη, που ονομάζεται μονόλιθος, και η οποία συγκρατείται από ένα μεταλλικό περίβλημα στην σωλήνωση εξαγωγής. Πιο συγκεκριμένα οξειδώνουν το μονοξείδιο του άνθρακα και τους υδρογονάνθρακες σε διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο αντίστοιχα, ενώ ανάγουν το μονοξείδιο του αζώτου προς άζωτο. Το μέσο βάρος τους είναι 900g και σε αυτούς περιέχονται πολύτιμα μέταλλα, όπως πλατίνα (1,5kg) και ρόδιο (0,3kg). Φυσικά, τα πολύτιμα μέταλλα ανακυκλώνονται με πυρομεταλλουργικές μεθόδους, ώστε να χρησιμοποιηθούν σε νέους καταλύτες. Οι καταλύτες έχουν όριο ζωής περίπου 100.000 χιλιομέτρων. Οι εξαντλημένοι καταλύτες είναι τοξικοί και επικίνδυνοι για την δημόσια υγεία και απαιτούν ειδική μεταχείριση. Περιέχουν όμως πολύτιμα μέταλλα (πλατίνα) και μπορούν να επανενεργοποιηθούν με μια (ή ακόμα και συνδυασμό) από διάφορες μεθόδους. Η διαδικασία της επανενεργοποίησης μπορεί να γίνει από τα συνεργεία ή και στις παραγωγικές μονάδες (με μεγαλύτερο κόστος φυσικά). Τελικά ο καταλύτης θα χάσει την ικανότητα του για επανενεργοποίηση και θα πρέπει να ανακτηθούν τα πολύτιμα και ημί-πολύτιμα μέταλλα που περιέχει.

Όσον αφορά στα πλαστικά, στο αυτοκίνητο χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 25 διαφορετικά είδη πλαστικών. Έτσι, η ανακύκλωση των πλαστικών εξαρτάται καθοριστικά από την δυνατότητα διαχωρισμού τους. Για τη διευκόλυνση της ανακύκλωσης οι κατασκευαστές είναι υποχρεωμένοι να παρέχουν πληροφορίες για τα διάφορα είδη πλαστικών που χρησιμοποιούνται και παράλληλα να παρέχουν οδηγίες για την αποσυναρμολόγηση τους. Τα προσθετικά που υπάρχουν τα τελευταία χρόνια στα πλαστικά (μερικά μάλιστα από τα οποία είναι επικίνδυνα όπως το κάδμιο) κάνουν το διαχωρισμό τους ακόμη πιο δύσκολο. Παρόλα αυτά τα υλικά αυτά δυσχεραίνουν τη δυνατότητα ανακύκλωσης των πλαστικών.

Το καουτσούκ, αποτελεί μετά τα πλαστικά, τη δεύτερη μεγαλύτερη μη μεταλλική ποσότητα υλικών ενός αυτοκινήτου. Από καουτσούκ αποτελούνται όχι μόνο τα ελαστικά, αλλά και διάφορες ροδέλες, καλώδια, λωρίδες στεγανοποίησης κ.α. Φυσικά η συντριπτική πλειοψηφία του καουτσούκ περιέχεται στα ελαστικά των αυτοκινήτων. Η ανακύκλωση του λαμβάνει χώρα εδώ και πολλά χρόνια ανά τον κόσμο και τα προϊόντα της ανακύκλωσης του έχουν διάφορες χρήσεις, όπως στην επίστρωση δρόμων κ.λπ..

Υφάσματα χρησιμοποιούνται στις ταπετσαρίες των αυτοκινήτων, στα πατάκια και στην εσωτερική επένδυση του οχήματος. Μερικές αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Chrysler έχουν αυξήσει τα ποσοστά φυτικών ινών που χρησιμοποιούν στα μοντέλα τους χρησιμοποιώντας ίνες από καρύδα, μαλλί, βαμβάκι, λινάρι κ.α. προκειμένου να αυξήσουν την ανακυκλωσιμότητα των μοντέλων τους.

Το γυαλί χρησιμοποιείται κυρίως στα παράθυρα και το παρμπρίζ του αυτοκινήτου, στους καθρέπτες και στις ηλιοροφές. Το γυαλί ανακυκλώνεται αν και υπάρχουν κάποιες δυσκολίες στην αποσυναρμολόγηση του.

Material	1985		1990		Average of 1985 and 1990 (Estimated Avg. Composition)	
	Weight	% of Total	Weight	% of Total	Weight	% of Total
<b>Ferrous Metals</b>						
Conventional Steel <sup>1</sup>	1482	46%	1405	45%	1444	45%
Iron	468	15%	454	14%	461	14%
High-Strength Steel	218	7%	238	8%	228	8%
Other Steels (Except Stainless)	55	2%	40	1%	47	1%
<b>Subtotal</b>	2223	70%	2137	68%	2180	68%
<b>Nonferrous Metals</b>						
Aluminium	138	4%	159	5%	148	5%
Stainless Steel	29	1%	34	1%	32	1%
Copper and Brass	44	1%	49	1%	46	1%
Powder Metal Parts	19	1%	24	1%	22	1%
Zinc Die Castings	18	1%	19	1%	19	1%
Magnesium Castings	3	<1%	3	<1%	3	<1%
<b>Subtotal</b>	251	8%	288	9%	270	9%
<b>Nonmetals</b>						
Plastics/Composites	212	6%	229	7%	220	7%
Fluids, Lubricants	184	6%	182	6%	183	6%
Rubber	136	4%	137	4%	137	4%
Glass	85	3%	87	3%	86	3%
Other Materials	99	3%	84	3%	71	3%
<b>Subtotal</b>	716	22%	719	23%	717	23%
<b>Total Vehicle</b>	3188		3141		3165	

<sup>1</sup> Includes cold-rolled and pre-coated steel.

Πίνακας 4.5. Σύγκριση της σύστασης υλικών ενός τυπικού ιδιωτικής χρήσης οχήματος το έτος 1985 και το έτος 1990 στις Η.Π.Α. [Πηγές: α) AAMA, 1997, β) ΡΕΒΔ, 2000]

#### 4.2.4. Ελαστικά επίσωτρα

Ο κύκλος ζωής των ελαστικών ποικίλλει από 35.000-40.000 km για τα επιβατικά αυτοκίνητα, από 60.000-70.000 km για τα ημιφορητά και από 180.000-200.000 km για τα φορητά βαριά κατασκευής. Τα ελαστικά ταξινομούνται με βάση τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων στην ίδια κύρια κατηγορία με τα οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής (Κωδικός 16 01 ) και πιο συγκεκριμένα έχουν τον κωδικό 16 01 03.

Τα παλαιά ελαστικά κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- ελαστικά επιβατικών αυτοκινήτων
- ελαστικά ημιφορητών – φορητών
- ελαστικά αγροτικών οχημάτων
- ελαστικά μοτοσυκλετών, μοτοποδηλάτων, ποδηλάτων
- ελαστικά βιομηχανικών και χωματουργικών οχημάτων

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η μέση σύσταση των ελαστικών επιβατικών αυτοκινήτων και φορτηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Υλικό	Επιβατικά	Φορτηγά
Φυσικό ή συνθετικό καουτσούκ	47	45
Άνθρακας	21,5	22
Μέταλλα	16,5	25
Υφάσματα	5,5	-
Οξείδιο ψυδαργύρου	1	2
Θείο	1,0	1
Πρόσθετα	7,5	5

Πίνακας 4.6 Μέση σύσταση ελαστικών επιβατικών αυτοκινήτων και φορτηγών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. (Πηγή: End-of-Life Tyre Management:Storage Options, final report for the Ministry of Environment of New Zealand, July 2004, p. 10)

Η διαχείριση των ελαστικών αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στη χώρα μας. Η προβληματικότητα τους έγκειται τόσο στο μεγάλο όγκο τους - εξαιτίας του διαρκώς αυξανόμενου στόλου οχημάτων - όσο και στην επικινδυνότητα τους για την δημόσια υγεία. Οι ποσότητες ελαστικών που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους παρουσιάζουν σημαντική αύξηση κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας στον Ελληνικό χώρο. Ειδικότερα παρατηρείται ότι κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1987-1997 τα ελαστικά αυξήθηκαν κατά 70%. Το γεγονός αυτό οφείλεται όχι μόνο στην αύξηση των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν αλλά και στην απόσυρση μεγάλου αριθμού τους. Σήμερα αποσύρονται 43.000 τόνοι ελαστικών, από τα οποία το 55% προέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Οι αιτίες φθοράς και συνεπώς απόσυρσης των ελαστικών είναι η κακή κατάσταση του οδικού δικτύου (κακή κατασκευή, παλιά οδοστρώματα που δεν έχουν επισκευαστεί, τρύπες στο οδόστρωμα κ.ά.). Σημαντικό παράγοντα αποτελεί και η κακή οδική συμπεριφορά. Τα απότομα φρεναρίσματα με ή χωρίς μπλοκάρισμα των τροχών, η υπερβολική ταχύτητα ειδικότερα σε στροφές, η πλαγιολίσθηση του οχήματος, και η ταχεία επιτάχυνση επιταχύνουν σε μεγάλο βαθμό τη φθορά του ελαστικού. Τέλος υπάρχουν και οι αναπόφευκτες φθορές, όπως οι αεροδυναμικές φθορές, η τριβή με το οδόστρωμα, οι φορτίσεις στην επαφή με τον άξονα, οι καιρικές συνθήκες, κ.ά.).

#### 4.2.5. Ορυκτέλαια.

Το ορυκτέλαιο είναι κατά βάση μίγμα υδρογονανθράκων που προέρχονται από παραφινικό ή ναφθενικό αργό πετρέλαιο. Στη βάση αυτή προστίθενται συστατικά όπως οργανομεταλλικές ενώσεις Ba, Zn, Mg, Ca, P, με σκοπό τη βελτίωση των λιπαντικών και των άλλων επιθυμητών ιδιοτήτων (όπως αντοχή, χρόνος ζωής κλπ) του τελικού προϊόντος. Σύμφωνα με το ΠΔ 82/2004 νοούνται απόβλητα λιπαντικών ελαίων «κάθε βιομηχανικό ή λιπαντικό έλαιο ορυκτής συνθετικής ή μικτής βάσης, το οποίο κατέστη κατάλληλο για τη χρήση για την οποία προοριζόταν αρχικά, και κυρίως τα χρησιμοποιημένα λάδια κινητήρων εσωτερικής καύσεως και κιβωτίων ταχυτήτων και τα λιπαντικά έλαια μηχανών, στροβίλων και υδραυλικών συστημάτων συμπεριλαμβανομένων και των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων που προέρχονται από τα πλοία, άλλα μέσα μεταφοράς ή σταθερές εγκαταστάσεις». Με τον όρο “αναγεννημένα ορυκτέλαια” νοούνται τα κλάσματα των βασικών ορυκτελαίων που έχουν ανακτηθεί και που μετά από μίξη με πρόσθετα, επανεισάγονται στην αγορά με τις ίδιες προδιαγραφές των αρχικών περιβαλλοντικών όρων.

Με βάση τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια ταξινομούνται στην κατηγορία με τον κωδικό 13 «Απόβλητα ελαίων και απόβλητα υγρών καυσίμων».

Περίπου 4.930 kt χρησιμοποιημένων ορυκτέλαιων παρήχθησαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2000. Ως κύριες πηγές παραγωγής λιπαντικών και ελαίων μπορούν να θεωρηθούν ο τομέας των μεταφορών (65%) και ο τομέας της βιομηχανίας (35%). Εκτιμάται ότι το 50% της ποσότητας των ορυκτελαίων καταναλώνεται κατά τη χρήση τους (καύση, υπολείμματα στα δοχεία συλλογής κ.α.) και το εναπομείναν 50 % είναι και η ποσότητα που θα πρέπει να συλλεχθεί και να οδηγηθεί προς επεξεργασία. Κατά κανόνα τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια των μηχανών εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων που προέρχονται από τη διάσπαση συστατικών των βασικών ορυκτελαίων, ρινίσματα μετάλλων, κατάλοιπα καυσίμων, αιθάλη, ρητινοασφαλτώδεις ουσίες, σκόνη, νερό (σε αναλογία 2-3%). Στην περίπτωση αυτή, τα συνήθη βαρέα μέταλλα που περιέχονται στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια είναι:

- Μόλυβδος (σημαντικότερος ρύπος), που προέρχεται κατά κύριο λόγο από οχήματα που χρησιμοποιούν βενζίνη που περιέχει μόλυβδο.
- Βάριο και ψευδάργυρος, που είναι συστατικά των πρόσθετων.
- Κάδμιο και χρώμιο, που αποτελούν προϊόντα τριβής των μεταλλικών μερών των κινητήρων.

Σημειώνεται ότι τα πρόσθετα με βάση Zn, Mg, Ca, P φθάνουν μέχρι και το 20% των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων που προέρχονται από μηχανές εσωτερικής καύσης.

Παράμετρος	Από	Έως
Ιξώδες (37° C, cSt).	50	150
Νερό (%)	0	10
Πτητικά κάτω των 300° C	2	15
Άζωτο (%)	0,03	0,5
Θείο (%)	0,1	0,6
Χλώριο (%)	0,03	0,25
Μόλυβδος (ppm)	800	11.000
Ασβέστιο (ppm)	600	1.700
Ψευδάργυρος (ppm)	600	1.500
Βάριο (ppm)	0	1.600
Μαγνήσιο (ppm)	0	600
Σίδηρος (ppm)	10	600
Φώσφορος (ppm)	600	1.400
Χαλκός (ppm)	1	120

Πίνακας 4.7. Σύσταση και προσμίξεις χρησιμοποιημένων ορυκτέλαιων. (Πηγή: ΕΡΑ, 1984)

Στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια των μηχανών εσωτερικής καύσης είναι δυνατό να υπάρχουν πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις (PNA) όπως βένζο (α) πυρένιο και βένζο (α) ανθρακένιο οι οποίες προσροφώνται στα στερεά σωματίδια που αυτά περιέχουν, σε συγκεντρώσεις έως και 3.500 ppm. Τα βιομηχανικά χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια είναι δυνατόν ορισμένες φορές να περιέχουν

επίσης χλωριωμένους οργανικούς διαλύτες που προστίθενται σε αυτά και καταστρέφονται δύσκολα κατά την αναγέννηση και αποτελούν άτυπες προσμίξεις. Για το λόγο αυτό συχνά προτείνεται τα συγκεκριμένα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια να μην αναγεννώνται, αλλά να τα διαχειριζόμαστε με άλλο τρόπο ως επικίνδυνα απόβλητα (πχ καύση). Στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια περιέχονται επίσης άτυπες οργανικές προσμίξεις όπως διαλύτες χρωμάτων, πολυκυκλικοί αλειφατικοί και αρωματικοί διαλύτες (PCAs), πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) και τριφαινύλια (PCTs). Τα τελευταία εντοπίζονται ελάχιστα και είναι αποτέλεσμα ρύπανσης ελαίων μετασηματιστών από μίγματα PCBs- τετραχλωροβενζολίου. Η τυπική σύσταση και οι προσμίξεις στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια των μηχανών εσωτερικής καύσης δίνονται στους πίνακες 4.7 και 4.8 που παραθέτονται, και αποτελούν αναφορά στη χρονική περίοδο πριν την έναρξη χρήσης αμόλυβδης βενζίνης. Η σταδιακή μείωση της περιεκτικότητας των βενζινών σε μόλυβδο και η βαθμιαία υποκατάσταση της βενζίνης που περιέχει μόλυβδο από αμόλυβδη, συμβάλλει στη δραστική μείωση του μόλυβδου στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια.

Παράμετρος	Από	Έως
Ιξώδες, 37° C, cSt.	50	150
Νερό (%)	0	10
Πτητικά (κάτω των 300 °C)	2	15
Αζωτο (%)	0,03	0,5
Θείο (%)	0,1	0,6
Χλώριο (%)	0,03	0,25
Μόλυβδος (ppm)	800	11.000
Ασβέστιο (ppm)	600	1.700
Ψευδάργυρος (ppm)	600	1.500
Βάριο (ppm)	0	1.600
Μαγνήσιο (ppm)	0	600
Σίδηρος (ppm)	10	600
Φώσφορος (ppm)	600	1.400
Χαλκός (ppm)	1	120

Πίνακας 4.8. Σύσταση και προσμίξεις χρησιμοποιημένων ορυκτέλαιων μηχανών εσωτερικής καύσης. (Πηγή: EPA, 1984)

#### 4.2.6. Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές.

Σύμφωνα με το ΠΔ 115/2004 «ηλεκτρική στήλη ή συσσωρευτής» είναι πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία προέρχεται από την άμεση μετατροπή χημικής ενέργειας και αποτελείται από ένα ή περισσότερα πρωτογενή (μη επαναφορτιζόμενα) στοιχεία ή δευτερογενή (επαναφορτιζόμενα) στοιχεία. Οι μπαταρίες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τις μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (ηλεκτρικές στήλες) και η δεύτερη τις επαναφορτιζόμενες (συσσωρευτές). Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται μία μπαταρία (είτε ηλεκτρική στήλη είτε συσσωρευτής) είναι τα εξής:

- Ηλεκτρόδια: άνοδος, κάθοδος
- Ηλεκτρολύτης: μέσο μεταφοράς των ιόντων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο (π.χ. οξύ, αλκαλικό



διάλυμα, άλας)

- Διαχωριστής: μονωτικό υλικό που απομονώνει ηλεκτρικά τα δύο ηλεκτρόδια
- Περιβλήμα: περιβάλλει όλα τα παραπάνω

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές ταξινομούνται με τον Κωδικό 16 06.

Οι συσσωρευτές κατατάσσονται σε συσσωρευτές μολύβδου, συσσωρευτές νικελίου – καδμίου και συσσωρευτές υδριδίων.

Σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ (1998), οι μπαταρίες (ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές) μπορεί γενικά να περιέχουν στοιχεία όπως υδράργυρο, μόλυβδο, κάδμιο, διοξείδιο του μαγγανίου, ψευδάργυρο, λίθιο, νικέλιο, οξείδιο του αργύρου, οξείδιο του βισμούθιου, οξέα, χλωριούχο αμμώνιο, υδροξείδιο του καλίου, χαλκό, ατσάλι, κοβάλτιο, αρσενικό και πλαστικά.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι κύριες εφαρμογές των ηλεκτρικών στηλών

Σύστημα	Παραδείγματα εφαρμογών
Ψευδαργύρου/Άνθρακα	Φορητά ραδιόφωνα, ηλεκτρονικά, φακοί, παιχν
Αλκαλικές (Zn/Αλκαλικός ηλεκτρολύτης/MnO <sub>2</sub> )	Κασετόφωνα, πικάπ, ραδιόφωνα, αριθμομηχανή
Υδραργύρου (Zn/HgO)	Ακουστικά, ιατρικές συσκευές, φωτογραφικός εξοπλισμός
Αργύρου (Zn/Ag <sub>2</sub> O)	Ακουστικά, ιατρικός εξοπλισμός, ρολόγια
Λιθίου	Ρολόγια, υπολογιστές, κυκλώματα μνήμης, συσ επικοινωνίας, καρδιακοί βηματοδότες, στρατιω εφαρμογές

Πίνακας 4.9. Κύρια χαρακτηριστικά και εφαρμογές των ηλεκτρικών στηλών

#### 4.2.7. Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ο όρος απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ), αναφέρεται σε ένα ευρύ φάσμα υλικών και πρόκειται ουσιαστικά για το πιο πολύπλοκο ρεύμα στερεών αποβλήτων. Η πολυπλοκότητα του οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, καθώς και στο μεγάλο αριθμό ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων. Είναι σημαντικό να δοθούν οι ορισμοί για τους δύο παραπάνω όρους, όπως αυτοί καθορίζονται από την Οδηγία 2002/96 της Ευρωπαϊκής ένωσης. «Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός» είναι ο εξοπλισμός του οποίου η ορθή λειτουργία εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή.

Τα είδη του Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού κατατάσσονται, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία, στις παρακάτω δέκα διακριτές κατηγορίες προϊόντων:

1. Μεγάλες οικιακές συσκευές, που περιλαμβάνει τις μεγάλες συσκευές ψύξης, τα ψυγεία, τους καταψύκτες, τις άλλες μεγάλες συσκευές χρησιμοποιούμενες για ψύξη, διατήρηση και αποθήκευση τροφίμων, τα πλυντήρια ρούχων, τα στεγνωτήρια ρούχων, τα πλυντήρια πιάτων, τις συσκευές μαγειρικής, τις ηλεκτρικές κουζίνες τα ηλεκτρικά μάτια, τους φούρνους μικροκυμάτων, τις άλλες μεγάλες συσκευές χρησιμοποιούμενες για μαγείρεμα και άλλες επεξεργασίες τροφίμων, τις ηλεκτρικές θερμάστρες, τα ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα (ηλεκτρικά καλοριφέρ), τις άλλες

μεγάλες συσκευές χρησιμοποιούμενες για θέρμανση χώρων, κρεβατιών, καθισμάτων, τους ηλεκτρικούς ανεμιστήρες, τις συσκευές κλιματισμού και τα άλλα είδη εξοπλισμού αερισμού, απαγωγής αερίων και κλιματισμού.

2. Μικρές οικιακές συσκευές, που περιλαμβάνει τις ηλεκτρικές σκούπες, τις σκούπες χαλιών, τις άλλες συσκευές καθαριότητας, τις συσκευές χρησιμοποιούμενες για ράψιμο, πλέξιμο, ύφανση και άλλες κλωστοϋφαντουργικές εργασίες, τα ηλεκτρικά σίδερα και άλλες συσκευές για το σιδέρωμα, το μαγγάνισμα και εν γένει τη φροντίδα των ρούχων, τις φρυγανιέρες, τις συσκευές τηγανίσματος (φρυτέζες), τους μύλους, καφετιέρες και συσκευές ανοίγματος ή σφραγίσματος περιεκτών ή συσκευασιών, τα ηλεκτρικά μαχαίρια, τις συσκευές κοπής και στεγνώματος μαλλιών, βουρτσίσματος δοντιών, ξυρίσματος, μασάζ και άλλες συσκευές περιποίησης του σώματος, τα ρολόγια και εξοπλισμός μέτρησης, αναγραφής ή καταγραφής χρόνου και τις ζυγαριές.

3. Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, που περιλαμβάνει εξοπλισμό συγκεντρωτικής επεξεργασίας δεδομένων, όπως τους μεγάλους υπολογιστές, τους μεσαίους υπολογιστές, τις μονάδες εκτύπωσης, τα συστήματα προσωπικών υπολογιστών, τους προσωπικούς υπολογιστές (συμπεριλαμβανομένων των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας (CPU), των ποντικιών, των οθονών και των πληκτρολογίων), τους φορητούς υπολογιστές (lap-top) (συμπεριλαμβανομένων των CPU, των ποντικιών, των οθονών και των πληκτρολογίων), τους υπολογιστές τσέπης (notebook), τους υπολογιστές χειρός (notepad), τους εκτυπωτές, τα φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές γραφομηχανές, τις αριθμομηχανές τσέπης και επιτραπέζιες και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, παρουσίαση ή διαβίβαση πληροφοριών με ηλεκτρονικά μέσα, τα τερματικά και συστήματα χρηστών, τις συσκευές τηλεμοιοτυπίας (φαξ), τα τηλέτυπα, τα τηλέφωνα, τις τηλεφωνικές συσκευές επί πληρωμή, τα ασύρματα τηλέφωνα, τα κινητά τηλέφωνα, τα συστήματα τηλεφωνητών και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη μετάδοση ήχου, εικόνων ή άλλων πληροφοριών με τηλεπικοινωνιακά μέσα.

4. Καταναλωτικά είδη, που περιλαμβάνει τα ραδιόφωνα, τις τηλεοράσεις, τις κάμερες μαγνητοσκόπησης (βιντεοκάμερες) τα μαγνητοσκόπια (συσκευές αναπαραγωγής εικόνας), τις συσκευές ηχογράφησης υψηλής πιστότητας, τους ενισχυτές ήχου, τα μουσικά όργανα και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για την εγγραφή ή αναπαραγωγή ήχου ή εικόνων, συμπεριλαμβανομένων των σημάτων ή άλλων τεχνολογιών διανομής ήχου και εικόνας με άλλα πλην των τηλεπικοινωνιακών μέσα.

5. Φωτιστικά είδη, που περιλαμβάνει τα φωτιστικά για λαμπτήρες φθορισμού πλην των οικιακών φωτιστικών σωμάτων, τους ευθείς λαμπτήρες φθορισμού, τους λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων, τους λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης και των λαμπτήρων αλογονούχων μετάλλων, τους λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης και τον υπόλοιπο φωτιστικό εξοπλισμό και εξοπλισμό προβολής ή ελέγχου του φωτός πλην των λαμπτήρων πυράκτωσης.

6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρουμένων των μεγάλης κλίμακας σταθερών βιομηχανικών εργαλείων), που περιλαμβάνει τα τρυπάνια, τα πριόνια, τις ραπτομηχανές, εξοπλισμό για την τόννευση, τη λείανση, την επίστρωση, το τρόχισμα, το πριόνισμα, το κόψιμο, τον τεμαχισμό, τη διάτμηση, τη διάτρηση, τη διάνοιξη οπών, τη μορφοποίηση, την κύρτωση και άλλες παρόμοιες επεξεργασίες ξύλου, μετάλλου και άλλων υλικών, τα εργαλεία για τη στερέωση με βίδες, καρφιά ή κοινωμάτια και την αφαίρεσή τους και για παρόμοιες χρήσεις, τα εργαλεία για συγκολλήσεις εν γένει και παρόμοιες χρήσεις, και τον εξοπλισμό ψεκασμού, επάλειψης, διασποράς ή άλλης επεξεργασίας υγρών ή αέριων ουσιών με άλλα μέσα και εργαλεία κοπής χόρτου ή άλλων εργασιών κηπουρικής.

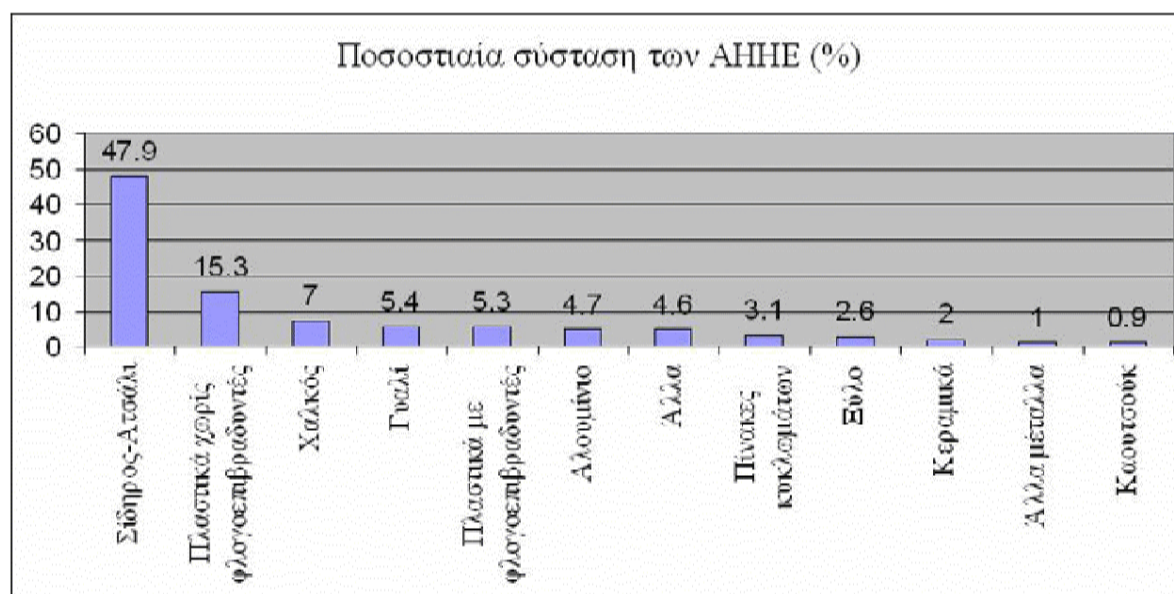
7. Παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, που περιλαμβάνει τα ηλεκτρικά τραίνα ή αυτοκινητοδρόμια, τις φορητές κονσόλες βίντεο παιχνιδιών, τα βιντεοπαιχνίδια, τους υπολογιστές για ποδηλασία, καταδύσεις, τρέξιμο, κωπηλασία, κλπ., τον αθλητικό εξοπλισμό με ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία και κερματοδέκτες τυχερών παιχνιδιών.

8. Ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρουμένων των εμφυτεύσιμων και μολυσμένων), που περιλαμβάνει τον ακτινοθεραπευτικό εξοπλισμό, τον καρδιολογικό εξοπλισμό, τις συσκευές αιμοκάθαρσης, τις συσκευές πνευμονικής οξυγόνωσης, τον εξοπλισμό πυρηνικής ιατρικής, τον ιατρικός εξοπλισμός για in-vitro διάγνωση, τις συσκευές ανάλυσης, τους καταψύκτες τα τεστ γονιμοποίησης και άλλες συσκευές για την ανίχνευση, την πρόληψη, την παρακολούθηση, την αντιμετώπιση ή την ανακούφιση ασθενειών, σωματικών βλαβών και αναπηριών.

9. Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, που περιλαμβάνει τους ανιχνευτές καπνού, τις συσκευές θερμορύθμισης, τους θερμοστάτες, τις συσκευές μέτρησης, ζύγισης ή προσαρμογής για οικιακή ή εργαστηριακή χρήση και άλλα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου χρησιμοποιούμενα σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις (π.χ. σε ταμπλώ ελέγχου).

10. Συσκευές αυτόματης διανομής, που περιλαμβάνει τις συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ποτών, τις συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ή ψυχρών φιαλών ή μεταλλικών δοχείων, τις συσκευές αυτόματης διανομής στερεών προϊόντων, τις συσκευές αυτόματης διανομής χρημάτων και κάθε είδους συσκευές αυτόματης διανομής οποιουδήποτε προϊόντος.

Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό ταξινομούνται με τον τετραψήφιο κωδικό 16 02, ενώ σημειώνεται ότι η υποκατηγορία με τον διψήφιο αριθμό 16 αναφέρεται στα απόβλητα μη προδιαγραφόμενα αλλιώς στον κατάλογο και σε αυτή ανήκουν πέρα από τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (κωδικοποίηση 16 01). Επιπροσθέτως σημειώνεται ότι στην κατηγορία με τον κωδικό 20 (Δημοτικά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα περιλαμβανομένων μερών χωριστά συλλεχθέντων) ταξινομούνται τα απόβλητα που δύναται να περιέχονται στα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

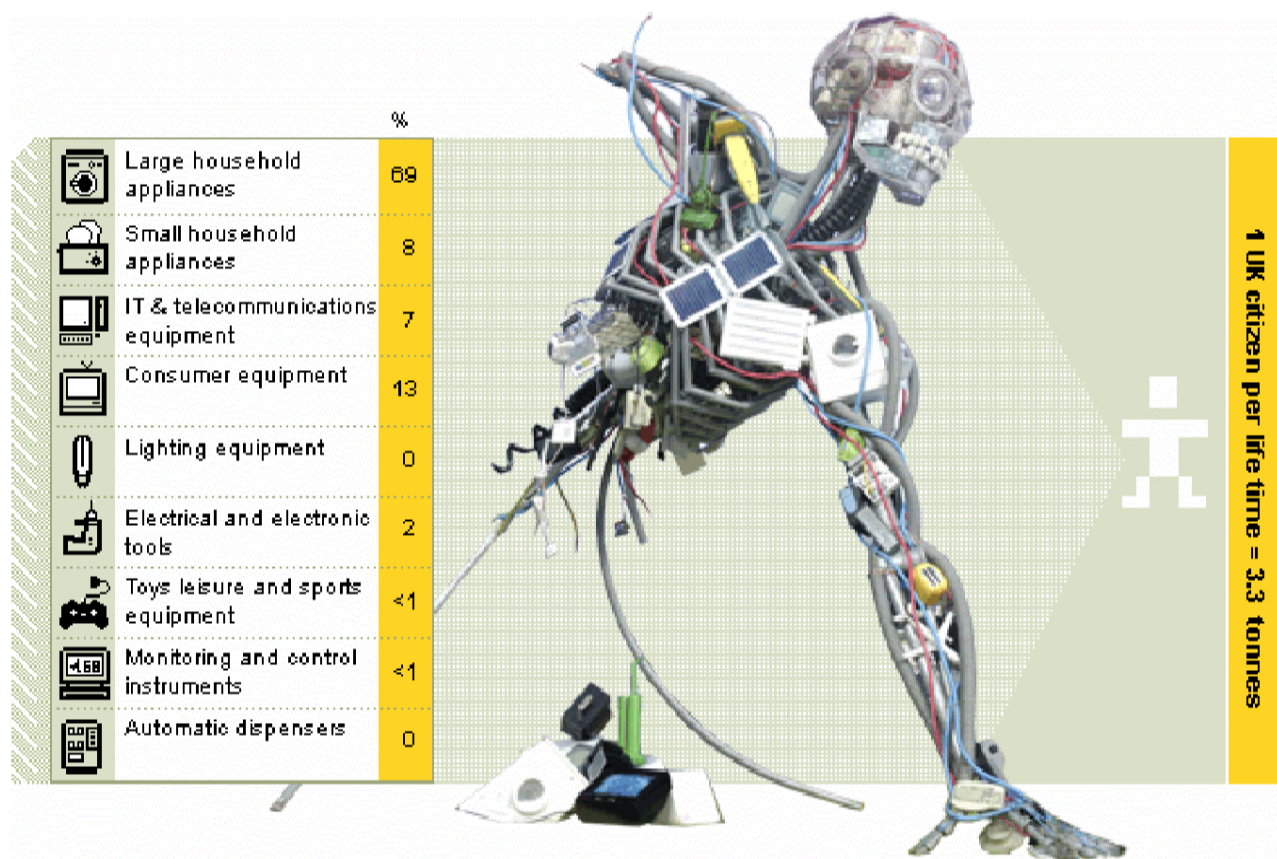


Σχήμα 4.7. Μέση σύσταση του ρεύματος των απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ) (Πηγή: European Topic Centre on Waste and Material Flows Topic, Centre of European Environment Agency)

Διάφορες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με στόχο την εκτίμηση της ποσότητας των απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά τα αποτελέσματα διαφέρουν σε σημαντικό βαθμό λόγω των διαφορετικών μεθόδων και υποθέσεων που έγιναν. Εκτιμάται ότι παράγονται 12-20kg/ κάτοικο/ έτος, και η συνολική ετήσια ποσότητα στην

Ευρωπαϊκή Ένωση κυμαίνεται μεταξύ 6,5-7,5 εκατομμύρια τόνους. Η ποσότητά τους αυξάνεται συνεχώς (16-28% κάθε 5 χρόνια), καθώς παρουσιάζουν περίπου τρεις φορές μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από αυτόν των αστικών αποβλήτων και αποτελούν ήδη το 4-6% των συνολικά παραγόμενων αποβλήτων. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι παράγονται περίπου 170.000 τόνοι απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό ετησίως.

Με στόχο την ευαισθητοποίηση των πολιτών η εταιρία Canon σε συνεργασία με την RSA χρηματοδότησαν το σχεδιασμό ενός γιγαντιαίου γλυπτού κατασκευασμένο από παλαιές ηλεκτρονικές συσκευές, ισοδύναμες με το συνολικό όγκο απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, που παράγει ο μέσος βρετανός πολίτης κατά τη διάρκεια της ζωής του. Το γιγαντιαίο ανθρώπινο ομοίωμα ύψους 7 μέτρων και βάρους περίπου 3,3 τόνων, ονομάζεται WEEEman, σχεδιάστηκε από τον Paul Bonomini, και αποτελεί σημείο αναφοράς για τις πόλεις στις οποίες μεταφέρεται, αφού επιτελεί το στόχο του, ενισχύοντας την περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών και της μείωσης του υπερκαταναλωτισμού.



Σχήμα 4.8 Ποσοτική και ποιοτική σύσταση απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό παραγόμενα από ένα μέσο άνθρωπο κατά τη διάρκεια ζωής του.

Η σύσταση των απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό αναμένεται να διαφοροποιηθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων αλλά και των νομοθετικών ρυθμίσεων όπως η Οδηγία 2002/95 που απαγορεύει τη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών αλλά και η Οδηγία για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια (2005/32/ΕΚ). Αναμένεται στο μέλλον τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό να περιλαμβάνουν λιγότερα σιδηρούχα υλικά και πολύτιμα υλικά και αυξημένες ποσότητες αλουμινίου και πλαστικών.

Τα πιο επικίνδυνα συστατικά που περιέχονται στα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, αφορούν στα βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το χρώμιο, στις αλογονούχες ενώσεις (CFC), στα πλαστικά και στα ηλεκτρονικά κυκλώματα που περιέχουν βρωμιούχους φλογοεπιβραδυντές. Επιπροσθέτως άλλα επικίνδυνα συστατικά που πιθανώς να περιέχονται στα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό είναι ο αμίαντος, το νικέλιο και ο χαλκός και το αρσενικό. Στο Παράρτημα II της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ καταγράφονται τα κατασκευαστικά μέρη που πρέπει να απομακρύνονται από το ρεύμα των απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό και να συλλέγονται χωριστά, καθώς εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες. Μερικά από αυτά είναι οι πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινόλια, οι μπαταρίες, τα κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο, όπως διακόπτες και οπισθοφωτιστικές λυχνίες, τα δοχεία υγρών ή κολλωδών μελανιών καθώς και έγχρωμων, οι πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων από κινητά τηλέφωνα εν γένει και από άλλες συσκευές >10cm<sup>2</sup>, τα πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους φλογοεπιβραδυντές, οι καθοδικές λυχνίες, τα αμιαντούχα απόβλητα και κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν αμίαντο, οι λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, τα εξωτερικά ηλεκτρικά καλώδια, οι οθόνες υγρών κρυστάλλων > 100cm<sup>2</sup>, οθόνες φωτιζόμενες από το πίσω μέρος τους με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, τα κατασκευαστικά στοιχεία με πυρίμαχες κεραμικές ίνες, οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες και τα κατασκευαστικά στοιχεία με ραδιενεργές ουσίες.

#### 4.2.8. Αγροτικά στερεά απόβλητα

Εδώ περιλαμβάνονται τα απορρίμματα από κτηνοτροφικές και γεωργικές δραστηριότητες. Ως κτηνοτροφικά χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που παράγονται από κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές μονάδες. Γεωργικά στερεά απόβλητα θεωρούνται τα φυτικά υπολείμματα και παραπροϊόντα των διαφόρων καλλιεργειών και διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

- α) ό,τι απομένει μετά τη συγκομιδή του προϊόντος, π.χ. άχυρο σιτηρών, στελέχη καπνού, αραβοσίτου, βαμβακιού, ηλίανθου και άλλων παρόμοιων ετήσιων καλλιεργειών,
- β) κλαδεύματα οπωροφόρων δέντρων και αμπελώνων,
- γ) υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών όπως κελύφη (αμύδαλα, φουντούκια, κ.λπ.) και κουκούτσια (ροδάκινα, δαμάσκηνα κ.λπ.) καρπών.

Στην Ελλάδα υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό σε αγροτικά υπολείμματα, τα οποία όμως αξιοποιούνται κύρια ως τροφή των ζώων ελεύθερας βοσκής ή διατίθενται στη γη για τη βελτίωση του εδάφους. Προβλήματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων δημιουργούν τα γεωργικά προϊόντα που αποσύρονται (χωματερές) ή τα υπολείμματα της πρώτης ύλης των γεωργικών βιομηχανιών (κονσερβοποιία ντομάτας κ.α.). Εκτός από την χρησιμοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην κτηνοτροφία ή στην γεωργία ως βελτιωτικό εδάφους σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται το φαινόμενο της ελεύθερης καύσης ενώ σύνηθες είναι και το φαινόμενο γεωργικά υπολείμματα (κλαδεύσεις δένδρων και υπολείμματα δημοτικών εκμεταλλεύσεων, πάρκα, κ.λπ.) να καταλήγουν στις χωματερές καταλαμβάνοντας ωφέλιμο χώρο και σαφώς χωρίς να αξιοποιούνται. Τα γεωργικά υπολείμματα εξαρτώνται κύρια από το είδος της καλλιέργειας. Θα μπορούσαν όμως σε συνδυασμό με τα κτηνοτροφικά απόβλητα να αξιοποιηθούν για κομποστοποίηση ή για την παραγωγή θερμικής ενέργειας.

#### 4.2.9. Κτηνοτροφικά απόβλητα

Η κτηνοτροφία έχει τρεις πηγές παραγωγής αποβλήτων που είναι οι μάντρες εκτροφής ζώων, τα σφαγεία και τα εργοστάσια παραγωγής κρέατος. Οι μεγαλύτερες ποσότητες των στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων αξιοποιούνται στη γεωργία ως βελτιωτικά εδάφους. Έτσι, στις περιοχές που η κτηνοτροφία δεν είναι ιδιαίτερη αναπτυγμένη σε σχέση με τη γεωργία και οι κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι εκτατικής μορφής, δεν υπάρχει πρόβλημα διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων γιατί αυτά αξιοποιούνται στη γεωργία. Στις περιοχές όμως με μεγάλη συγκέντρωση

κτηνοτροφικών μονάδων υπάρχουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων που δεν αξιοποιούνται και δημιουργούν δυσοσμία, ρύπανση της ατμόσφαιρας και νιτρορύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

#### 4.2.10. Ιλείς

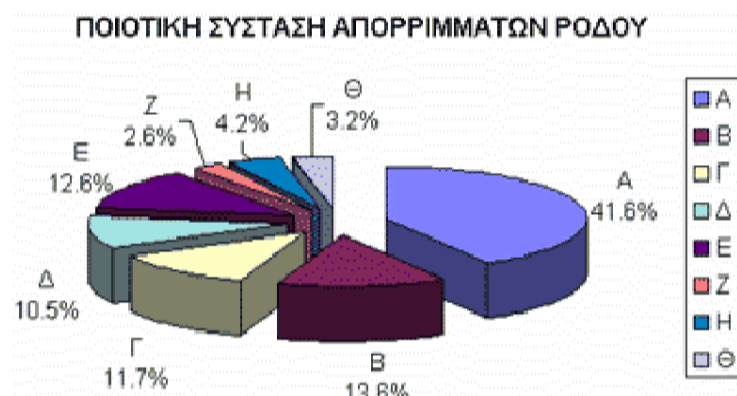
Κατά την επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων, μαζί με την τελική απορροή που πρέπει να διατεθεί κατάλληλα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα, και η λάσπη από τις δεξαμενές καθιζήσεως. Από τα παραπροϊόντα αυτά το σημαντικότερο σε όγκο και δυσκολότερο σε χειρισμό και διάθεση είναι η λάσπη (ιλύς). Η λάσπη είναι ένα παχύρευστο υγρό που περιέχει, σαν νωπή, 40 περίπου φορές περισσότερες στερεές ουσίες από ό,τι τα αστικά λύματα. Οι ιλείς παράγονται από τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού τόσο των αστικών όσο και των βιομηχανικών λυμάτων. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και για αυτό ενδείκνυται να αφυδατώνονται επιτόπου πριν μεταφερθούν. Σημαντική παράμετρος για τις περαιτέρω δυνατότητες αξιοποίησής τους είναι οι περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα και άλλους ρύπους, η οποία καθορίζεται από την φύση των λυμάτων και το είδος της εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού τους.

### 4.3 Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση στερεών αποβλήτων.

Αρχικά δίνονται ορισμένα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των απορριμμάτων από μελέτες που έχουν διενεργηθεί στην Ελλάδα, στην Κύπρο αλλά και σε άλλες χώρες.

#### Εφαρμογή 1<sup>η</sup>:

Ο προσδιορισμός της ποιοτικής σύνθεσης των απορριμμάτων της Ρόδου, έγινε από το Εργαστήριο Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την ΕΤΒΑ. Το πρόγραμμα βασίστηκε σε μετρήσεις που έγιναν την περίοδο Σεπτέμβριος 1987 – Αύγουστος 1988.



Σχήμα 4.9 Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στη Ρόδο (Πηγή: Εργαστήριο Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ.)

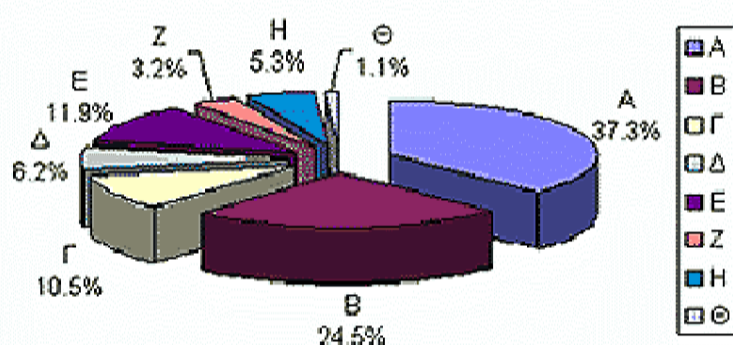
Ποιοτική σύσταση Απορριμμάτων Ρόδου		
Υλικό	Σύμβολο	Ποσοστό % (κ.β.)
Ζυμώσιμα	A	41.60
Χαρτί- Χαρτόνι	B	13.60
Πλαστικά	Γ	11.70
Μέταλλα	Δ	10.50
Γυαλί	E	12.60
Αδρανή	Z	2.60
Δέρμα- Ξύλο- Ύφασμα- Λάστιχα	H	4.20
Υπόλοιπα	Θ	3.20
<b>Σύνολο</b>		100
Ειδικό βάρος απορριμμάτων 119,80 kg/m <sup>3</sup>		

Πίνακας 4.10. Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στη Ρόδο (Πηγή: Εργαστήριο Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ.)

#### Εφαρμογή 2<sup>η</sup>:

Ο προσδιορισμός της σύστασης των απορριμμάτων της Διαχειριστικής Ενότητας 1<sup>Α</sup> στηρίζεται σε μια συστηματική μελέτη που εκπονήθηκε από το Ε.Μ.Π.-Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας (1991) για τα στερεά απορρίμματα της Κω. Λόγω ομοιότητας της πληθυσμιακής σύνθεσης των δύο περιοχών γίνεται και η παραδοχή ότι κατ' αναλογία η μελέτη καλύπτει και τα στερεά απορρίμματα της υπό μελέτη περιοχής. Η περιοχή που περιλαμβάνεται στη Διαχειριστική Ενότητα 1<sup>Α</sup> είναι εκείνη της Βόρειας Ρόδου και περιλαμβάνει τους Δήμους Ρόδου, Καλλιθέας, Ιαλυσού, Πεταλούδων, Αφάντου, Αρχαγγέλου και δυνητικά Χάλκης. Με βάση τη μελέτη αυτή τα απορρίμματα στην περιοχή αυτή έχουν τη σύσταση που περιγράφεται στον πίνακα και στο σχήμα που ακολουθούν:

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΒΟΡΕΙΑΣ ΡΟΔΟΥ



Σχήμα 4.10 Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στη Βόρεια Ρόδο (Πηγή: Ε.Μ.Π.-Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας το έτος 1991.)

Ποιοτική σύσταση Απορριμμάτων Βόρειας Ρόδου		
Υλικό	Σύμβολο	Ποσοστό % (κ.β.)
Ζυμώσιμα	A	37.30
Χαρτί- Χαρτόνι	B	24.50
Πλαστικά	Γ	10.50
Μέταλλα	Δ	6.20
Γυαλί	E	11.90
Αδρανή	Z	3.20
Δέρμα- Ξύλο- Ύφασμα- Λάστιχα	H	5.30
Υπόλοιπα	Θ	1.10
<b>Σύνολο</b>		100
Ειδικό βάρος απορριμμάτων		113,00 kg/m <sup>3</sup>
Υγρασία		31.40%
Λόγο άνθρακα προς άζωτο		28.4
Θερμογόνος δύναμη		7289 KJ/kg

Πίνακας 4.11. Ποιοτική σύσταση απορριμμάτων στη Βόρεια Ρόδο (Πηγή: Ε.Μ.Π.-Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας το έτος 1991.)

#### Εφαρμογή 3<sup>η</sup>:

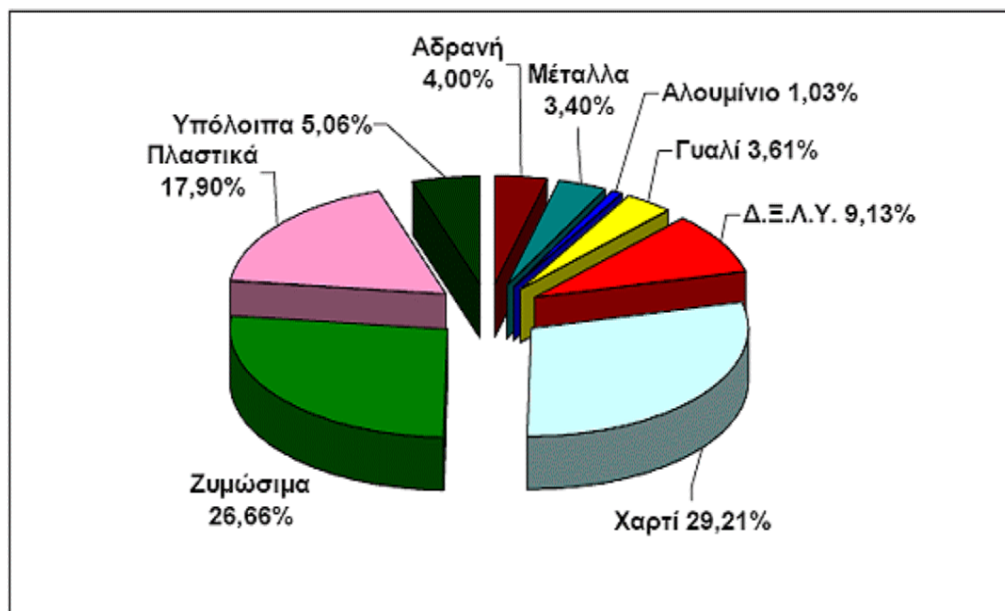
Τα αστικά στερεά απόβλητα της περιοχής ευθύνης του Συνδέσμου ΟΤΑ Μείζονος Θεσσαλονίκης διατίθενται στο χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων των Ταγαράδων. Το 2001 πάνω από το 90% κ.β. των αστικών στερεών αποβλήτων διατέθηκαν σε χωματερές χωρίς καμία προεπεξεργασία. Ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός ανέρχεται σε 1.100.000. Σύμφωνα με την τελευταία έρευνα που εκπονήθηκε από τον Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΑΠΘ από κοινού με το Σύνδεσμο Ο.Τ.Α. Μείζονος Θεσσαλονίκης και ολοκληρώθηκε το 2000, προέκυψε η ποσοτική και ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων της Θεσσαλονίκης. Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εμφανίζεται ένας σταθερός ρυθμός αύξησης των παραγόμενων απορριμμάτων αλλά και μία έντονη διαφοροποίηση, σε σχέση με παλαιότερες έρευνες, στην ποσοστιαία σύσταση με ιδιαίτερη αύξηση των ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτί, πλαστικό) και αντίστοιχη μείωση των ζυμώσιμων. Όπως φαίνεται στον πίνακα 4.12 το 2002 διατέθηκαν 630.000 tn αστικών στερεών αποβλήτων, ενώ η πρόβλεψη για το 2010 ανέρχεται σε 770.000 tn. Έχουμε δηλαδή παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων για το 2002 περίπου 575 kg/κάτοικο/έτος, ή περίπου 1,57 kg/κάτοικο/ημέρα.

Η ποιοτική σύσταση ισχυροποιεί την άποψη για εφαρμογή, παράλληλα με την υγειονομική ταφή, εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης. Η υψηλή περιεκτικότητα σε χαρτί και πλαστικά και η ικανοποιητική περιεκτικότητα σε μέταλλα και γυαλιά θέτει τις βάσεις για την διερεύνηση των δυνατοτήτων οικονομικής εκμετάλλευσης των παραπάνω υλικών μέσω δημιουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής ή/και εντονότερης ανάπτυξης των συστημάτων ανακύκλωσης στη πηγή. Σύμφωνα με τις τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων, το ζυμώσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων παρουσιάζει επαρκή λόγο άνθρακα προς άζωτο ( $C/N \ll 30$ ) και χαμηλές τιμές σε περιεκτικότητα βαρέων μετάλλων, ώστε να αποτελεί ικανοποιητική πρώτη ύλη παραγωγής εδαφοβελτιωτικού (κομποστοποίηση).





Σχήμα 4.11 Ποσοτικά στοιχεία αστικών στερεών αποβλήτων Θεσσαλονίκης. (Πηγή: Σύνδεσμος ΟΤΑ Μειζονος Θεσσαλονίκης 2000).



Σχήμα 4.12. Ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων Θεσσαλονίκης. (Πηγή: Σύνδεσμος ΟΤΑ Μειζονος Θεσσαλονίκης 2000).

Εφαρμογή 4<sup>η</sup>:

Για τη διαστασιολόγηση των έργων διαχείρισης των οικιακών απορριμμάτων στην Κύπρο λήφθηκαν υπόψη τα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα των απορριμμάτων. Η σύσταση των οικιακών απορριμμάτων διαφοροποιείται ανάλογα με την περιοχή παραγωγής τους. Οι τουριστικές περιοχές παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες απορριμμάτων, τα οποία περιέχουν και μεγαλύτερες ποσότητες υλικών συσκευασίας συγκρινόμενα με τα αστικά απορρίμματα μη τουριστικών περιοχών. Οι αγροτικές περιοχές παράγουν αφενός μεν τις μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων λόγω διαφορετικών συνθηκών διαβίωσης και διαφορετικών καταναλωτικών προτύπων, σε σύγκριση με τα αστικά κέντρα και επιπλέον, στις περιοχές αυτές τμήματα των απορριμμάτων (υπολείμματα κήπων, καλλιέργειών, κουζίνας κ.λ.π.) χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές.

Επαρχίες	Πληθυσμός	Συνολικές ποσότητες (ton/έτος)
Λευκωσία	270.967	158.245
Αμμόχωστος	37.689	22.010
Λάρνακας	114.743	67.010
Λεμεσός	196.012	114.471
Πάφος	65.789	38.420
<b>Σύνολο</b>	<b>685.789</b>	<b>400.156</b>

Πίνακας 4.12. Εκτιμώμενη παραγωγή απορριμμάτων στην Κύπρο το 2002 (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο, Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

Επαρχία	Αστικές περιοχές	Τουριστικές περιοχές	Άλλες περι	Σύνολο
Λευκωσίας	139.400	1.200	47.200	187.800
Αμμόχωστος	94.300	14.200	26.300	134.800
Λάρνακας	54.900	6.400	20.000	81.300
Λεμεσός	30.300	22.400	9.900	62.600
Πάφος	17.800	38.700	7.200	63.700
<b>Σύνολο</b>	<b>336.700</b>	<b>82.900</b>	<b>110.600</b>	<b>530.200</b>

Πίνακας 4.13. Εκτιμώμενη παραγωγή απορριμμάτων στην Κύπρο το 2007 (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο, Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

Επαρχία	Αστικές περιοχές	Τουριστικές περιοχές	Άλλες περι	Σύνολο
Λευκωσία	143.367	1.658	63.412	208.437
Αμμόχωστος	101.406	20.408	36.847	158.661
Λάρνακας	55.598	8.418	26.825	90.841
Λεμεσός	31.121	36.990	10.908	79.019
Πάφος	18.184	60.077	6.981	85.242
<b>Σύνολο</b>	<b>349.676</b>	<b>127.551</b>	<b>144.973</b>	<b>622.200</b>

Πίνακας 4.14. Εκτιμώμενη παραγωγή απορριμμάτων στην Κύπρο το 2015 (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο Υπουργείο, Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

Η συνολική παραγωγή των απορριμμάτων της Κύπρου το 2007 ανέρχεται σε 530.200 τόνους/έτος. Αναγάγοντας το μέγεθος αυτό στους μόνιμους κατοίκους προκύπτει μέση παραγωγή ανά κάτοικο και έτος 2,12Kg/κάτοικο το έτος. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης των απορριμμάτων, από το 2002 έως το 2007 ανέρχεται σε 5,8%, ενώ από το 2007 έως το 2015 σε 2,0%.

Σύσταση	Ποσότητα (t/έτος)	Ποσοστό (%)
Γυαλί	11.000	3
Χαρτόνι	29.500	8
Χαρτί	62.700	17
Μέταλλα	14.800	4
Πλαστικό	47.900	13
Κηπευτικά	40.600	11
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	88.500	24
Υ-Δ-Ξ-Λ (καύσιμα)*	40.600	11
Αδρανή (Μη καύσιμα)	33.200	9
<b>Σύνολο</b>	<b>368.800</b>	<b>100</b>

Πίνακας 4.15. Ποιοτική σύσταση στερεών αποβλήτων στη Κύπρο για το έτος 1993. (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο Υπουργείο, Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

Σύσταση	Ποσότητα (t/έτος)	Ποσοστό (%)
Γυαλί	13.255	2,5
Χαρτόνι	47.718	9
Χαρτί	95.436	18
Μέταλλα	21.208	4
Πλαστικό	74.228	14
Κηπευτικά	53.020	10
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	124.597	23,5
Υ-Δ-Ξ-Λ (καύσιμα)*	53.020	10
Αδρανή (Μη καύσιμα)	47.718	9
<b>Σύνολο</b>	<b>530.200</b>	<b>100</b>

Πίνακας 4.16. Ποιοτική σύσταση στερεών αποβλήτων στη Κύπρο για το έτος 2007. (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο Υπουργείο, Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

Σύσταση	Ποσότητα (t/έτος)	Ποσοστό (%)
Γυαλί	12.444	2
Χαρτόνι	59.109	9,5
Χαρτί	115.107	18,5
Μέταλλα	24.888	4
Πλαστικό	99.552	16
Κηπευτικά	55.998	9
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	143.106	23
Υ-Δ-Ξ-Λ (καύσιμα)*	55.998	9
Αδρανή (Μη καύσιμα)	55.998	9
<b>Σύνολο</b>	<b>622.200</b>	<b>100</b>

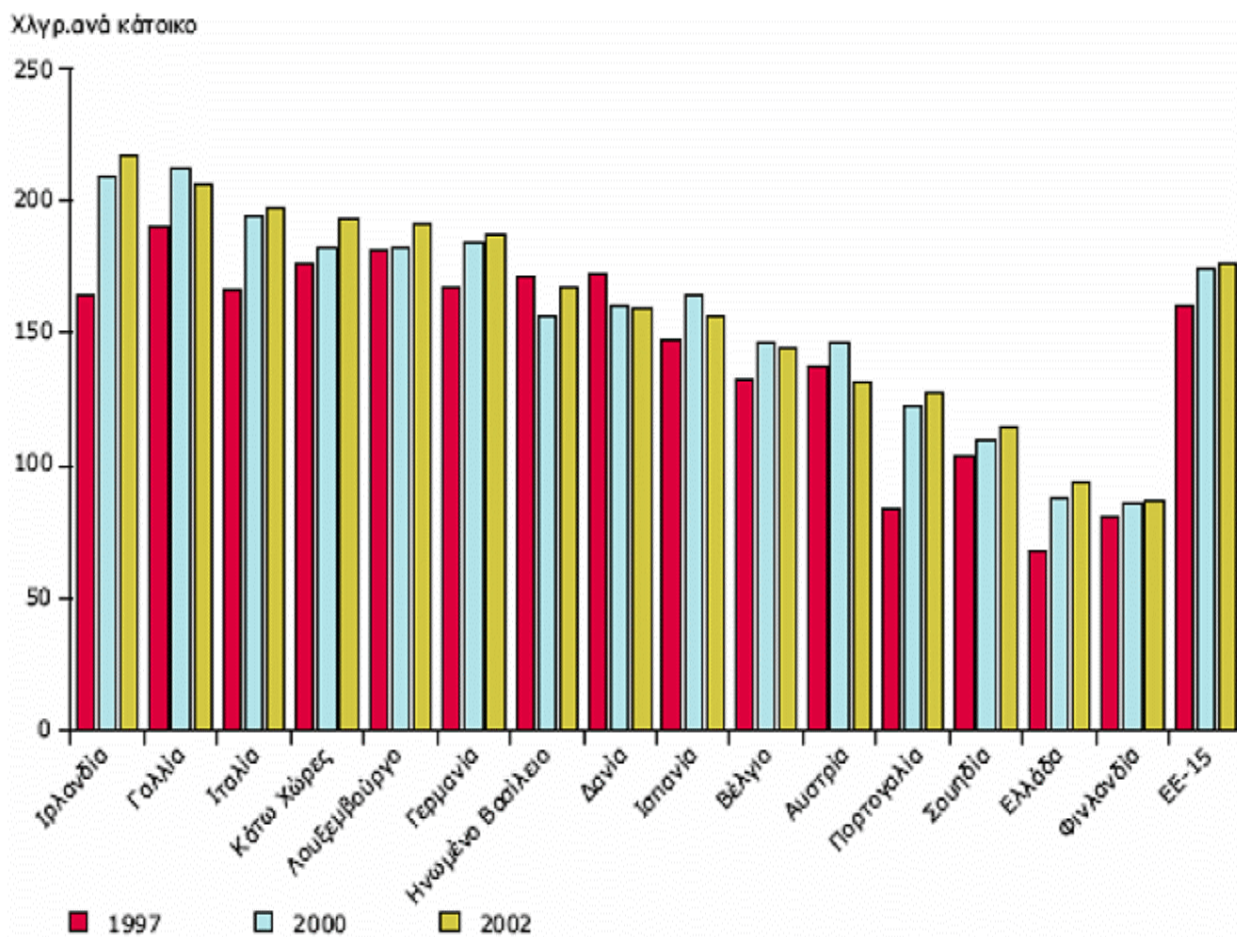
Πίνακας 4.17. Ποιοτική σύσταση στερεών αποβλήτων στη Κύπρο για το έτος 2015. (Πηγή: Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο Υπουργείο, Εσωτερικών Κύπρου, 2002).

\* όπου Υ-Δ-Ξ-Λ: Ύφασμα – Δέρμα – Ξύλο - Λάστιχο

Στους ανωτέρω πίνακες θεωρείται ότι τα κηπευτικά, που είναι τα παραπροϊόντα από το κλάδεμα κήπων και δρόμων, καταλήγουν μαζί με το υπόλοιπο ρεύμα των απορριμμάτων. Όμως επειδή τα απόβλητα αυτά συλλέγονται ξεχωριστά με ανοιχτά αυτοκίνητα, συνηθίζεται να θεωρούνται ειδική κατηγορία αποβλήτων, η οποία μπορεί να εξαιρεθεί από το κυρίως ρεύμα των απορριμμάτων.

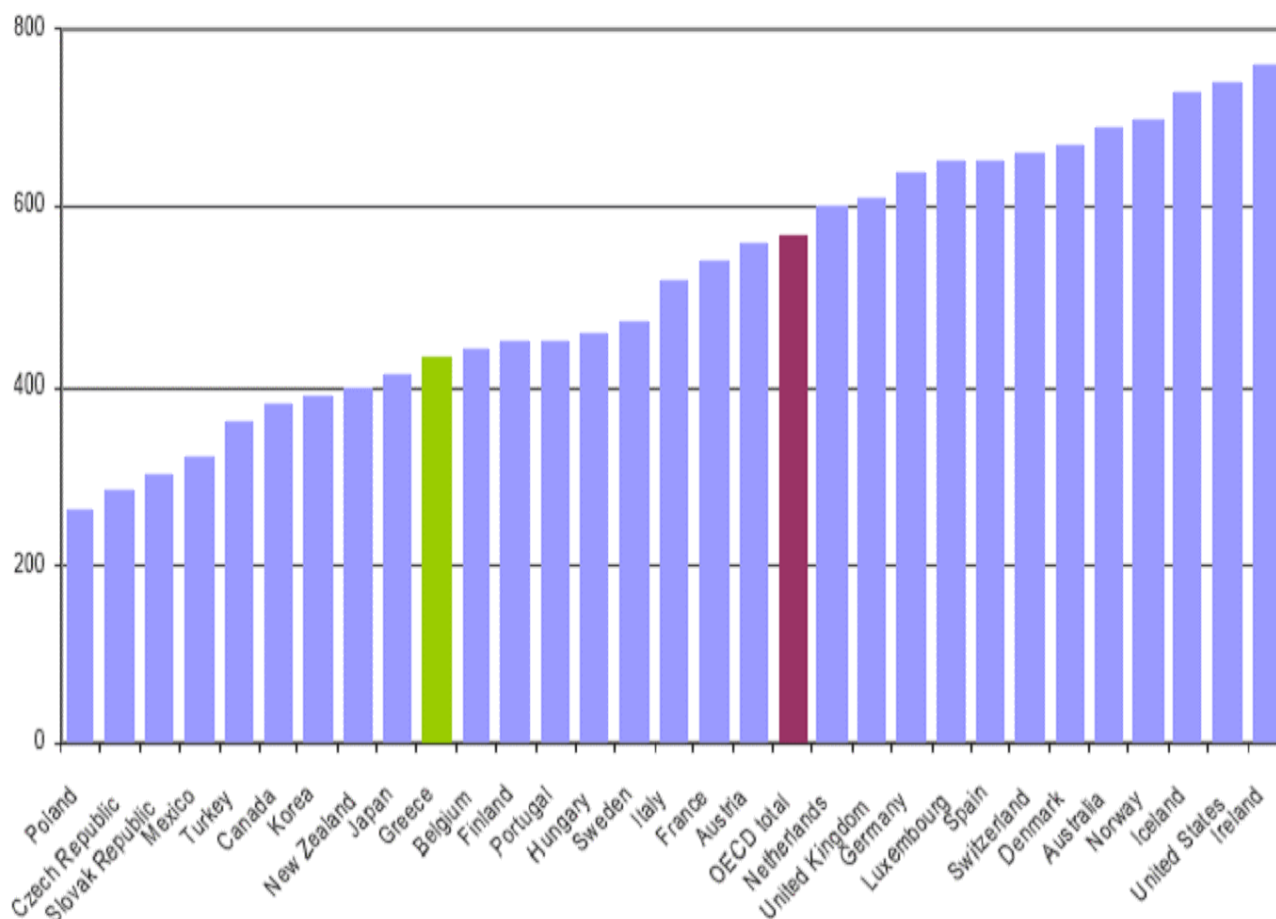
#### Εφαρμογή 5<sup>η</sup>:

Για αρκετές δεκαετίες η σύσταση των απορριμμάτων διαφοροποιούταν με κύριο χαρακτηριστικό την υψηλή περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα υλικά και τη σχετικά χαμηλά σε υλικά συσκευασίας. Τα τελευταία χρόνια η ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων αποτυπώνει τη ραγδαία αύξηση των υλικών συσκευασίας, αφού τα υλικά συσκευασίας αντιπροσωπεύουν το τριάντα τοις εκατό περίπου του συνολικού όγκου των απορριμμάτων. Στην Ελλάδα η παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας είναι 94 κιλά ανά άτομο, όταν στην Ευρωπαϊκή Ένωση των δεκαπέντε μελών είναι 176 κιλά ανά άτομο.



Σχήμα 4.13. Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας ανά άτομο και χώρα. (Πηγή: ΕΕΑ, The European environment state and outlook, 2005.)

Η μέση ετήσια παραγωγή αστικών απορριμμάτων για την Ελλάδα είναι 430 κιλά ανά άτομο (πράσινοχρώμα), όταν για τις χώρες του Ο.Ο.Σ.Α. είναι 570 κιλά ανά άτομο (κόκκινοχρώμα). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο η παραγωγή είναι περίπου 458 κιλά ανά άτομο, με σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των χωρών της Δυτικής (580 κιλά ανά άτομο) και Κεντρικής/Ανατολικής Ευρώπης (336 κιλά ανά άτομο). Αν και η ετήσια παραγωγή κυμαίνεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, ο ρυθμός αύξησής της είναι από τους μεγαλύτερους σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 4.14. Παραγωγή απορριμμάτων στις χώρες του Ο.Ο.Σ.Α., kg ανά άτομο το 2003. (Πηγή: OECD Factbook 2006, Economic, Environmental and Social Statistics).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Φυσικά, δηλαδή ταξινομούνται ανάλογα με τη φυσική σύσταση σε ποσοστό επί τοις εκατό κατά βάρος σε ευδιάκριτα υλικά, όπως χαρτί, γυαλί, μέταλλα, κ.ά., το ειδικό βάρος, το μέγεθος (κατανομή μεγεθών) και τη διαπερατότητα των απορριμμάτων.
2. Χημικά, δηλαδή ταξινομούνται ανάλογα με τη χημική σύσταση, όπως υγρασία, περιεκτικότητα σε πτητικά συστατικά, περιεκτικότητα σε ανόργανα, ποσοστιαία σύσταση σε χημικά στοιχεία (άνθρακας, οξυγόνο, κ.λπ.), κ.ά. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και η θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων καθώς και η περιεκτικότητά τους σε επικίνδυνα συστατικά.
3. Μικροβιολογικά, που ορίζονται από το ποσοστό των μολυσματικών αποβλήτων στην παραγόμενη ποσότητα.
4. Βιολογικά - ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά του οργανικού κλάσματος των στερεών απορριμμάτων είναι η δυνατότητα μετασχηματισμού τους μέσω βιολογικών διεργασιών σε αέρια συστατικά και σχετικά αδρανή οργανικά και αέρια στερεά συστατικά. Η έκλυση οσμών και η προσέλκυση εντόμων έχει άμεση σχέση με τις διαδικασίες σήψης των οργανικών συστατικών και ιδιαίτερα των υπολειμμάτων τροφών.

Πιο αναλυτικά, το ειδικό βάρος ή η πυκνότητα των στερεών απορριμμάτων προσδιορίζεται είτε στη μορφή που αυτά συναντιούνται μέσα στα δοχεία συλλογής τους, είτε σε συμπιεσμένη μορφή. Τυπικές τιμές ειδικού βάρους είναι παρακινδυνευμένο να αναφερθούν, αφού αυτό εξαρτάται τόσο από τη γεωγραφική θέση της εξεταζόμενης περιοχής και την εποχή του έτους, όσο και από το χρόνο παραμονής των απορριμμάτων στα δοχεία συλλογής. Στη μορφή που τα απορρίμματα παραλαμβάνονται από τα απορριμματοφόρα οχήματα, το ειδικό βάρος τους κυμαίνεται μεταξύ 200 - 400 kg/m<sup>3</sup>. Ενδεικτικές τιμές ειδικού βάρους των επιμέρους συστατικών που περιέχονται στα οικιακά απορρίμματα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Συστατικό	Ειδικό βάρος (kg/m <sup>3</sup> )
Υπολείμματα τροφών	130-490
Χαρτί	40-130
Χαρτόνι	40-80
Πλαστικά	40-130
Υφάσματα	40-100
Ελαστικά	100-200
Δέρματα	100-265
Απορρίμματα κήπων	60-230
Ξύλο	130-325
Γυαλί	160-485
Αλουμίνιο	65-240
Σιδηρούχα κράματα	50-160
Σκόνη, τέφρες	325-1000

Πίνακας 4.18. Ειδικό βάρος διαφόρων συστατικών απορριμμάτων.

Το μέγεθος των στερεών απορριμμάτων έχει ιδιαίτερη σημασία όταν πρόκειται να εφαρμοστεί κάποιο πρόγραμμα ανάκτησης υλικών, ειδικά αν η ανάκτηση αυτή πραγματοποιηθεί με μηχανικά μέσα, όπως οι εσχάρες ή οι μαγνητικοί διαχωριστές. Το μέγεθος των απορριμμάτων εκφράζεται σε συνάρτηση μιας, δύο ή τριών διαστάσεων, εφαρμόζοντας μια σειρά από εξισώσεις, μερικές από τις οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

$$\text{Μια διάσταση} \rightarrow S_c = L \quad (4.1)$$

$$\text{Δυο διαστάσεις} \rightarrow S_c = \frac{L + W}{2} \quad (4.2)$$

$$\text{Τρεις διαστάσεις} \rightarrow S_c = (L + W + H)^{1/3} \quad (4.3)$$

όπου L, W, H, το μήκος, το πλάτος και το ύψος, αντίστοιχα ενός απορριπτόμενου υλικού.

Η ειδική διαπερατότητα ή υδατοπερατότητα ή υδραυλική αγωγιμότητα των στερεών απορριμμάτων είναι η ιδιότητα που δίνει ένα μέτρο της ευκολίας κίνησης του νερού και των άλλων ρευστών μέσα από τα απορρίμματα. Η ειδική διαπερατότητα εξαρτάται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων και συγκεκριμένα το πορώδες, την κατανομή των πόρων, την κατανομή μεγεθών και την ειδική επιφάνεια. Η ειδική διαπερατότητα δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$K = C \cdot d^2 \cdot \frac{\gamma}{\mu} = k \cdot \frac{\gamma}{\mu} \quad (4.4)$$

όπου:  $K$  = Συντελεστής διαπερατότητας.

$C$  = Αδιάστατη σταθερά

$d$  = Μέσο μέγεθος πόρων.

$\gamma$  = Ειδικό βάρος του διερχόμενου ρευστού.

$\mu$  = Δυναμικό ιξώδες του ρευστού.

$k$  = Πραγματική διαπερατότητα, (η οποία μέσα σε ένα ΧΥΤΑ λαμβάνει τιμές περίπου  $10^{-11}$ - $10^{-12} \text{ m}^2$  στην κατακόρυφη διεύθυνση, και  $10^{-10} \text{ m}^2$  στην οριζόντια διεύθυνση).

Η υγρασία των απορριμμάτων, αποτελεί χημικό χαρακτηριστικό, και υπολογίζεται εργαστηριακά με ξήρανση δείγματος (είτε του συνόλου των απορριμμάτων είτε του κάθε συστατικού ξεχωριστά) σε φούρνο στους  $105^\circ\text{C}$  για μία ώρα. Επειδή τα δείγματα δε μπορούν να είναι μεγάλα, προτιμάται ο υπολογισμός της υγρασίας στα διάφορα επιμέρους συστατικά και, βάσει αυτής ο υπολογισμός της συνολικής. Η περιεχόμενη υγρασία των στερεών απορριμμάτων εκφράζεται συνήθως σαν το βάρος υγρασίας που περιέχεται στη μονάδα του βάρους του υγρού ή ξηρού υλικού. Κατά τη μέτρηση της υγρασίας με αναφορά στο υγρό υλικό, η υγρασία αυτή σ'ένα δείγμα εκφράζεται ως ποσοστό του βάρους του υγρού υλικού. Αντίστοιχα, κατά την ξηρή μέθοδο, εκφράζεται σαν ποσοστό του βάρους του ξηρού υλικού. Σε μια σχέση ισότητας το υγρό βάρος της περιεχόμενης υγρασίας εκφράζεται ως εξής:

$$\text{ΠΥ (\%)} = 100 \frac{A - B}{A} \quad (4.5)$$

όπου: ΠΥ = Περιεχόμενη υγρασία

$A$  = Αρχικό βάρος του δείγματος.

$B$  = Βάρος του δείγματος κατά την ξήρανση.

Για τα περισσότερα αστικά απορρίμματα η περιεχόμενη υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 15 και 40%, εξαρτώμενη από τη σύσταση των απορριμμάτων, την εποχή του έτους, τις καιρικές συνθήκες και ιδιαίτερα τη βροχή. Από έρευνα που έγινε στο Παρίσι παρατηρήθηκε στα απορρίμματα αύξηση της υγρασίας το καλοκαίρι και ελάττωση το χειμώνα, ενώ και στην Ελλάδα εκτιμούνται ανάλογα φαινόμενα.

Η χωρητικότητα υγρασίας των στερεών απορριμμάτων εκφράζει την ποσότητα νερού που μπορεί να συγκρατήσει ο όγκος των απορριμμάτων που υπόκειται στις δυνάμεις της βαρύτητας. Το μέγεθος αυτό παίζει καθοριστικό ρόλο για τον προσδιορισμό της ποσότητας εκχυλισμάτων που μπορούν να παραχθούν από ένα χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Νερό σε περίσσεια της χωρητικότητας υγρασίας είναι δυνατό να κινηθεί εντός του όγκου των αποτιθεμένων απορριμμάτων. Η χωρητικότητα υγρασίας μεταβάλλεται σε συνάρτηση της πίεσης και του βαθμού αποσύνθεσης των απορριμμάτων.

Η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά υπολογίζεται εργαστηριακά με καύση δείγματος στους  $950^\circ\text{C}$ , στην οποία καίγονται όλα τα οργανικά. Ο υπολογισμός μπορεί να γίνει είτε για το σύνολο των απορριμμάτων είτε για κάθε συστατικό ξεχωριστά. Η περιεκτικότητα σε ανόργανα υπολογίζεται από το υπόλειμμα μετά την καύση.



Συστατικά	Υγρασία (%)
Υπολείμματα τροφών	70
Χαρτί	6
Χαρτόνι	5
Πλαστικά	2
Γυαλιά	2
Μέταλλα	3
Κονσέρβες	3
Απορρίμματα κάδων (κλαδιά, φύλλα, κλπ)	60
Στάχτη, σκόνη, τούβλα, κλπ.	8
Δέρμα	10
Υφάσματα	10
Αδρανή άνω των 20mm	10
Αδρανή κάτω των 20mm	8

Πίνακας 4.19. Τυπικές τιμές υγρασίας απορριμμάτων (% κ.β.).

Η στοιχειακή ανάλυση των απορριμμάτων γίνεται επίσης εργαστηριακά με καύση των δειγμάτων σε υψηλή θερμοκρασία ώστε να κατακρατηθούν τα παραγόμενα οξείδια (άνθρακα, υδρογόνου, αζώτου και θείου) σε ειδικές στήλες όπου και θα αναλυθούν και θα καθορισθούν τα χημικά στοιχεία. Ο υπολογισμός μπορεί να γίνει είτε για το σύνολο των απορριμμάτων είτε για κάθε συστατικό ξεχωριστά.

Θερμογόνος δύναμη των οικιακών απορριμμάτων είναι η ποσότητα θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την καύση της μονάδας βάρους και εκφράζεται σε χιλιοθερμίδες ανά κιλό απορριμμάτων. Συνήθως έχει τιμές από 1200 έως 2000 kcal/kg. Η θερμογόνος δύναμη του συνόλου των απορριμμάτων ή των συστατικών τους υπολογίζεται εργαστηριακά με τη βοήθεια θερμιδόμετρου. Ο υπολογισμός της γίνεται στην περίπτωση ανάκτησης ενέργειας από τα απορρίμματα.

Συστατικό	Θερμιδικό περιεχόμενο (kJ/
Υπολείμματα τροφών	4000-37000
Χαρτί	11500-25300
Χαρτόνι	16000
Πλαστικά	23000-44000
Υφάσματα	18500
Ελαστικά	25500
Δέρματα	17400
Απορρίμματα κήπων	4800-17000
Ξύλο	6000-17000

Πίνακας 4.20. Ενδεικτικές τιμές θερμογόνου δύναμης ανάλογα με τον τύπο απορριμμάτων.

Η θερμοκρασία τήξης και συσσωμάτωσης της τέφρας που παράγεται μετά την καύση των απορριμμάτων κυμαίνεται μεταξύ 1100 -1200°C.

Αναφορικά με τον προσδιορισμό της χημικής τους σύστασης, τα απορρίμματα μπορούν να θεωρηθούν ως μείγμα καυσίμων και μη καυσίμων υλικών. Σε περίπτωση που τα απορρίμματα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμη ύλη, οι σημαντικότερες ιδιότητες που πρέπει να είναι γνωστές είναι η προσεγγιστική ανάλυση, η υγρασία (απώλεια στους 105°C σε μια ώρα), οι πτητικές ουσίες (πρόσθετη απώλεια στους 950°C), η στάχτη (υπόλειμμα μετά την καύση), ο μόνιμος άνθρακας, το σημείο τήξης της στάχτης και η χημική ανάλυση των καυσίμων συστατικών, δηλαδή των ποσοστών άνθρακα (C), αζώτου (N), θείου (S), και στάχτης. Λόγω του αυξημένου ενδιαφέροντος σχετικά με την εκπομπή χλωριωμένων ενώσεων κατά την καύση απορριμμάτων, πολλές φορές η στοιχειακή ανάλυση περιλαμβάνει και προσδιορισμούς περιεκτικότητας σε αλογόνα.

Η γνώση της πυκνότητας των απορριμμάτων είναι απαραίτητη για να μπορεί να προσδιορισθεί η συνολική μάζα των απορριμμάτων και ο όγκος του νερού που περιέχουν και πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά τη διαχείριση τους. Συνήθως, δεν υπάρχει ομοιομορφία στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να περιγράφεται η πυκνότητα των στερεών απορριμμάτων. Μερικές τυπικές πυκνότητες διαφόρων απορριμμάτων όπως αυτά βρίσκονται μέσα στα κοντέινερς δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Ως μέση τιμή της πυκνότητας των αστικών απορριμμάτων μπορούν να λαμβάνονται μέσα στο απορριμματοφόρο τα 250-350 kg/m<sup>3</sup> και στη σακούλα προσυλλογής τα 150-200 kg/m<sup>3</sup>.

Συστατικά	Πυκνότητα (kg/m <sup>3</sup> )
Υπολείμματα τροφών	290
Χαρτί	85
Χαρτόνι	50
Πλαστικά	65
Γυαλιά	195
Μέταλλα	210
Κονσέρβες	90
Απορρίμματα κάδων (κλαδιά, φύλλα, κλπ)	105
Στάχτη, σκόνη, τούβλα, κλπ.	480
Δέρμα	160
Υφάσματα	240
Αδρανή άνω των 20mm	250
Αδρανή κάτω των 20mm	480

Πίνακας 4.21. Τυπικές πυκνότητες απορριμμάτων.

Τα χαρακτηριστικότερα μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή απορριμμάτων είναι η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων και ο αντίστοιχος ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων. Η μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων εκφράζεται από το βάρος των απορριμμάτων που παράγει ένα άτομο σε μια ημέρα (kg/ημέρα). Η ποσότητα των απορριμμάτων που παράγονται ανά κάτοικο ποικίλλει πολύ ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Η ποσότητα, όπως είναι ευνόητο είναι μεγαλύτερη στις πλούσιες χώρες και στις πλούσιες περιοχές της ίδιας χώρας. Ακόμα, στις

αγροτικές περιοχές η ποσότητα των απορριμμάτων είναι μικρότερη από ότι στις αστικές περιοχές. Η τιμή της μοναδιαίας παραγωγής απορριμμάτων για την Ελλάδα κυμαίνεται από 0,6 kg/ ημέρα για τις αγροτικές περιοχές ως 1,4 kg/ ημέρα για τις οικονομικά ακμαίες αστικές περιοχές. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται παγκοσμίως μία αύξηση της μοναδιαίας παραγωγής απορριμμάτων και του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων. Ο ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων για μια περιοχή εκτιμάται πολλαπλασιάζοντας την μοναδιαία παραγωγή απορριμμάτων με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό παραγωγής απορριμμάτων είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα, διότι αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας αντιστοιχεί σε αύξηση της παραγωγής απορριμμάτων, οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις και ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές, οι εποχές του χρόνου, η συχνότητα συλλογής ενώ παρατηρείται αύξηση συχνότητας συλλογής ότι αντιστοιχεί σε αύξηση της παραγωγής απορριμμάτων, το οικονομικοκοινωνικό επίπεδο, το πολιτισμικό επίπεδο, το μορφωτικό επίπεδο των καταναλωτών, η γεωγραφική περιοχή αναφοράς, η ηλικία των καταναλωτών, η εμπορική δραστηριότητα, η βιομηχανική δραστηριότητα, η ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, η ενημέρωση των καταναλωτών, ο όγκος και τα είδη των κάδων και η εφαρμογή και άλλων δυνατοτήτων διάθεσης

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι καθορισμού του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων μιας περιοχής, που είναι οι εξής:

1. Απ'ευθείας ζύγιση των συλλεγομένων απορριμμάτων για ορισμένη χρονική περίοδο, μέσω ζύγισης των απορριμματοφόρων πάνω σε γεφυροπλάστιγγα.
2. Ανάλυση φορτίων, κατά την οποία διενεργείται καταμέτρηση των φορτίων των απορριμματοφόρων σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και ανά τακτά διαστήματα για λόγους αντιπροσωπευτικότητας. Το βάρος του φορτίου του απορριμματοφόρου προκύπτει από το ειδικό βάρος των απορριμμάτων ( $\text{kg/m}^3$ )
3. Ανάλυση ισοζυγίου υλικών, σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή είναι θεμελιώδης η αρχή του ισοζυγίου της μάζας, που επικρατεί σε ένα σύστημα (νοικοκυριό, περιοχή, δήμος, χώρα, κ.λπ.). Τα υλικά που εισέρχονται σε ένα σύστημα παραμένουν ένα μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα αναλόγως το υλικό, και στη συνέχεια εξέρχονται απορριπτόμενα από το σύστημα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα απορρίμματα των τροφίμων εξέρχονται αυθημερόν, ενώ τα έπιπλα μετά από χρόνια. Επομένως, με τη συγκεκριμένη μέθοδο ο υπολογισμός της παραγωγής απορριμμάτων στηρίζεται στον υπολογισμό των υλικών που καταναλώνονται. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου επικεντρώνονται στην πολυπλοκότητα των υπολογισμών, στην εξάρτηση της μεθόδου από τα στοιχεία κατανάλωσης/παραγωγής που δεν είναι πάντα διαθέσιμα για όλα τα προϊόντα και στο γεγονός ότι δε λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι που επηρεάζουν την καταναλωτική συμπεριφορά των πολιτών, άρα και την παραγωγή των απορριμμάτων ποιοτικά και ποσοτικά. Κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η δυνατότητα μελέτης ενός προϊόντος ή ομάδας προϊόντων, ο ακριβής υπολογισμός του ρυθμού παραγωγής απορριμμάτων και η δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικής παραγωγής απορριμμάτων.



## 5

## ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

## Περιεχόμενα

5.1 Διαχείριση υδατικών πόρων.	142
5.2 Τεχνολογίες περιορισμού υδάτινης ρύπανσης.	143
5.3 Συστήματα επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων.	153

## 5.1 Διαχείριση υδατικών πόρων.

Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα των υδατικών πόρων και επηρεάζει με καθοριστικό τρόπο τη διαχείριση των πόρων αυτών. Με τον όρο διαχείριση υδατικών πόρων νοείται το σύνολο των έργων και μέτρων που είναι απαραίτητα για να εξασφαλιστεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό η κάλυψη των αναγκών κάθε χρήστη ή στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, να εξασφαλιστεί η ισόνομη ικανοποίηση όλων των ενδιαφερόμενων σε σχέση με την κοινωνική σημασία κάθε χρήσης, σήμερα και στο μέλλον. Η έννοια της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων, που αντιμετωπίζουν τα διάφορα τμήματα των υδατικών συστημάτων και του περιβάλλοντος με βάση τις διαλεκτικές τους σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις, ούτως ώστε να αποφεύγονται οι αναποτελεσματικές τομεακές λύσεις.

Οι βασικές διαστάσεις της διαχείρισης υδατικών πόρων είναι η τεχνοκρατική διάσταση, η διοικητική δομή και η διαδικασία υλοποίησης. Επισημαίνεται ότι η πρώτη εξ αυτών αφορά την επιστημονική προσέγγιση της διαχείρισης, ενώ οι υπόλοιπες δύο καθορίζουν το ποιος θα υλοποιήσει τις ενέργειες και με ποιους τρόπους θα εφαρμοστεί η διαχείριση των υδατικών πόρων. Δεν θα πρέπει ωστόσο να παραβλέπεται το γεγονός, ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί μια συνεχή διαδικασία, η οποία για συμβατικούς και μόνο λόγους, διακρίνεται σε στρατηγική και επιχειρησιακή φάση. Στην πρώτη, επιλέγονται με «ορθολογικό» τρόπο τα απαιτούμενα μέτρα και έργα, ενώ στη δεύτερη πραγματοποιείται η «ορθολογική» τους λειτουργία. Αναλυτικότερα, η στρατηγική διαχείριση εφαρμόζεται σε κάθε λεκάνη απορροής ποταμού ή σε αριθμό γειτονικών λεκανών, όπου όλες οι θέσεις διαθεσιμότητας και κατανάλωσης νερού και όλα τα συστατικά στοιχεία του περιβάλλοντος που αφορούν το νερό, συσχετίζονται μεταξύ τους. Σημειώνεται ότι ως σύγχρονος όρος χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια η έννοια της «ολικής διαχείρισης υδρολογικής λεκάνης», στην οποία το έδαφος, οι χρήσεις/καλύψεις της γης, η βλάστηση και το νερό θεωρούνται ως μια αδιάσπαστη διαλεκτική ενότητα.

Οι βασικοί στόχοι της διαχείρισης υδατικών πόρων συνίστανται στους εξής:

- Να προμηθεύσει νερό επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την ικανοποίηση των αγροτικών, των βιομηχανικών, των ενεργειακών και των υπολοίπων αναγκών.
- Να προστατεύσει τους υδατικούς πόρους από τη ρύπανση.
- Να παρέχει ικανοποιητική προστασία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, ιδίως τις πλημμύρες και τις ξηρασίες.
- Να διανέμει πόσιμο νερό για σκοπούς άρδευσης, να εξυπηρετεί τη λειτουργία υδροηλεκτρικών έργων, να χρησιμοποιεί το ύδωρ για υδατικές μεταφορές και για σκοπούς αναψυχής και, τέλος, να διαθέτει το νερό για τη χλωρίδα και την πανίδα.

Σημειώνεται, ωστόσο ότι προκειμένου να επιτευχθούν οι ανωτέρω στόχοι, απαιτείται πρωτίστως για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα να συλλεγούν απαραίτητες πληροφορίες που έχουν να κάνουν με υδρο-μετεωρολογικά, υδραυλικά, και τοπογραφικά δεδομένα.

Η όποια διαχειριστική πολιτική της χώρας μας υπάρχει για τους υδάτινους πόρους στηρίζεται στο σύνολο των διοικητικών της πράξεων, οι οποίες διακρίνονται από την αδυναμία τους να καθορίσουν με ακρίβεια τα φυσικά μεγέθη και τις πραγματικές ανάγκες, ενώ φανερώνει συγχρόνως τις δυσκολίες που υπάρχουν στη διαδικασία του σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, τα κυριότερα προβλήματα που παρατηρούνται συνοψίζονται ως εξής: Η έλλειψη συστηματικής και αξιόπιστης καταγραφής και αξιολόγησης των φυσικών και τεχνητών υδατικών συστημάτων από ποσοτική και ποιοτική άποψη, καθώς και η ελλιπής επάρκεια παρατηρήσεων, όσον αφορά τις υδρολογικές, μετεωρολογικές, υδρογεωλογικές και ποιοτικές παραμέτρους. Η έλλειψη οργανωμένου δικτύου συλλογής πληροφοριών των φυσικών δεδομένων και ενιαίας βάσης για την καταχώρησή τους, με αποτέλεσμα την ατελή γνώση των διαφόρων συνιστωσών του υδρολογικού κύκλου, παρά το πλήθος των φορέων που ενασχολούνται με τις σχετικές μετρήσεις και το μεγάλο αριθμό των σχετικών

σταθμών. Η παντελής έλλειψη του συντονισμού μεταξύ των αρμόδιων φορέων σε εθνικό και σε περιφερειακό επίπεδο αναφορικά με τις μελέτες και έρευνες υποδομής που είναι σχετικές με τους υδατικούς πόρους. Η επανάληψη συναφών μελετών, οι οποίες κατά βάση παραμένουν ανεφάρμοστες και τα δεδομένα των οποίων είναι αμφίβολης αξιοπιστίας. Η ευκαιριακή εκμετάλλευση ενός μεμονωμένου υδατικού πόρου, χωρίς να υπάρχει σφαιρική και εμπειριστατωμένη γνώση των δυνατοτήτων του, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σταδιακά στην ποιοτική και ποσοτική του υποβάθμιση. Η έλλειψη κοστολόγησης του νερού, καθώς και η έλλειψη τιμολόγησής του, η οποία θα έπρεπε να στηρίζεται αφενός μεν στην κοστολόγηση αυτή, αφετέρου δε στην προσπάθεια να καλυφθούν περαιτέρω στόχοι, όπως η κοινωνική ευημερία, η εξοικονόμηση πόρων, τα αναπτυξιακά κίνητρα και η διατήρηση των επιθυμητών χαρακτηριστικών στους υδάτινους πόρους. Η έλλειψη πρόνοιας και κινήτρων για την εξοικονόμηση νερού σε όλες τις κατηγορίες χρήσεων του, καθώς και ο ελλιπής συντονισμός μεταξύ των χρήσεων αυτών για λόγους οικονομίας μέσων. Η έλλειψη κατανομής και απόδοσης του οικονομικού κόστους των έργων πολλαπλού σκοπού στους διάφορους επωφελούμενους τομείς χρήσης. Η χαλαρή σύνδεση των υφιστάμενων αναπτυξιακών προγραμμάτων με τις ανάγκες διαχείρισης του νερού από άποψη ποιότητας και ποσότητας. Η έλλειψη μακροχρόνιων προβλέψεων οικονομικών μεγεθών, οικονομικών τάσεων και παραγωγικών τομέων, στα πλαίσια του αναπτυξιακού προγραμματισμού, ο οποίος θα επέτρεπε τις ανάλογες προβλέψεις σε έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων.

Όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο ν. 3199/2003 που εναρμονίζει την οδηγία-πλαίσιο για τα ύδατα με την εθνική μας νομοθεσία, διακρίνεται για τα εξαιρετικής σημασίας προβλήματα και ελλείψεις του, οδηγεί τον καθέναν μας στη διαπίστωση, ότι στη χώρα μας δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι ενέργειες που απαιτούνται για τη διαχείριση και την προστασία των υδατικών της πόρων, ενώ η υδατική πολιτική της Ελλάδας στηρίζεται στην πράξη σε ανενεργούς νόμους.

Στον τομέα της διαχείρισης των υδάτινων πόρων δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί στον ελλαδικό χώρο η σύμπραξη δημοσίου ιδιωτικού - τομέα, ωστόσο έχει διαμορφωθεί σε ερευνητικό επίπεδο μία υπόθεση εργασίας για τα νησιά των Κυκλάδων. Η μελέτη που έγινε αφορούσε την αξιολόγηση εναλλακτικών μοντέλων βιώσιμης διαχείρισης των υδάτων στα νησιά των Κυκλάδων και έδειξε ότι η εφαρμογή διαφόρων τύπων συμπράξεων δημοσίου - ιδιωτικού τομέα, φαίνεται να έχει θετικές επιπτώσεις τόσο στην ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών όσο και στην οικονομική επιβάρυνση των καταναλωτών.

## 5.2 Τεχνολογίες περιορισμού υδάτινης ρύπανσης

Η επιλογή μιας μεθόδου επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως

- τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων όπως το βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD, το ποσοστό των αιωρούμενων στερεών, το pH και την παρουσία τοξικών συστατικών,
- την απαιτούμενη ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων,
- το κόστος και τη διαθεσιμότητα γης, καθώς ορισμένες διεργασίες είναι οικονομικά βιώσιμες μόνο όταν το κόστος της γης είναι χαμηλό,
- την πιθανότητα αλλαγής των προδιαγραφών διάθεσης των αποβλήτων στον τελικό αποδέκτη.

Το βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξειδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες. Η οξειδωση αυτή είναι σχετικά αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά σε είκοσι ημέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται τελικό BOD (BOD<sub>L</sub>). Στη συνηθισμένη

πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες ( $BOD_5$ ), μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60-70% των συνολικών οργανικών ουσιών. Σε μεγαλύτερους χρόνους λαμβάνει χώρα επιπλέον κατανάλωση οξυγόνου που οφείλεται στην αποδόμηση των αζωτούχων ουσιών και τη μετατροπή τους σε νιτρικά ιόντα με τη διαδικασία της νιτροποίησης.

Οι βαθμίδες επεξεργασίας είναι τρεις και είναι η πρωτοβάθμια, η δευτεροβάθμια και η τριτοβάθμια επεξεργασία.

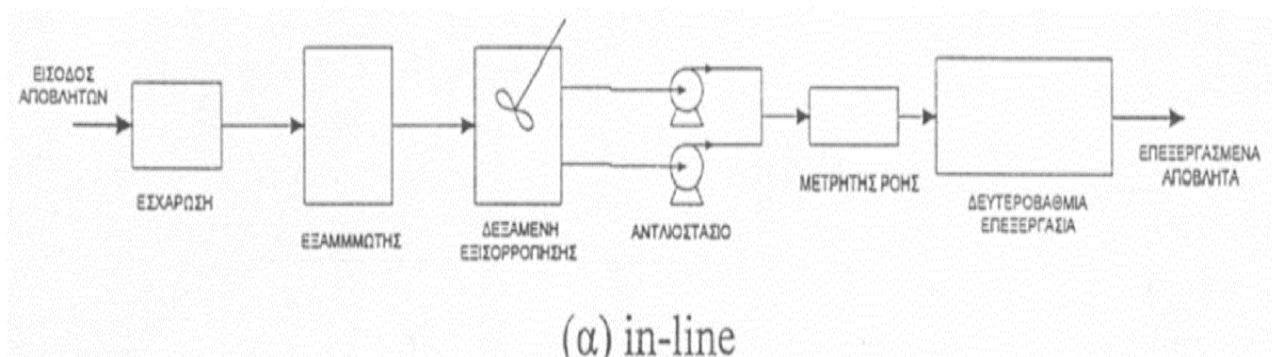
Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία διενεργείται η προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων, η οποία πραγματοποιείται για την απομάκρυνση των ογκωδών και αιωρούμενων στερεών ή την προετοιμασία των αποβλήτων για τη διοχέτευσή τους στη δευτεροβάθμια επεξεργασία με εξουδετέρωση και εξισορρόπηση της παροχής. Οι συνηθέστερες διεργασίες είναι η εσχάρωση, η εξάμωση-λιποσυλλογή, η πρωτοβάθμια καθίζηση, η εξισορρόπηση, η εξουδετέρωση και η επίπλευση.

Η εσχάρωση χρησιμοποιείται στην είσοδο μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων για την απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών διαφόρων μεγεθών, αλλά συνήθως χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των ογκωδών στερεών, τα οποία ονομάζονται εσχαρίσματα. Χωρίζονται σε χειροκίνητα καθαριζόμενες σχάρες και μηχανικά καθαριζόμενες σχάρες. Οι υδραυλικές απώλειες μέσω της σχάρας με μπάρες είναι συνάρτηση της ταχύτητας προσέγγισης των αποβλήτων στη σχάρα και της ταχύτητας δια μέσω της σχάρας.

Κατά την εξάμωση γίνεται απομάκρυνση των σωματιδίων της άμμου. Στην εξισορρόπηση χρησιμοποιείται δεξαμενή για την εξομάλυνση της ροής, που επιβάλλεται λόγω των διακυμάνσεων στην παροχή των υγρών αποβλήτων στη μονάδα επεξεργασίας, ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί και να λειτουργεί η μονάδα με βάση κάποια σταθερή ροή. Επιπλέον, χρησιμοποιείται για τη μείωση του όγκου των συσκευών της διεργασίας επεξεργασίας και συνεπώς του κόστους κατασκευής της εγκατάστασης.

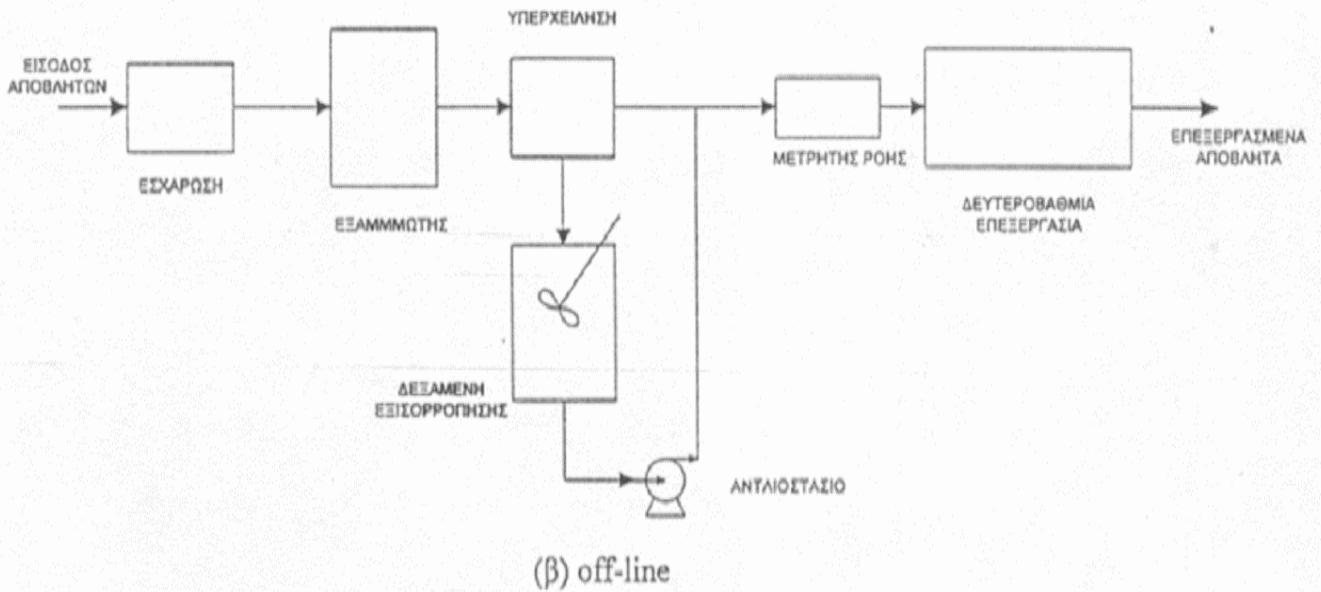
Στο πρώτο διάγραμμα του σχήματος 1.1, όλη η παροχή περνάει από τη δεξαμενή της εγκατάστασης, in-line. Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται για την απόσβεση μεγάλων διακυμάνσεων στις τιμές των συγκεντρώσεων των συστατικών των αποβλήτων, όπως και διακυμάνσεων της παροχής.

Στη δεύτερη περίπτωση η δεξαμενή τοποθετείται εκτός της κύριας γραμμής του διαγράμματος ροής, off-line. Μόνο ένα τμήμα ροής, που ξεπερνά ένα συγκεκριμένο όριο, εκτρέπεται στην δεξαμενή εξισορρόπησης. Αν και σε αυτή την περίπτωση απαιτούνται λιγότερες αντλίες, παρ'όλ'αυτά η απόσβεση των διακυμάνσεων της συγκέντρωσης των συστατικών των αποβλήτων είναι σημαντικά μειωμένη.

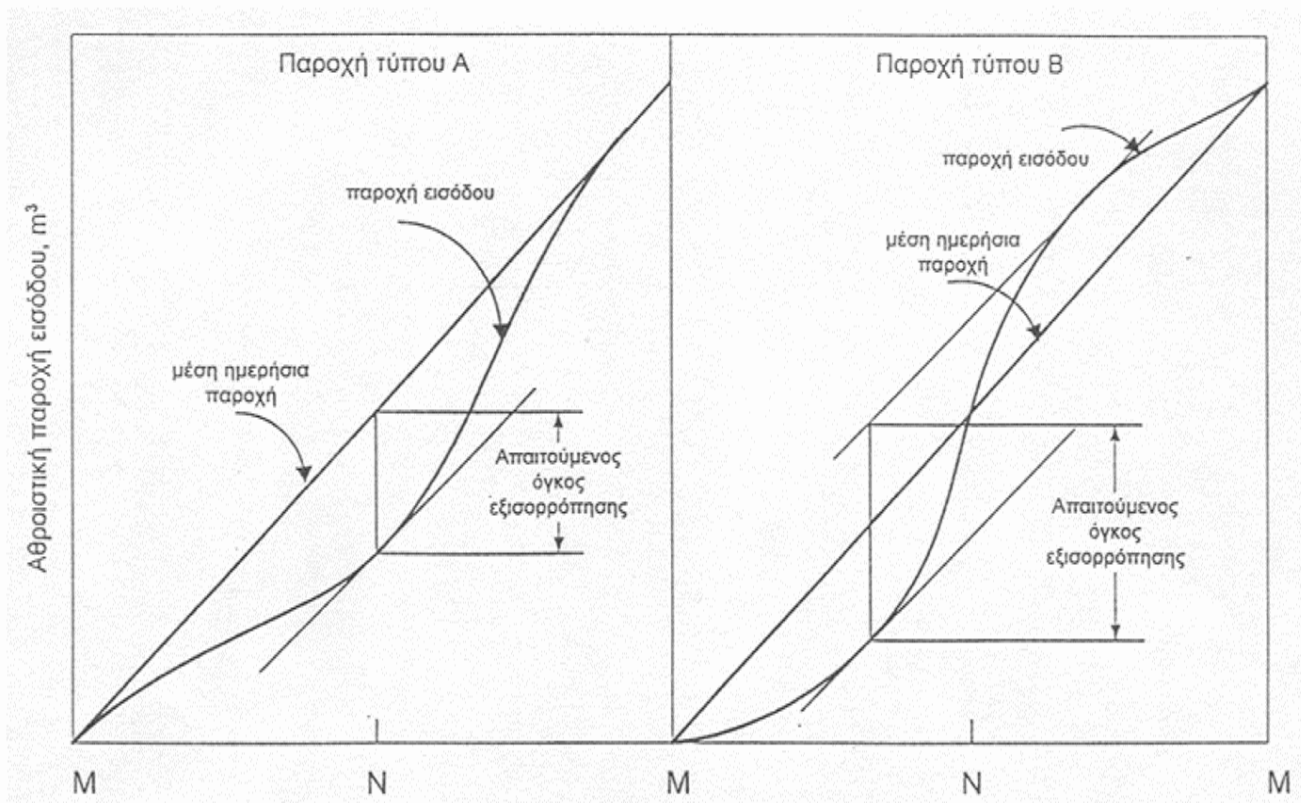


Σχήμα 5.1α Δεξαμενή εξισορρόπησης.





Σχήμα 5.1β Δεξαμενή εξισορρόπησης.



Σχήμα 5.2 Σχηματικός υπολογισμός του όγκου της δεξαμενής εξισορρόπησης για δυο διαφορετικές περιπτώσεις παροχής αποβλήτων. (όπου M μεσάνυχτα και N μεσημέρι)

Στην πρωτοβάθμια καθίζηση χρησιμοποιούνται βασικές αρχές των αιωρούμενων στερεών των αποβλήτων. Όταν ένα υγρό, που περιέχει αιωρούμενα στερεά, αφηθεί σε ηρεμία, τα στερεά που έχουν ειδική βαρύτητα μεγαλύτερη από του υγρού τείνουν να καθιζάνουν, ενώ αντίθετα εκείνα που έχουν μικρότερη ειδική βαρύτητα τείνουν να επιπλεύσουν στην επιφάνεια του υγρού. Στόχος είναι η απομάκρυνση των στερεών που είναι έτοιμα να καθιζάνουν και κατά συνέπεια μείωση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Οι δεξαμενές καθιζήσεως, ανάλογα με τη γεωμετρία τους, χωρίζονται σε ορθογώνιες, κυκλικές κεντρικής τροφοδοσίας και κυκλικές περιφερειακής τροφοδοσίας.

Οι ορθογώνιες δεξαμενές χρησιμοποιούν είτε μηχανικό ξέστρο που κινείται με αλυσίδα, είτε ξέστρο κινούμενης γέφυρας. Στον πρώτο τύπο πάνω στην αλυσίδα είναι προσαρμοσμένα πτερύγια ανά τρία μέτρα περίπου και κατά μήκος του πυθμένα της δεξαμενής. Τα στερεά οδηγούνται με τον τρόπο αυτό στην άκρη της δεξαμενής όπου συλλέγονται σε μικρότερες δεξαμενές λάσπης, από όπου αντλούνται με αντλίες. Η ταχύτητα κίνησης του μηχανισμού είναι συνήθως 0,3 m/s. Στις δεξαμενές με ξέστρο κινούμενης γέφυρας, ο μηχανισμός κινείται από τη μία άκρη της δεξαμενής προς την άλλη πάνω σε τροχούς ή ράγες που στηρίζονται στα πλαϊνά της δεξαμενής. Στις κυκλικές δεξαμενές η τροφοδοσία της παροχής γίνεται είτε στο κέντρο είτε στα πλευρικά της δεξαμενής. Το υγρό εκρέει από υπερχειλιστές και συλλέγεται σε περιμετρικό κανάλι, από όπου οδηγείται στην δευτεροβάθμια επεξεργασία. Οι επιπλέουσες ουσίες οδηγούνται με περιφερειακά κινούμενο ξέστρο σε ειδική χοάνη συλλογής και από εκεί σε φρεάτιο αφρών-επιπλεόντων. Η απομάκρυνση της λάσπης γίνεται με μηχανικά ξέστρα.

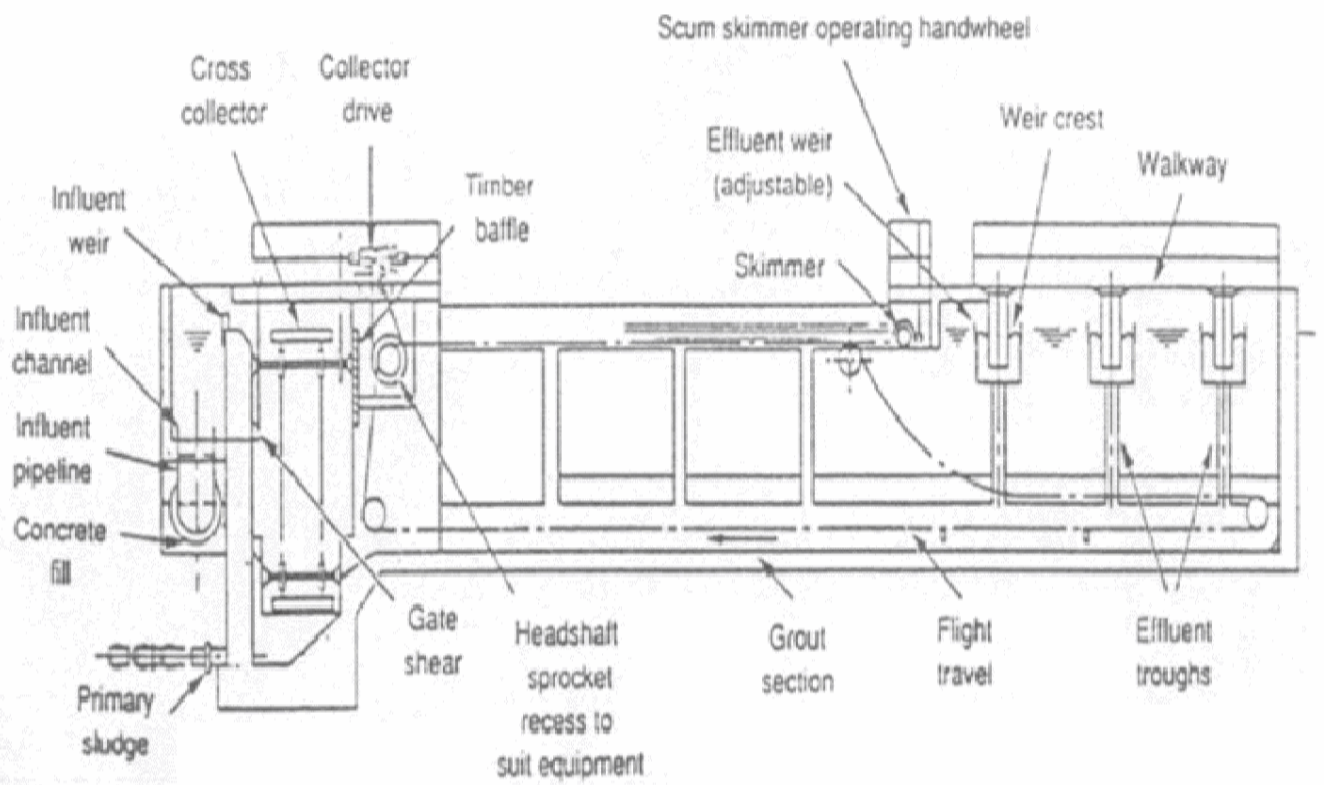
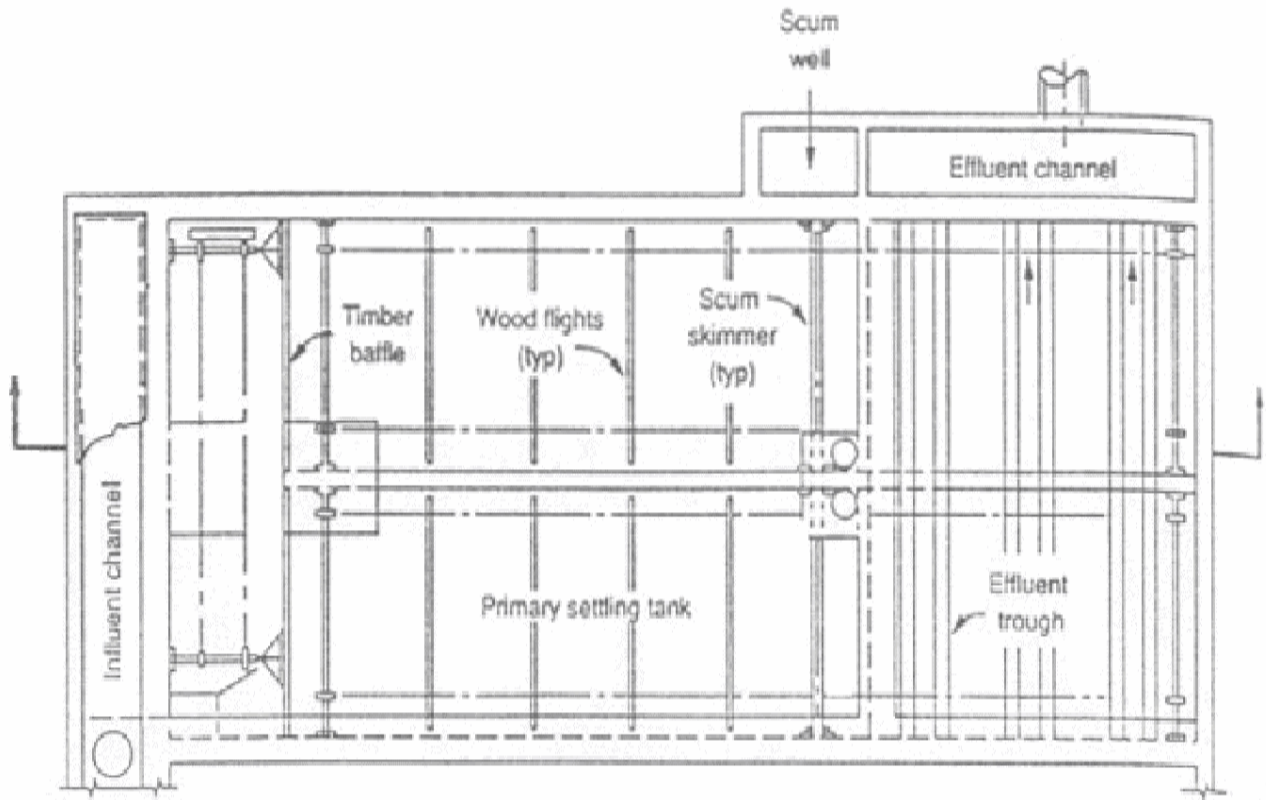
Η ιδέα της ιδανικής δεξαμενής καθίζησης αναπτύχθηκε από τους Hazen και Camp και είναι η βάση των εξισώσεων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των δεξαμενών καθίζησης. Μια ορθογώνια δεξαμενή, που χρησιμοποιείται ως μοντέλο, αποτελείται από τέσσερις ζώνες, που είναι οι εξής:

- Ζώνη εισόδου, όπου η ροή είναι ομαλή και τα σωματίδια κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλη τη διατομή.
- Ζώνη καθίζησης, όπου ένα σωματίδιο απομακρύνεται από την κατάσταση αιώρησης όταν φτάσει στον πυθμένα αυτής της ζώνης.
- Ζώνη εξόδου, που είναι η ζώνη εξόδου του εκρέοντος υγρού.
- Ζώνη λάσπης, κατά την οποία απομακρύνεται η λάσπη.

Ο όγκος της λάσπης που συλλέγεται στην πρωτοβάθμια καθίζηση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, το χρόνο καθίζησης και το βαθμό καθαρισμού των αποβλήτων που επιτυγχάνεται, τα χαρακτηριστικά των αιωρούμενων στερεών όπως η ειδική βαρύτητα και την συχνότητα με την οποία απομακρύνεται η λάσπη. Η πρωτοβάθμια καθίζηση σχεδιάζεται για την απομάκρυνση 50-70% των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα.

Χρόνος παραμονής	0,5 - 0,5 h
Ταχύτητα ροής	0,3 – 1,5 m/s
Ρυθμός υπερχείλισης	35 – 50 m <sup>3</sup> /day m <sup>2</sup>
Αποδόσεις	
Μείωση BOD	25 – 40 %

Πίνακας 5.1 Χαρακτηριστικά από λάσπη που απομακρύνεται στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης.



Σχήμα 5.3 Ορθογώνια δεξαμενή καθίζησης.

Η εξουδετέρωση της ροής των αποβλήτων χρησιμοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Πριν τη διοχέτευση των επεξεργασμένων αποβλήτων στον αποδέκτη. Η υδρόβια ζωή είναι ευαίσθητη σε μεταβολές του pH πέρα από ένα στενό όριο γύρω στο  $\text{pH}=7$ .
- Πριν τη διοχέτευση βιομηχανικών αποβλήτων στο αστικό αποχετευτικό σύστημα. Γενικά είναι οικονομικότερη η εξουδετέρωση των βιομηχανικών λυμάτων πριν την ανάμειξή τους με τα αστικά απόβλητα λόγω του μειωμένου όγκου αποβλήτων που επεξεργάζονται.
- Πριν τη χημική ή βιολογική επεξεργασία. Στη βιολογική επεξεργασία το επιθυμητό pH είναι 6.5-8.5 για να επιτευχθεί η βέλτιστη βιολογική δραστηριότητα.

Ο άμεσος έλεγχος του pH πραγματοποιείται με τους παρακάτω τρόπους:

- ασβεστολιθικές κλίνες,
- διάλυμα άσβεστου, που χρησιμοποιείται περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο,
- καυστική σόδα, είναι πιο ακριβή από τον ασβέστη, αλλά πλεονεκτεί λόγω της ευκολίας αποθήκευσης και τροφοδοσίας, ταχείς ρυθμούς αντίδρασης, ενώ τα τελικά προϊόντα της εξουδετέρωσης είναι διαλυτά,
- ανθρακικό νάτριο, το οποίο δεν είναι τόσο αντιδραστικό όσο η καυστική σόδα, ενώ δημιουργεί προβλήματα αφρισμού λόγω της δημιουργίας διοξειδίου του άνθρακα,
- αμμωνία, η οποία παρουσιάζει μειονεκτήματα στην χρησιμοποίησή της επειδή αυξάνει το φορτίο αζώτου των αποβλήτων.

Η επίπλευση είναι φυσική διεργασία που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό στερεών ή υγρών σωματιδίων από μια υγρή φάση. Ο διαχωρισμός γίνεται εισάγοντας φυσαλίδες αέρα μέσα στο υγρό. Η εισαγωγή του αέρα ή ο σχηματισμός των φυσαλίδων γίνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Έγχυση του αέρα ενώ το υγρό είναι υπό πίεση και στη συνέχεια αποσυμπίεση. ( μέθοδος DAF)

Στα συστήματα αυτά ο αέρας διαλύεται στα απόβλητα κάτω υπό υψηλή πίεση αρκετών ατμόσφαιρων και στη συνέχεια αποσυμπιέζεται σε ατμοσφαιρική πίεση. Στα συστήματα χαμηλής πίεσης όλη η παροχή μπορεί να συμπιεστεί με τη βοήθεια αντλίας με συμπιεσμένο αέρα που προστίθεται στην αναρρόφηση της αντλίας. Ολόκληρη η ροή διατηρείται σε μια δεξαμενή υπό πίεση για αρκετά λεπτά ώστε να διαλυθεί ο αέρας, δεξαμενή κατακράτησης. Στη συνέχεια η συμπιεσμένη ροή μέσω μιας βαλβίδας εκτονώσεως οδηγείται στη δεξαμενή επίπλευσης όπου ο αέρας σχηματίζει φυσαλίδες που διασπείρονται σε όλο τον όγκο των αποβλήτων.

- Αερισμός σε ατμοσφαιρική πίεση.

Στα συστήματα επίπλευσης σε ατμοσφαιρική πίεση, οι φυσαλίδες σχηματίζονται εισάγοντας τον αέρα απευθείας στην υγρή φάση με τη βοήθεια περιστρεφόμενης προπέλας ή με διαχύτες αέρα.

- Κορεσμός με αέρα σε ατμοσφαιρική πίεση και εφαρμογή κενού στο υγρό.

Η επίπλευση υπό κενό αποτελείται από κορεσμό των αποβλήτων με αέρα απευθείας στη δεξαμενή επίπλευσης ή επιτρέποντας τον αέρα να εισέλθει από την αναρρόφηση της αντλίας των αποβλήτων. Εφαρμόζεται έτσι ένα μερικό κενό που προκαλεί ο διαλυμένος αέρας να εξέλθει του υγρού ως πολύ μικρές φυσαλίδες. Οι φυσαλίδες και τα προσκολλημένα στερεά ανέρχονται στην επιφάνεια και σχηματίζουν ένα στρώμα αφρού, που απομακρύνεται με μηχανικό τρόπο.

Κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία εξετάζονται τα ακόλουθα στοιχεία:

Η διαδικασία ενεργού ιλύος

Ο σκοπός της διαδικασίας ενεργού ιλύος είναι η απομάκρυνση των διαλυμένων οργανικών ουσιών των αποβλήτων με βιοχημικές διαδικασίες. Η διεργασία της ενεργού ιλύος είναι μία βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων με μικροοργανισμούς, που μετατρέπουν τα πολύ μικρά και τα διαλυμένα οργανικά στερεά σε μεγάλα σωματίδια που μπορούν να διαχωριστούν από το υγρό με καθίζηση.

Η μέθοδος της δραστικής λάσπης (ενεργού ιλύος) αναπτύχθηκε στην Αγγλία το 1914. Έχει υψηλή απόδοση και απαιτεί μικρή έκταση αλλά έχει ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης από έμπειρο προσωπικό. Για μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη μέθοδος σε παγκόσμια κλίμακα.

Οι μικροοργανισμοί των αποβλήτων έχουν σημασία γιατί χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία αποβλήτων και προκαλούν εξάπλωση ασθενειών μέσω του νερού. Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε κατηγορίες:

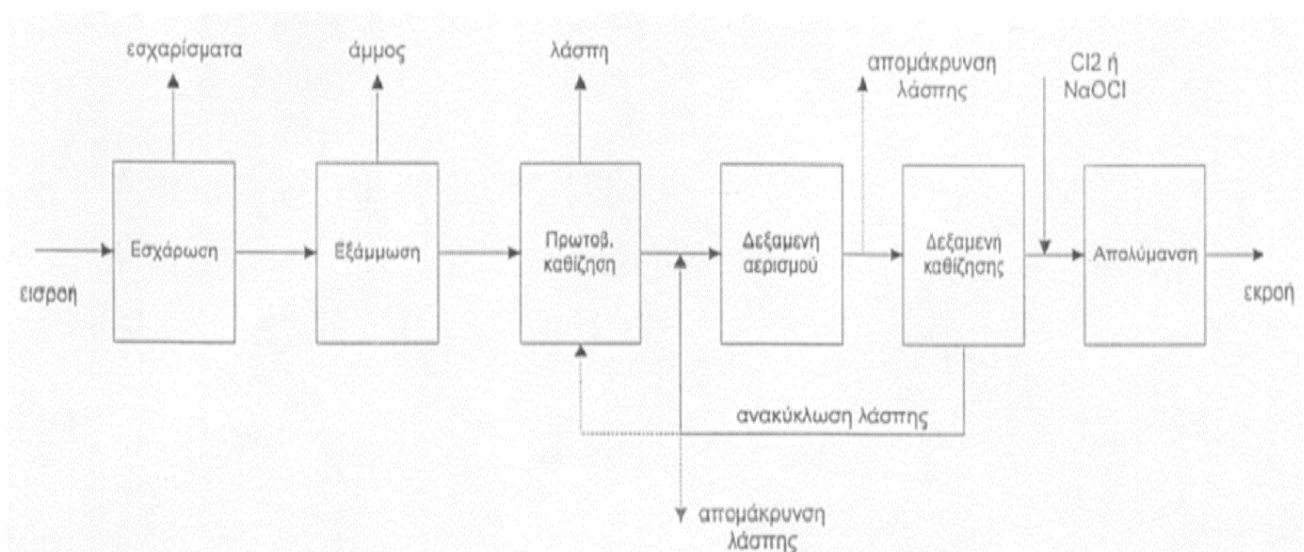
- α) ανάλογα με την πηγή άνθρακα που χρησιμοποιούν ως τροφή και είναι
- (i) αυτοτροφικοί, που χρησιμοποιούν διοξείδιο του άνθρακα ως τροφή
  - (ii) ετεροτροφικοί, που χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα ως τροφή
- β) ανάλογα με την παρουσία ή όχι οξυγόνου στο περιβάλλον που ζουν και αναπτύσσονται και είναι:
- (i) αερόβιοι, που δρουν παρουσία οξυγόνου,
  - (ii) αναερόβιοι, που δρουν κάτω από απουσία οξυγόνου,
  - (iii) αερόβιοι-αναερόβιοι, που δρουν κάτω από παρουσία ή απουσία οξυγόνου.

Τα βασικότερα είδη για την επεξεργασία αποβλήτων είναι:

- (i) Βακτηρίδια. Είναι ετεροτροφικοί ή αυτοτροφικοί, αερόβιοι, αναερόβιοι ή αερόβιοι-αναερόβιοι μικροοργανισμοί.
- (ii) Μήκυτες. Είναι ετεροτροφικοί και αερόβιοι μικροοργανισμοί.
- (iii) Πρωτόζωα. Είναι αερόβιοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί.
- (iv) Μικροφύκη ή άλγη. Είναι αυτοτροφικοί, φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί.
- (v) Μαλακόστρακα. Είναι αερόβιοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί.
- (vi) Ιοί. Είναι σωματίδια - παράσιτα που προσκολλώνται σε άλλους μικροοργανισμούς.

Ένα σύστημα ενεργού ιλύος αποτελείται από:

- α) βιολογικό αντιδραστήρα, που είναι η δεξαμενή αερισμού όπου οι μικροοργανισμοί που βρίσκονται σε αιώρηση καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες χρησιμοποιώντας οξυγόνο που προστίθεται στα απόβλητα από ειδικές διατάξεις αερισμού και
- β) δεξαμενή καθίζησης, όπου καθιζάνουν και διαχωρίζονται οι μικροοργανισμοί από τα υγρά απόβλητα



Σχήμα 5.4 Σύστημα ενεργού ιλύος.

Οι παράμετροι, που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό της διαδικασίας ενεργού ιλύος, είναι ο λόγος της τροφής (υπόστρωμα) προς τους μικροοργανισμούς και ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών. Ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών, που είναι και η ηλικία της λάσπης, ορίζεται ως το λόγο της μάζας των μικροοργανισμών στον αντιδραστήρα προς τη μάζα των μικροοργανισμών που αφαιρούνται από το σύστημα κάθε μέρα. Έχουν βρεθεί μέσοι χρόνοι παραμονής μικροοργανισμών 3-15 ημέρες από στοιχεία λειτουργίας εγκαταστάσεων. Η ποσότητα της λάσπης, που παράγεται και απομακρύνεται ανά μέρα για επεξεργασία, επηρεάζει το σχεδιασμό του εξοπλισμού χειρισμού της εγκατάστασης.

Εάν είναι γνωστή η απόδοση του συστήματος αερισμού, τότε μπορεί να υπολογιστεί η απαιτούμενη παροχή αέρα. Η παροχή αέρα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ικανοποιεί το βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο των αποβλήτων, να ικανοποιεί την ενδογενή αναπνοή των μικροοργανισμών, να προκαλεί ικανοποιητική ανάμιξη και να διατηρεί μια ελάχιστη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στην έξοδο της δεξαμενής αερισμού.

Για να λειτουργήσει σωστά ένα βιολογικό σύστημα, θα πρέπει να υπάρχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά σε αφθονία, για την επιβίωση των μικροοργανισμών. Οι κυριότερες τροφές είναι το άζωτο και ο φώσφορος, καθώς και μέταλλα, όπως σίδηρος, χαλκός μαγγάνιο, κ.α. Οι τιμές της σύστασης των στοιχείων δεν είναι απόλυτες, καθώς η εκατοστιαία σύσταση των κυττάρων των μικροοργανισμών εξαρτάται από την ηλικία τους και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Το πιο κοινό πρόβλημα στην λειτουργία μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων είναι η ανάπτυξη νηματοειδών μικροοργανισμών. Η παρουσία τους έχει ως αποτέλεσμα τη διόγκωση της λάσπης και τη δυσκολία στην καθίζησή της. Τα συστήματα πλήρους ανάπτυξης ενός σταδίου τείνουν να βοηθάν το σχηματισμό νηματοειδών μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας βιολογικός αντιδραστήρας που προηγείται των κυρίως δεξαμενών, στον οποίο οι συνθήκες που επικρατούν αποθαρρύνουν την ανάπτυξη αυτών των μικροοργανισμών. Πρόκειται για μια δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών. Ο έλεγχος των νηματοειδών μικροοργανισμών μπορεί να γίνει και με τη διοχέτευση μικρών ποσοτήτων χλωρίου που δρα τοξικά καταστρέφοντας τα κύτταρά τους. Η διοχέτευση των χημικών μπορεί να γίνει σε κατάλληλα σημεία.

Το οργανικό περιεχόμενο είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της εκροής. Συνήθως αποτελείται από διαλυμένα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά, αιωρούμενα οργανικά, και μη βιοαποικοδομήσιμα οργανικά.

Στο σχεδιασμό του συστήματος ενεργού ιλύος, οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι οι εξής:

- 1) η επιλογή του τύπου βιολογικού αντιδραστήρα, που γίνεται με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως κινητικές των αντιδράσεων, οι απαιτήσεις μεταφοράς του οξυγόνου, η φύση των αποβλήτων, κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- 2) τα φορτία των δεξαμενών
- 3) η παραγωγή λάσπης
- 4) οι απαιτήσεις σε οξυγόνο και η μεταφορά του σε μικροοργανισμούς
- 5) απαιτήσεις τροφής των μικροοργανισμών
- 6) έλεγχος των νηματοειδών οργανισμών
- 7) χαρακτηριστικά της εκροής

Η επεξεργασία τη λάσπης αποτελείται από την επεξεργασία των στερεών που συλλέχθηκαν από τα απόβλητα στη γραμμή επεξεργασίας των αποβλήτων. Η λάσπη συλλέγεται από την προεπεξεργασία, την πρωτοβάθμια και την δευτεροβάθμια καθίζηση. Οι στόχοι της επεξεργασίας είναι η μείωση του όγκου της με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους επεξεργασίας και διάθεσης και η μετατροπή της σε αδρανή μάζα, ώστε να διατεθεί ακίνδυνα στο περιβάλλον.

Τα κύρια στάδια επεξεργασίας της λάσπης είναι η προεπεξεργασία, η πύκνωση, η σταθεροποίηση-χώνευση, η απολύμανση και η αφυδάτωση.

Η προεπεξεργασία της λάσπης είναι απαραίτητη για την παροχή μιας σταθερής και ομογενούς ροής στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας της. Οι κύριες διαδικασίες προεπεξεργασίας της λάσπης είναι το άλεσμα, η εξάμμωση, η ανάμιξη και η αποθήκευση της λάσπης.

Η πύκνωση της λάσπης εφαρμόζεται για τη μείωση του όγκου της με αύξηση της περιεκτικότητας σε στερεά. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος των μονάδων επεξεργασίας και αυξάνεται η απόδοση μερικών από αυτές. Οι κυριότερες μέθοδοι πύκνωσης είναι με βαρύτητα, με επίπλευση και με φυγοκέντρωση. Η πύκνωση με βαρύτητα γίνεται σε δεξαμενές παρόμοιες στο σχεδιασμό με αυτές που χρησιμοποιούνται στην καθίζηση. Συνήθως χρησιμοποιούνται κυκλικές δεξαμενές. Η παροχή της λάσπης αφήνεται σε ηρεμία, ενώ η παχυμένη λάσπη απομακρύνεται από τον πυθμένα της δεξαμενής. Η εκροή των υγρών οδηγείται στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης ή στην είσοδο της μονάδας. Η λάσπη οδηγείται στη συνέχεια στους χωνευτές ή σε μονάδα αφυδάτωσης αν απαιτείται. Τα βασικά πλεονεκτήματα της πύκνωσης με βαρύτητα είναι το μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, η δυνατότητα αποθήκευσης της λάσπης και η μη απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού για τη λειτουργία της. Τα βασικά μειονεκτήματα είναι η μεγάλη απαιτούμενη επιφάνεια, η πιθανή δημιουργία οσμών και η χαμηλή απόδοση για ορισμένα είδη λάσπης.

Η σταθεροποίηση-χώνευση τη λάσπης γίνεται με σκοπό τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, την απομάκρυνση δυσάρεστων οσμών και τη μείωση της δυνατότητας σήψης της λάσπης. Οι κυριότερες μέθοδοι σταθεροποίησης είναι η επεξεργασία με ασβέστη, η θερμική επεξεργασία, η αναερόβια χώνευση και η αερόβια χώνευση. Ο στόχος της επεξεργασίας με ασβέστη είναι η διατήρηση του pH πάνω από 12 για περίπου δυο ώρες τουλάχιστον για να καταστραφούν οι παθογόνοι οργανισμοί και για να διατηρηθεί η αλκαλικότητα τουλάχιστον στο 11 για αρκετές μέρες. Η ποσότητα του ασβέστη εξαρτάται από τον τύπο της λάσπης και τη συγκέντρωση των στερεών. Η θερμική επεξεργασία είναι η διαδικασία στην οποία η λάσπη θερμαίνεται σε δοχείο πίεσης για μικρά χρονικά διαστήματα. Όταν η λάσπη υποβάλλεται σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, η θερμική ενέργεια απελευθερώνει το δεσμευμένο νερό και κροκιδώνει τα στερεά. Παράλληλα η υδρόλυση των πρωτεϊνούχων ουσιών προκαλεί την καταστροφή των κυττάρων και την απελευθέρωση των διαλυμένων οργανικών ενώσεων και του αμμωνιακού αζώτου.

Η αναερόβια χώνευση είναι μια σειρά από πολύπλοκες βιολογικές διεργασίες που γίνονται από διάφορους μικροοργανισμούς. Γενικά αποτελείται από δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση ειδικά αερόβια-αναερόβια βακτηρίδια, που ονομάζονται σχηματιστές οξέων, μετατρέπουν τις πολύπλοκες οργανικές ενώσεις σε οργανικά οξέα. Στη δεύτερη φάση αναερόβιοι μόνο μικροοργανισμοί, που ονομάζονται μεθανοβακτηρίδια, μετατρέπουν τα οργανικά οξέα, που σχηματίστηκαν στην πρώτη φάση, σε μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα σταθερά προϊόντα. Τα βασικά είδη της αναερόβιας χώνευσης είναι χαμηλής και υψηλής φόρτισης.

Η αερόβια χώνευση βασίζεται στο γεγονός ότι όταν επέρχεται κατανάλωση της τροφής των μικροοργανισμών, τότε αυτοί καταναλώνουν το πρωτόπλασμα των κυττάρων τους κι αυτοκαταστρέφονται. Η βιοκατανάλωση αυτή μπορεί να φτάσει ο 75-80% του κυτταρικού υλικού, ενώ το υπόλοιπο είναι αδρανής και μη αποικοδομήσιμη ύλη. Παράλληλα η αμμωνία οξειδώνεται προς νιτρικά.

Η απολύμανση της λάσπης έχει ιδιαίτερη σημασία λόγω των πολύ αυστηρών κανονισμών για την επαναχρησιμοποίηση και διάθεσή της. Όταν η λάσπη χρησιμοποιείται σε γεωργικές δραστηριότητες, τότε η δημόσια υγεία επιβάλλει τον πλήρη έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών της. Οι μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση της λάσπης περιλαμβάνουν την παστερίωση, την αποτέφρωση, την επεξεργασία υψηλού pH, την παρατεταμένη αποθήκευση πάνω από εξήντα ημέρες για σταθεροποίηση, με χλώριο ή με άλλα χημικά, με ακτινοβολία.

Η αφυδάτωση στοχεύει στη μείωση του όγκου της λάσπης με διαχωρισμό του ελεύθερου και δεσμευμένου νερού για έναν από τους παρακάτω λόγους:

- Μείωση του κόστους μεταφοράς της λάσπης στον χώρο τελικής διάθεσης.

- Ο χειρισμός της αφυδατωμένης λάσπης είναι ευκολότερος.
- Η αφυδάτωση απαιτείται πριν από την αποτέφρωση της λάσπης.
- Η αφυδάτωση απαιτείται πριν από διαδικασίες κομποστοποίησης, για να μειωθούν οι απαιτήσεις σε κροκιδωτικές ουσίες.
- Μείωση οσμών.
- Μείωση των υγρών που παράγονται στους χώρους ταφής και λάσπης.

Η αφυδάτωση επιτυγχάνεται είτε με φυσικές μεθόδους, όπως οι κλίνες ξήρανσης, είτε με μηχανικά μέσα, όπως η διήθηση υπό κενό, η φυγοκέντρωση, σε ταινιοφιλτρόπρεσσα, και σε φιλτρόπρεσσα.

Σκοπός της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση ορισμένων ρυπαντικών ουσιών που δεν απομακρύνονται στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας. Η απομάκρυνση αυτή αποσκοπεί στην προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από ορισμένες ουσίες ή στην προετοιμασία των αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση. Στην τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Στις φυσικές περιλαμβάνονται η απομάκρυνση της αμμωνίας με εκρρόφηση, των ολικών στερεών με διήθηση, και των διαλυτών στερεών με ηλεκτροδιάλυση ή αντίστροφη όσμωση, στις χημικές η απομάκρυνση των νιτρικών και της αμμωνίας με ιονανταλλαγή, του φωσφόρου με χημική επεξεργασία- καθίζηση και των διαλυμένων οργανικών ουσιών, χλωρίου και βαρέων μετάλλων με ενεργό άνθρακα, ενώ από τις βιολογικές η σημαντικότερη είναι η νιτροποίηση-απονιτροποίηση για την απομάκρυνση των ενώσεων του αζώτου.

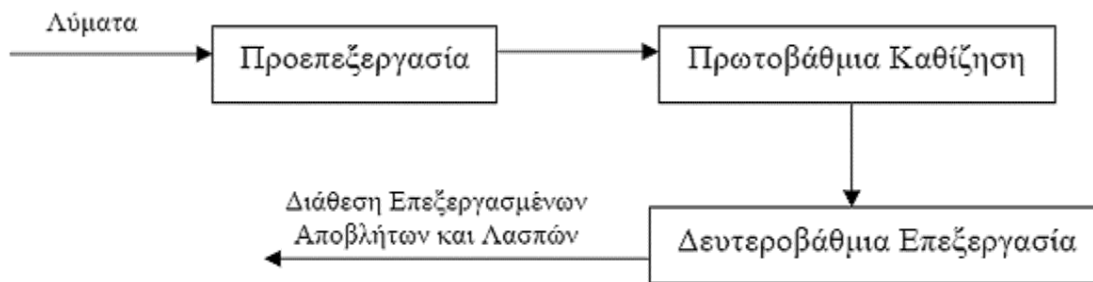
Η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού διεργασιών σε μια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων για μια συγκεκριμένη περίπτωση είναι μια τεχνικοοικονομική διαδικασία που μπορεί να συνοψισθεί στα ακόλουθα:

- (i) Εκτιμώνται τα χαρακτηριστικά και οι ποσότητες των αποβλήτων για τον επιθυμητό χρόνο ζωής του έργου.
- (ii) Προσδιορίζονται οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων προκειμένου να διοχετευτούν σε ένα συγκεκριμένο αποδέκτη ή να επανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές π.χ. άρδευση. Αυτές ορίζονται από κάποιο νόμο, όπως κανονισμοί, υγειονομικές διατάξεις, διατάξεις Ευρωπαϊκής Ένωσης, κλπ..
- (iii) Εξετάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις, που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους τοπικούς παράγοντες. Στους τελευταίους περιλαμβάνονται το κλίμα, οι εδαφολογικές συνθήκες, το είδος και η θέση του αποχετευτικού συστήματος κλπ. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία επιλέγονται οι πλέον εφικτές λύσεις. Η επιλογή των μεθόδων επεξεργασίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των 117 αποβλήτων που πρέπει να υποστούν επεξεργασία και από το βαθμό απομάκρυνσης των ρυπαντικών ουσιών.
- (iv) Στο στάδιο αυτό εξετάζονται τεχνικοοικονομικά οι λύσεις που επιλέχτηκαν αρχικά. Η τεχνικοοικονομική ανάλυση περιλαμβάνει:
  - α) Καθορισμό των κριτηρίων σχεδιασμού των διαφόρων μονάδων επεξεργασίας.
  - β) Διαστασιολόγηση των διαφόρων μονάδων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος.
  - γ) Ανάλυση του κόστους των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και του κόστους λειτουργίας - συντήρησης. Με βάση την ανάλυση αυτή εκλέγεται η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.



### 5.3 Συστήματα επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων.

Τα αστικά απόβλητα αποτελούνται κατά το 99,9% από νερό. Κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιδιώκεται η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, η μείωση του οργανικού φορτίου των λυμάτων και των ενώσεων του αζώτου και του φωσφόρου. Ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:



Σχήμα 5.5 Τυπικό διάγραμμα διεργασιών που πραγματοποιούνται κατά την επεξεργασία των υγρών αστικών αποβλήτων.

Η ποιότητα των εκροών μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων καθορίζεται από την Οδηγία 91/271 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η συγκεκριμένη οδηγία επιβάλλει σε οικισμούς με πληθυσμό μεταξύ των 2000 και 10000 κατοίκων την κατασκευή δικτύου αποχέτευσης μέχρι τις 31/12/2005 και την κατασκευή δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, μέχρι 31/12/2005, στην περίπτωση που τα λύματα αποβάλλονται σε επιφανειακά νερά και εκβολές ποταμών. Για μεγαλύτερους οικισμούς η κατασκευή δικτύου αποχέτευσης και συστήματος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των αποβλήτων είναι απαραίτητη ανεξάρτητα από το σημείο διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων. Η ίδια οδηγία καθορίζει οριακές τιμές σε μία σειρά παραμέτρων των επεξεργασμένων αποβλήτων.

Η διαδικασία της επεξεργασίας των υγρών αστικών λυμάτων ξεκινά με τη διεργασία της προεπεξεργασίας. Στο στάδιο της προεπεξεργασίας επιδιώκεται η απομάκρυνση αντικειμένων που επιπλέουν ή βρίσκονται σε αιώρηση στα λύματα και που εγκυμονούν κινδύνους έμφραξης των αγωγών, φθοράς του μηχανολογικού εξοπλισμού και δυσλειτουργίας των συστημάτων επεξεργασίας που ακολουθούν. Στο πρώτο στάδιο της προεπεξεργασίας επιδιώκεται η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων, όπως χαρτιά, κουρέλια, πλαστικά υλικά. Για το λόγο αυτό τα λύματα περνούν μέσα από μεταλλικές σχάρες που έχουν τοποθετηθεί σεκατακόρυφη ή κεκλιμένη θέση και απέχουν μεταξύ τους δυο με επτά εκατοστά (εσχάρωση). Στη συνέχεια, τα απόβλητα περνούν μέσα από δεξαμενή (εξαμμωτή), όπου παραμένουν για μερικά λεπτά, ώστε να καθιζήσουν τα βαρύτερα σωματίδια, άμμος, ανόργανα συστατικά.

Κατόπιν ακολουθεί η πρωτοβάθμια επεξεργασία, στόχος της οποίας είναι η απομάκρυνση σημαντικού μέρους του οργανικού υλικού των λυμάτων που βρίσκεται σε σωματιδιακή μορφή. Για το λόγο αυτό, τα λύματα οδηγούνται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου παραμένουν για χρονικό διάστημα δυο με τριών ωρών. Στη συγκεκριμένη δεξαμενή επιτυγχάνεται απομάκρυνση 50-65% των αιωρούμενων στερεών και 25-40% του βιομηχανικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD). Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι κυκλικές ή ορθογωνικές. Στις κυκλικές δεξαμενές τα λύματα εισέρχονται από το κέντρο της δεξαμενής, ενώ τα επεξεργασμένα απόβλητα απομακρύνονται από την υπερχειλίση που βρίσκεται περιμετρικά. Τα αιωρούμενα στερεά που καθιζάνουν αποτελούν την πρωτοβάθμια ιλύ (λάσπη) και απομακρύνονται με τη βοήθεια αντλιών.

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος, που διαδέχεται την πρωτοβάθμια επεξεργασία, αποτελεί σήμερα την πιο διαδεδομένη μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων. Από την πρώτη εφαρμογή της μεθόδου σε μονάδα συνεχούς ροής, το 1913, μέχρι σήμερα, ένας σημαντικός αριθμός παραλλαγών της έχει αναπτυχθεί, προσδίδοντας ιδιαίτερη ευελιξία στη χρήση της. Στην απλούστερη μορφή του, ένα σύστημα ενεργού ιλύος συνεχούς ροής αποτελείται από δύο δεξαμενές σε σειρά, τη δεξαμενή αερισμού και τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Στη δεξαμενή αερισμού, τα εισερχόμενα λύματα έρχονται σε επαφή με αιωρούμενα συσσωματώματα μικροοργανισμών (βιοκροκίδες), υπό αερόβιες συνθήκες. Μέρος του οργανικού φορτίου οξειδώνεται σε απλά τελικά προϊόντα, όπως  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , ενώ το υπόλοιπο μετατρέπεται σε νέο κυτταρικό υλικό. Στη συνέχεια, το μίγμα αποβλήτων και μικροβιακής βιομάζας (μικτό υγρό) οδηγείται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου υπό συνθήκες ηρεμίας οι βιοκροκίδες διαχωρίζονται με καθίζηση (ιλύς). Μέρος της ιλύος ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αερισμού για τη διατήρηση επαρκούς συγκέντρωσης βιομάζας για την αποδόμηση των λυμάτων, ενώ το υπερκείμενο υγρό οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία ή καταλήγει στον τελικό αποδέκτη.

Για την ικανοποιητική απόδοση της διεργασίας της ενεργού ιλύος, οι μικροοργανισμοί στην δεξαμενή αερισμού πρέπει να εμφανίζονται με τη μορφή συσσωματωμάτων, που ονομάζονται βιοκροκίδες. Ο σωστός σχηματισμός βιοκροκίδων συμβάλει τόσο στην απομάκρυνση του οργανικού φορτίου στη δεξαμενή αερισμού, μέσω των διεργασιών της απορρόφησης και προσρόφησης, όσο και στο διαχωρισμό των αιωρούμενων στερεών από τα επεξεργασμένα απόβλητα στη δεξαμενή καθίζησης. Σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των βιοκροκίδων παίζει η παρουσία εξωκυτταρικών πολυμερών που παράγονται από διάφορα είδη μικροοργανισμών της ενεργού ιλύος και αποτελούνται από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, νουκλεϊκά οξέα και λιπίδια.

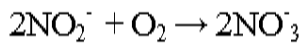
Ιδιαίτερη σημασία για την ομαλή λειτουργία μίας μονάδας ενεργού ιλύος έχει επίσης η διατήρηση στη δεξαμενή αερισμού περιβαλλοντικών συνθηκών, που ευνοούν τη δράση των μικροοργανισμών. Τέτοιες συνθήκες είναι η επίτευξη συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερης του 1-2 mg/l, η διατήρηση της τιμής του pH σε επίπεδα μεταξύ 6.5-8.0 και η ικανοποίηση λόγου BOD/N/P ίσου με 100/6/1.

Τέλος, σημαντική είναι η ικανοποίηση των τιμών μίας σειράς λειτουργικών παραμέτρων της μονάδας, οι σπουδαιότερες των οποίων είναι οι εξής:

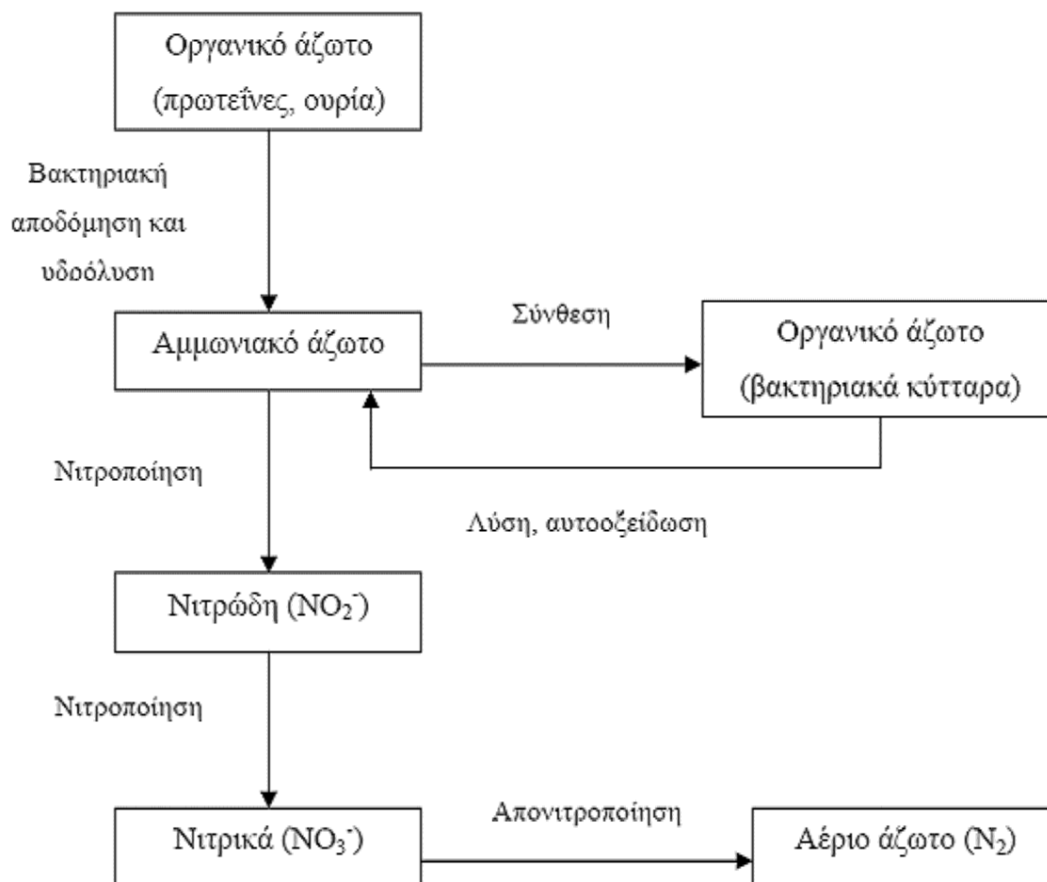
- Υδραυλικός χρόνος παραμονής των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού, λαμβάνει τιμές από 3.5-36 ώρες και εκφράζει τον μέσο χρόνο αερισμού των λυμάτων.
- Χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών στο σύστημα, λαμβάνει τιμές από 3-40 ημέρες και εκφράζει την ηλικία των μικροοργανισμών στο σύστημα.
- Φορτίο ιλύος, λαμβάνει τιμές από 0.05-1.0 kg BOD<sub>5</sub> ανά kg βιομάζας ανά ημέρα και εκφράζει το λόγο τροφής προς μικροοργανισμούς στη δεξαμενή αερισμού.
- Υδραυλικό φορτίο δεξαμενής καθίζησης, λαμβάνει τιμές από 12-41 m<sup>3</sup> ημέρα<sup>-1</sup> και εκφράζει τον όγκο λυμάτων που εφαρμόζονται ανά ημέρα στη δεξαμενή καθίζησης

Η παρουσία ενώσεων αζώτου και φωσφόρου στα εισερχόμενα λύματα και η συμβολή τους στο φαινόμενο του ευτροφισμού, καθιστούν συχνά αναγκαία την απομάκρυνση τους κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους απομάκρυνσης των ενώσεων του αζώτου σε μονάδες ενεργού ιλύος είναι η βιολογική νιτροποίηση και απονιτροποίησή τους, που επιτυγχάνεται με την εναλλαγή αερόβιων και ανοξικών συνθηκών. Σε ότι αφορά στις ενώσεις του φωσφόρου, συχνή είναι η βιολογική απομάκρυνσή τους σε συστήματα που περιλαμβάνουν και αναερόβιες δεξαμενές. Στο αποχετευτικό δίκτυο το οργανικό άζωτο γρήγορα μετατρέπεται σε ουρία και αυτή με την σειρά της υδρολύεται σε αμμωνία. Στις μονάδες ενεργού ιλύος, η αμμωνία σε ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται στη σύνθεση των ετερότροφων μικροοργανισμών, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της οξειδώνεται από τα αυτότροφα νιτροποιά βακτήρια (νιτροποιητές) μέσω της διεργασίας της νιτροποίησης.

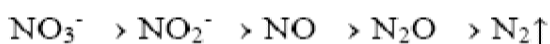


Οι νιτροποιητές είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι μικροοργανισμοί με συνέπεια η νιτροποίηση να επηρεάζεται από μία σειρά παραγόντων, όπως τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, την ηλικία ιλύος, τις τιμές της θερμοκρασίας και του pH, την ύπαρξη τοξικών ουσιών στα απόβλητα. Η νιτροποίηση επιτυγχάνεται στους αερόβιους αντιδραστήρες (δεξαμενές αερισμού) που χρησιμοποιούνται και για την απομάκρυνση του ανθρακογενούς υποστρώματος.



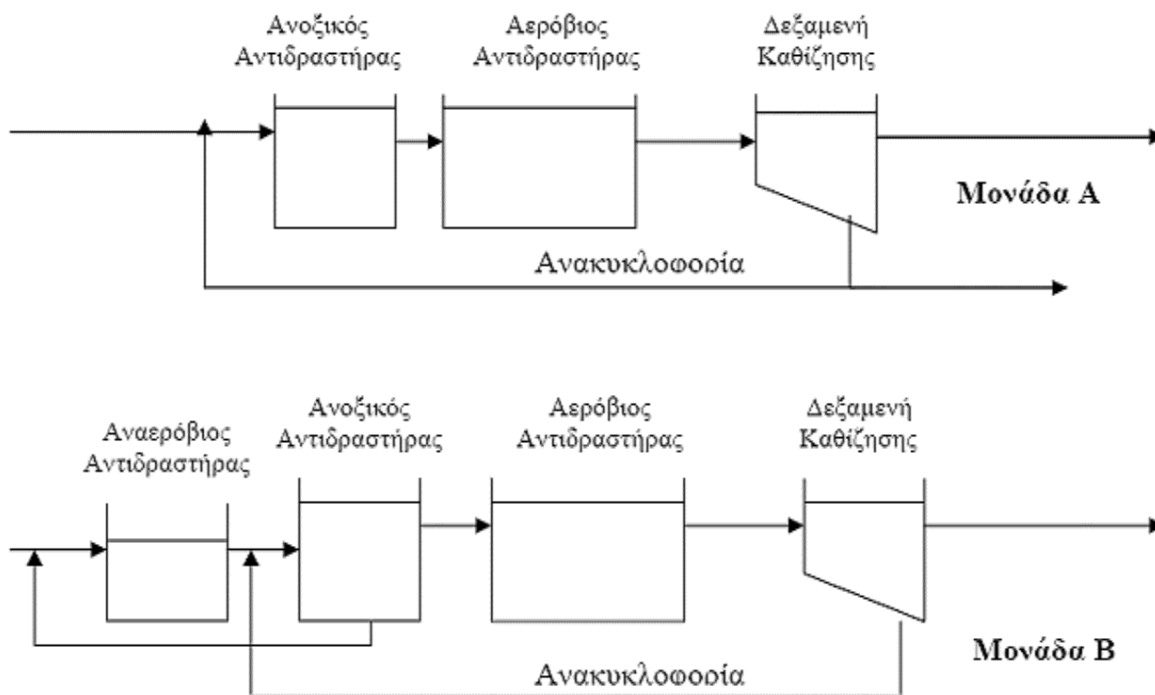
Σχήμα 5.6 Απεικόνιση μετατροπής των ενώσεων του αζώτου, σε σύστημα ενεργού ιλύος που πραγματοποιεί νιτροποίηση-απονιτροποίηση.

Η μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο επιτυγχάνεται μέσω της διεργασίας της απονιτροποίησης. Ως απονιτροποίηση ορίζεται η αναγωγή των νιτρικών σε αέριο άζωτο, διεργασία που ακολουθεί τέσσερα στάδια:



Στη συγκεκριμένη διεργασία που πραγματοποιείται από ετερότροφα, απονιτροποιά βακτήρια, η διάσπαση των οργανικών ενώσεων ακολουθεί τις ίδιες βιοχημικές αντιδράσεις με την αερόβια αναπνοή με τη διαφορά ότι τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων είναι το νιτρικό άζωτο. Τα απονιτροποιά βακτήρια αποκτούν την απαραίτητη ενέργεια για την αύξησή τους από την αναγωγή των νιτρικών, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούν μία πηγή άνθρακα για τη σύνθεση των κυττάρων τους. Για τη μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο, κατασκευάζονται συνήθως ανοξικοί αντιδραστήρες ανάντη των δεξαμενών αερισμού. Στους συγκεκριμένους αντιδραστήρες η απαραίτητη συγκέντρωση νιτρικών επιτυγχάνεται με την ανακυκλοφορία μέρους του μικτού υγρού από τη δεξαμενή καθίζησης στην ανοξική δεξαμενή ( Μονάδα Α).

Ο φώσφορος στα εισερχόμενα απόβλητα εμφανίζεται κυρίως ως ανόργανος φώσφορος (πολυφωσφορικές ρίζες). Η βιολογική απομάκρυνση του ανόργανου φωσφόρου επιτυγχάνεται με τη διαδοχή αναερόβιων - αερόβιων συνθηκών, που υποβοηθά την ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων με μεγαλύτερη ικανότητα ενδοκυτταρικής αποθήκευσης φωσφόρου (πολυφωσφορικά βακτήρια). Για το λόγο αυτό κατασκευάζονται αναερόβιοι αντιδραστήρες στην αρχή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Για τη διατήρηση επαρκούς συγκέντρωσης μικροοργανισμών στην αναερόβια δεξαμενή, μέρος του μικτού υγρού από την ανοξική δεξαμενή ανακυκλοφορεί στην αναερόβια δεξαμενή (Μονάδα Β).



Σχήμα 5.7 Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ενεργού ιλύος που επιτυγχάνει βιολογική απομάκρυνση αζώτου (Μονάδα Α) και βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου (Μονάδα Β).

Η ιλύς που αποβάλλεται από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης συνήθως υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία που έχει ως στόχο τη μείωση του όγκου της (πάχυνση) και τη μείωση του οργανικού της φορτίου (χώνευση). Η διάθεση της επεξεργασμένης ιλύος γίνεται στους χώρους διάθεσης των στερεών απορριμμάτων (χωματερές, χώροι υγειονομικής ταφής). Σε περιπτώσεις που στην ιλύ δεν ανιχνεύονται σημαντικές συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών, είναι δυνατή η χρήση της ως εδαφοβελτιωτικό.

Τα επεξεργασμένα απόβλητα της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης συνήθως υφίστανται απολύμανση για τη θανάτωση των παθογόνων μικροοργανισμών και στη συνέχεια διατίθενται στον τελικό αποδέκτη (επιφανειακά ύδατα, θάλασσα, έδαφος). Η εδαφική διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους όπως άρδευση, ταχεία διήθηση και επιφανειακή ροή.

Τα λύματα μετά την επεξεργασία είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν εφόσον ικανοποιούνται ορισμένες προδιαγραφές, κατά περίπτωση χρήσης τους, σχετικά με το βαθμό επεξεργασίας που πρέπει να υποβληθούν τα υγρά απόβλητα, τα όρια των συγκεντρώσεων των συστατικών των επεξεργασμένων λυμάτων, τον ακριβή τρόπο επαναχρησιμοποίησή τους, κ.α. Ορισμένοι τύποι επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων είναι οι κάτωθι:

- Περιορισμένη άρδευση σε καλλιέργειες, όπως δάση, εκτάσεις, όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δέντρα, συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους. Η απεριόριστη άρδευση μεταξύ άλλων, αφορά σε όλα τα άλλα είδη καλλιεργειών όπως λαχανικά, αμπέλια, ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, θερμοκήπια.
- Πότισμα μεγάλων εκτάσεων, όπως νεκροταφεία, πρανή αυτοκινητοδρόμων, γήπεδα γκόλφ, δημόσια πάρκα, και εγκαταστάσεων αναψυχής, την κατάσβεση πυρκαγιών, νερό για τη συμπύκνωση εδαφών, νερό για τον καθαρισμό οδών και πεζοδρομίων, νερό για διακοσμητικά σιντριβάνια και νερό για καθαρισμό τουαλετών.
- Στη βιομηχανία περιλαμβάνει νερά συστημάτων ψύξης, λεβήτων και χρήσης κατά τις διάφορες διεργασίες.
- Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα με επεξεργασμένα λύματα μπορεί να επιτραπεί στις περιπτώσεις όπου αποδεδειγμένα ο υδροφορέας δεν χρησιμοποιείται για σκοπούς ύδρευσης. Η ποιότητα των υπόγειων υδάτων μετά τον εμπλουτισμό του υδροφορέα με λύματα θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον ισοδύναμη με την ποιότητα που απαιτείται για απεριόριστη αρδευτική ή αστική χρήση. Ωστόσο, με δεδομένη την αβεβαιότητα ως προς μελλοντικές πιθανές χρήσεις του υδροφορέα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή συσσώρευσης οργανικών στα υπόγεια ύδατα.



## 6

## ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

## Περιεχόμενα

6.1 Στρατηγικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.	160
6.2 Τεχνικές διαχείρισης αστικών αποβλήτων.	161
6.2.1 Μεταφόρτωση στερεών αποβλήτων.	162
6.2.2. Διαλογή στην πηγή.	164
6.2.3. Κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών.	170
6.2.4. Μηχανική ανακύκλωση.	173
6.2.5. Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.	175
6.2.6. Μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας.	180
6.3 Τεχνικές διαχείρισης απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.	187
6.4 Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών.	189
6.5 Διαχείριση οχημάτων τέλους κύκλου ζωής.	190
6.6 Διαχείριση ελαστικών.	192
6.7 Διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.	193
6.8 Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.	198

## 6.1 Στρατηγικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.

Σε πανελλαδικό επίπεδο, η διάθεση των απορριμμάτων τείνει να εξελιχθεί σε μεγάλο κοινωνικό πρόβλημα, καθώς γίνεται με τη μέθοδο της συχνά ανεξέλεγκτης απόρριψης και κάποτε, σε ορισμένες περιπτώσεις μόνον, υγειονομικής ταφής. Το όλο θέμα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έχει εκχωρηθεί από πολύ παλιά και σε μεγάλο ποσοστό εν λευκώ στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), εξαιτίας όχι κάποιας πολιτικής αποκέντρωσης αλλά εξαιτίας μίας τάσης απαλλαγής της πολιτικής εξουσίας από τις ευθύνες ενός τέτοιου έργου, το οποίο συνεπάγεται μόνο κόστος από πλευράς πολιτικής. Όσον αφορά στρατηγικές για βελτίωση της διαχείρισης απορριμμάτων, γενικές κατευθυντήριες γραμμές πλεύσης αποτελούν προγράμματα ευρείας κλίμακας για ανακύκλωση χαρτιού/αλουμινίου/γυαλιού/πλαστικών με διαλογή στην πηγή, σε συνδυασμό με πιλοτικές μονάδες μηχανικού διαχωρισμού, άλλοι συνώνυμοι δόκιμοι όροι είναι λιπασματοποίηση, κομποστοποίηση και βιοσταθεροποίηση, και καύση, ως μια από τις θερμικές επεξεργασίες.

Στο παρελθόν έχουν λειτουργήσει για σχετικά μικρά χρονικά διαστήματα μία μονάδα λιπασματοποίησης (κομποστοποίησης ή βιοσταθεροποίησης) στο Καλοχώρι Θεσσαλονίκης και μία μονάδα καύσης στη Ζάκυνθος, επί του παρόντος λειτουργούν μονάδες μηχανικής διαλογής στην Αττική και την Καλαμάτα, με συνδιάθεση ιλύος από τη μονάδα βιολογικού καθαρισμού της πόλης, ενώ μεγάλη έμφαση έχει ορθά από καιρό δοθεί στον προσδιορισμό της ποιοτικής σύστασης των στερεών αστικών αποβλήτων. Αυτό πάντως που θεωρείται πρώτιστης σπουδαιότητας και άμεσα εφαρμόσιμο είναι η καταγραφή όλων των χώρων απόρριψης ανά την επικράτεια, η επιτόπου διεξαγωγή υδρογεωλογικών μελετών και η όσο το δυνατόν αριθμητική συρρίκνωσή τους σε ένα σύνολο από λιγότερους χώρους μεγαλύτερου μεγέθους και με καλύτερα ελεγχόμενη διάθεση, με ταυτόχρονη εξυγίανση των παλαιών χώρων. Η μέχρι σήμερα πρακτική της διαχείρισης απορριμμάτων δείχνει ότι μοναδικό μέλημα είναι η απομάκρυνσή τους από τις πόλεις. Σε πολλούς χώρους απόρριψης τα σκουπίδια (αυτ)αναφλέγονται και καίγονται κάθε τόσο επί τόπου. Για αυτό το πράγμα η Ελλάδα έχει καταδικασθεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο και για το θέμα του φαραγγιού του Κουρουπητού έξω από τα Χανιά.

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με έντονη τουριστική κίνηση και αυτή η παράμετρος εισάγει πρόσθετα προβλήματα σε θέματα διαχείρισης απορριμμάτων, τα οποία είναι ανύπαρκτα, καθώς τόσο η ποσότητα όσο και η σύσταση των παραγομένων απορριμμάτων παρουσιάζει διακυμάνσεις, χωρικές και εποχιακές. Ιδιαιτερότητα παρουσιάζει εδώ το θέμα των ελληνικών νησιών, όπου αφενός η ετήσια παραγωγή και σύσταση των απορριμμάτων παρουσιάζει μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις εξαιτίας του τουρισμού και αφετέρου τα εδάφη είναι ως επί το πλείστον ασβεστολιθικά δηλαδή περατά, άρα ακατάλληλα για υγειονομική ταφή. Εδώ, μονάδες καύσης και μηχανικής διαλογής αποτελούν ιδιαίτερα προσιτές λύσεις. Μία μονάδα καύσης δεν είναι απαραίτητο να κατασκευασθεί με πολυδάπανα συστήματα αντιρρύπανσης, κάτι που θα επιβάλλονταν από τη στιγμή που αυτή κατασκευάζονταν π.χ. στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Αυτό οφείλεται στην πρακτικά ασήμαντη προκύπτουσα ατμοσφαιρική ρύπανση από τη στιγμή που οι ρύποι εκπέμπονται σε περιοχή με μηδαμινή πρωθύστερη ατμοσφαιρική επιβάρυνση αλλά και διασκορπίζονται εύκολα από τον άνεμο. Το θέμα των αποστάσεων από μονάδες απορρόφησης ενδεχόμενων ανακυκλωμένων υλικών καθιστά επιβεβλημένη την ύπαρξη επιτόπου π.χ. κάποιας πρέσας για μείωση του όγκου τους αλλά και τη διερεύνηση επιμέρους λύσεων που θα καλύψουν αυτό το πρόβλημα, π.χ. φορτηγά που φθάνουν φορτωμένα με κάποιο εμπόρευμα σε ένα νησί και το αδειάζουν, μπορούν να παραλαμβάνουν τα ανακυκλωμένα υλικά στο ταξίδι επιστροφής αντί να επιστρέφουν άδεια - περίπτωση Ζακύνθου από το 1993 και μετά. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ολόκληρη την Ευρώπη γίνεται πολύ δημοφιλής πλέον η έννοια του "οικολογικού τουρισμού". Πρωτοπόρος σε αυτό το πεδίο μπορεί να θεωρηθεί παγκοσμίως η Ελβετία.



## 6.2 Τεχνικές διαχείρισης αστικών αποβλήτων.

Η διαχείριση των αστικών αποβλήτων είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων από τη φάση της παραγωγής τους ως και τη φάση της τελικής διάθεσης τους στο περιβάλλον, με ή χωρίς προηγούμενη βιομηχανική επεξεργασία. Η διαχείριση απορριμμάτων περιλαμβάνει τρεις κύριες φάσεις:

- την προσυλλογή, που γίνεται με ευθύνη της νοικοκυράς σε σάκους, δοχεία ή κάδους,
- την αποκόμιση, που γίνεται με ευθύνη της δημοτικής αρχής και περιλαμβάνει την συλλογή των απορριμμάτων από τις θέσεις προσυλλογής τους και τη μεταφορά τους στους χώρους διάθεσης και
- την υγειονομική ταφή, που πρέπει να γίνεται με ευθύνη και πάλι της δημοτικής αρχής και να περιλαμβάνει τη διάστρωση, σύνθλιψη, συμπίεση και κάλυψη με χώμα των απορριμμάτων.

Χαρακτηριστικό των προβλημάτων που σχετίζονται με τη χάραξη μιας ορθολογικής στρατηγικής για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στη χώρα μας είναι το γεγονός ότι το κοινό πολύ συχνά συγχέει την έννοια του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) με την έννοια της χωματερής. Μία από τις αιτίες αυτής της σύγχυσης είναι και το γεγονός ότι στην Ελλάδα σήμερα λειτουργούν ελάχιστοι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων οι οποίοι πληρούν όλες τις προδιαγραφές για μία διάθεση απορριμμάτων που δεν θα δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον και πολύ συχνά η κακή λειτουργία ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων τον κάνει να λειτουργεί στην πράξη σαν χωματερή. Οι διαφορές ανάμεσα στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων και στο χώρο ανεξέλεγκτης απόθεσης απορριμμάτων (χωματερή) μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

1. Η χωροθέτηση Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων γίνεται μετά από μελέτη η οποία λαμβάνει υπόψη της κριτήρια τεχνικά, χωροταξικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικής αποδοχής.
2. Σε ένα Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων υπάρχει μέριμνα ώστε τα διασταλάζοντα νερά, τα οποία περιέχουν σημαντικό ρυπαντικό φορτίο, να μη ρυπαίνουν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.
3. Το βιοαέριο που παράγεται από ένα Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων συλλέγεται και αξιοποιείται, ενώ σε μια ανεξέλεγκτη χωματερή η παραγωγή βιοαερίου γίνεται αιτία για πρόκληση πυρκαγιών.
4. Στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων έχουμε καθημερινή επικάλυψη των απορριμμάτων με χώματα.
5. Αφού χρησιμοποιηθεί ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, που καλό είναι να μην ξεπερνάει τα τριάντα χρόνια, γίνεται περιβαλλοντική αποκατάσταση του χώρου με φύτευση δένδρων και δημιουργία πάρκου.

Το να βρεθούν καινούργιοι χώροι για ελεγχόμενη απόρριψη γίνεται όλο και πιο δύσκολο. Όλοι συμφωνούν ότι πρέπει να βρεθούν νέοι χώροι, αρκεί να είναι μακριά από τα σπίτια τους. Η αντιμετώπιση αυτή του προβλήματος είναι γνωστή διεθνώς με τον όρο Not in my back yard.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων, περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, την διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος, τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Σύμφωνα και με όσα ορίζει η ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, δεν επιτρέπεται η διάθεση σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, αποβλήτων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Σύμφωνα με την ίδια ΚΥΑ, ως επεξεργασία ορίζονται οι φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, προκειμένου να περιοριστούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητές

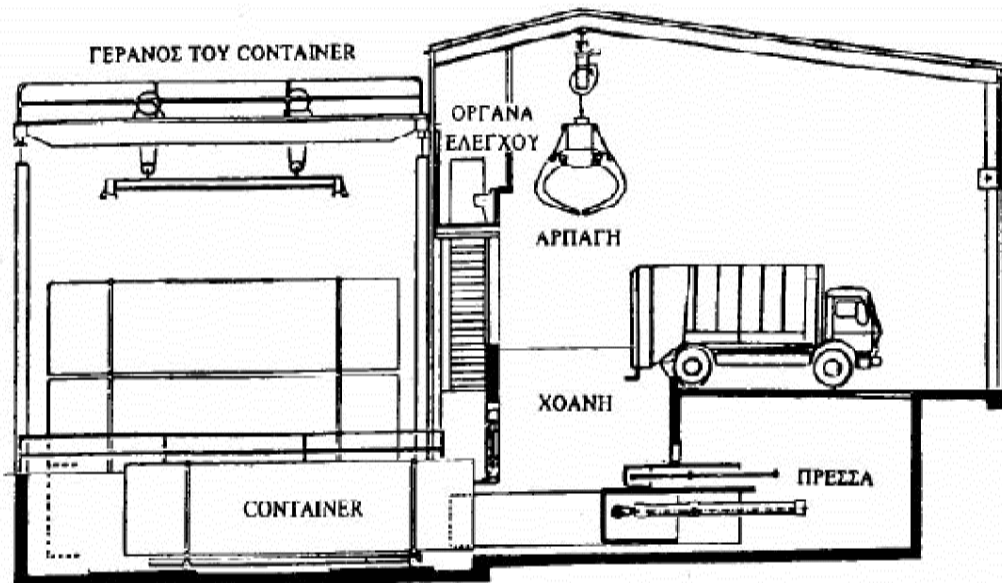
τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους ή να βελτιωθεί η ανάκτηση χρήσιμων υλών. Κατά συνέπεια, ως επεξεργασία εννοείται η διαλογή στην πηγή (συσκευασιών, οργανικών, πράσινων, επικίνδυνων οικιακών κ.α.), η μηχανική διαλογή, η μεταφόρτωση και η δεματοποίηση, καθώς και όλες οι τεχνολογίες θερμικής, φυσικής, χημικής και βιολογικής επεξεργασίας.

Πρέπει να επισημανθεί, πως δεν υπάρχει βέλτιστη τεχνολογία για το σύνολο των περιπτώσεων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, καθώς κάθε μία από αυτές παρουσιάζει μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους αρμόδιους φορείς, που θα κληθούν να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν τα έργα. Κρίσιμη παραμέτρος σχεδιασμού είναι η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αλλά και ο βαθμός ανάπτυξης της αγοράς για την αξιοποίηση των προϊόντων (RDF, Compost, ανακυκλώσιμα). Οι παράμετροι αυτοί επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας που θα επιλεγεί, τόσο από οικονομική (βιωσιμότητα της μονάδας) όσο και από τεχνική και περιβαλλοντική άποψη (βαθμός αξιοποίησης δευτερογενών προϊόντων, τελική εκτροπή από χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων κ.α.). Στην περίπτωση που για παράδειγμα δεν είναι δυνατή η απορρόφηση των παραγόμενων RDF/SRF, compost στην αγορά, τότε αυτά θα καταλήξουν σε χώρους διάθεσης μειώνοντας σημαντικά την εκτροπή σε σχέση με τον αρχικό όγκο των αποβλήτων. Είναι προφανές ότι η επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας, θα πρέπει να τεκμηριώνεται μέσω της εκπόνησης εξειδικευμένων τεχνικών μελετών. Ακολούθως αναλύονται οι σημαντικότερες μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών αποβλήτων.

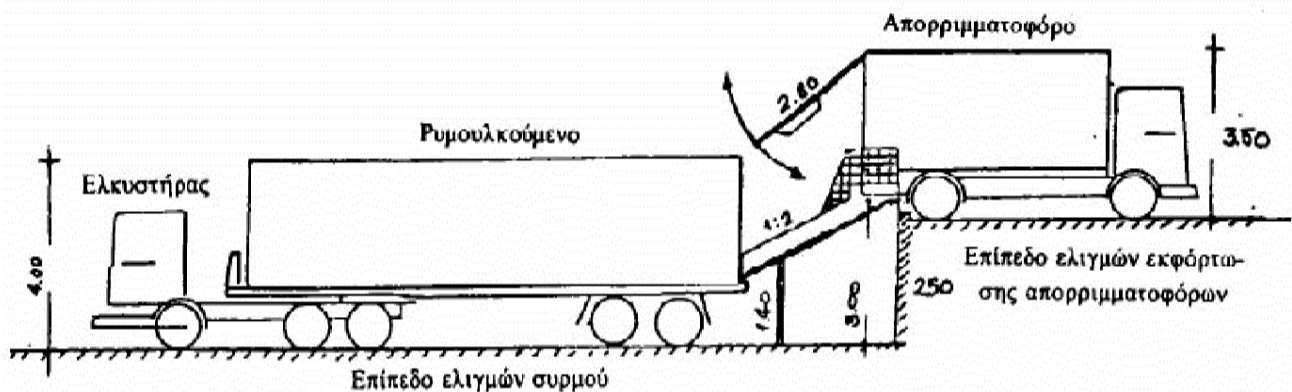
#### 6.2.1. Μεταφόρτωση στερεών αποβλήτων.

Ως μεταφόρτωση καλείται ο κύκλος εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής σε άλλα μέσα συγκέντρωσής τους, προκειμένου στη συνέχεια να μεταφερθούν προς περαιτέρω διαχείριση. Στους σταθμούς μεταφόρτωσης (ΣΜΑ) τα απορρίμματα μεταφορτώνονται σε ειδικά οχήματα κατάλληλα για κίνηση σε μεγάλες αποστάσεις. Οι σταθμοί αυτοί πρέπει να χωροθετούνται σε κεντροβαρικά σημεία ως προς τις πηγές δημιουργίας των απορριμμάτων, ώστε τα απορριμματοφόρα οχήματα μετά την συμπλήρωση του φορτίου τους να διανύουν την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι τον σταθμό μεταφόρτωσης, όπου ξεφορτώνουν και επιστρέφουν και πάλι στο έργο της αποκομιδής. Στη συνέχεια, τα οχήματα από τον σταθμό μεταφόρτωσης μεταφέρουν τα απορρίμματα σε μονάδα/ες επεξεργασίας ή/και τελικής διάθεσης, έχοντας πολλαπλάσιο ωφέλιμο φορτίο από εκείνο των απορριμματοφόρων.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης ταξινομούνται ανάλογα με τη δυναμικότητά τους, ως μικροί και μεγάλοι, το είδος των πάγιων εγκαταστάσεων, ως σταθεροί και κινητοί, και το βαθμό συμπίεσης των απορριμμάτων που επιτυγχάνουν. Σταθερός θεωρείται ο σταθμός μεταφόρτωσης όπου όλες οι απαραίτητες διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με την κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και τεχνική υποδομή ενώ κινητός σταθμός μεταφόρτωσης θεωρείται οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που φέρει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποδοχή των αποβλήτων χωρίς τη μεσολάβηση πάγιων εγκαταστάσεων. Τα απόβλητα, κατά τη διαδικασία αυτή υφίστανται συμπίεση, η οποία στοχεύει στην επίτευξη του μέγιστου επιτρεπόμενου, κατά περίπτωση, ωφέλιμου φορτίου για την περαιτέρω μεταφορά τους. Η συμπίεση αυτή γίνεται συνήθως σε containers ενώ εναλλακτικά, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, ενδέχεται να πραγματοποιηθεί δεματοποίηση των αποβλήτων, με χρήση εγκαταστάσεων υψηλού βαθμού συμπίεσης.



Σχήμα 6.1 Σταθμός μεταφόρτωσης (Πηγή: Διεπιστημονικό - Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών, "Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων", Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και ιλύος, Α. Κατσίρη)



Σχήμα 6.2 Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης (Πηγή: Διεπιστημονικό - Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών, "Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων", Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και ιλύος, Α. Κατσίρη)

Η εγκατάσταση σταθμού μεταφόρτωσης είναι αποδοτική όταν η απόσταση του χώρου διάθεσης είναι μεγαλύτερη των 30km και η ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων ξεπερνά τους είκοσι τόνους.

### 6.2.2. Διαλογή στην πηγή.

Με τον όρο «Διαλογή στην πηγή» περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Η ανακύκλωση που πρέπει να συνδυάζεται με τη διαλογή στην πηγή ορισμένων κατηγοριών απορριμμάτων, είναι μία μέθοδος που μπορεί να μειώσει σημαντικά τον όγκο των παραγομένων απορριμμάτων. Η μείωση στην ποσότητα των απορριμμάτων που οδηγούνται σε ταφή συνεπάγεται μικρότερη ρύπανση του εδάφους, του αέρα και των νερών της χλωματερής στην οποία αυτά διατίθενται, όπως και παράταση της διάρκειας ζωής της. Μέσω της διαλογής στην πηγή επιτυγχάνεται επίσης, απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών όπως και υλικών με ανεπιθύμητες εκπομπές, με συνέπεια να επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση της ενδεχόμενης εγκατάστασης καύσης. Η χρησιμοποίηση (δευτερογενώς) ανακυκλωμένων υλικών έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, όπως επίσης και τη μείωση της ρύπανσης κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής νέων προϊόντων. Η διαλογή στην πηγή διαθέτει το προτέρημα ότι, μέσω της συμμετοχής των κατοίκων, ανακτά υλικά πριν αυτά αναμειχθούν με τα υπόλοιπα απορρίμματα, έχοντας έτσι θετικές επιπτώσεις και στο κόστος συλλογής των απορριμμάτων επειδή παρεμβάίνει και επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς τους. Για την υλοποίηση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή απαιτείται η απασχόληση προσωπικού σε σχέση 5:1 με την ταφή, δημιουργώντας έτσι νέες θέσεις εργασίας, ενώ παράλληλα προάγεται η περιβαλλοντική παιδεία, ευαισθησία και συνείδηση των κατοίκων που συμμετέχουν. Άλλωστε η διαλογή στη πηγή είναι η μοναδική μέθοδος διαχείρισης που προϋποθέτει τη συμμετοχή των πολιτών.

Τα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλώνονται περιλαμβάνουν:

- α) Χαρτιά, χαρτόνια.
- β) Γυαλιά.
- γ) PVC και άλλα πλαστικά.
- δ). Μέταλλα όπως σίδηρος, αλουμίνιο, ψευδάργυρος κ.λπ.
- ε) Ζυμώσιμο κλάσμα (οργανικά απόβλητα).
- στ) Παλιά υφάσματα, ρούχα, κουρέλια.
- ζ) Ορυκτέλαια.
- η) Βιομηχανικά απόβλητα.
- θ) Μεγάλα απορρίμματα όπως έπιπλα που γίνονται αντίκες, μεταχειρισμένα αυτοκίνητα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και άλλες ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, κλπ

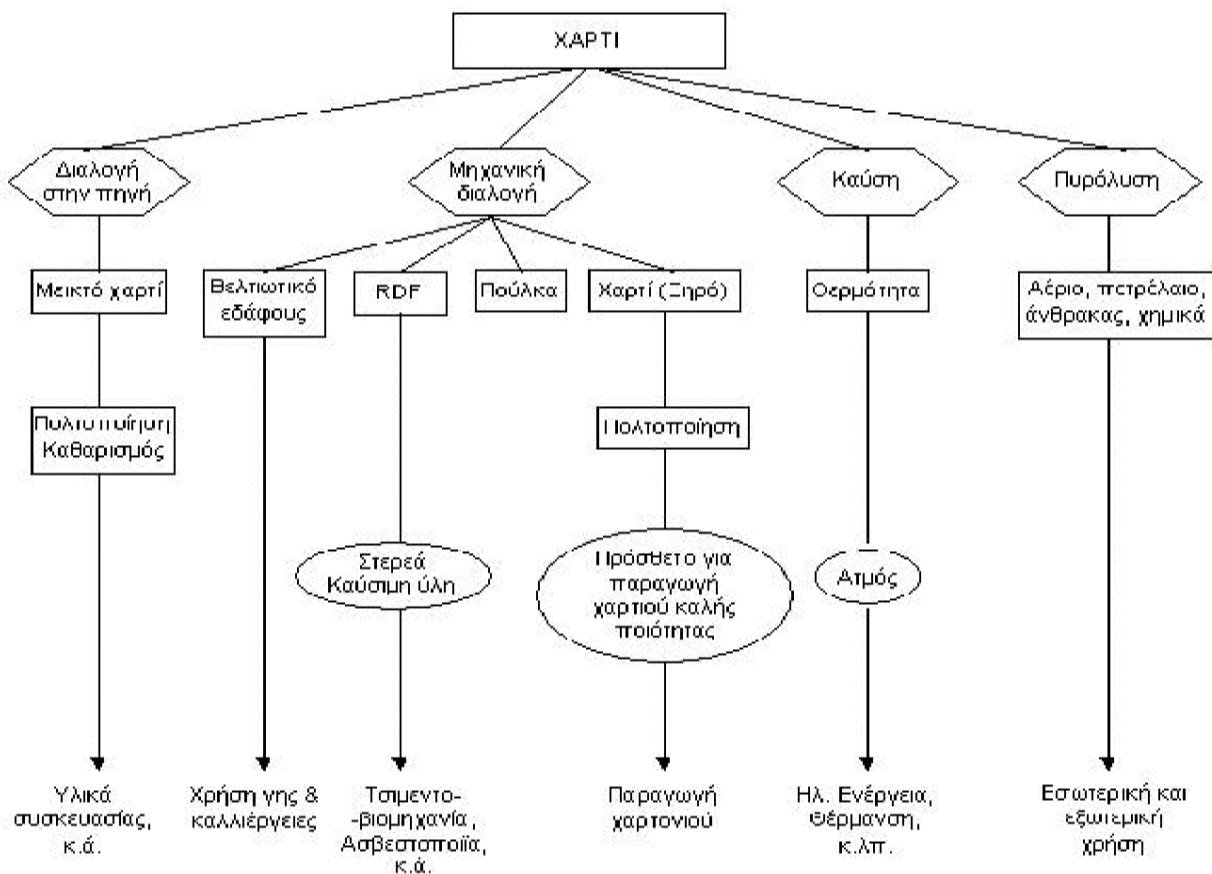
Οι παράμετροι από τους οποίους εξαρτάται η λειτουργικότητα ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή είναι το είδος και η ποσότητα των προς διαλογή – ανακύκλωση υλικών, η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών, η ύπαρξη αγορών για την απρόσκοπτη απορρόφησή τους, η ευκολία υλοποίησης και το κόστος άλλων εναλλακτικών τεχνικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που εφαρμόζονται στην υπό εξέταση περιοχή.

Στην Ελλάδα συλλέγονται χωριστά και εκτρέπονται από το ρεύμα των σύμμεικτων αποβλήτων, τα απόβλητα που εμπίπτουν στο Ν.2939/01, δηλαδή τα υλικά συσκευασίας, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού κ.α. Αν και προβλέπεται στο σύνολο των περιφερειακών σχεδιασμών, ακόμα η διαλογή στη πηγή του οργανικού κλάσματος δεν έχει εφαρμοστεί σε κάποια διαχειριστική ενότητα. Ορισμένοι ΟΤΑ έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες, π.χ. Δήμος Ελευσίνιας, ώστε να εφαρμοστεί η διαλογή του οργανικού κλάσματος, μέσω της χρήσης οικιακών κάδων κομποστοποίησης, ενώ ορισμένοι φορείς εφαρμόζουν προγράμματα για την ξεχωριστή συλλογή του έντυπου χαρτιού. Σε κάθε περίπτωση, η διαλογή στην πηγή θα πρέπει να επεκταθεί στη χώρα μας, καθώς αφενός μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αύξηση του βαθμού ανακύκλωσης των υλικών, αφετέρου είναι σύμφωνη με τις γενικές κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Επισημαίνεται δε, πως σύμφωνα με τη νέα Οδηγία 2008/98/ΕΚ, προβλέπεται η χωριστή συλλογή μέχρι το 2015 τουλάχιστον τεσσάρων ρευμάτων υλικών (χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μέταλλο). Στα ακόλουθα σχήματα απεικονίζονται οι δυνατότητες διαχείρισης απορριπτόμενων

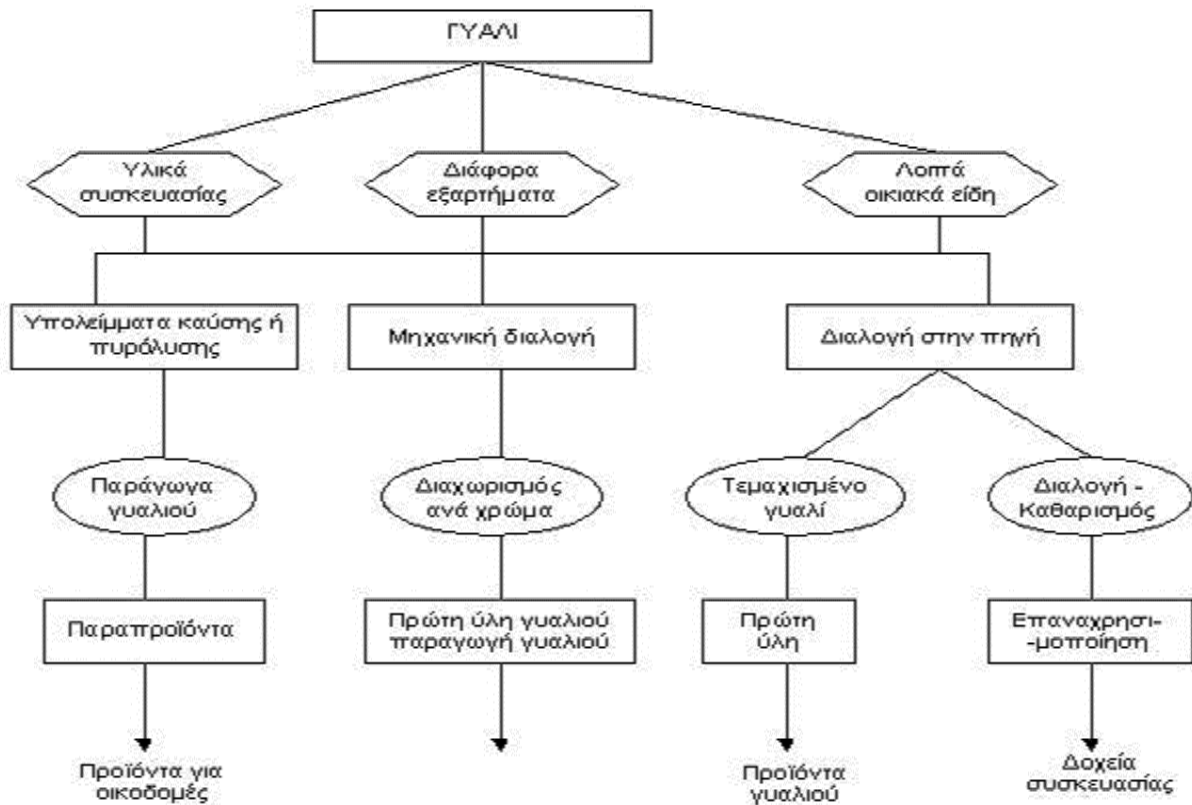
υλικών, όπως του χαρτιού, του γυαλιού, των σιδηρούχων μεταλλικών αντικειμένων, του αλουμινίου, των μη σιδηρούχων μεταλλικών αντικειμένων και του πλαστικού, μετά την ανακύκλωσή τους.



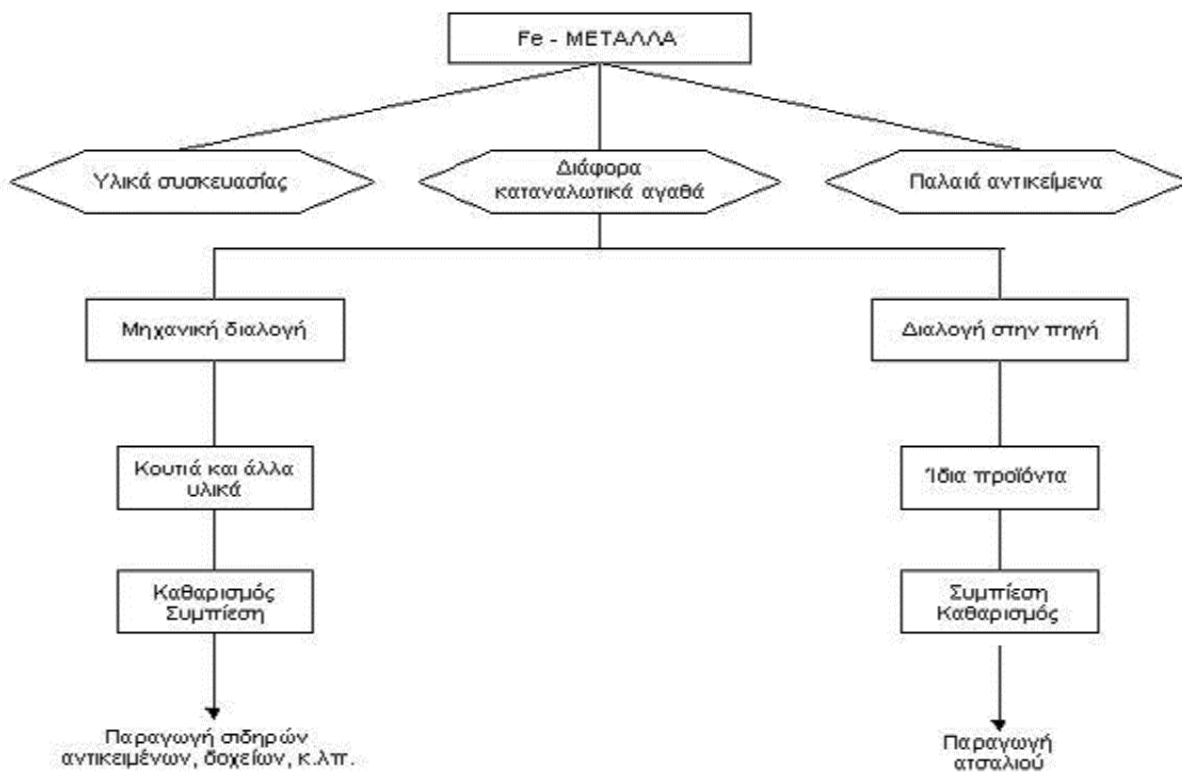
Σχήμα 6.3 Ανταποδοτικό κέντρο ανακύκλωσης.



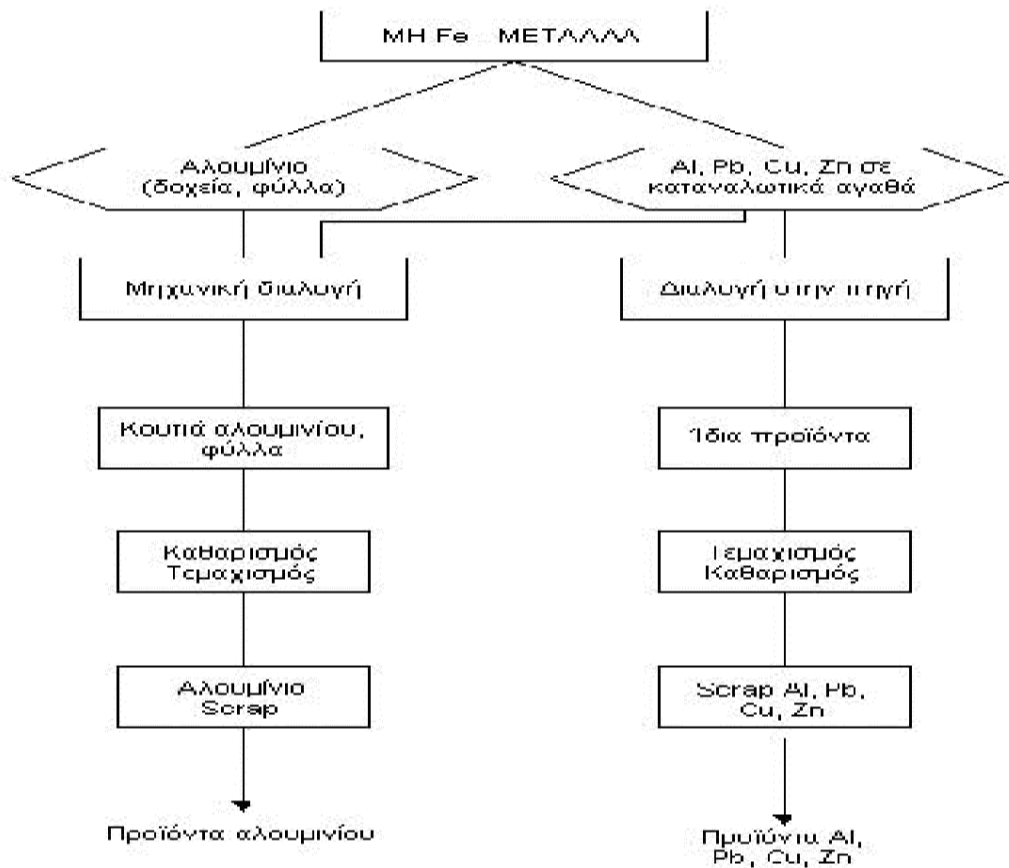
Σχήμα 6.4 Δυνατότητες διαχείρισης απορριπτόμενου χαρτιού (Πηγή: Αρβανίτης, 1995).



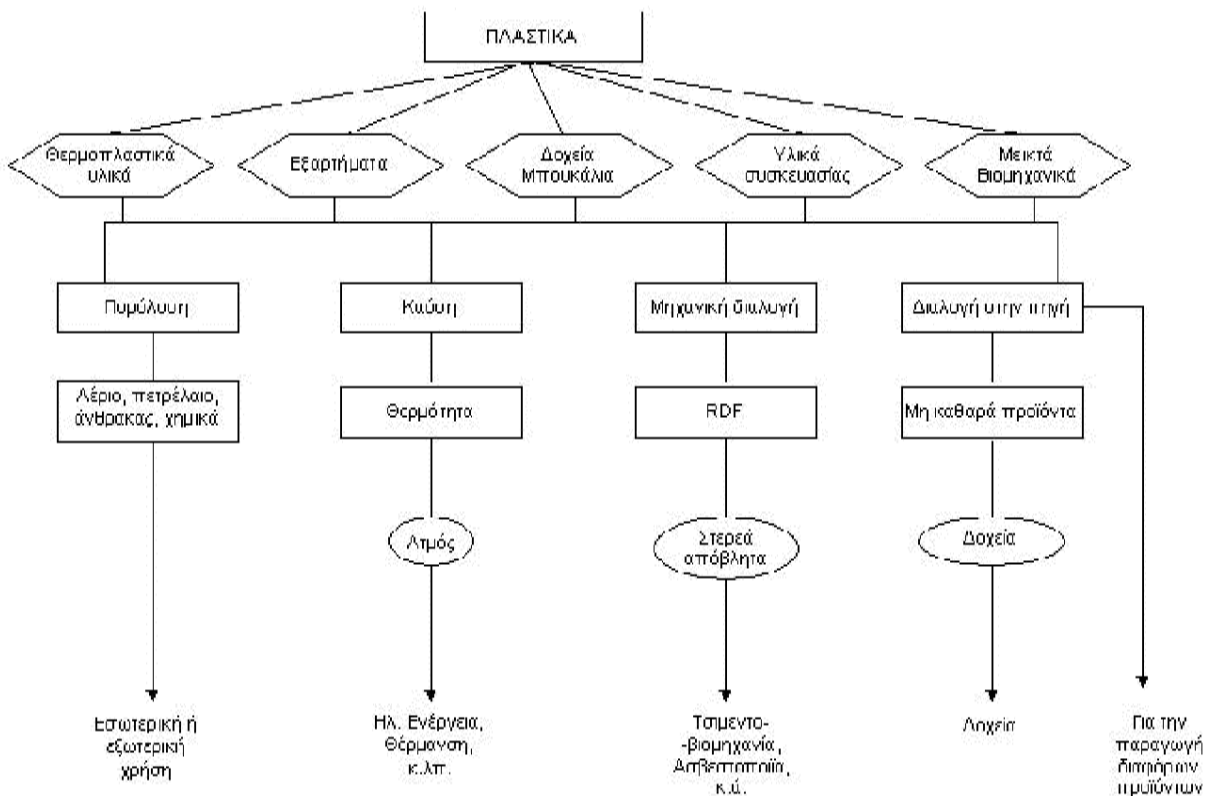
Σχήμα 6.5 Δυνατότητες διαχείρισης απορριπτόμενου γυαλιού (Πηγή: Αρβανίτης, 1995).



Σχήμα 6.6 Δυνατότητες διαχείρισης σιδηρούχων μετάλλων (Πηγή: Αρβανίτης, 1995).



Σχήμα 6.7 Δυνατότητες διαχείρισης μη σιδηρούχων μετάλλων (Πηγή: Αρβανίτης, 1995).



Σχήμα 6.8 Δυνατότητες διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων (Αρβανίτης., 1995).

Η διαλογή στην πηγή μπορεί θεωρητικά να πάρει άπειρες μορφές εφαρμογής. Στην πράξη όμως περιορίζονται, λόγω του ότι πρέπει να διέπονται από ένα συγκεκριμένο οργανωτικό σχήμα και να λειτουργούν με βάση κάποιες αρχές. Αυτές που εφαρμόζονται σε ευρεία κλίμακα παρουσιάζονται παρακάτω.

- Συνδυασμένη συλλογή γενικών και διαχωρισμένων απορριμμάτων.

Η συλλογή σε αυτήν την περίπτωση εκτελείται με τρέιλερ, με απορριμματοφόρα με διαμερίσματα, με συρόμενα κοντέινερ. Η αυξημένη συμμετοχή είναι το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου. Τα απορριμματοφόρα με διαμερίσματα απαιτούν ελάχιστο επιπλέον χρόνο συλλογής. Τα συρόμενα κοντέινερ έχουν εύκολη εκφόρτωση. Τα τρέιλερ έχουν αυξημένη χωρητικότητα με μικρή μεταβολή του όλου συστήματος συλλογής. Έχουν βέβαια το μειονέκτημα της δυσκολίας ελιγμών σε στενούς δρόμους. Γενικά η συνδυασμένη συλλογή έχει σημαντικό κόστος.

- Κέντρα συλλογής υλικών.

Κατά τη λειτουργία των προγραμμάτων αυτών, οι κάτοικοι αφού διαχωρίσουν στο σπίτι τα προς ανακύκλωση υλικά, τα μεταφέρουν μόνοι τους στο κέντρο συλλογής. Από εκεί ο φορέας οργάνωσης του προγράμματος τα μεταφέρει στο τελικό χρήστη, π.χ. αντίστοιχη βιομηχανία. Τα πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα ελέγχου, η συμμετοχή της κοινότητας και το χαμηλό κόστος. Το κύριο μειονέκτημα έγκειται στο ότι οι πολίτες δυσανασχετούν και πολλές φορές εγκαταλείπουν την προσπάθεια.

- Κέντρα αγοράς υλικών.

Τα κέντρα αγοράς υλικών αποτελούν ουσιαστικά επέκταση των κέντρων συλλογής υλικών, με τρόπο ώστε η διαχείρισή τους να περιλαμβάνει και το οικονομικό κίνητρο. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο ότι οι κάτοικοι μεταφέρουν σε αυτά τα διαχωρισμένα υλικά και αμειβονται για αυτά σε τιμή μικρότερη από αυτήν που το κέντρο αγοράς εισπράττει από τον τελικό χρήστη. Η αμοιβή αυτή αποτελεί και το κίνητρο προς τον κάτοικο που συμμετέχει. Τις περισσότερες φορές λειτουργούν ως κέντρα ανακύκλωσης ενός υλικού, συνήθως υλικού μεγάλης αξίας ως σκράπ, για το οποίο δίδεται αυτό το οικονομικό κίνητρο. Τα κέντρα αγοράς υλικών είναι τα πιο συνηθισμένα για συλλογή και ανακύκλωση κουτιών αλουμινίου, η λειτουργία των οποίων υποστηρίζεται από τους κατασκευαστές αλουμινίου. Στα κέντρα αυτά μερικές φορές γίνεται και συλλογή εφημερίδων και μπουκαλιών. Ευρισκόμενα συνήθως σε αστικές περιοχές, μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες με κινητά μέσα και σε αγροτικές περιοχές.

- Συλλογή πόρτα-πόρτα.

Με τη μεθοδολογία αυτή, οι κάτοικοι βγάζουν στην πόρτα τους τα προς ανάκτηση υλικά σε καθορισμένες ημέρες, με σκοπό αυτά να περισυλλεγούν από το όχημα συλλογής και να οδηγηθούν στον τελικό χρήστη. Το πρόγραμμα αφορά ένα ή περισσότερα υλικά που συλλέγονται, είτε όλα μαζί (ανάμεικτα) είτε το κάθε υλικό χωριστά. Τα μοντέλα ανάκτησης, που πιθανότερα θα οδηγήσουν σε υψηλά επίπεδα συμμετοχής των κατοίκων, περιλαμβάνουν και κάποιες μορφές ή υπηρεσίες συλλογής. Η συμμετοχή σε προγράμματα συλλογής πόρτα-πόρτα μπορεί να είναι εθελοντική ή υποχρεωτική, ενώ στους κατοίκους παραχωρούνται πολλές φορές δοχεία για την αποθήκευση των ανακυκλώσιμων υλικών στο σπίτι. Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται συνήθως εφημερίδες, όπως επίσης μπουκάλια και κουτιά, σπάνια όμως περισσότερα είδη υλικών. Ευκαιριακά μπορεί να ανακτώνται και μπάζα. Τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν την ευελιξία στη συχνότητα και τον έλεγχο ποιότητας. Τα μειονεκτήματα έγκειται στο μεγάλο κόστος και τη σύγχυση που δημιουργείται σχετικά με το ποιά μέρα μαζεύεται το κάθε είδος απορριμμάτων. Χαρακτηριστικό είναι εδώ το παράδειγμα της Ιαπωνίας κατά το 2002, όπου σε πολλές πόλεις η κάθε ημέρα της εβδομάδας είναι αφιερωμένη στην συλλογή πόρτα-πόρτα ενός διαφορετικού υλικού κάθε φορά.



- Συλλογή σε κάδους.

Οι οργανωτές ενός τέτοιου προγράμματος τοποθετούν ειδικά δοχεία (κοντέινερς) σε καθένα από τα οποία οι κάτοικοι τοποθετούν τα προς ανακύκλωση υλικά. Τα δοχεία ανακύκλωσης τοποθετούνται σε κεντρικά σημεία, ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε αυτά. Η συχνότητα συλλογής τους εξαρτάται από τον όγκο των υλικών και την τοποθεσία των δοχείων, ενώ η συλλογή μπορεί να είναι εβδομαδιαία ή δεκαπενθήμερη, ή ακόμη μπορεί να γίνεται μετά από σχετική ειδοποίηση, ή σε συγκεκριμένες μέρες. Τα δοχεία αδειάζονται επί τόπου ή μεταφέρονται και αντικαθίστανται από άλλα που είναι άδεια, τα δε υλικά μεταφέρονται σε χώρο προσωρινής αποθήκευσης ή απευθείας στον τελικό χρήστη. Το βασικό πλεονέκτημα είναι ότι απαιτείται μικρή επένδυση σε κεφάλαιο και εργατικό δυναμικό. Τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν την έλλειψη ελέγχου, πιθανούς βανδαλισμούς, κλοπές και μολύνσεις.

- Ανακύκλωση χαρτιού γραφείων.

Επιδίωξη είναι, οι απασχολούμενοι σε μία επιχείρηση να κρατούν τα άχρηστα χαρτιά χωριστά από τα υπόλοιπα απορρίμματα. Για το σκοπό αυτό συνήθως παρέχεται κάποιος φάκελος ή δοχείο δίπλα στον κάδο των απορριμμάτων, στον οποίο τοποθετούνται τα άχρηστα χαρτιά και ο οποίος αδειάζει περιοδικά σε άλλον, μεγαλύτερο κάδο. Η αναλογία είναι 1 κάδος ανά 20-30 απασχολούμενους στην επιχείρηση. Το άδειασμα των μικρών στα κεντρικά δοχεία ή και σε σακούλα γίνεται από το ίδιο το προσωπικό, ή την υπηρεσία καθαριότητας, ή και από το θυρωρό. Τα μεγάλα δοχεία τοποθετούνται σε σημεία με μεγάλη παραγωγή χαρτιού, π.χ. αίθουσες υπολογιστών ή φωτοτυπικών μηχανημάτων, ενώ όταν το χαρτί μαζευτεί σε αρκετή ποσότητα μεταφέρεται στον τελικό αγοραστή από τον ίδιο τον οργανισμό ή από ιδιώτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα χαρτιά γραφείου είναι καλύτερης ποιότητας και φυσικά έχουν μεγαλύτερη αξία από αυτά άλλων προγραμμάτων διαλογής στην πηγή. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ελάχιστος. Σαν δοχεία για τα γραφεία χρησιμοποιούνται φθηνά χαρτονένια κουτιά ή πλαστικά δοχεία.

- Ανακύκλωση χαρτονιού.

Η συλλογή χαρτονιού από διάφορες εμπορικές πηγές έχει μεγάλη παράδοση και ιστορία. Το χαρτόνι αποτελεί το 50-60% των απορριμμάτων των εμπορικών κέντρων και των άλλων εμπορικών δραστηριοτήτων. Τα χαρτόνια δεματοποιούνται και φορτώνονται στο αυτοκίνητο του προμηθευτή ή άλλου ιδιώτη, μεταφέρονται στην κεντρική εγκατάσταση αποθήκευσης και από εκεί στον τελικό χρήστη. Γίνεται σημαντική τέτοια ανακύκλωση σε σούπερ μάρκετ και εμπορικά κέντρα και στην χώρα μας.

- Ανακύκλωση απορριμμάτων κήπου.

Η παραγωγή τους είναι εποχιακή. Το φθινόπωρο και την άνοιξη είναι μεγάλη ενώ το χειμώνα μικρή, εξαρτώμενη από τις καιρικές συνθήκες και τον τύπο των φυτεμάτων. Μέσω του κομποστοποίησης επιτυγχάνεται μείωση του όγκου τους κατά 60-80%.

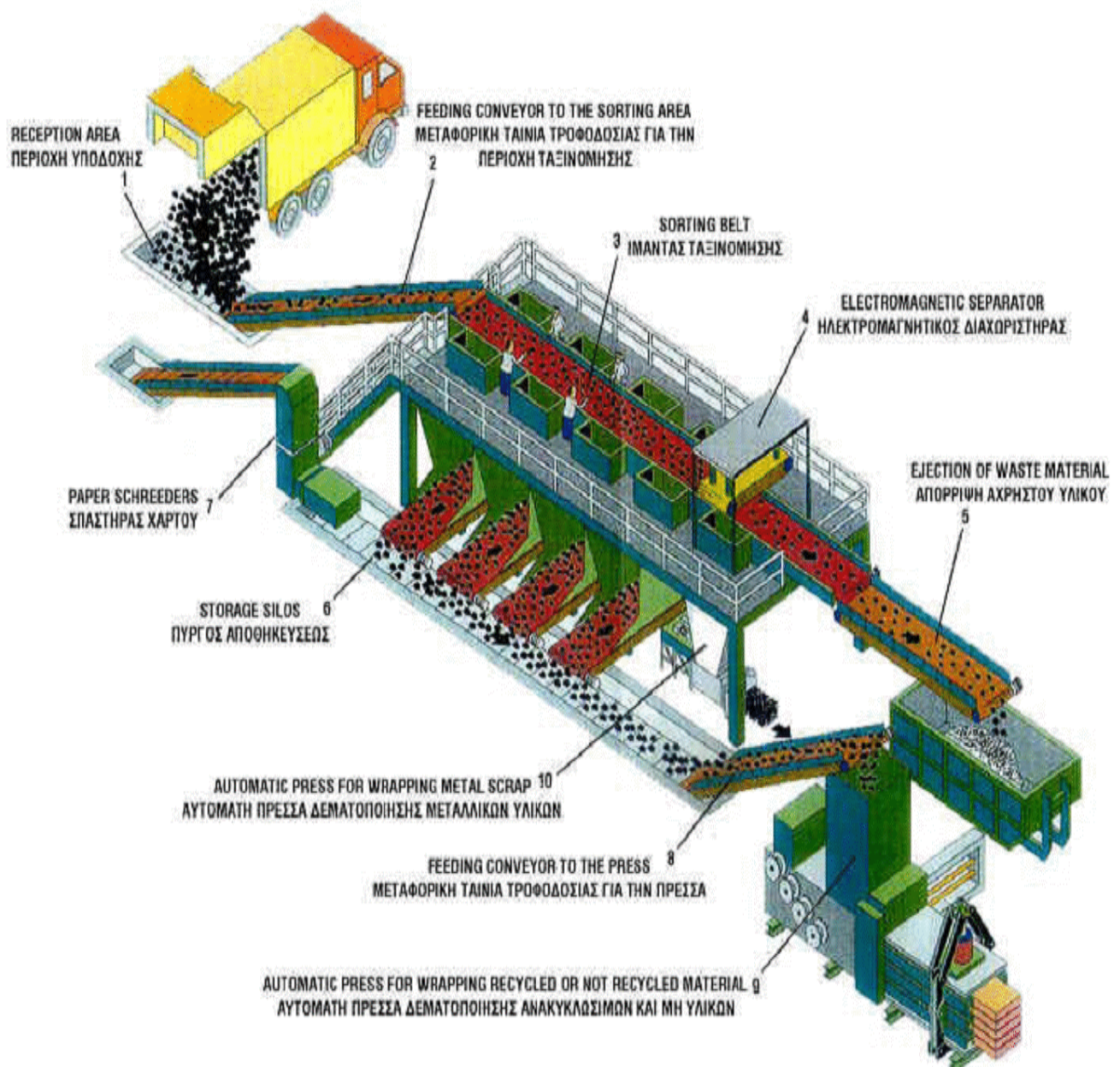
- Πολυσυλλεκτικό σύστημα.

Τα λειτουργικά στοιχεία της διαλογής στην πηγή και ο μηχανικός διαχωρισμός έχουν κατά τα τελευταία χρόνια αποκτήσει έναν κοινό στόχο, τις συσκευασίες: Ο καταναλωτής καλείται να προδιαλέξει όχι επιμέρους υλικά αλλά το σύνολο των απορριμμάτων συσκευασίας (ξηρό) από τα υπόλοιπα κυρίως οικιακά, ήτοι τα ζυμώσιμα. Η σημαντικότερη διαδικασία στη μέθοδο της ανάκτησης είναι η συλλογή και ταξινόμηση των ετερογενών επαναχρησιμοποιήσιμων απορριμμάτων, ξηρό κλάσμα. Σε διάφορα σχήματα ανακύκλωσης τα υλικά συσκευασιών μαζεύονται ξεχωριστά σε ειδικές σακούλες ή σε ειδικούς κάδους που χρησιμοποιούνται για τα οικιακά ανακυκλώσιμα απορρίμματα. Μετά διαχωρίζονται και ταξινομούνται με έναν συνδυασμό μηχανικής και χειρωνακτικής διαλογής. Τα συλλεχθέντα επαναχρησιμοποιήσιμα απορρίμματα αδειάζονται από τα απορριμματοφόρα στην τάφρο όπου μπορούν να αποθηκευθούν προσωρινά.

Από αυτό το σημείο, το κλάσμα μεταφέρεται μέσω ενός δοσομετρικού συστήματος ταινιόδρομου στην πρώτη συσκευή διαχωρισμού, που συνήθως είναι ένα δονούμενο ή περιστρεφόμενο κόσκινο, όπου και διαχωρίζεται ανάλογα με το μέγεθος. Το μέγεθος του κλάσματος προς διαχωρισμό καθορίζει το είδος και το μέγεθος του κόσκινου και του πλέγματος. Η έξοδος της φάσης αυτής διαχωρίζεται περαιτέρω με μηχανική ή χειρωνακτική διαλογή. Οι ποικίλοι σταθμοί διαλογής και ο χρησιμοποιούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός συνδέονται με ταινιόδρομους.

### 6.2.3. Κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών.

Τα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών είναι εγκαταστάσεις όπου με συνδυασμό μεθόδων μηχανικής - χειρωνακτικής διαλογής, διαχωρίζονται ομάδες υλικών τα οποία προέρχονται από διαλογή στην πηγή και είναι ανακυκλώσιμα.



Σχήμα 6.9 Κέντρα διαλογής υλικών.



Σχήμα 6.10 Διεργασίες μεταφοράς και επεξεργασίας ανακυκλώσιμων υλικών.

Στη συνέχεια, τα υλικά υφίστανται ποιοτική αναβάθμιση και δεματοποίηση ανά υλικό. Έτσι μπορούν να επιτευχθούν οι απαιτήσεις ποιότητας για την απορρόφησή τους από την αγορά και εξασφαλίζονται υψηλότερες τιμές πώλησης. Ο σχεδιασμός ενός κέντρου διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών και η επιλογή του αντίστοιχου εξοπλισμού εξαρτάται από τις ποσότητες και το είδος των εισερχόμενων υλικών καθώς και από τις απαιτήσεις της αγοράς ως προς τα ανακτώμενα προϊόντα.

Από το Σεπτέμβριο του 2000, λειτουργεί στη τοποθεσία Καλαμάκι (Ταγαράδες) ένα πρότυπο κέντρο ανακύκλωσης χαρτιού. Η λειτουργία του κέντρου συμβάλει στη βελτιστοποίηση της ποιότητας του χαρτιού, αλλά και στη συγκέντρωση του σε συγκεκριμένο χώρο. Αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης του, καθώς και της ανταποδιδόμενης αξίας του. Έτσι, επιτυγχάνεται ο καθαρισμός του ανακυκλωμένου χαρτιού, με απομάκρυνση χρώματος, συρμάτων, σε διαφορετικές ποιότητες ανάλογα με τις φυσικές ιδιότητες. Με τον τρόπο αυτό συλλέγονται χαρτόνι και χαρτί τροφοδοσίας, εφημερίδες και δημοσιογραφικό χαρτί, περιοδικά και λευκό χαρτί, π.χ. χαρτί φωτοτυπίας.

Στον ίδιο χώρο πραγματοποιείται η συγκέντρωση του αλουμινίου, κυρίως κουτιά αναψυκτικών, αλλά και του πλαστικού, κυρίως μπουκάλια, και η δεματοποίηση τους. Τα χαρτιά εναποτίθενται αρχικά στο εσωτερικό του κέντρου, σε χοάνη τροφοδοσίας, όπου βρίσκεται η πρώτη ταινία μεταφοράς. Πρόκειται συγκεκριμένα για έναν αλυσομεταφορέα η λειτουργία του οποίου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ηλεκτρομειωτήρα-κίνησης. Η μετάδοση της κίνησης επιτυγχάνεται με αλυσοκίνηση και η όλη διαδικασία έχει σαν σκοπό την αρχική μεταφορά των χαρτιών από το χώρο συγκέντρωσης τους στη δεύτερη ταινία μεταφοράς.

Η δεύτερη ταινία μεταφοράς τα οδηγεί σε ένα κόσκινο, που έχει σαν σκοπό την απομάκρυνση πάσης φύσεως ξένων προσμίξεων, όπως, χρώμα, μικροαντικείμενα. Οι δύο ταινιομεταφορείς φέρουν πέδιλα για τη συγκράτηση των χαρτιών αλλά και την καλύτερη προώθηση τους. Αυτό γίνεται λόγω της ανοδικής κλίσης που έχουν οι ταινιομεταφορείς. Η κίνηση της ταινίας επιτυγχάνεται με ηλεκτρομειωτήρα - κίνησης που βρίσκεται στο πάνω άκρο της ταινίας. Το κόσκινο βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την τρίτη ταινία μεταφοράς, που οδηγεί τα χαρτιά στις θέσεις χειρονακτικής διαλογής από το προσωπικό. Πρόκειται για ένα δονητικό κόσκινο, ή κόσκινο δόνησης, το οποίο από τη μία μεριά του φέρει την ταινία μεταφοράς, ενώ στο κάτω μέρος του συνδέεται αγωγός, που οδηγεί τις προσμίξεις σε κάδο εκτός του χώρου. Η λειτουργία του επιτυγχάνεται μέσω του κινητήρα ιμάντων - τροχαλιών. Συγκεκριμένα με τη βοήθεια δύο ιμάντων, που είναι περασμένοι σε δύο τροχαλίες και μεταδίδουν την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα. Στο κόσκινο υπάρχουν τέσσερις κατακόρυφοι και δύο οριζόντιοι βραχίονες οι οποίοι και βοηθούν στην πραγματοποίηση της λειτουργίας του.

Μετά τον πρώτο διαχωρισμό το προς ανακύκλωση υλικό οδηγείται μέσω μιας τρίτης ταινίας μεταφοράς στις θέσεις χειρονακτικής διαλογής. Εκεί απομακρύνονται οποιαδήποτε από τα απορρίμματα δε μπορούν να ανακυκλωθούν, όπως σπιράλ, πλαστικά καλύμματα, σακούλες. Μετά τη διαλογή τους, το μη ανακυκλώσιμο υλικό μέσω τέταρτης ταινίας μεταφοράς και αγωγού οδηγείται σε κοντέινερ εκτός του κέντρου.

Αντίθετα το προς ανακύκλωση χαρτί συλλέγεται σε διαμορφωμένους χώρους π.χ. χαρτόνι, αρχικά ώστε να διευκολύνεται η διαλογή των υπολοίπων, χαρτί λευκό αλλά και μεικτό. Ποσότητες χαρτιού οδηγούνται μέσω οριζόντιας ταινίας μεταφοράς, χωρίς πέδιλα, σε ταινία, η οποία οδηγεί τα απορρίμματα σε μία τελευταία έκτη ταινία μεταφοράς. Λόγω της ανοδικής κλίσης αυτής, η ταινία φέρει πέδιλα, για την καλύτερη προώθηση των χαρτιών, που τελικά καταλήγουν σε μία πρέσα. Οι δύο τελευταίες ταινίες παίρνουν κίνηση από ηλεκτρομειωτήρες-κίνησης, που είναι συνδεδεμένοι στα άκρα τους. Στην πρέσα δεματοποίησης γίνεται η συμπίεση τους και η δεματοποίηση τους σε "μπάλες" μήκους ενός μέτρου περίπου 1,20μ. Η μετακίνηση των δεμάτων του χαρτιού, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μικρού ανυψωτικού οχήματος μεταφοράς.

## 6.2.4. Μηχανική ανακύκλωση.

Στις εγκαταστάσεις μηχανικής ανακύκλωσης πραγματοποιείται διαχείριση κυρίως των μικτών οικιακών στερεών αποβλήτων και επιτυγχάνεται μηχανικός διαχωρισμός, ανάκτηση καθώς και περαιτέρω επεξεργασία υλικών που περιέχονται σε αυτά. Τα υλικά που ανακτώνται είναι, κυρίως, βιοαποδομήσιμα οργανικά υλικά, χαρτί, πλαστικό, μίγμα χαρτιού και πλαστικού, σιδηρούχα μέταλλα, αλουμίνιο

Τα παραπάνω υλικά, εφόσον υποστούν περαιτέρω επεξεργασία ανακυκλώνονται, με εξαίρεση το μίγμα χαρτιού και πλαστικού το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό. Οι μέθοδοι μηχανικής επεξεργασίας οι οποίοι μπορούν να συνδυαστούν με όλες τις μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας, ταξινομούνται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Τεχνολογίες προετοιμασίας των αποβλήτων
- Τεχνολογίες διαχωρισμού των αποβλήτων

Οι τεχνολογίες προετοιμασίας των αποβλήτων αφορούν στη διάνοιξη των σάκων, την ελάττωση του μεγέθους και την αποκατάσταση της ομοιομορφίας των αποβλήτων.

Στις τεχνολογίες διαχωρισμού περιλαμβάνονται τεχνολογίες που επιτυγχάνουν το διαχωρισμό της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ρεύματα, από τα οποία το ένα περιέχει το προς ανάκτηση υλικό σε υψηλή συγκέντρωση ενώ το άλλο είναι σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένο από την παρουσία του.

Τεχνολογία	Ιδιότητα διαχωρισμού	Στοχευόμενα υλικά	Προβλήματα-Περιορισμοί
Κόσκινα (Trommels and screens)	Μέγεθος και πυκνότητα	Υπερμεγέθη: χαρτί, πλαστικό Μικρά: οργανικά, γυαλί, λεπτόκοκκα υλικά (fines)	Καθαρισμός
Χειρωνακτικός διαχωρισμός	Οπτική εξέταση	Πλαστικά, προσμίξεις, υπερμεγέθη, ξένα σώματα	Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας, ηθικά θέματα
Μαγνητικοί διαχωριστές	Μαγνητικές ιδιότητες	Σιδηρούχα μέταλλα	
Διαχωριστές με επαγωγικά ρεύματα	Ηλεκτρική αγωγιμότητα	Μη σιδηρούχα μέταλλα	
Διαχωριστές επίπλευσης αφρού	Διαφορές πυκνότητας	Επιπλέοντα: πλαστικά, οργανικά Βυθιζόμενα: πέτρες, γυαλί	Δημιουργεί υγρά ρεύματα αποβλήτων
Αεροδιαχωριστές	Βάρος	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί	Απαιτείται καθαρισμός του αέρα
Βαλλιστικοί διαχωριστές	Πυκνότητα και ελαστικότητα	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί	Πυκνότητα και ελαστικότητα
Οπτικοί διαχωριστές	Οπτικές ιδιότητες	Καθορισμένα πλαστικά πολυμερή	Απόδοση

Πίνακας 6.1 Τεχνολογίες διαχωρισμού αποβλήτων.

Με τον μηχανικό διαχωρισμό επιτυγχάνεται αύξηση ή ελάττωση της επιφάνειας, διαχωρισμός σύμφωνα με το μέγεθος και διαλογή ανά ομάδα υλικών. Τα γενικά στάδια του μηχανικού διαχωρισμού είναι ο τεμαχισμός, το κοσκίνισμα, ο διαχωρισμός και η συμπίεση και εμφανίζονται, με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς στις διάφορες εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού (ανάκτησης υλικών). Η επιλογή και ιεράρχηση όλων των παραπάνω διεργασιών μεταβάλλεται σε κάθε μονάδα ανάλογα με τη σύσταση των οικιακών απορριμμάτων και τις δυνατότητες απορρόφησης των επιμέρους συστατικών από την τοπική αγορά. Με τον τρόπο αυτό, η μέθοδος του μηχανικού διαχωρισμού χαρακτηρίζεται από ευελιξία και ικανότητα προσαρμογής στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης της μονάδας, κάτι που αποτελεί άλλωστε σημαντικό πλεονέκτημα έναντι άλλων μεθόδων αξιοποίησης απορριμμάτων.

Τα προϊόντα που είναι δυνατόν να ανακτηθούν από μία μονάδα μηχανικού διαχωρισμού απορριμμάτων είναι:

1. Σιδηρούχα μέταλλα, με συντελεστή ανάκτησης 65-95%. Ο διαχωρισμός σιδηρούχων μετάλλων με ηλεκτρομαγνήτες μπορεί να εμφανίσει χαμηλή απόδοση εξαιτίας συμπαραροής και άλλων υλικών. Τα μη σιδηρούχα μέταλλα δε μπορούν να διαχωριστούν αξιόπιστα με καμία μέθοδο. Εφαρμόζεται πειραματικά ηλεκτροδιαλογή και μόνη αξιόπιστη λύση προς το παρόν είναι η χειροδιαλογή. Ο συντελεστής ανάκτησης ορίζεται ως ο λόγος της ποσότητας που ανακυκλώνεται προς την ποσότητα που παράγεται επί τοις εκατό.
2. Ζυμώσιμα υλικά, με συντελεστή ανάκτησης 70-90%.
3. RDF, με συντελεστή ανάκτησης 70-80% ή (εναλλακτικά) χαρτί και πλαστικά με ακόμη χαμηλότερο συντελεστή ανάκτησης. Το RDF (Refuse Derived Fuel ή καύσιμο από σκουπίδια) αποτελείται κυρίως από χαρτί και πλαστικό, δηλαδή από υλικά που τόσο από μόνα τους όσο και ευρισκόμενα σε μίγμα μεταξύ τους, έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη. Ως εναλλακτική λύση έναντι του RDF νοείται ο περαιτέρω διαχωρισμός χαρτιού και πλαστικών σε μία μονάδα μηχανικού διαχωρισμού, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί σε αεροδιαχωριστήρα με προηγούμενο βρέξιμο του μίγματος, εξαιτίας του οποίου το χαρτί βαραίνει, και γίνεται η τελική ανάκτηση του κάθε υλικού. Αν και υπάρχουν αρκετά παραδείγματα χωριστής ανάκτησης χαρτιού και πλαστικών, φαίνεται να υπερισχύει η τάση παραγωγής RDF, όπου απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας αποτελεί εδώ η ύπαρξη αγοράς για αυτό. Ο βαθμός επεξεργασίας του RDF, όπως τεμαχισμός, ξήρανση, μορφοποίηση σε pellets – κοκκοποίηση, ποικίλλει και αυτός σημαντικά, ανάλογα με την επιδιωκόμενη χρήση του. Το RDF κατά την καύση του παράγει επικίνδυνους ρύπους όπως HCl (75% λόγω PVC), PCDD, PCDF. Επίσης περιέχει βαρέα μέταλλα λόγω του χαρτιού και των χρωμάτων των πλαστικών, τα οποία δίδουν χλωρίοντα κατά την καύση ( $ZnCl_2$ ,  $SnCl_2$ ). Στην περίπτωση ενδεχόμενης χρήσης του RDF ως εναλλακτικό καύσιμο σε μονάδες, τίθεται το θέμα του κόστους καθαρισμού των απερίων, ενώ πρόσθετο πρόβλημα αποδοχής τίθεται εξαιτίας της πιθανής ανομοιογένειας των ιδιοτήτων του, π.χ. θερμογόνος δύναμη.
4. Γυαλί, με συντελεστή ανάκτησης 50-90%. Το γυαλί δεν φορτίζεται ηλεκτρικά και μπορεί να διαχωριστεί σε ηλεκτρικό πεδίο, ενώ για να είναι αποδοτικός ο μαγνητικός διαχωρισμός του, θα πρέπει να υπάρχει υψηλή περιεκτικότητα  $Fe_2O_3$ . Γενικά η μόνη αξιόπιστη μέθοδος προς το παρόν είναι η χειροδιαλογή. Από μονάδες μηχανικού διαχωρισμού παίρνεται ανάμικτο γυαλί, από το οποίο μπορεί να παραχθεί μόνον πράσινο που έχει μειωμένη αγορά.
5. Αλουμίνιο, με συντελεστή ανάκτησης 55-90%.
6. Χαρτί. Το χαρτί, ανακτώμενο μόνο του έχει υψηλή υγρασία και είναι έντονα ρυπασμένο από την επαφή του με το ζυμώσιμο κλάσμα. Εφόσον δεν προορίζεται για RDF, είναι αναπόφευκτη μία χαμηλή απόδοση ανάκτησης στη φάση διαχωρισμού του από το πλαστικό. Εξαιτίας της κακής κατάστασης του ανακτώμενου χαρτιού, προκύπτει δυσκολία εξεύρεσης αγοράς.
7. Πλαστικά. Το πλαστικό, υπό την προϋπόθεση ότι δεν προορίζεται για ΚαΣ, παρουσιάζει το σοβαρό μειονέκτημα της ανομοιογένειας και υπάρχει μεγάλη δυσκολία περαιτέρω διαχωρισμού. Η χειροδιαλογή είναι επίσης δύσκολη, ενώ προϊόντα είναι, κυρίως, πλαστικά, ποιότητας χαμηλότερης από το αρχικό προϊόν (down-cycling).

Πρέπει να υπογραμμισθεί ότι οι συντελεστές ανάκτησης για όλα τα παραπάνω προϊόντα ποικίλλουν ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και την αρχική σύσταση των απορριμμάτων.

#### 6.2.5. Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.

Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες μετατροπής του περιεχομένου τους σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας. Οι τεχνικές θερμικής επεξεργασίας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

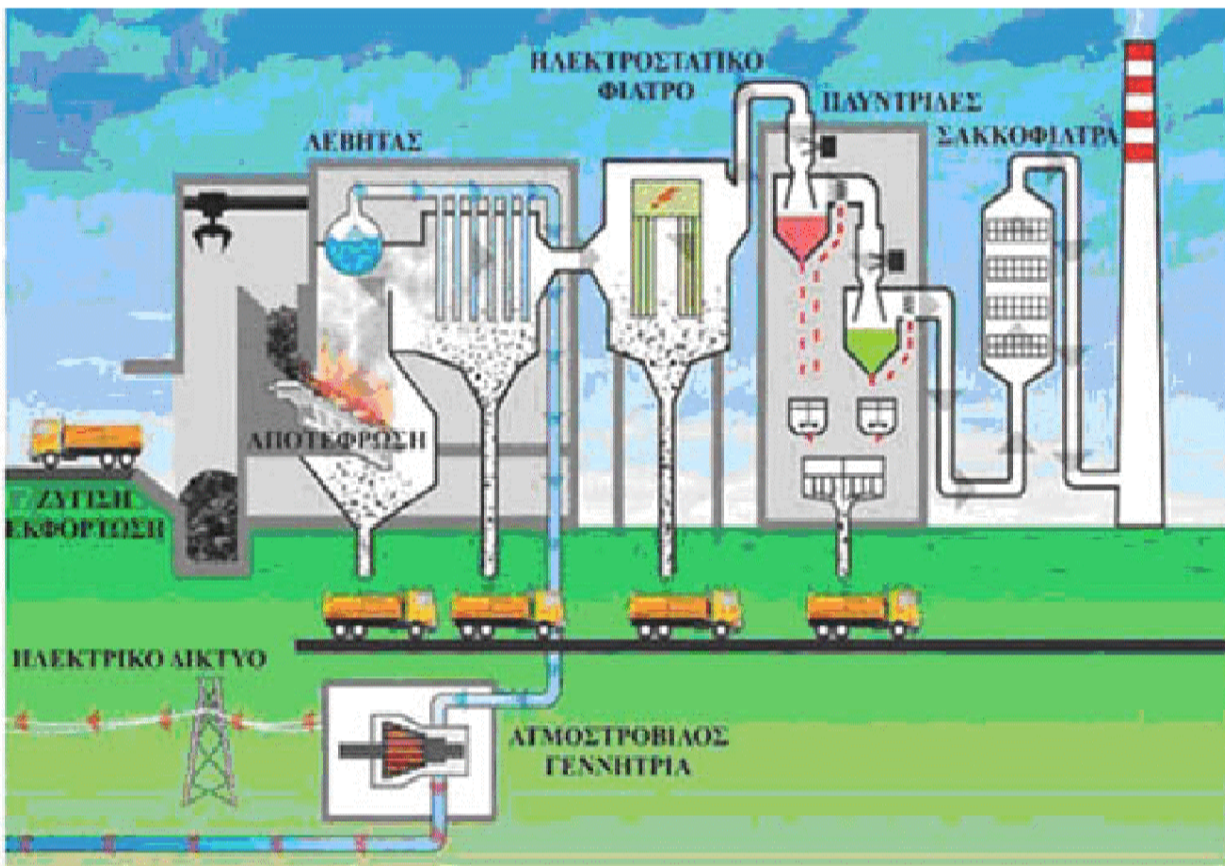
- αποτέφρωση – καύση (incineration - combustion)
- αεριοποίηση (gasification)
- τεχνική του πλάσματος (plasma technology)
- πυρόλυση (pyrolysis)

Η αποτέφρωση ή πιο κοινά η καύση των στερεών απορριμμάτων ουσιαστικά εκπροσωπεί μια αρκετά παλαιά και διαδεδομένη διεργασία, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, με παρουσία φλόγας, για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων αυτών, δηλαδή την ένωσή τους με το οξυγόνο. Στόχος της εν λόγω διεργασίας είναι η εξάτμιση, η αποσύνθεση και/ή η καταστροφή των οργανικών στοιχείων των απορριμμάτων, παρουσία οξυγόνου, είτε σε στοιχειομετρική αναλογία, είτε σε περίσσεια, καθώς και η ταυτόχρονη μείωση του προς τελική διάθεση όγκου τους. Αυτό πραγματοποιείται με χρήση είτε της απαιτούμενης στοιχειομετρικά ποσότητας αέρα είτε με περίσσεια αέρα. Οι προϋποθέσεις για την επίτευξη πλήρους καύσης των αποβλήτων είναι:

- επαρκής ποσότητα καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου ( $O_2$ ) στην εστία καύσης
- επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας ανάφλεξης
- σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)
- συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση
- συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης

Κατά την καύση εκτός των τυπικών προϊόντων καύσης, όπως διοξείδιο του άνθρακα, ατμός, μονοξείδιο του άνθρακα, παράγεται ανάλογα με την ποιότητα των αποβλήτων και μια σειρά άλλων ουσιών όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, υδροχλώριο, υδροφθόριο, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ. Επίσης, κατά την καύση των στερεών αποβλήτων παραμένουν στερεά υπολείμματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 25-40% του βάρους των εισερχομένων αποβλήτων. Η ποσότητα των υπολειμμάτων εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Διακρίνονται σε τέφρα που παράγεται στο χώρο της καύσης και απομακρύνεται μετά την εσχάρα, τέφρα από τους λέβητες, δηλαδή υπολείμματα τα οποία δημιουργούνται στις θερμαντικές επιφάνειες των λεβήτων και συγκεντρώνονται στις χοάνες κάτω από το λέβητα, ιπτάμενη τέφρα και σκόνη που κατακρατείται στα φίλτρα, που συγκεντρώνεται στις χοάνες κάτω από τα ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα, και υπολείμματα τα οποία παράγονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων. Οι μονάδες αποτέφρωσης σχεδιάζονται ώστε να επεξεργάζονται είτε σύμμεικτα απόβλητα (mass-burned incineration) είτε εναλλακτικά καύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία των αποβλήτων (SRF-RDF). Διαφοροποιούνται τόσο σε σχέση με τον τύπο του συστήματος καύσης, όπως κινούμενων εσχάρων, περιστρεφόμενου κλιβάνου, ρευστοποιημένης κλίνης, όσο και σε σχέση με το σύστημα ελέγχου της ρύπανσης, όπως υγρή /ξηρή επεξεργασία απαερίων, σακκόφιλτρα, ηλεκτροστατικά φίλτρα, πλυντρίδες κ.α.. Για την επεξεργασία των σύμμεικτων αποβλήτων χρησιμοποιείται το σύστημα κινούμενων εσχάρων ενώ οι άλλοι τύποι

συστημάτων καύσης χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποτέφρωση επεξεργασμένων ρευμάτων αποβλήτων.



Σχήμα 6.11 Τυπική μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων.

Η θερμική επεξεργασία (στοιχειομετρική καύση), αποτελεί ώριμη μέθοδο επεξεργασίας στερεών αποβλήτων με πλήθος εργοστασίων να λειτουργούν στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και λόγω των παραγόμενων αέριων εκπομπών, διέπεται από πολύ αυστηρό πλαίσιο ελέγχου, το οποίο στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Ειδικά τα συστήματα αντιρρύπανσης, χρησιμοποιούν τεχνολογία αιχμής και έχουν καταφέρει να περιορίσουν σημαντικά τις παραγόμενες αέριες εκπομπές τα τελευταία χρόνια. Θα πρέπει να σημειωθεί πως λειτουργούν περίπου 600 εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων παγκοσμίως και περισσότερες από 400 από αυτές βρίσκονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Όλες οι κατηγορίες υπολείμματος από τη θερμική επεξεργασία απαιτούν προσεκτική διαχείριση. Η διάθεση σε χώρο ταφής πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εκπλυσιμότητα των διαφόρων συστατικών που περιέχουν τα υπολείμματα αυτά. Η ιπτάμενη τέφρα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, διαλυτών αλάτων, οργανικών και την υψηλότερη περιεκτικότητα από όλα τα κατάλοιπα σε χλωριωμένες οργανικές ενώσεις. Θεωρείται επικίνδυνο απόβλητο και αν δεν εφαρμοστεί κάποια μέθοδος αδρανοποίησής της θα πρέπει να διατεθεί σε χώρο διάθεσης επικινδυνών αποβλήτων. Η τέφρα βάσης μπορεί να διατεθεί μετά την ψύξη της σε χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων αλλά συνήθως αξιοποιείται στην οδοποιία, καθώς στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν αναπτυχθεί εθνικές προδιαγραφές για την αξιοποίησή της, σε αντίθεση με την ελληνική πραγματικότητα.



Η πυρόλυση αποτελεί μια σχετικά νέα θερμική διεργασία, η οποία αν και αναπτύχθηκε στα τέλη του δεκάτου ενάτου αιώνα, μόλις τα τελευταία 20 – 30 χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται στην επεξεργασία αστικών στερεών αποβλήτων. Γενικά, δεν αποτελεί μια ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο θερμικής επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων, τουλάχιστον στην Ευρώπη, λόγω της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης και οικονομικής βιωσιμότητάς της. Παρόλα αυτά, μη Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ιαπωνία, διαθέτουν εγκαταστάσεις πυρόλυσης στερεών απορριμμάτων, οι οποίες λειτουργούν αποδοτικά εδώ και πολλά χρόνια, γεγονός το οποίο πιθανότατα οφείλεται στις διαφορές των χαρακτηριστικών των απορριμμάτων τους, π.χ. ως προς το ποσοστό του οργανικού κλάσματος και τη θερμογόνο δύναμή τους, σε σχέση με εκείνα των Ευρωπαϊκών χωρών.

Η πυρόλυση ως θερμική μέθοδο, βασίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι θερμικά ασταθείς και κατά τη θέρμανσή τους απουσία οξυγόνου διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα. Η πυρολυτική διεργασία σε αντίθεση με την καύση και την αεριοποίηση είναι ισχυρά ενδόθερμη και για τη διεξαγωγή της απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας. Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή της αποτελούν η σύσταση των στερεών αποβλήτων, η θερμογόνο δύναμή τους, η περιεχόμενη υγρασία κ.λ.π.

Κατά την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων, τα προϊόντα που παράγονται είναι:

- Αέρια: Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων αστικών στερεών αποβλήτων
- Υγρά: Το υγρό κλάσμα, είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα, π.χ. οξικό οξύ, κετόνες, π.χ. ακετόνη, αλκοόλες, π.χ. μεθανόλη, καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.
- Στερεά: Το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.

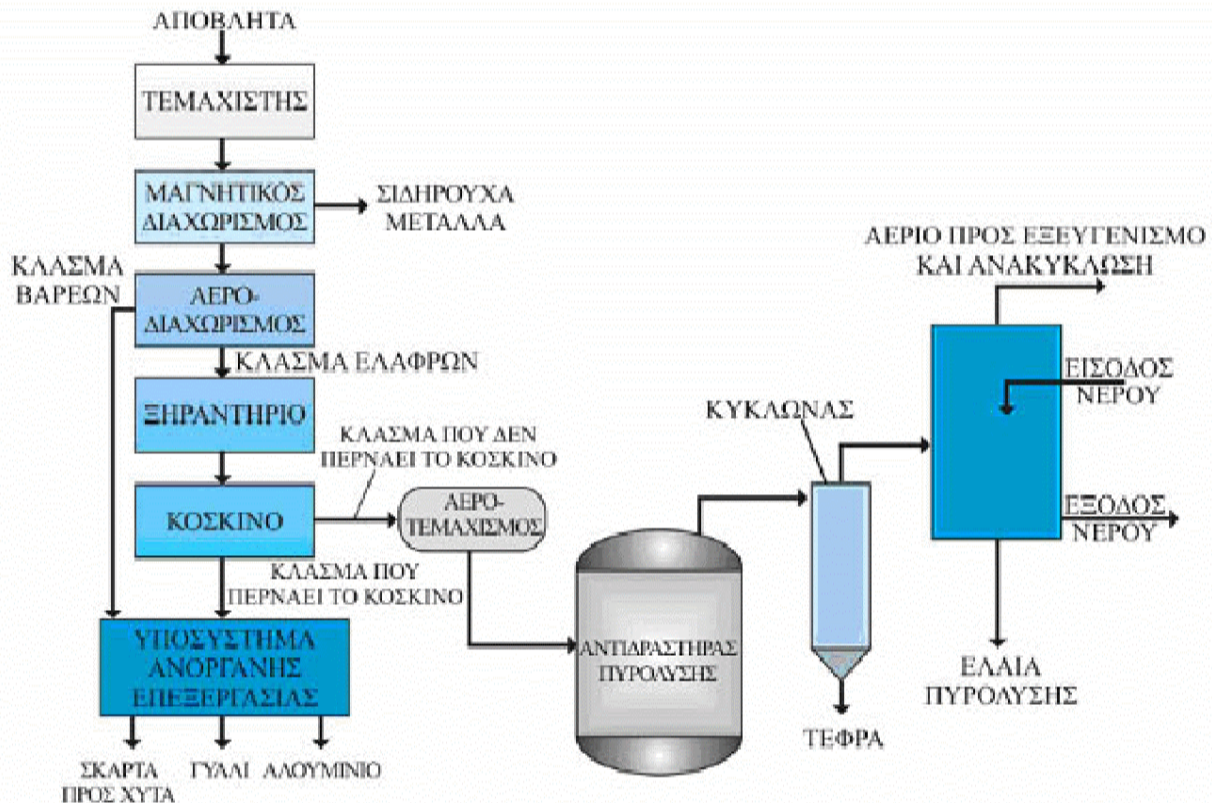
Η πυρόλυση διακρίνεται στις ακόλουθες επτά φάσεις:

- 1) Ξήρανση (100-2000 °C).
- 2) Οξείδωση και αποθείωση στους 2000 °C, όπου και πραγματοποιείται διάσπαση του υδρόθειου και του διοξειδίου του άνθρακα.
- 3) Διάσπαση των συνδέσμων των αλειφατικών ενώσεων (μεθάνιο) στους 3400 °C.
- 4) Διάσπαση των δεσμών του άνθρακα με οξυγόνο και άζωτο αντίστοιχα στους 4000 °C.
- 5) Μετατροπή πηκασφαλτούχων σε καύσιμη ύλη και πίσσα (400-6000 °C).
- 6) Διάσπαση πηκασφαλτούχων (6000 °C).
- 7) Δημιουργία αρωματικών ενώσεων και αφυδρογόνωση βουταδιενίου (πάνω από 6000 °C).

Η πυρόλυση διαφοροποιείται από την καύση αποβλήτων σε δύο παράγοντες

- α) Τη θερμοκρασία λειτουργίας, όπου στην πυρόλυση είναι χαμηλότερη.
- β) Την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, όπου για την πυρόλυση είναι κατά πολύ μικρότερη απ' ότι για την καύση.

Σε γενικές γραμμές, η πυρόλυση ενδείκνυται για την επεξεργασία επεξεργασμένων αστικών στερεών αποβλήτων (δευτερογενή καύσιμα) και λιγότερο για σύμμεικτα αστικά στερεά απόβλητα, καθώς η εφαρμογή της στην επεξεργασία ετερογενών μειγμάτων δεν έχει ακόμα ωριμάσει στην Ευρωπαϊκή Ένωση αν και υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνητικών και πιλοτικών προγραμμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.



Σχήμα 6.12 Διεργασία Πυρόλυσης (Πηγή: ΙΤΑ, «Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων»)

Η αεριοποίηση αποτελεί επίσης μια σχετικά νέα και μη ευρέως διαδεδομένη, στην Ευρώπη, μέθοδο θερμικής επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την μετατροπή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καυσίμων αερίων, μέσω μερικής οξειδωσης αυτού σε υψηλές θερμοκρασίες (400 έως 1500 °C). Η αεριοποίηση έχει ομοιότητες με την πυρόλυση, όπως τη μετατροπή των απορριμμάτων σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα, αλλά παρουσιάζει και βασική διαφορά κατά την εφαρμογή της, αφού η μεν πυρόλυση χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου η δε αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη, δηλαδή χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης, και χρησιμοποιεί πρόσθετο καύσιμο αέριο, όπως για παράδειγμα ατμό, διοξείδιο του άνθρακα, αέρα ή οξυγόνο, για την επιπλέον μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα. Η ενέργεια που απαιτείται για την αντίδραση αεριοποίησης παράγεται με καύση μέρους του οργανικού υλικού στον αντιδραστήρα αεριοποίησης.

Μέσω της αεριοποίησης επιτυγχάνεται η παραγωγή καυσίμου αερίου πλούσιο σε υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες, κυρίως μεθάνιο. Οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία της αεριοποίησης είναι:



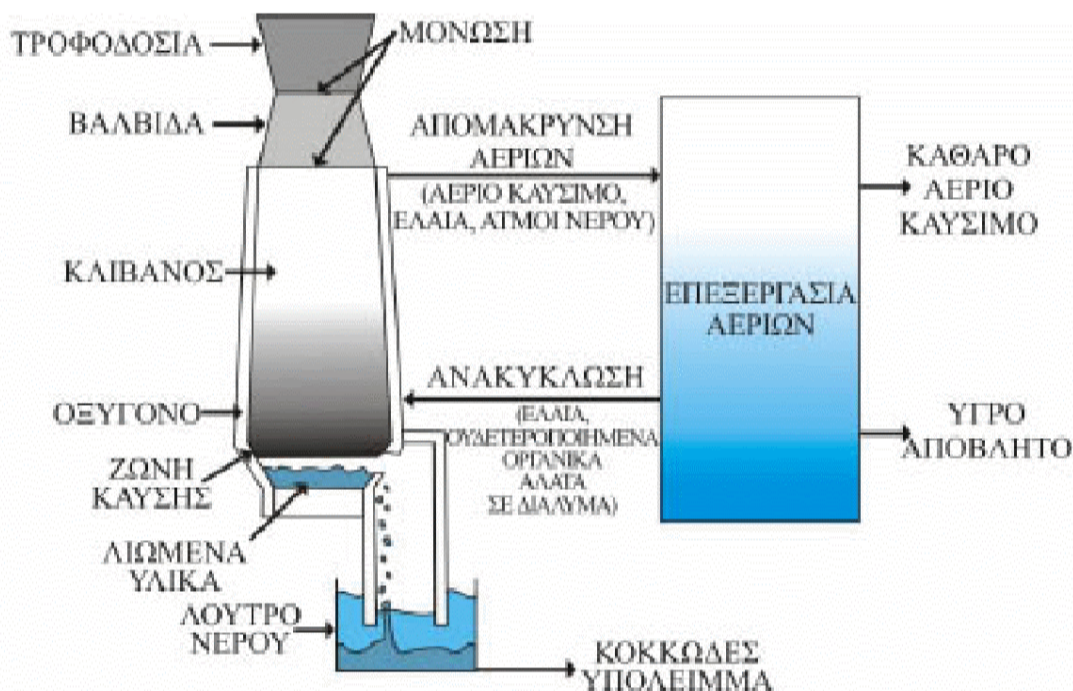


Η θερμότητα για τη διατήρηση της διεργασίας προέρχεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ τα καύσιμα προϊόντα παράγονται κυρίως μέσω των ενδόθερμων αντιδράσεων. Οι βασικοί τύποι εγκαταστάσεων αεριοποίησης είναι:

- Κάθετης σταθερής κλίνης
- Οριζόντιας σταθερής κλίνης
- Ρευστοποιημένης κλίνης
- Πολλαπλών εστιών
- Περιστρεφόμενου κλιβάνου

Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- Αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.
- Στερεό υπόλειμμα που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή.
- Συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα που παρουσιάζει σύσταση παρόμοια με αυτή του υγρού κλάσματος που παράγεται κατά την πυρόλυση.



Σχήμα 6.13 Διεργασία Αεριοποίησης (Πηγή: Γιαδαράκος, Ε (2006), Επικίνδυνα Απόβλητα: Διαχείριση-Επεξεργασία-Διάθεση, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη).

Αεριοποίηση/Υαλοποίηση με την τεχνική πλάσματος. Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση

του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος. Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C. Το αέριο σε κατάσταση πλάσματος, παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης.

Εφαρμόζοντας την τεχνική του πλάσματος, λαμβάνει χώρα η αεριοποίηση / υαλοποίηση του περιεχομένου των εισερχόμενων στερεών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια. Ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να λάβει χώρα η καταστροφή των οργανικών ενώσεων εξαρτάται από την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και το χρόνο παραμονής των οργανικών ενώσεων στην ιονισμένη ατμόσφαιρα ή σε υψηλή θερμοκρασία. Παράλληλα, το ανόργανο μέρος των αποβλήτων μετατρέπεται σε τηγμένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από ψύξη σχηματίζει ένα σταθερό, αδρανές, υψηλής πυκνότητας υαλώδες υλικό.

Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος είναι:

- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών συστατικών (οργανικό μέρος των αποβλήτων) του εισερχόμενου ρεύματος. Η σύσταση του αερίου καθώς και το ενεργειακό του περιεχόμενο, εξαρτώνται άμεσα από το είδος και το οργανικό περιεχόμενο του εισερχόμενου προς επεξεργασία ρεύματος αποβλήτων. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικό καύσιμο στη μονάδα πλάσματος μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το λειτουργικό κόστος ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορεύσιμο προϊόν.
- Το υαλώδους μορφής, αδρανές υλικό το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των επεξεργαζόμενων αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων)
- Τα απαέρια, τα οποία ύστερα από κατάλληλα επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Αναφορικά με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των εκπομπών από μονάδες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του πλάσματος, ισχύουν τα ίδια όρια με τις υπόλοιπες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.
- Τα υγρά απόβλητα, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία καθαρισμού των απαερίων. Ανάλογα με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών, είναι δυνατόν να απαιτείται εγκατάσταση επεξεργασίας τους έτσι ώστε να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση.

Η τεχνολογία πλάσματος δεν έχει εφαρμοστεί σε εμπορική κλίμακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά υπάρχουν παγκοσμίως εγκαταστάσεις που την εφαρμόζουν για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων, ενώ στην Ιαπωνία κοντά στις πόλεις Mihama and Mikata, λειτουργεί μονάδα πλάσματος για την επεξεργασία 20 tn/d αστικών στερεών αποβλήτων και 4 tn/d αστικής ιλύος.

#### 6.2.6 Μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας.

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας, όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια επεξεργασία, δηλαδή σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνεται μια μεγάλη ποικιλία αγροτικών

αποβλήτων και υπολειμμάτων, όπως κοπριές, φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοπυρήνα κλπ, πολλά στερεά απόβλητα και ιλύες από βιομηχανίες τροφίμων, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών αποβλήτων. Το τελευταίο, υπόκειται περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (99/31/ΕΕ) που επιβάλλουν τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων, από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα. Όσον αφορά τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα, οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας μπορούν να δεχθούν:

- Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή, το οποίο μετά από μια αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «κομπόστ» και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές διεξόδους αξιοποίησης, π.χ. ως εδαφοβελτιωτικό.

- Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής. Δεδομένου ότι η μηχανική διαλογή, δηλαδή οι μηχανικοί διαχωρισμοί με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού όπως κόσκινα, μαγνήτες, κ.λ.π., εφαρμόζεται σε σύμμεικτα απορρίμματα όπως αυτά που έρχονται με τα απορριμματοφόρα, η ποιότητα του εμπλουτισμένου αυτού κλάσματος και κατ' επέκταση του προϊόντος μετά τη βιολογική επεξεργασία, εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες της μηχανικής διαλογής. Σε κάθε περίπτωση όμως η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του κομπόστ που περιγράφηκε παραπάνω, γι' αυτό και συνήθως αναφέρεται ως υλικό «τύπου κομπόστ».

Η κομποστοποίηση οδηγεί στην παραγωγή ενός σταθεροποιημένου υλικού (κομπόστ υψηλής ποιότητας ή υλικό τύπου κομπόστ), η βιολογική ξήρανση στην παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου εμπλουτισμένου σε βιοαποδομήσιμα υλικά και υψηλής θερμογόνου δύναμης, ενώ η αναερόβια χώνευση στην παραγωγή ενέργειας (βιοαέριο) και ενός σχετικά σταθεροποιημένου, υδαρούς υπολείμματος. Το υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης (digestate) μοιάζει με λάσπη και απαιτείται η αφαίρεση υγρασίας και περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση ώστε να μετατραπεί επίσης σε υλικό «τύπου κομπόστ» και να έχει ανάλογες χρήσεις.

Η κομποστοποίηση, ως αερόβια βιολογική επεξεργασία, βασίζεται στη δράση μικροοργανισμών, οι οποίοι διασπούν τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο υλικό εισόδου. Το τελικό προϊόν είναι ένα σταθεροποιημένο στερεό υλικό το κομπόστ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία, κηπουρική, φυτοκομική, αποκατάσταση καταπονημένων ή κατεστραμμένων εδαφών, αναδάσώσεις, τεχνητά βοσκοτόπια ή για άλλες χρήσεις. Παράλληλα παράγεται διοξείδιο του άνθρακα νερό και θερμότητα.

Οι βιολογικές διεργασίες μπορούν να χωριστούν σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο της βιοαποδόμησης λαμβάνουν χώρα οι μικροβιολογικές δραστηριότητες που έχουν σαν αποτέλεσμα την αποδόμηση και την σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών και διαρκεί 2-8 εβδομάδες ανάλογα με τα τεχνικά μέσα που χρησιμοποιούνται προς υποστήριξη των βιολογικών διεργασιών. Στο στάδιο της ωρίμανσης το υλικό που παράγεται στο πρώτο στάδιο αφήνεται να ωριμάσει για μεγάλο χρονικό διάστημα που ανέρχεται σε 4-12 εβδομάδες με τελικό προϊόν το ώριμο κομπόστ. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρείται περαιτέρω σταθεροποίηση του αρχικού κομπόστ.

Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν την εφαρμογή και αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι:

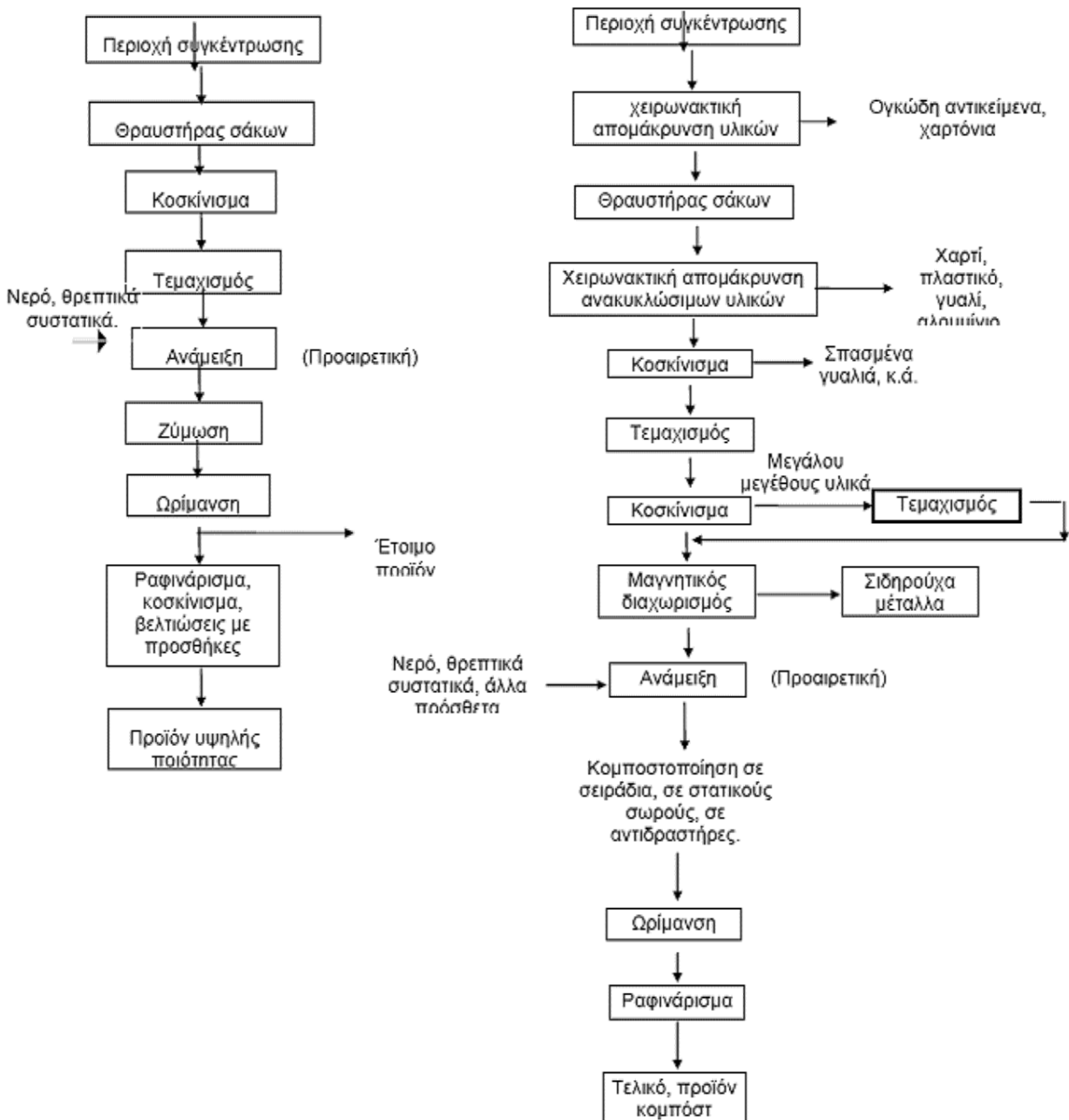
- η σύσταση υποστρώματος
- το μέγεθος των συστατικών του υποστρώματος
- η καθαρότητα του υποστρώματος (ύπαρξη προσμίξεων)
- η υγρασία του υποστρώματος
- το pH του υποστρώματος
- η θερμοκρασία του υποστρώματος
- ο αερισμός του υποστρώματος

Το εδαφοβελτιωτικό, που είναι επίσης γνωστό με τον ξενικό όρο «κομπόστ» είναι το προϊόν της βιολογικής αποδόμησης του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, οι πιο σημαντικές από τις οποίες είναι η ύπαρξη οξυγόνου και η υψηλή θερμοκρασία. Το εδαφοβελτιωτικό είναι σχετικά σταθερό προϊόν, ικανό να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια ως λίπασμα. Η βιολογική αποδόμηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων γίνεται με τη βοήθεια μικροοργανισμών, οι οποίοι αποικοδομούν τις σύνθετες δομές των οργανικών μορίων σε  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  και στερεό υπόλειμμα. Περαιτέρω βιολογική αποικοδόμηση λαμβάνει χώρα μέσα στο έδαφος η οποία μετατρέπει το εδαφοβελτιωτικό σε humus. Η κομποστοποίηση, όπως αλλιώς λέγεται, λαμβάνει χώρα όταν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου, ολοκληρώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα και είναι άοσμη. Το εδαφοβελτιωτικό πρέπει να οξυγονώνεται τακτικά είτε με ανάδευση είτε με εισαγωγή αέρα. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες η θερμοκρασία που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης ανέρχεται σε τιμές, οι οποίες είναι τόσο υψηλές ώστε να είναι ικανές να αφανίσουν έντομα και παθογόνους μικροοργανισμούς.

Στην αποσύνθεση των απορριμμάτων εμπλέκονται κυρίως τρεις κατηγορίες μικροοργανισμών: βακτήρια, φύκια και ακτινομύκητες. Οι δύο πρώτες συνήθως επικρατούν όταν το οργανικό μέρος των απορριμμάτων αποσυντίθεται. Εάν είναι διαθέσιμος αρκετός αέρας, τότε η ταχύτητα μεταβολισμού αυξάνει, ενώ ταυτόχρονα η θερμοκρασία πλησιάζει τους  $70^\circ\text{C}$  ή και παραπάνω. Σ' αυτό το στάδιο μόνον τα ανθεκτικά βακτήρια και οι ακτινομύκητες μπορούν να συνεχίσουν την αποικοδόμηση των απορριμμάτων. Καθώς το υπόστρωμα χρησιμοποιείται, ο ρυθμός της αποδόμησης μειώνεται, η θερμοκρασία πέφτει και τα φύκια και τα μη θερμοφυλικά βακτήρια γίνονται ξανά ενεργά.

Όλοι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται νερό για να ζήσουν και να λειτουργήσουν. Εάν η υγρασία των απορριμμάτων μειωθεί κάτω του 40%, η μικροβιακή ενεργότητα πέφτει. Εάν πάλι αντίθετα η υγρασία αυξηθεί σε τέτοια επίπεδα ώστε ο αέρας που υπάρχει μέσα στο εδαφοβελτιωτικό αντικατασταθεί με νερό, τότε δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες συνοδευόμενες πάντοτε από δυσοσμία και η κομποστοποίηση σταματά. Καθώς τα απορρίμματα υφίστανται αποσύνθεση η σύστασή τους μεταβάλλεται και αυτό επιδρά κυρίως στην αναλογία C:N. Η αναλογία αυτή είναι περίπου 20:1 στο φρέσκο οργανικό κλάσμα και σταδιακά μειώνεται καθώς η κομποστοποίηση προχωρά. Στο ώριμο εδαφοβελτιωτικό ο λόγος C:N είναι 12:1. Εάν μη ώριμο εδαφοβελτιωτικό χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα τότε η συνεχιζόμενη αποσύνθεση του ανθρακούχου υποστρώματος θα έχει ως αποτέλεσμα τη δέσμευση του  $\text{N}_2$  από το έδαφος. Το τελικό σημείο της κομποστοποίησης δηλαδή του ώριμου εδαφοβελτιωτικού είναι δύσκολο να βρεθεί αλλά ο λόγος C:N είναι ένας χρήσιμος δείκτης. Το μη ώριμο εδαφοβελτιωτικό είναι πιθανόν να υποστεί υπερθέρμανση και, καθώς η αποσύνθεσή του συνεχίζεται μπορεί να προκύψουν οσμές ή ακόμη να περιέχει συστατικά επιβλαβή για τα φυτά. Το ώριμο εδαφοβελτιωτικό είναι ένα πολύτιμο συστατικό, γιατί μπορεί να δράσει ως συστατικό του χώματος, ως λίπασμα, ως κοπριά και ως υποκατάστατο της τύρφης για χώμα στις γλάστρες.

Τα οικιακά απορρίμματα περιέχουν υψηλό ποσοστό σε οργανικό υλικό κατάλληλο για κομποστοποίηση. Το κλάσμα των απορριμμάτων από το οποίο είναι δυνατόν να παραχθεί εδαφοβελτιωτικό, περιέχει υπολείμματα τροφών, απορρίμματα ζώων και απορρίμματα που προκύπτουν από την περιποίηση των φυτών. Ωστόσο, όλα τα παραπάνω, τα οποία αποτελούν το οργανικό κλάσμα, δεν αποδομούνται με τον ίδιο ρυθμό, π.χ. με αργότερο ρυθμό αποδομούνται τα ξύλα, τα οστά και τα βιομηχανικά διαφοροποιημένα όπως χαρτί και δέρμα. Έχει παρατηρηθεί ότι οι χώρες που καταναλώνουν λιγότερο επεξεργασμένες τροφές παράγουν μεγαλύτερο ποσοστό κομποστοποιήσιμων απορριμμάτων.



α) Διαλογή στην πηγή

β) Μηχανικός διαχωρισμός

Σχήμα 6.14 Γενικευμένο διάγραμμα ροής κομποστοποίησης.

Η κομποστοποίηση απορριμμάτων σε μονάδα μηχανικού διαχωρισμού έχει ως κύριο σκοπό τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές. Εάν όμως η κομποστοποίηση αντιμετωπισθεί και ως διαδικασία παραγωγής κομπόστ, τότε η ποιότητα του τελικού προϊόντος παίζει καθοριστικό ρόλο για την αποδοχή του από το καταναλωτικό κοινό. Στις μονάδες μηχανικού διαχωρισμού τα μηχανικά μέσα που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος από τα υπόλοιπα απορρίμματα, δεν εξασφαλίζουν ικανοποιητική ποιότητα τελικού προϊόντος εξαιτίας της παρουσίας βαρέων μετάλλων και επικίνδυνων τοξικών ουσιών σ' αυτό. Συνεπώς, για την παραγωγή υψηλής ποιότητας κομπόστ πιο αποτελεσματική και αποδοτική

διαδικασία είναι η κομποστοποίηση απορριμμάτων προερχομένων από διαλογή στην πηγή. Φυσικά στην περίπτωση αυτή πρέπει να προηγηθεί η οργάνωση ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή, κάτι που συνεπάγεται άλλου είδους προβλήματα, όπως αυτό της συμμετοχής του κοινού στο πρόγραμμα που στην αρχή τουλάχιστον έχει ως αποτέλεσμα μικρό ποσοστό ανάκτησης

Κατά την αναερόβια βιολογική επεξεργασία (αναερόβια ζύμωση), πραγματοποιείται αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών απουσία οξυγόνου. Το αποτέλεσμα της διεργασίας είναι η παραγωγή σταθεροποιημένου οργανικού υλικού και αερίου υψηλής περιεκτικότητας σε μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας π.χ. σε συστήματα θερμικής επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται σε κλειστούς αντιδραστήρες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, τη μείωση του όγκου των αστικών στερεών αποβλήτων και τη βιολογική σταθεροποίησή τους.

Η επεξεργασία σε μονάδες αναερόβιας ζύμωσης περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στάδια, τα οποία είναι :

- η προεπεξεργασία του ρεύματος των αποβλήτων,
- η αναερόβια χώνευση στον αντιδραστήρα,
- η ανάκτηση του βιοαερίου
- η επεξεργασία των υπολειμμάτων της ζύμωσης

Η τεχνολογία της αναερόβιας ζύμωσης αναπτύχθηκε αρχικά για την επεξεργασία ρευστών κτηνοτροφικών και αγροτικών αποβλήτων και της ιλύος των βιολογικών καθαρισμών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των εγκαταστάσεων που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των βιοαποδομήσιμων αστικών απορριμμάτων.

Η βιολογική ξήρανση αποτελεί τεχνική προεπεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων με στόχο την ενεργειακή αξιοποίησή τους. Ειδικότερα στοχεύει στη μείωση της υγρασίας των αστικών στερεών αποβλήτων και κατά επέκταση του όγκου τους, στη διευκόλυνση του μηχανικού διαχωρισμού των άχρηστων υλικών και στην παραγωγή SRF. Με τη μέθοδο αυτή το νερό που βρίσκεται στα απόβλητα απομακρύνεται σε μικρό χρονικό διάστημα με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες. Οι ξηραντήρες είναι συνήθως είτε κλειστές δεξαμενές εντός βιομηχανικών κτιρίων είτε κουτιά ορθογώνιου σχήματος (bio-boxes) τα οποία είναι αεροστεγώς κλειστά ώστε να αποφεύγονται οι εκπομπές οσμών και άλλων αερίων.

Οι συνδυασμένες μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας τόσο σύμμεικτων αστικών στερεών αποβλήτων, όσο και επιλεγμένων ρευμάτων για παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών και ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης να δώσουν ως τελικό προϊόν RDF, SRF, compost. Τα τρία στάδια των μονάδων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας είναι:

- Διαχωρισμός υλικών-Μηχανικός διαχωρισμός υλικών
- Βιολογική επεξεργασία-Σταθεροποίηση, μείωση του όγκου των αποβλήτων
- Παραγωγή προϊόντων όπως υλικά επικάλυψης ΧΥΤΑ, SRF, ανακυκλώσιμα

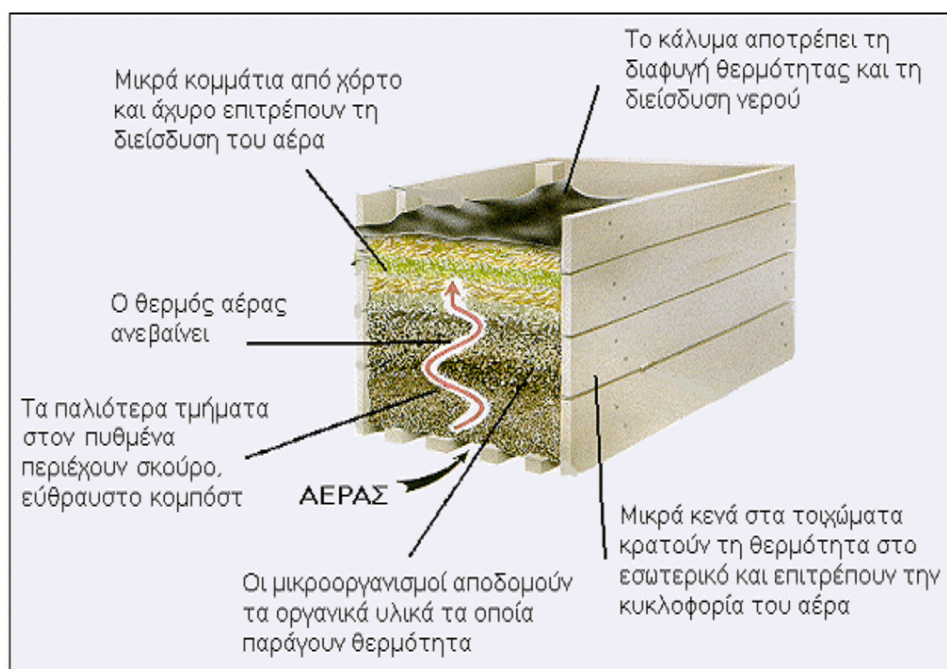
Η βιολογική επεξεργασία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, δύναται να είναι αερόβια και ανάεροβια.



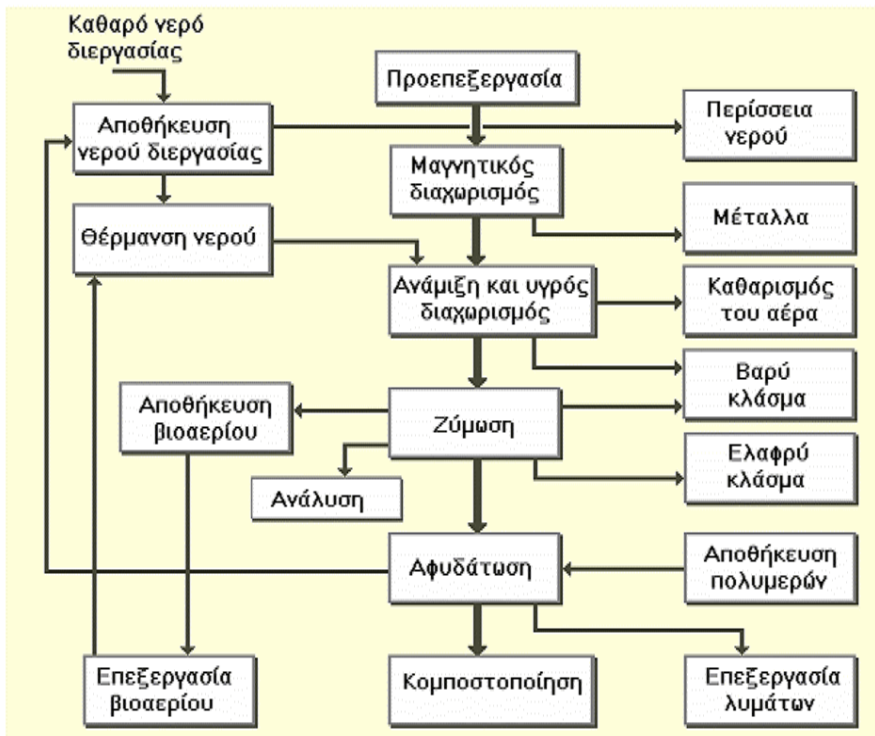
Τεχνολογία	Προϊόντα
Μηχανική επεξεργασία και αερόβια κομποστοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοσταθεροποιημένο υλικό για κομπόστ, κάλυψη Χ.Υ.Τ.Α. ή αποκατάσταση εδαφών</li> </ul>
Μηχανική επεξεργασία και αναερόβια χώνευση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας</li> <li>• Βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα</li> </ul>
Μηχανική επεξεργασία και αναερόβια χώνευση και αερόβια κομποστοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας</li> <li>• Υλικό για αποκατάσταση εδαφών</li> </ul>
Μηχανική επεξεργασία και βιολογική ξήρανση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα (μέταλλα)</li> <li>• SRF</li> </ul>

Πίνακας 6.2 Βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και κατά συνέπεια τα παραγόμενα προϊόντα από την επεξεργασία των αποβλήτων.

Τα τελευταία χρόνια, το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αναερόβια ζύμωση, ως διεργασία επεξεργασίας αποβλήτων, είχε σαν συνέπεια την κατασκευή διαφόρων τύπων αντιδραστήρων που λειτουργούν διάφορες θερμοκρασίες. Μέχρι το 2000 είχαν κατασκευαστεί τρεις μονάδες, που λειτουργούσαν με βάση τη διεργασία Waasa. Ενδεικτικά αναφέρεται η διεργασία αυτή. Η δυναμικότητα των μονάδων κυμαίνεται μεταξύ 3.000-85.000 τόνων ανά έτος.



Σχήμα 6.15 Διεργασία κομποστοποίησης (αερόβια ζύμωση) των οργανικών αποβλήτων (USEPA, 1996).



Σχήμα 6.16 Διάγραμμα ροής της διεργασίας Waasa.

Η διεργασία έχει δοκιμαστεί για διάφορους τύπους αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένου και ενός μίγματος μηχανικά διαχωρισμένων δημοτικών στερεών αποβλήτων και ιλύος υπονόμων, και λειτουργεί με ένα εύρος στερεών συστατικών 10-15% κ.β. Ο αντιδραστήρας είναι μία κλειστή δεξαμενή η οποία έχει υποδιαιρεθεί εσωτερικά για να υπάρχει ένας θάλαμος προζύμωσης. Η ανάμιξη επιτυγχάνεται με την έγχυση βιοαερίου δια μέσου της βάσης του αντιδραστήρα με τη βοήθεια αντλίας. Η απόδοση της λειτουργίας συνίσταται στην παραγωγή 100-150 m<sup>3</sup> βιοαερίου ανά τόνο εισερχόμενων αποβλήτων, τη μείωση του όγκου κατά 60%, τη μείωση του βάρους κατά 50-60% και μια εσωτερική κατανάλωση βιοαερίου 20-30%. Το χωνευμένο υλικό μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω με αερόβια κομποστοποίηση, αλλά αυτό εξαρτάται από την ποιότητα των αποβλήτων.

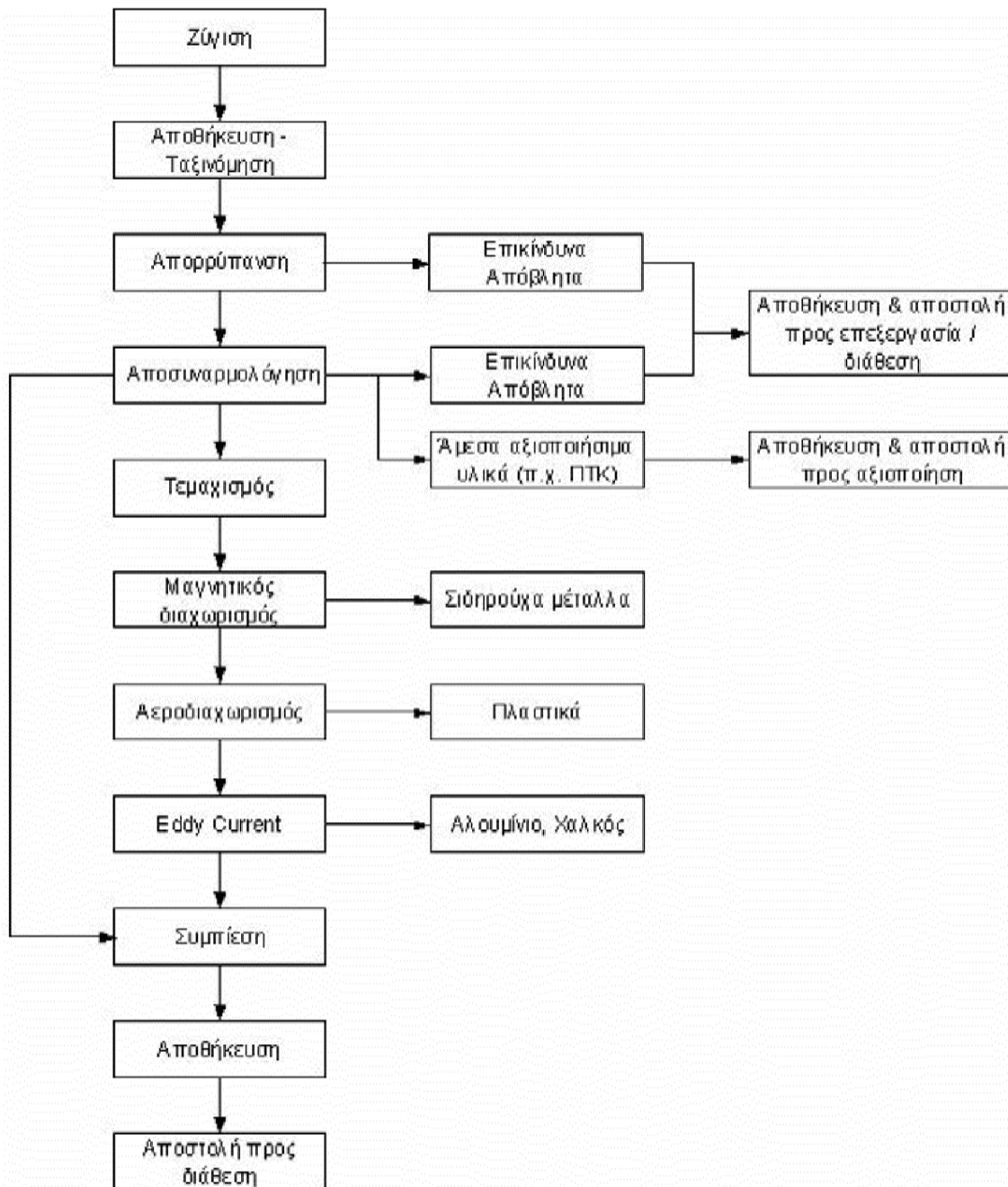
Στην αγορά υπάρχει σημαντικός αριθμός μονάδων βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων, οι οποίες συνήθως συνδυάζουν τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων με τη μηχανική επεξεργασία, οι μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας. Από αυτή την άποψη, τα συστήματα αυτά έχουν αναπτυχθεί περισσότερο από μεθόδους θερμικής επεξεργασίας, όπως είναι η πυρόλυση, η αεριοποίηση, μέθοδοι που βασίζονται στο πλάσμα και άλλα καινοτόμα συστήματα, τα οποία, όπως και οι μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας, πλασάρονται στην αγορά ως νέες προσεγγίσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, διεθνώς λειτουργούν συνολικά ογδόντα μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας, συνολικής δυναμικότητας 8.500.000 τόνων ετησίως, ενώ στο άμεσο μέλλον αναμένεται η θέση σε λειτουργία ακόμη σαράντα τρεις μονάδων, επιπλέον δυναμικότητας της τάξης των 4.500.00 τόνων ετησίως.

Αναφορικά με τις επιμέρους μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας που εφαρμόζονται, η αερόβια επεξεργασία – κομποστοποίηση είναι η πλέον εφαρμοζόμενη πρακτική, όμως η εφαρμογή των μεθόδων τόσο της αναερόβιας επεξεργασίας όσο και της βιολογικής ξήρανσης αναπτύσσεται ραγδαία. Σχετικά με την αναερόβια χώνευση, στην Ευρώπη λειτουργούν είκοσι έξι μονάδες («υγρής» ή «ξηρής» μεθόδου) στην Ισπανία, τη Γερμανία, το Βέλγιο, τη Γαλλία, την Ιταλία, την

Πολωνία και την Αυστρία και από αυτές περίπου οι δέκα είναι μονάδες «ξηρής» αναερόβιας χώνευσης.

### 6.3 Τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

Τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό περιέχουν πλήθος κατασκευαστικών υλικών, η πλειοψηφία των οποίων μπορεί να ανακτηθεί και αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό.



Σχήμα 6.17 Τα βήματα που ακολουθούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταξινομούνται στις εξής δυο βασικές κατηγορίες:

- Τεμαχισμός (shredding) των υλικών και μετέπειτα εφαρμογή διαφόρων μεθόδων διαχωρισμού των επιμέρους κλασμάτων.
- Αποσυναρμολόγηση των κατασκευαστικών μερών, η οποία διακρίνεται σε μη καταστρεπτική, όπου δεν καταστρέφονται τα επιμέρους τμήματα, και μερικώς καταστρεπτική, όπου καταστρέφονται ορισμένα τμήματα π.χ. συνδέσεις.

Στην παρούσα φάση η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης δεν είναι αυτοματοποιημένη κάτι που προβλέπεται να συμβεί πλήρως στο μέλλον, ως αποτέλεσμα και του περιβαλλοντικού σχεδιασμού των προϊόντων. Η χειρωνακτική αποσυναρμολόγηση και ο διαχωρισμός των αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, ανεβάζει το κόστος επεξεργασίας με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται μόνο για τα πολύτιμα υλικά που περιέχονται στα απόβλητα αυτά.

Η έλλειψη κατασκευαστικών δεδομένων για τις παλιές ηλεκτρικές συσκευές αλλά και το εύρος των προϊόντων και των υλικών που περιέχονται στα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, δυσχεραίνουν την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης και την αποδέσμευση της από τον ανθρώπινο παράγοντα. Για τους παραπάνω λόγους η μέθοδος του τεμαχισμού χρησιμοποιείται ευρέως σε εργοστάσια επεξεργασίας τέτοιων αποβλήτων.

Άλλες βοηθητικές, αλλά απαραίτητες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό για να βοηθήσουν τον μετέπειτα διαχωρισμό των δομικών τους υλικών εικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Μέθοδος	Αποτέλεσμα Μεθόδου
Τεμαχισμός	Θραύση, ελάττωση μεγέθους ΑΗΗΕ στα επιθυμητά επίπεδα
Συμπύεση	Αύξηση πυκνότητας τελικών υλικών
Κοσκίνισμα	Διαχωρισμός κλασμάτων ΑΗΗΕ βάσει μεγέθους
Απορρύπανση	Χειρωνακτική ή μηχανική αφαίρεση επικινδύνων τμημάτων ΑΗΗΕ
Αποσυναρμολόγηση	Αποσύνδεση τμημάτων των ΑΗΗΕ για περαιτέρω απορρύπανση ή ξεχωριστή επεξεργασία
Δόνηση	Δημιουργία συνθηκών ομοιογενούς ροής αποβλήτων στην είσοδο των διαφόρων διατάξεων επεξεργασίας/διαχωρισμού
Ζύγιση	Καταγραφή βάρους ΑΗΗΕ

Πίνακας 6.3 Τεχνολογίες μετέπειτα διαχωρισμού δομικών υλικών των αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ).

#### 6.4 Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών.

Ήδη από το 1991 η Ευρωπαϊκή Ένωση είχε θεσπίσει την Οδηγία 91/157/ΕΟΚ για τη διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών. Ακολούθησαν οι Οδηγίες 93/86/ΕΟΚ και 98/101/ΕΚ, ενώ πρόσφατα εγκρίθηκε η αναθεώρηση του νομοθετικού πλαισίου και πιο συγκεκριμένα η νέα οδηγία για τη διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών η οποία και θα καταργήσει τις προαναφερθείσες. Σημειώνεται πως εκτιμάται πως η ετήσια παραγωγή σε Ευρωπαϊκή Ένωση ανέρχεται σε 800.000 τόνους μπαταριών αυτοκινήτων, 190.000 τόνους βιομηχανικών μπαταριών και 160.000 τόνους φορητών μπαταριών.

Το Σεπτέμβριο του 2006 δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης η νέα οδηγία 2006/66/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 6ης Σεπτεμβρίου 2006, σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, η οποία και κατήργησε την οδηγία 91/157/ΕΟΚ.

Η νέα οδηγία ισχύει για όλους τους τύπους ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, ανεξάρτητα από το σχήμα, τον όγκο, το βάρος, τη σύνθεση του υλικού ή τη χρήση τους. Η οδηγία επιβάλλει στα κράτη μέλη τους ακόλουθους ποσοτικούς στόχους συλλογής:

- α) 25 %, έως τις 26 Σεπτεμβρίου 2012·
- β) 45 %, έως τις 26 Σεπτεμβρίου 2016.

Επιπροσθέτως τα κράτη μέλη θα πρέπει ως τις 26 Σεπτεμβρίου του 2011 να επιτυγχάνουν τις ακόλουθες ελάχιστες αποδόσεις ανακύκλωσης:

- α) ανακύκλωση του 65 % κατά μέσο βάρος των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών μολύβδου-οξέος,
- β) ανακύκλωση του 75 % κατά μέσο βάρος των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών νικελίου-καδμίου,
- γ) ανακύκλωση του 50 % κατά μέσο βάρος των άλλων αποβλήτων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών.

Τα κράτη μέλη οφείλουν να θέτουν σε ισχύ τις νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις που είναι αναγκαίες για να συμμορφωθούν με την οδηγία έως τις 26 Σεπτεμβρίου 2008.

Όσον αφορά στο θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα, τον Αύγουστο του 2001 ψηφίσθηκε στην Βουλή των Ελλήνων ο νόμος με αριθμ.2939/2001 (ΦΕΚ 159/Α), με θέμα «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων - Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων και άλλες διατάξεις». Ο νόμος καλύπτει όλες τις συσκευασίες που διατίθενται στην αγορά και όλα τα απόβλητα συσκευασιών, καθώς και «άλλα προϊόντα», μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές. Σύμφωνα με το άρθρο 17 του εν λόγω νόμου, προβλέπεται η οργάνωση συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών από τους υπόχρεους διαχειριστές, ενώ οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την εναλλακτική διαχείριση καθορίστηκαν με το υπ'αρ.115 (ΦΕΚ 80/Α/5.3.2004) Προεδρικό Διάταγμα (ΦΕΚ 80/Α/5.3.2004).

Το Προεδρικό Διάταγμα καλύπτει όλες τις ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές που διατίθενται στην αγορά καθώς και τις χρησιμοποιημένες ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές, και εκτός των άλλων περιλαμβάνει και τις υποχρεώσεις των εμπλεκόμενων στη διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης, όρους όπως επίσης και προϋποθέσεις για την εναλλακτική διαχείριση και ποσοτικούς στόχους.

Σύμφωνα με αυτό απαγορεύεται:

- η εμπορία ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών με περιεκτικότητα σε υδράργυρο άνω του 0.0005% κατά βάρος, συμπεριλαμβανομένων και των περιπτώσεων όπου αυτές οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές είναι ενσωματωμένες σε συσκευές.

- από την απαγόρευση αυτή εξαιρούνται οι ηλεκτρικές στήλες τύπου «κουμπί», των οποίων η περιεκτικότητα σε υδράργυρο δεν υπερβαίνει το 2% κ.β.
- η διάθεση στην αγορά συσσωρευτών νικελίου-καδμίου (Ni cd) ηλεκτρικών οχημάτων μετά την 31-12-2005. Μετά την ημερομηνία αυτή επιτρέπεται η διάθεση στην αγορά μόνο για ανταλλακτικά σε οχήματα που έχουν διατεθεί στην αγορά πριν από την ημερομηνία αυτή
- η διάθεση προς πώληση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών των οποίων η τοποθέτηση στις αντίστοιχες συσκευές γίνεται κατά τρόπο ώστε να δυσχεραίνεται η εύκολη αφαίρεσή τους από τον καταναλωτή μετά τη χρήση τους, εκτός από κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες συσκευών.
- η συλλογή, προσωρινή αποθήκευση, μεταφορά και διάθεση των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών από κοινού με τα οικιακά απόβλητα

Η εταιρεία «Συστήματα Sunlight ABEE» διατίθεται να δημιουργήσει μια μονάδα ανακύκλωσης βιομηχανικών scrap μπαταριών οξέος μολύβδου, όπου το τελικό προϊόν θα απορροφάται ως πρώτη ύλη από την ίδια τη βιομηχανία. Το τελικό παραγόμενο προϊόν θα καλύπτει τις ανάγκες της «Συστήματα Sunlight ABEE» σε πρώτη ύλη κατά 80%. Το εργοστάσιο θα έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται 20.0000 τόνους scrap μπαταριών για την παραγωγή 14.000 τόνων μολύβδου. Το επενδυτικό πρόγραμμα της εν λόγω εταιρείας ανέρχεται συνολικά στα πενήντα εκατομμύρια ευρώ. Το εργοστάσιο θα βρίσκεται στην περιοχή της Κομοτηνής και προβλέπεται να ολοκληρωθεί το 2009. Η μονάδα ανακύκλωσης μελετήθηκε όλες τις περιβαλλοντολογικές νομοθεσίες, και αποτελείται από θραυστήρα, κλίβανο, ειδικές χύτρες, μηχάνημα καλουπάματος και σταθμό επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Οι μπαταρίες περιέχουν μέταλλα και, ως απόβλητα, η απόρριψή τους σε χωματερές μπορεί να προκαλέσουν σημαντική μόλυνση. Μια μικρή μπαταρία, όπως αυτές που έχουν τα ρολόγια ή οι φωτογραφικές μηχανές, είναι ικανή να ρυπάνει ένα κυβικό μέτρο χώματος ή τετρακόσια κυβικά μέτρα νερού. Ο μολύβδος είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθεί από βιομηχανίες που παράγουν μπαταρίες ή σκάγια και από βιοτεχνίες που κατασκευάζουν εξαρτήματα υδραυλικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον, όσον αφορά τα υλικά κατασκευής κτιρίων που φτιάχνονται από μολύβδο, το 95% προέρχεται από ανακύκλωση μολύβδου. Η παγκόσμια κατανάλωση μολύβδου ξεπερνά τα 5,7 εκατομμύρια τόνους το χρόνο, από τα οποία τα 3 εκατομμύρια προέρχονται από ανακύκλωση. Ένα πρόσθετο όφελος από την ανακύκλωση των μπαταριών είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Τόσο κατά την εξόρυξη μετάλλων όσο και κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους, καταναλώνεται ενέργεια σε ηλεκτρικό ρεύμα και φυσικό αέριο. Υπολογίζεται ότι για κάθε τεμάχιο μπαταρίας, που ανακυκλώνεται, το ποσοστό της ενέργειας που εξοικονομείται ανέρχεται έως και το 80%. Σημαντικό κοινωνικό όφελος της ανακύκλωσης είναι και η μείωση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής.

## 6.5 Διαχείριση οχημάτων τέλους κύκλου ζωής.

Η μέση ηλικία των οχημάτων, που αποσύρονται από την κυκλοφορία και γίνονται απόβλητα, εκτιμάται ότι είναι άνω των δώδεκα ετών. Η ηλικία των οχημάτων εξαρτάται από οικονομικούς, πολιτικούς, κοινωνικούς ακόμη και κλιματικούς παράγοντες και από την καταναλωτική συμπεριφορά των πολιτών. Φυσικά, το έτος παραγωγής και το είδος του οχήματος επηρεάζουν το μέσο χρόνο ζωής του. Η γνώση της μέσης ηλικίας των οχημάτων που φτάνουν το τέλος της ζωής τους είναι απαραίτητη για τον καθορισμό των ποσοτικών στόχων ανάκτησης και ανακύκλωσης τους.

Όσον αφορά στις πρακτικές επεξεργασίας, τα οχήματα τέλους κύκλου ζωής, αφού αποσυναρμολογηθούν και τα χρήσιμα κομμάτια τους διατεθούν ως ανταλλακτικά, τεμαχίζονται σε μικρά κομμάτια και διαχωρίζονται σε τρία επιμέρους ρεύματα: σίδηρο και χάλυβα, άλλα μέταλλα και τέλος μη μεταλλικά στοιχεία. Τα μέταλλα συνήθως ανακυκλώνονται, τήκονται και διαχωρίζονται, ώστε να αποτελέσουν πρώτη ύλη για νέα προϊόντα. Η διαδικασία αυτή συνήθως

απαιτεί μικρότερη κατανάλωση ενέργειας από την εξαγωγή μεταλλικών στοιχείων από ορυκτά και μεταλλεύματα. Παρόλα αυτά η ανακύκλωση των μετάλλων, συνεπάγεται νέες περιβαλλοντικές πιέσεις, καθώς παράγονται υπολείμματα με τη μορφή αερίων εκπομπών και τέφρας, τα οποία έχουν αρκετά υψηλή περιεκτικότητα σε επικίνδυνες ουσίες. Τα υπολείμματα αυτά πρέπει να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία σε ειδικές εγκαταστάσεις πριν την τελική τους διάθεση. Μία καλύτερη και πιο οργανωμένη προεπεξεργασία των οχημάτων, μπορεί να μειώσει σε σημαντικό βαθμό την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα του υλικού που υφίσταται τεμαχισμό. Σε αντίθεση όμως με τα μεταλλικά μέρη, τα μη μεταλλικά μέρη ενός οχήματος στο τέλος του κύκλου ζωής του συνεπάγονται πολλαπλά προβλήματα, όσον αφορά στην επεξεργασία τους. Το τελικό προϊόν του τεμαχισμού και αφού έχουν διαχωριστεί τα μέταλλα, αποτελεί ένα μείγμα αφρού, υφάσματος, πλαστικού, καουτσούκ, γυαλιού, υπολειμμάτων λαδιού και επικίνδυνων ουσιών. Έχει συνήθως υψηλή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, και σε περίπτωση μη απομάκρυνσης τους κατά την αποσυναρμολόγηση, μπορεί να περιέχει ορυκτέλαια και υγρά φρένων που είναι τοξικά. Το «μείγμα» αυτό συνήθως διατίθεται σε χώρους ταφής απορριμμάτων. Σίγουρα δεν μπορεί να ανακυκλωθεί και η καύση του λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε PVC και βαρέα μέταλλα, παράγει διοξίνες, φουράνια και οξείδια βαρέων μετάλλων. Κλειδί για την καλύτερη διαχείριση του είναι η πιο προσεκτική αποσυναρμολόγηση του οχήματος.

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας ενός οχήματος που έχει φτάσει το τέλος της ζωής του είναι η αποσυναρμολόγηση του. Αυτή περιλαμβάνει την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων καυσίμου, των υγρών και των λιπαντικών, την αφαίρεση τμημάτων όπως ο κινητήρας, η μίζα, και το σύστημα μετάδοσης της κίνησης ώστε να επισκευαστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, κομμάτια που έχουν υλική αξία όπως ο μολυβδος στις μπαταρίες ή τα πολύτιμα μέταλλα στους καταλύτες, αφαιρούνται και μεταπωλούνται.

Αυτό που μένει μετά από τις δραστηριότητες αποσυναρμολόγησης ονομάζεται "hulk" και περιλαμβάνει τα μεταλλικά τμήματα του σκελετού του οχήματος, μέρος των ηλεκτρονικών συσκευών, τα περισσότερα πλαστικά (καθίσματα, πίνακας οργάνων κ.α.), γυαλί και καουτσούκ. Το υπόλοιπο αυτό κλάσμα οδηγείται στους τεμαχιστές ώστε να λάβει χώρα η ανακύκλωση των υλικών. Στη διαδικασία τεμαχισμού, γίνεται μαγνητικός διαχωρισμός ώστε να αφαιρεθούν τα σιδηρούχα μέταλλα από τα άλλα υλικά. Τα μη σιδηρούχα μέταλλα διαχωρίζονται το ένα από το άλλο σε περαιτέρω στάδια.

Οι διεργασίες τεμαχισμού παράγουν δύο ρεύματα αποβλήτων: τη μεταφερόμενη δια αέρος σκόνη, που αποτελείται από ίνες υφάσματος, ακαθαρσίες, σκουριά, βαφές κ.λπ. που μαζεύεται στο σύστημα συλλογής σκόνης των τεμαχιστών, αν αυτό υπάρχει φυσικά, και τα μη μεταλλικά υπολείμματα που απομένουν μετά το διαχωρισμό των μετάλλων κυρίως δηλαδή πλαστικά, γυαλί, καουτσούκ κ.α. Τα δύο αυτά ρεύματα αποτελούν το λεγόμενο Υπόλειμμα Τεμαχισμού των Αυτοκινήτων (Automotive Shredder Residue) και αντιπροσωπεύουν περίπου το 25% του βάρους του οχήματος. Εντούτοις, αυτό το ποσό αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον δεδομένου ότι οι κατασκευαστές οχημάτων συνεχίζουν να χρησιμοποιούν περισσότερα πλαστικά, υφάσματα και συνθετικά για να μειώσουν το βάρος του οχήματος και να εκπληρώσουν τις απαιτήσεις αποδοτικότητας των καυσίμων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η χρήση των πλαστικών έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια.

Το υπόλειμμα που αναμιγνύεται συνήθως και με υπολείμματα από άλλες διαδικασίες τεμαχισμού, οδηγείται σε χώρους ταφής αντιπροσωπεύοντας λιγότερο από 0,2% του συνόλου των αποβλήτων που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το σημερινό ποσό αποβλήτων από τον τεμαχισμό των αυτοκινήτων κυμαίνεται από 2 έως 2,5 εκατομμύρια τόνους ετησίως και αντιπροσωπεύει περίπου το 10% του συνολικού ποσού επικίνδυνων αποβλήτων που παράγεται ετησίως στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η ανάκτηση των ανταλλακτικών λαμβάνει χώρα κατά τη φάση αποσυναρμολόγησης του οχήματος και φυσικά εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το αυτοκίνητο. Τα ανταλλακτικά αντιπροσωπεύουν περίπου το 20% του βάρους του οχήματος. Η παροχή αυτών είναι

πολύ σημαντική καθώς συνήθως προέρχονται από παλαιά μοντέλα, το οποία δεν κατασκευάζονται πλέον και ως εκ τούτου δεν υπάρχει λόγος παραγωγής των ανταλλακτικών. Έτσι, καλύπτονται εν μέρει οι ανάγκες επισκευής παλαιών οχημάτων που βρίσκονται ακόμη σε κυκλοφορία.

Παρά λοιπόν την πολύπλοκη σύνθεση τους το ποσοστό ανάκτησης των παλαιών οχημάτων θεωρείται πολύ υψηλότερο σε σχέση με άλλα βιομηχανικά προϊόντα. Τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους αποτελούν μία πολύτιμη πηγή υλικών που είναι σημαντικά για πολλούς κλάδους της βιομηχανίας συμπεριλαμβανομένης και της ίδιας της αυτοκινητοβιομηχανίας.

## 6.6 Διαχείριση ελαστικών.

Οι κυριότερες μέθοδοι εναλλακτικής διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών είναι η παραγωγή τρίμματος για ανακύκλωση μέσω μηχανικής ή κρυογενούς κοκκοποίησης, η ενεργειακή ή θερμική αξιοποίηση μέσω συναποτέφρωσης σε τσιμεντοβιομηχανίες και η επαναχρησιμοποίηση, ως αναγόμευση, εμπόριο μεταχειρισμένων. Η ενεργειακή αξιοποίηση είναι εύκολα παρεξηγήσιμη διαδικασία, γιατί ο μοναδικός τρόπος πραγματοποίησής της στην Ελλάδα είναι η θερμική καύση για την παραγωγή τσιμέντου και οι συνειρμοί από την καύση ελαστικών είναι μάλλον δυσάρεστοι, αφού απελευθερώνεται βενζόλιο και άλλες τοξικές ουσίες. Οι υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται στην παραγωγική διαδικασία του τσιμέντου, οι οξειδωτικές συνθήκες, οι μεγάλοι χρόνοι παραμονής των καυσαερίων, οι μεγάλες απαιτήσεις θερμικής ενέργειας, καθώς και η γεωγραφική διασπορά των μονάδων της τσιμεντοβιομηχανίας και το νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζεται με την Οδηγία Ε.Ε 2000/75, καθιστούν την συναποτέφρωση επιλεγμένων ρευμάτων αποβλήτων στην τσιμεντοβιομηχανία μία οικονομική και περιβαλλοντικά ασφαλή εναλλακτική λύση στο πρόβλημα της διάθεσης αποβλήτων.

Για την ανακύκλωση του ελαστικού είναι απαραίτητος ο τεμαχισμός του. Υπάρχουν δυο μέθοδοι κοκκοποίησης του παλαιού ελαστικού, η μηχανική κοκκοποίηση και η κρυογενής κοκκοποίηση. Η μηχανική ή « περιβάλλοντος » επεξεργασία των ελαστικών ονομάζεται έτσι, διότι πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος ή κοντά σε αυτές. Σε αντίθεση με τη κρυογονική όπου η επεξεργασία πραγματοποιείται σε συνθήκες ψύξης (-80 °C έως 120 °C). Η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας εξαρτάται από τα επιθυμητά προϊόντα και τις τιμές πώλησης αυτών.

<b>Στάδιο επεξεργασίας</b>	<b>Χρήσεις-Διάθεση υλικών</b>
<b>Προτεμαχισμός (Pre-shedding)</b>	Καύση, υλικά κατασκευών, τεχνητές επιφάνειες, σταθεροποιητές, ηχομονώσεις, διάθεση σε ΧΥΤΑ
<b>Τεμαχισμός (Shedding)</b>	Αποχετεύσεις, μονώσεις, υλικά για πλήρωση κενών
<b>Μηχανική κοκκοποίηση/άλεση (Granulators/Cutting mills)</b>	Αθλητικές εγκαταστάσεις και δάπεδα, στρώματα, τροχοί, πλακάκια, παγκάκια, υλικά για στέγες, ασφαλτοστρώσεις, υλικά οδοπροστασίας
<b>Κρυογενής κοκκοποίηση</b>	Σόλες παπουτσιών, αθλητικός εξοπλισμός, επικάλυψη καλωδίων, μέρη αυτοκινήτου, επιστρώσεις, πλακάκια, αντιολισθητικά, δάπεδα παιδότοπων, οδοσήματα, κλπ

Πίνακας 6.4 Χρήσεις των τελικών προϊόντων της ανακύκλωσης των ελαστικών.



Βαθμός επεξεργασίας	Ποσοστό	Χρήσεις
Παραγωγή κόκκων	63%	Κάλυψη αθλητικών επιφανειών. Γήπεδα ποδοσφαίρου κ.α. Πρόσθετο στην ασφαλτο.
Τεμάχια	12%	Έργα πολιτικού μηχανικού, έργα αποχέτευσης, θερμικές-ηχητικές μονώσεις, υποστρώματα.
Ολόκληρα ελαστικά	10&%	Έργα πολιτικού μηχανικού: Έργα ακτών, σιδηροτροχιών, τοιχώματα και βάσεις, ΧΥΤΑ
Πούδρα	8%	Πρώτη ύλη βιομηχανικών προϊόντων: Πλακίδια δαπέδων, ηχομονωτικά υλικά, αντικραδασμικές βάσεις, υλικά οδοσημάνσεων, εξαρτήματα αυτοκινήτων
Ειδικές εφαρμογές	5%	»
Διάφορα	2%	

Πίνακας 6.5 Βαθμός επεξεργασίας ελαστικών.

Στη μηχανική κοκκοποίηση μια σειρά τεμαχιστών (shredder) κόβουν το λάστιχο σε μικρά και μικρότερα κομμάτια, και ακολούθως ο κοκκοποιητής (granulator) μειώνει περισσότερο την τάξη μεγέθους των προϊόντων. Στην έξοδο του κοκκοποιητή τοποθετούνται μαγνητικοί διαχωριστές και κόσκινα για την απομάκρυνση του ατσαλιού και των λοιπών μετάλλων του ελαστικού αλλά και του λινού. Τα μέταλλα πωλούνται στη Χαλυβουργική και το λινό στην ασβεστοποιία αντικαθιστώντας το πετρέλαιο καύσης. Ανάλογα με το μέγεθος των προϊόντων επεξεργασίας αυτά διακρίνονται σε:

- Τα τεμάχια ελαστικού (μέγεθος τεμαχίων : 40 - 300mm)
- Τα chips ελαστικού (μέγεθος: 10mm - 50mm)
- Το τρίμμα ελαστικού (μέγεθος τρίμματος: 1mm - 10 mm)
- Την πούδρα ελαστικού (μέγεθος κόκκων: 0mm - 1mm)

Η ανακύκλωση των ελαστικών έχει εξελιχθεί σε εμπορικά βιώσιμη βιομηχανία. Σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχει τουλάχιστον ένα εργοστάσιο ανακύκλωσης και παράγονται ετησίως περίπου 652.000 τόνοι υλικών από ανακύκλωση (κόκκοι, πούδρα, chips). Από το 1992 έως 2003 η ποσότητα ελαστικών που οδηγήθηκε σε ανακύκλωση αυξήθηκε κατά 600% και πιο συγκεκριμένα από 109.000 τόνους έφτασε σε 652.000 τόνους. Επιπροσθέτως παρατηρείται μία συνεχής καθοδική πορεία των διατιθέμενων ελαστικών αυτοκινήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων, πρακτική, που ενισχύεται από την απαγόρευση της διάθεσης των ελαστικών από την οδηγία 99/31 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. Απαγορεύτηκε το 2003 η διάθεση των ελαστικών και από το 2006 η διάθεση και των τεμαχισμένων ελαστικών

## 6.7 Διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.

Τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις περιλαμβάνουν ποικίλα υλικά. Ένα μέρος αυτών των υλικών μπορεί με κατάλληλο διαχωρισμό να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί, το αδρανές μίγμα (τούβλα, πλακάκια κ.λπ.) δύναται να οδηγηθεί σε ειδικούς θραυστήρες και να αξιοποιηθεί ως δευτερεύουσα ύλη, κάποια υλικά (π.χ. ξύλα) μπορούν να αποτεφρωθούν με παράλληλο ενεργειακό κέρδος, ενώ ένα μικρό ποσοστό δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και πρέπει αφού υποστεί επεξεργασία να οδηγηθεί σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής. Όσον αφορά στην

τεχνική της ανακύκλωσης, αυτή βρίσκει ευρεία εφαρμογή στον τομέα κατασκευής και συντήρησης δρόμων όπου σε κάποιες χώρες το ποσοστό ανακύκλωσης αγγίζει το 100%.

Τα απόβλητα που προκύπτουν από την κατεδάφιση κτιρίων εμφανίζουν μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας όσον αφορά στη διαχείρισή τους, εν συγκρίσει με τα απόβλητα που προκύπτουν από τις ανεγέρσεις κτιρίων. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το γεγονός, ότι ο εργολάβος που αναλαμβάνει τις εργασίες κατεδάφισης δεν μπορεί να γνωρίζει εκ των προτέρων τη σύσταση των άχρηστων υλικών που θα προκύψουν. Για το λόγο αυτό κρίνεται ενδεδειγμένη η πρακτική της επιλεκτικής κατεδάφισης που αναλύεται παρακάτω. Επισημαίνεται ότι μετά την ολοκλήρωση της κατεδάφισης, τα απόβλητα που θα προκύψουν δύναται να επεξεργαστούν εντός εργοταξίου (on-site) ή σε σταθερές μονάδες επεξεργασίας μακριά από το εργοτάξιο (off-site).

Η επιλεκτική κατεδάφιση, είναι η οργανωμένη απομάκρυνση ή και επεξεργασία συγκεκριμένων υλικών και συστατικών, πριν την έναρξη της διαδικασίας της κατεδάφισης του βασικού σκελετού της κατασκευής. Τα υλικά αυτά πρέπει να απομακρυνθούν είτε λόγω της οικονομικής τους αξίας, είτε γιατί η παρουσία τους ρυπαίνει ή μειώνει την ποιότητα του ρεύματος των αποβλήτων, π.χ. η παρουσία επικίνδυνων ή ανόργανων συστατικών στο ρεύμα των αδρανών αποβλήτων.

Οι παρακάτω ενέργειες θα πρέπει να λαμβάνουν χώρα κατά τη κατεδάφιση ενός κτιρίου, με τη σειρά με την οποία αναφέρονται:

- Απομάκρυνση των εναπομείναντων επίπλων και υπαρχόντων.
- Απομάκρυνση όλων των αποβλήτων που απαιτούν ιδιαίτερη επεξεργασία, όπως ο αμίαντος, χημικά απόβλητα κ.λπ.
- Απομάκρυνση υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, όπως πόρτες, παράθυρα και πατώματα. Απομάκρυνση της γύψου και των μονωτικών υλικών.
- Αποσυναρμολόγηση της κατασκευής της οροφής και απομάκρυνση των υλικών με στόχο την επαναχρησιμοποίηση.
- Κατεδάφιση των τοίχων και διαλογή των μπαζών.
- Διαχωρισμός των μπαζών από ακαθαρσίες όπως χαρτιά, ξύλο και πλαστικά.

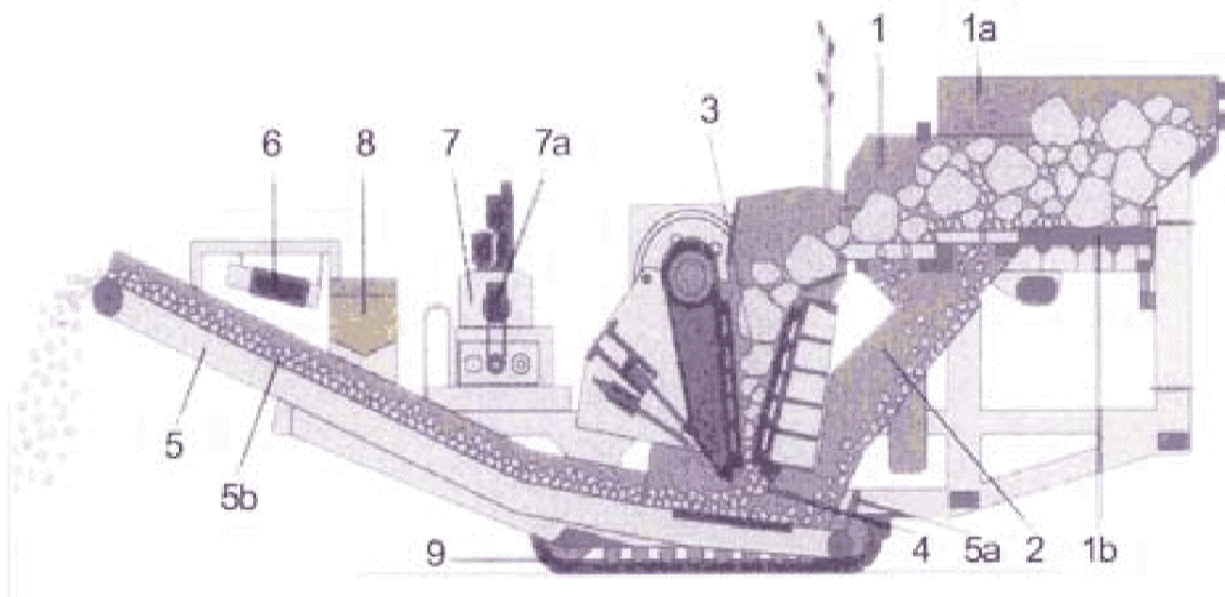
Τα μεγαλύτερα εμπόδια για τη διάδοση της επιλεκτικής κατεδάφισης, είναι η απαίτηση για ταχύτητα στην κατεδάφιση και η αβεβαιότητα όσον αφορά στη ζήτηση συγκεκριμένων υλικών που θα επαναχρησιμοποιηθούν. Όπως ήδη αναφέρθηκε, μετά την ολοκλήρωση της κατεδάφισης το μίγμα των αδρανών υλικών δύναται να διασπασθεί με τη χρήση ειδικών θραυστήρων είτε εντός εργοταξίου (on site) είτε σε χώρο εκτός εργοταξίου (off-site).

Το μίγμα των απόβλητων από κατασκευές και κατεδαφίσεις υφίσταται χειροδιαλογή προτού οδηγηθεί στο μαγνητικό διαχωριστή και στο κόσκινο για πρώτη φορά. Ακολουθεί εκ νέου διαχωρισμός για την απομάκρυνση των πλαστικών, ξύλων, χαρτιών και των μη σιδηρούχων μεταλλικών αποβλήτων. Τα μικτά απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις οδηγούνται στη συνέχεια σε ειδικούς θραυστήρες με σιαγόνες και ακολούθως σε μαγνητικό διαχωριστή πριν περάσουν από τον διαχωριστή, ο οποίος απομακρύνει τα ελαφρά υλικά, όπως μικρά κομμάτια χαρτιού και πλαστικού, που δεν απομακρύνθηκαν με τον προηγούμενο διαχωρισμό και το κλάσμα των αδρανών υλικών 0-4mm. Το κλάσμα των 4-45mm δύναται να κοσκινιστεί με τη ίδια διαδικασία, όπως για τα πλακάκια, τα τούβλα και το σκυρόδεμα. Κάποιες εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις διαθέτουν ακόμα και μονάδες κομποστοποίησης και επεξεργασίας ξύλου.

Η επιλογή του είδους του θραυστήρα εξαρτάται από τις υπάρχουσες συνθήκες αλλά και από την επιθυμητή μορφή του παραγόμενου αδρανούς προϊόντος. Ο θραυστήρας κρούσης δίνει ένα πιο σταθερό και προβλέψιμο μίγμα υλικών, όπου οι κόκκοι χαρακτηρίζονται για τις κοφτερές ακμές τους. Η λειτουργία αυτή είναι παρόμοια με αυτή μιας συμβατικής μηχανής κοπής γκαζόν. Οι θραυστήρες με σιαγόνες είναι σφηνοειδής μορφής, όπου μία από τις δύο πλευρές κινείται προς την άλλη και συνθλίβει τα υλικά. Η τροφοδοσία των υλικών γίνεται στο πάνω μέρος, ενώ το στενό άκρο

της εξόδου δύναται να καθορίσει και τη φύση των διασπασμένων υλικών. Η επιλογή ανάμεσα στα δυο είδη θραυστήρων εναπόκειται στο υπεύθυνο λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας και κυρίως καθορίζεται από τη χρήση για την οποία προορίζεται το παραγόμενο κονιορτοποιημένο υλικό. Οι θραυστήρες κρούσης παράγουν πιο ομοιόμορφο μίγμα αδρανών, έχουν μικρότερο κόστος αγοράς αλλά μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας ειδικά όταν επεξεργάζονται σκληρά υλικά όπως το σπλισμένο σκυρόδεμα. Γενικότερα οι θραυστήρες κρούσης έχουν σχεδιαστεί για την επεξεργασία υψηλότερων ροών υλικών σε σχέση με τους θραυστήρες με σιαγόνες.

Μια βασική διαφορά ανάμεσα στα απόβλητα που προκύπτουν από τα εργοτάξια όπου λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα και στα απόβλητα από κατεδαφίσεις είναι ότι ο εργολάβος στο εργοτάξιο γνωρίζει (ή οφείλει να γνωρίζει) ακριβώς τη σύσταση των υλικών που χρησιμοποιούνται. Έχει τη δυνατότητα να οργανώσει καλύτερα τη διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν, καθώς και να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που πιθανόν να προκύψουν κατά το σχεδιασμό διαχείρισης.



1	χοάνη τροφοδοσίας με προέκταση (1a) και τροφοδότης τύπου «grizzly» (1b)
2	παρακαμπτήριος αγωγός εκφόρτωσης
3	θραυστήρας με σιαγόνες
4	προστατευτική πλάκα ιμάντα
5	κύριος μεταφορέας, με υδραυλικούς ρυθμιστές (5a) και ενισχυμένο ιμάντα (5b)
6	μαγνητικός διαχωριστής
7	κινητήρας, με γεννήτρια (7a)
8	δεξαμενές καυσίμου και λαδιού
9	σιδηρόδρομοι

Σχήμα 6.19 Μονάδα επεξεργασίας που περιλαμβάνει μαγνητικό διαχωριστή και θραυστήρα για την επεξεργασία των αποβλήτων.

Ο εργολάβος οφείλει να διατηρεί αποθέματα υλικών για την αποφυγή τυχόν καθυστερήσεων στην ολοκλήρωση της κατασκευής. Στα εργοτάξια που λαμβάνει χώρα κατασκευαστική

δραστηριότητα, εξαιτίας των δύσκολων εργασιακών συνθηκών, κάποια δομικά υλικά αναπόφευκτα καταστρέφονται. Σε αυτή την περίπτωση ο εργολάβος οφείλει να προμηθευτεί νέα ποσότητα υλικών αλλά και να διαχειριστεί τα κατεστραμμένα υλικά που χαρακτηρίζονται ως απόβλητα.

Συνοψίζοντας, τα απόβλητα από κατασκευές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Κατεστραμμένα υλικά
- Υλικά που δεν χρησιμοποιήθηκαν
- Υλικά συσκευασίας
- Άλλα βοηθητικά υλικά

Όσον αφορά στις δύο πρώτες κατηγορίες, οι ποσότητες των αποβλήτων μπορούν να περιορισθούν με καλύτερο έλεγχο στη διαχείριση των αποθεμάτων και την αρτιότερη εκπαίδευση των εργαζομένων, με στόχο τη μείωση πρόκλησης φθορών στα δομικά υλικά. Η θέσπιση ενός εσωτερικού δικτύου ώστε τα υλικά που περισσεύουν να επιστρέφονται στον παροχέα ή να μεταφέρονται σε άλλο κατασκευαστικό χώρο μπορεί να είναι επίσης χρήσιμη. Η έλλειψη οργάνωσης σε αυτό τον τομέα έχει ως αποτέλεσμα την απόθεση υλικών από κατασκευές καλής ποιότητας, ως μικτά απόβλητα κατασκευών σε χώρους διάθεσης.

Υπάρχουν δύο τύποι οδοστρωμάτων, τα εύκαμπτα και τα άκαμπτα οδοστρώματα. Το εύκαμπτο οδόστρωμα κατασκευάζεται συνήθως από σύμφυρμα χαλικιών και ασφάλτου. Τα άκαμπτα οδοστρώματα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα τσιμέντου τύπου πόρτλαντ, και ενώ γενικά χαρακτηρίζονται από υψηλότερο αντοχή εμφανίζουν ευπάθεια σε ριγμάτωση.

Τα ασφατικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία είναι κυρίως βιτουμινούχα υλικά, δηλαδή υδρογονανθρακούχα υλικά φυσικής ή πυρογενούς προελεύσεως, τα οποία έχουν συγκολλητικό χαρακτήρα. Στα βιτουμινούχα υλικά οδοποιίας περιλαμβάνονται οι άσφαλτοι και οι πίσσες. Οι άσφαλτοι βρίσκονται στη φύση, σε καθαρή κατάσταση ή αναμεμιγμένες με διάφορες ανόργανες ουσίες, ή προέρχονται από τη διύλιση του πετρελαίου. Οι πίσσες είναι βιτουμινούχα αποστάγματα, που παράγονται με αποικοδομητική απόσταξη οργανικών υλών, όπως είναι ο λιθάνθρακας και το ξύλο. Τα ασφατικά υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως στην επίστρωση της επιφάνειας των δρόμων. Απόβλητα από τα υλικά που περιγράφηκαν ανωτέρω, παράγονται σε κάθε εργασία επανακατασκευής, συντήρησης ή χάραξης δρόμων. Υπάρχουν δύο διαδεδομένες μέθοδοι για την ανακύκλωση των υλικών κατασκευής του οδοστρώματος. Η μέθοδος της επιτόπιας ανακύκλωσης στο χώρο αποκατάστασης του δρόμου (in situ) και η μέθοδος της ανακύκλωσης σε κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ασφαλτομίγματος (ex situ). Διευκρινίζεται ότι καμία από τις δύο μεθόδους δεν παρέχει διαχωρισμό των υλικών του ασφατικού οδοστρώματος στα δύο βασικά του συστατικά την άσφαλτο και τα αδρανή, καθώς και οι δύο βελτιώνουν απευθείας το αρχικό υλικό. Για την επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης, γίνεται δειγματοληψία του παλαιού υλικού του ασφαλτοτάπητα και με εργαστηριακές εξετάσεις καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του. Εν συνεχεία προσδιορίζεται το περιεχόμενο ποσοστό της ασφάλτου καθώς και η ποιότητα της, όπως βαθμός οξειδωσης, σκληρότητας κ.α.. Τα αποτελέσματα αυτά θα καθορίσουν και τη μέθοδο ανακύκλωσης καθώς και το βαθμό προσθήκης νέου ασφαλτομίγματος, αδρανών υλικών κ.α

Τα χώματα εκσκαφών σε περίπτωση, που δεν έχουν ρυπανθεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις λειτουργικές ανάγκες των χώρων διάθεσης, π.χ. επιχωματώσεις, για την αποκατάσταση παλαιών χώρων διάθεσης κ.λπ. Το πρόβλημα όσον αφορά στη διαχείρισή τους, έγκειται στο μεγάλο όγκο των συγκεκριμένων αποβλήτων και στο αντίστοιχα υψηλό κόστος μεταφοράς τους.

Όσον αφορά στα χώματα από ρυπασμένα εδάφη, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές, κυρίως στην Αμερική, για την επεξεργασία τους με στόχο τη διάσπαση/εξουδετέρωση των ουσιών που προκάλεσαν τη ρύπανση. Οι τεχνικές επεξεργασίας των ρυπασμένων χωμάτων ταξινομούνται ως εξής:

1. Βιολογικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που στοχεύουν στη διάσπαση των οργανικών ρυπαντών και τη μετατροπή τους σε προϊόντα που δεν είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον (bioremediation, composting).

2. Φυσικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στις διαφορετικές φυσικές ιδιότητες του ρυπαντή και των χωμάτων, όπως διαφορά στην πυκνότητα, το ηλεκτρικό δυναμικό, διαλυτότητα κ.α. Οι μέθοδοι αυτοί πρέπει να συνδυασθούν με συστήματα διαχωρισμού ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή ανάκτηση.

3. Χημικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στην ανάμειξη των χωμάτων με χημικές ουσίες, οι οποίες προκαλούν μείωση της τοξικότητας.

4. Θερμικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στη θέρμανση των χωμάτων και στοχεύουν στη διάσπαση των ρύπων σε υψηλές θερμοκρασίες. Πρέπει να εφαρμόζονται με προσοχή, ούτως ώστε να διασφαλίζονται τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του εδαφικού υλικού.

5. Μέθοδοι επεξεργασίας/σταθεροποίησης: Οι μέθοδοι αυτοί μειώνουν η και εξαφανίζουν τη ρυπογόνο δραστηριότητα του ρύπου, χωρίς να αλλάζουν τη χημική του φύση. Με τη χρήση σταθεροποιητών (τσιμέντο, PFA κ.α.) μειώνεται η μη επιθυμητή ρυπογόνο δραστηριότητα του ρύπου και βελτιώνεται η ποιότητα του εδάφους. Άλλες μέθοδοι μετατρέπουν τα ρυπασμένα χώματα σε βιομηχανικό προϊόν, το οποίο για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή δρόμων.

Σε κάθε περίπτωση η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας εξαρτάται από το είδος του ρύπου, το βαθμό της ρύπανσης και τις συνθήκες του εδάφους.

Ορισμένα υλικά που υπάρχουν στα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Απαιτείται βέβαια η απομάκρυνση των υλικών πριν την έναρξη της κατεδάφισης της κατασκευής, διαδικασία πιο επίπονη άλλα και με υψηλότερο κόστος σε σύγκριση με τη συμβατική κατεδάφιση. Επιπλέον είναι απαραίτητος ο προσεκτικός διαχωρισμός, η ταυτοποίηση καθώς και ο έλεγχος των υλικών που προκύπτουν. Για τους παραπάνω λόγους το κόστος ανάκτησης υλικών χαμηλής αξίας όπως τούβλα και πλακάκια είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερο από αυτό της αγοράς νέων υλικών. Σε αντίθεση προϊόντα υψηλότερης αξίας όπως διάφορα μέταλλα και η ξυλεία ήδη ανακτώνται σε κάποιο βαθμό.

Για ένα χρησιμοποιημένο προϊόν πρέπει εμπειρικά να αποδειχθεί, ότι μπορεί να επιτελέσει τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε. Στην περίπτωση που δεν είναι γνωστή η ακριβή χρονική διάρκεια χρήσης ενός υλικού αλλά και πώς αυτό χρησιμοποιήθηκε, τότε είναι απαραίτητη η διεξαγωγή ελέγχων απόδοσης (performance test), δραστηριότητα με υψηλό κόστος που κρίνεται ασύμφορη ειδικά για μικρές ποσότητες υλικών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αφορά στην επαναχρησιμοποίηση των τούβλων που έχουν ψηθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες και θεωρούνται ακατάλληλα για εξωτερική χρήση. Η εμφάνισή τους μοιάζει με αυτή των τούβλων που έχουν κατασκευαστεί για εξωτερική χρήση καθιστώντας δύσκολο το διαχωρισμό τους οπτικά.

Όσον αφορά στα μέταλλα, το μεγαλύτερο ποσοστό των μετάλλων που υπάρχουν ως απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις, ανακτάται λόγω της οικονομικής του αξίας. Τα μεταλλικά συστατικά σπάνια επαναχρησιμοποιούνται και συνήθως ανακυκλώνονται. Εξαιρέση αποτελούν οι καλωδιώσεις, οι σκελετοί στήριξης παραθύρων κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και άλλα υλικά, τα οποία έχουν αρκετά υψηλό κόστος ανακύκλωσης. Τμήματα ξυλείας, όπως δοκάρια υποστήριξης στέγης, πόρτες κλπ, συχνά επαναχρησιμοποιούνται. Τροχοπέδη στην επαναχρησιμοποίηση η ανακύκλωση της ξυλείας, αποτελεί το γεγονός ότι συνήθως έχει ρυπανθεί από πολλά υλικά όπως βίδες, καρφιά, μπογιές, και συντηρητικά

## 6.8 Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.

Μετά την πραγματοποίηση των απαραίτητων διεργασιών για τη μείωση των επικίνδυνων αποβλήτων στην πηγή προτεραιότητα έχει η επεξεργασία τους, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν ή αξιοποιηθούν με ανάκτηση, ανακύκλωση, ή οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που έχει ως στόχο την παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών ή ενέργειας. Στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αξιοποίηση των επικίνδυνων αποβλήτων, αυτά υπόκεινται σε επεξεργασία προκειμένου να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση. Η επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων, πρέπει να γίνεται κατά τρόπο περιβαλλοντικά αποδεκτό και να βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- Εξάλειψη ή μείωση της επικινδυνότητας των αποβλήτων με τη μετατροπή των εμπειροχόμενων επικινδύνων συστατικών σε μη επικίνδυνα.
- Μετατροπή των επικινδύνων συστατικών των αποβλήτων σε άλλες ουσίες οι οποίες αν και είναι επικίνδυνες, μπορούν να υποστούν ευκολότερα περαιτέρω επεξεργασία.
- Μετατροπή των επικίνδυνων αποβλήτων σε μορφές τέτοιες, ώστε να εμποδίζεται ή να ελαχιστοποιείται η απελευθέρωση ρύπων στο περιβάλλον, σε περίπτωση που τα απόβλητα αυτά οδηγηθούν σε τελική διάθεση.
- Επιλεκτική κατακράτηση επικίνδυνων συστατικών των αποβλήτων, με αποτέλεσμα την απομάκρυνσή τους από τα απόβλητα.
- Διαχωρισμός επικινδύνων συστατικών των αποβλήτων με βάση κάποια φυσική ιδιότητα τους.
- Καταστροφή των οργανικών ουσιών που εμπιρεύονται στα απόβλητα και συνεπαγόμενη μείωση του όγκου τους, με παράλληλη παραγωγή αερίων.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων εφαρμόζεται συνδυασμός μεθόδων για την επεξεργασία των επικινδύνων αποβλήτων. Οι μέθοδοι επεξεργασίας μπορούν να διακριθούν στις φυσικές/χημικές, στερεοποίηση – σταθεροποίηση, βιολογικές και θερμικές.

Οι φυσικές/χημικές μέθοδοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε επιμέρους ομάδες μεθόδων οι οποίες βασίζονται στις ίδιες αρχές και συγκεκριμένα:

- φυσικομηχανικές
- χημικές
- φυσικοχημικές

Οι φυσικομηχανικές μέθοδοι, ως επί το πλείστον, επιτυγχάνουν το διαχωρισμό ενός μέρους του ρεύματος των αποβλήτων και συνήθως αποτελούν προγενέστερο ή/και μεταγενέστερο στάδιο άλλης μεθόδου επεξεργασίας. Ο διαχωρισμός στηρίζεται σε μία φυσική ιδιότητα του αποβλήτου, όπως είναι το μέγεθος των σωματιδίων, η σχετική πυκνότητα κ.α. Επίσης, ο διαχωρισμός μπορεί να μειώσει την ποσότητα ή την επικινδυνότητα των παραγόμενων καταλοίπων προς τελική διάθεση. Οι κύριες φυσικομηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας είναι οι εξής: μείωση μεγέθους σωματιδίων, μαγνητικός/ηλεκτρομαγνητικός διαχωρισμός, ειδική φυσική διαλογή, ηλεκτροστατική κατακρήμνιση, κοσκίνιση, απορρόφηση, καθίζηση, εξάτμιση, φυγοκέντριση, απόσταξη, αεροδιαχωρισμός, κρυστάλλωση, βαλλιστικός διαχωρισμός, διήθηση, επίπλευση, έκπλυση, κυκλώνες-φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες, ξήρανση και υδροκυκλώνες

Οι χημικές μέθοδοι επεξεργασίας είναι εκείνες κατά τις οποίες το απόβλητο υπόκειται σε χημικές αντιδράσεις με την προσθήκη κατάλληλων χημικών μέσων, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα μεταβολή της σύστασής του. Η μεταβολή της σύστασης του αποβλήτου περιλαμβάνει τη μετατροπή των επικινδύνων συστατικών του είτε σε λιγότερο επικίνδυνα ή μη επικίνδυνα είτε σε μορφή η οποία επιδέχεται περαιτέρω επεξεργασία ευκολότερα. Οι κύριες χημικές μέθοδοι επεξεργασίας για επικίνδυνα υγρά απόβλητα είναι η χημική οξειδωση - αναγωγή, η χημική

εξουδετέρωση, η χημική κατακρήμνιση, η χημική αποχλωρίωση, η υδρόλυση, η ηλεκτρόλυση και η ηλεκτροχημική καταστροφή, η συσσωμάτωση και πήξη.

Οι φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας στηρίζονται σε φυσικές και χημικές ιδιότητες των αποβλήτων και αποτελούν μία υβριδική μορφή των δύο προηγούμενων κατηγοριών. Ως κύριες μέθοδοι αναφέρονται οι παρακάτω: εκχύλιση διαλυτών, εκχύλιση μέσω μεμβράνης, απαέρωση/προσρόφηση, τεχνολογίες μεμβράνης (Αντίστροφη ώσμωση /ηλεκτροδιάλυση /υπερδιήθηση) υπερατμοποίηση, έκπλυση, έκπλυση αερίων/υγρών με επαφή με υγρό / υδαρείς λάσπες, UV ακτινοβολία / οζονόλυση, ιοντοεναλλαγή.

Κατά τις μεθόδους στερεοποίησης - σταθεροποίησης, τα απόβλητα αναμιγνύονται με πρόσθετα υλικά που συντελούν στη δημιουργία στερεάς δομής, με παράλληλη κατακράτηση των επικινδύνων συστατικών μέσα στη δομή αυτή. Η στερεοποίηση - σταθεροποίηση δύναται να είναι φυσική ή/και χημική ενώ σημειώνεται πως η τροποποιημένη δομή των επεξεργασμένων αποβλήτων με τη μέθοδο αυτή, ελαττώνει σημαντικά την εκπλυσιμότητα/εκχυλιστικότητα των επικινδύνων συστατικών, με ελάττωση της ευκινησίας αυτών, καθώς και της εκτιθέμενης επιφανείας τους.

Ως κύριες τεχνικές στερεοποίησης - σταθεροποίησης αναφέρονται οι ακόλουθες:

- στερεοποίηση - σταθεροποίηση με προσθήκη τσιμέντου.
- στερεοποίηση - σταθεροποίηση με προσθήκη τσιμέντου και ποζολανικών υλικών.
- ενσωμάτωση αποβλήτων σε θερμοπλαστικά υλικά, όπως άσφαλτος, παραφίνη ή πολυαιθυλένιο.
- μικροέγκλειση με θερμοσκήρυνση.
- μακροέγκλειση των αποβλήτων σε αδρανές επικάλυμμα.
- επεξεργασία των αποβλήτων για παραγωγή στερεού, που προσομοιάζει με το τσιμέντο, με την προσθήκη διαφόρων υλικών.
- δημιουργία υαλώδους μορφής υλικού, με σύντηξη αποβλήτων - χαλαζία.

Στόχος των βιολογικών μεθόδων επεξεργασίας είναι η αποδόμηση των οργανικών συστατικών από μικροοργανισμούς με παράλληλη αξιοποίηση από αυτούς της εσωτερικής ενέργειας των προς βιοαποδόμηση ενώσεων. Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων εξαρτάται από την επιλογή του κατάλληλου μικροβιακού υποστρώματος για τις προς αποδόμηση ουσίες καθώς και από τις συνθήκες εφαρμογής της κάθε μεθόδου, π.χ. θρεπτικά συστατικά, τιμές pH και θερμοκρασίας κλπ.. Οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τις αερόβιες, που είναι η μέθοδος ενεργού ιλύος, η βιοσταθεροποίηση, τα βιολογικά φίλτρα, οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι, οι αεριζόμενοι τάφροι και οι μικρές λίμνες σταθεροποίησης και τα χαλικοδιυλιστήρια, και τις αναερόβιες, που είναι η αναερόβια χώνευση, η αναερόβια επεξεργασία ιλύος με ανοδική ροή, τα αναερόβια φίλτρα και οι αντιδραστήρες καθοδικής ροής.

Οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας πραγματοποιούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, στις οποίες τα επικίνδυνα απόβλητα μετατρέπονται σε αέρια ή / και στερεά κατάλοιπα. Είναι οι πλέον κατάλληλες επεξεργασίες κυρίως για ρεύματα αποβλήτων τα οποία περιέχουν συστατικά που είναι ανθεκτικά σε βιοαποδόμηση, είναι πτητικά, δεν μπορούν να διατεθούν με ασφάλεια σε χώρους υγειονομικής ταφής επικινδύνων αποβλήτων ή να υποστούν αποτελεσματική επεξεργασία με άλλες μεθόδους. Κατά τις θερμικές επεξεργασίες, εκτός από την καταστροφή των επικινδύνων συστατικών, επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των αποβλήτων. Επιπλέον, είναι δυνατή η εκμετάλλευση της περιεχόμενης σε αυτά ενέργειας (θέρμανση, παραγωγή ατμού κ.ά.) αλλά είναι δυνατή και η παραγωγή αερίων ρύπων για τους οποίους απαιτείται η λήψη κατάλληλων μέτρων αντιρρύπανσης. Οι κύριες τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας είναι η αποτέφρωση, η πυρόλυση, η αεριοποίηση, η τεχνική πλάσματος και η συναποτέφρωση επικινδύνων αποβλήτων με συμβατικά καύσιμα. Η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας εξαρτάται από τα ακόλουθα ενικά κριτήρια:

- Δυνατότητα επεξεργασίας των αποβλήτων εντός της εγκατάστασης παραγωγής τους ή σε κέντρο διαχείρισης επικινδύνων αποβλήτων

- Είδος αποβλήτου ανάλογα με τη σύσταση, τις φυσικοχημικές ιδιότητες, την ευμεταβλητότητα ως προς τη σύσταση
- Ποσότητα του προς επεξεργασία αποβλήτου
- Συμβατότητα της μεθόδου με το προς επεξεργασία απόβλητο ή ομάδα αποβλήτων (συμβατότητα με την αρχή της μεθόδου, εφαρμοσιμότητα και περιορισμοί της μεθόδου).
- Διαθεσιμότητα της τεχνολογίας
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την επεξεργασία με τη χρήση συγκεκριμένης τεχνολογίας / τρόποι αντιμετώπισης αυτών.
- Παραγόμενα κατάλοιπα επεξεργασίας /πιθανά προβλήματα σχετικά με την διαχείριση αυτών.
- Δυνατότητα από κοινού επεξεργασίας περισσότερων του ενός ρευμάτων αποβλήτων. Εξέταση της πιθανότητας αλληλεπίδρασης των αποβλήτων.
- Ευελιξία των μεθόδων επεξεργασίας και προσαρμογή σε διακυμάνσεις ποσότητας / σύστασης αποβλήτων.
- Απλότητα μεθόδου
- Απαιτήσεις σε εξειδικευμένο προσωπικό
- Ευκολία συντήρησης εγκαταστάσεων
- Κόστος εγκατάστασης / λειτουργικό κόστος

Τα συγκριτικά κριτήρια αξιολόγησης των εναλλακτικών μεθόδων και τεχνολογιών είναι κοινωνικά και θεσμικά κριτήρια, όπως η συμφωνία με το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο και η κοινωνική αποδοχή, περιβαλλοντικά κριτήρια, όπως η παραγωγή αερίων ρύπων, υγρών αποβλήτων, στερεών καταλοίπων, η ηχορρύπανση, η αισθητική όχληση, η πιθανότητα ατυχήματος και το επίπεδο ασφάλειας, οικονομικά κριτήρια, όπως το κόστος επένδυσης και το λειτουργικό κόστος, τεχνικά κριτήρια, όπως η ευελιξία, η δυνατότητα σταθερής και ομαλής λειτουργίας, η ευκολία συντήρησης, η απλότητα στη λειτουργία, η αντοχή στο χρόνο και στις φυσικές φθορές, η προβλεπόμενη διάρκεια ζωής και οι απαιτήσεις σε προσωπικό και εξειδίκευση αυτού, καθώς και η αξιοπιστία



## ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Ο πλανήτης μας τείνει να μετατραπεί σε έναν μεγάλο σκουπιδότοπο τις τελευταίες δεκαετίες. Η εμπειρία των βιομηχανικών χωρών τις προηγούμενες δεκαετίες και όλα τα προβλήματα διαχείρισης των απορριμμάτων, που έγιναν αντικείμενο πολιτικών αντιπαραθέσεων, κινητοποιήσεων πολιτών και αφορμή για αναθεώρηση πρακτικών στην παραγωγή και την κατανάλωση των κοινωνιών της ευημερίας, οδήγησαν τις περισσότερες βιομηχανικές χώρες στη χάραξη νέων στρατηγικών για τα απορρίμματα, και τα απόβλητα εν γένει, στη δεκαετία του ενενήντα. Ενώ, ο κύριος στόχος των πολιτικών διαχείρισης των απορριμμάτων στις βιομηχανικές χώρες τη δεκαετία του ογδόντα ήταν η ασφαλής τελική διάθεσή τους, ο στόχος τη σύγχρονη εποχή, είναι η παρέμβαση στην ίδια την παραγωγή των απορριμμάτων.

Το κύριο βάρος, στις εθνικές πολιτικές αλλά και στην ευρωπαϊκή πολιτική, για τα απορρίμματα είναι η μείωση, η ανακύκλωση, η ανάκτηση, η επαναχρησιμοποίηση και ο περιορισμός στο ελάχιστο των απορριμμάτων που χρειάζονται τελική διάθεση, συνήθως ταφή ή καύση. Είναι δυνατόν να ειπωθεί ότι το θέμα παλαιότερα ήταν να συλλέγονται και να θάβονται ή να καίγονται σωστά και με ασφαλή τρόπο τα απορρίμματα.

Οι ευημερούσες κοινωνίες δεν είναι, πια, αυτές που αυξάνουν τα βουνά από απορρίμματα, όπως θεωρούσαν παλιότερα ένδειξη πλούτου και ευμάρειας, αλλά αντίθετα οι χώρες που ελαχιστοποιούν ή στοχεύουν να μηδενίσουν τα απόβλητά τους. Το θέμα είναι να περιορίσουμε τα απορρίμματα, να τα αξιοποιήσουμε και να τα αντιμετωπίσουμε ως δευτερογενείς πρώτες ύλες. Ίσως το θέμα, θα έπρεπε να είναι ο μηδενισμός των αποβλήτων, καθετί που παράγεται θα πρέπει μετά το τέλος της ζωής του να έχει μια δεύτερη χρησιμότητα.

Σε ατομικό επίπεδο μπορούμε όλοι να ανακυκλώνουμε τα απορρίμματα του σπιτιού ή του γραφείου μας με ελάχιστο κόπο και προσπάθεια, αρκεί να έχουμε τη θέληση να το κάνουμε. Βέβαια, στην αρχή, μέχρι να οργανώσουμε έτσι το χώρο αλλά και να απαλλαγούμε από τη συνήθεια να πετάμε όλα τα άχρηστα στον κάδο. Ίσως χρειαστεί λίγος χρόνος και αρκετή ενεργοποίηση, όμως το όφελος που θα αποκομίσουμε, όχι τόσο οικονομικό και άμεσο, όσο ηθικό και μακροπρόθεσμο, θα είναι τεράστιο.

Συγκεκριμένα:

- αποφεύγουμε να παίρνουμε πλαστική σακούλα από τα καταστήματα, όταν αγοράζουμε ένα - δύο προϊόντα. Καλό θα ήταν να χρησιμοποιούμε πάνινη τσάντα ή το παραδοσιακό διχτάκι για τα ψώνια μας ή παλιές πλαστικές σακούλες.
- προτιμούμε τα προϊόντα τα οποία έχουν συσκευασία φιλική προς το περιβάλλον, δηλαδή κατασκευασμένη από ανακυκλώσιμα υλικά.
- αποφεύγουμε να αγοράζουμε προϊόντα με σύνθετη και περιττή συσκευασία. μόνον έτσι θα πιέσουμε τις βιομηχανίες να αλλάξουν την πολιτική τους στο θέμα της συσκευασίας.
- φροντίζουμε να δίνουμε για ανακύκλωση, εάν ανακυκλώνονται, όσες συσκευασίες δε μπορούν να επιστραφούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν.
- επιλέγουμε, στα πλαίσια των αναγκών μας, το μεγαλύτερο δυνατό μέγεθος ενός προϊόντος, γιατί έχει αναλογικά τη μικρότερη σε βάρος συσκευασία.
- προτιμάμε τα απορρυπαντικά σε συμπυκνωμένη μορφή, γιατί έχουν λιγότερη συσκευασία κι εκείνα που έχουν χάρτινη συσκευασία, ιδιαίτερα αν είναι ανακυκλωμένη.
- αποφεύγουμε τη χρήση πλαστικών ειδών μιας χρήσης που τόσο επιβαρύνουν το περιβάλλον, όπως τα πλαστικά κυπελλάκια ή πιάτα, οι πλαστικές ξυριστικές μηχανές μιας χρήσης, κ.λπ.
- αποφεύγουμε προϊόντα που περιέχουν συστατικά, τα οποία προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις, τόσο στην υγεία, όσο και στο περιβάλλον.
- χρησιμοποιούμε μπαταρίες που δεν έχουν κάδμιο ή υδράργυρο ή, ακόμη καλύτερα, τις επαναφορτιζόμενες.
- ανακυκλώνουμε τις ηλεκτρικές συσκευές, που δεν χρειαζόμαστε πια.
- προτιμάμε λάμπες φωτισμού μεγαλύτερης διάρκειας ζωής και χαμηλών ενεργειακών αναγκών (φθορισμού, ατμών υδραργύρου/νατρίου, ηλεκτρονικές, ανάλογα με την περίπτωση).

- ζητούμε από τα καταστήματα να καθιερώσουν χώρους συλλογής των χρησιμοποιημένων συσκευασιών των προϊόντων που πωλούν και να συμμετέχουν σε προγράμματα ανακύκλωσης.
- ζητούμε από τις δημοτικές αρχές να τοποθετήσουν στη γειτονιά μας ξεχωριστούς κάδους για χαρτί, αλουμίνιο, μέταλλα, πλαστικό και γυαλί.
- διαχωρίζουμε, όσο μπορούμε, τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα και συνεννοούμαστε με αρμόδιους φορείς για το πώς και πότε θα γίνεται η συλλογή και μεταφορά τους στους χώρους της ανακύκλωσης.
- προτείνουμε στους συναδέλφους μας και γενικά στο χώρο εργασίας την ένταξη σε προγράμματα ανακύκλωσης άχρηστων υλικών, τονίζοντας τη σημασία μιας τέτοιας ενέργειας για την προστασία τόσο του περιβάλλοντος όσο και της υγείας των παιδιών μας.

Ειδικότερα, για το θέμα των συσκευασιών, που αποτελούν το 1/3 περίπου των απορριμμάτων, όλες οι ρυθμίσεις έρχονται αντιμέτωπες με το εξής πρόβλημα: ποιος θα αναλάβει το κόστος όλων αυτών των αλλαγών στο μέχρι τώρα σύστημα παραγωγής, διάθεσης των προϊόντων και διαχείρισης των απορριμμάτων. Αν οι βιομηχανίες αναλάβουν το κόστος αυτό, θα πρέπει να έχουν ισχυρό κίνητρο για την καθιέρωση φιλικής προς το περιβάλλον συσκευασίας. Αν το αναλάβει το κράτος, θα επιβαρυνθεί ουσιαστικά ο πολίτης.

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης συνοψίζει την πολιτική του στη φράση "ο ρυπαίνων πληρώνει" και αποδίδει στις βιομηχανίες την ευθύνη για τη συλλογή και την ανακύκλωση των απορριμμάτων που προέρχονται από υλικά συσκευασίας. Συγκεκριμένα, προτείνει:

- την επιβολή μέτρων για την καθιέρωση των μονάδων παραγωγής ως υπευθύνων για τα υλικά συσκευασίας.
- την υιοθέτηση κοινών προδιαγραφών και κωδίκων, που θα αναγράφονται στις συσκευασίες που τηρούν τις προϋποθέσεις ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης.
- τη σταδιακή απαγόρευση της χρήσης τοξικών ουσιών στα υλικά συσκευασίας.
- την υποχρεωτική χρήση ανακυκλώσιμης ή επαναπληρώσιμης συσκευασίας.
- την ενημέρωση των καταναλωτών για τις επιπτώσεις της υγειονομικής ταφής και της καύσης των απορριμμάτων στο οικοσύστημα.

Στη Διεύθυνση Περιβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για τα προγράμματα ανακύκλωσης, αφού υπάρχει κατάλογος με τα τηλέφωνα και τις διευθύνσεις όλων των φορέων, των συλλόγων και των ιδιωτών που ασχολούνται με την ανακύκλωση. Ενδεικτικά, αναφέρονται:

- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (Διεύθυνση Περιβάλλοντος)
- Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς (τμήμα Οικολογίας)
- Ελληνικός Υαλουργικός Σύνδεσμος
- Ελληνική Ένωση Αλουμινίου
- Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης
- World Wide Fund For Nature (WWF) (Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση)
- Ελληνικό Κέντρο Οικολογίας

Το επόμενο βήμα για αυτούς που συλλέγουν για ανακύκλωση υλικά, όπως το χαρτί, το γυαλί, το πλαστικό, το αλουμίνιο και τα μεταλλικά αντικείμενα είναι η κομποστοποίηση σε ατομικό επίπεδο, που λέγεται οικιακή κομποστοποίηση. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο η κομποστοποίηση είναι η φυσική διαδικασία κατά την οποία τα οργανικά απόβλητα, όπως φρούτα, λαχανικά, υπολείμματα από σαλάτες, τσόφλια αυγών, στάχτη, χαρτιά κουζίνας, πριονίδι, καστανόχωμα, φύλλα, κλαδέματα κ.α., μετατρέπονται σε ένα πλούσιο οργανικό μίγμα που λειτουργεί ως εδαφοβελτιωτικό και λίπασμα. Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει πολύ εύκολα στον κήπο με τη χρήση ενός απλού κάδου κομποστοποίησης. Μέσα στον κάδο συγκεντρώνουμε τα οργανικά και αφήνουμε τη φύση να κάνει τη δουλειά της. Τα οργανικά οικιακά απόβλητα αποτελούν περίπου το 40-60% του συνόλου των αποβλήτων που παράγουμε στο σπίτι μας. Από

αυτά το 70% περίπου είναι κομποστοποιήσιμα. Αυτό σημαίνει ότι κάνοντας κομποστοποίηση μπορούμε να μειώσουμε το σύνολο των οικιακών αποβλήτων μας κατά 35% περίπου.

Κάνοντας κομποστοποίηση μειώνουμε τα σκουπίδια που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Αυτό έχει πολλαπλά οφέλη:

- Μειώνονται οι συνολικές ποσότητες αποβλήτων που στέλνει ο Δήμος μας στο χώρο υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των δημοτικών τελών που πληρώνουμε, αν συνδυαστεί με αλλαγή της πολιτικής χρέωσης των Δήμων για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. Προς το παρόν η χρέωση των Δήμων γίνεται ανάλογα με τον πληθυσμό τους, ενώ θα έπρεπε να γίνεται ανάλογα με τις ποσότητες αποβλήτων που στέλνουν για υγειονομική ταφή.
- Επιμηκύνεται σημαντικά ο χρόνος ζωής των χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων, αφού έτσι δέχονται πολύ λιγότερα απόβλητα. Είναι γνωστά τα προβλήματα που δημιουργούνται όταν πρόκειται να κατασκευασθεί ένας χώρος υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Αν δεν βοηθήσουμε όλοι ενεργά στη μείωση των αποβλήτων, θα χρειάζεται να κατασκευάζονται όλο και περισσότεροι τέτοιοι χώροι υγειονομικής ταφής. Οι ρυθμοί παραγωγής αποβλήτων αυξάνονται συνεχώς και οι χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων γεμίζουν με πολύ γρήγορους ρυθμούς.
- Προστατεύουμε τον πλανήτη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα οργανικά απόβλητα στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων θάβονται και αποικοδομούνται κάτω από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου (CH<sub>4</sub>), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και σε λιγότερες ποσότητες υδρόθειο (H<sub>2</sub>S) κ.α.. Τα αέρια αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνεπώς για την αλλαγή του κλίματος στη Γη, με τις γνωστές για όλους καταστρεπτικές συνέπειες.
- Ένα άλλο πρόβλημα στο οποίο δίνει λύση η κομποστοποίηση των οργανικών αποβλήτων είναι η ερημοποίηση των εδαφών. Η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της γης, σε συνδυασμό με την καταστροφή των δασών από πυρκαγιές και την εμπορική υπερεκμετάλλευσή τους, έχουν κάνει τα εδάφη πολύ φτωχά σε οργανική ύλη. Η διάβρωσή τους είναι το επόμενο βήμα πριν την τελική ερημοποίηση. Η «λύση» για τη συνέχιση της καλλιέργειας της γης είναι η υπερβολική χρήση λιπασμάτων που έχει πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις στα νερά, στην πανίδα και φυσικά στον άνθρωπο. Το κομπόστι, δηλαδή το προϊόν της κομποστοποίησης, επιστρέφει στο έδαφος τις απαραίτητες για τη γονιμότητά του οργανικές και ανόργανες ουσίες.

Στην Αττική το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα έγινε στο Μαρούσι με την τοποθέτηση έντεκα κάδων οι οποίοι λειτουργούν θαυμάσια. Εν συνεχεία, ένα αξιόλογο πιλοτικό πρόγραμμα έγινε στο δήμο Ελευσίνας με την τοποθέτηση εξήντα κάδων όπου ο δήμος πλήρωσε το συνολικό κόστος της αγοράς τους. Αντίστοιχο πρόγραμμα έχει ακολουθήσει και ο δήμος Ανοιξής, επιδοτώντας το 50% του κόστους, καθώς και άλλοι δήμοι. Η οικολογική εταιρεία ανακύκλωσης εκπαιδεύει προσωπικό των δήμων για να μπορέσουν με τη σειρά τους να ενθαρρύνουν τους πολίτες προς αυτήν την κατεύθυνση.

Σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες η κομποστοποίηση σε οικιακό αλλά και σε δημοτικό / κοινοτικό επίπεδο έχει προχωρήσει εδώ και χρόνια. Είναι, με λίγα λόγια, δοκιμασμένη μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων που θα λέγαμε ότι επιβάλλεται πλέον να γίνει θεσμός και στην Ελλάδα, δεδομένου του υψηλού ποσοστού οργανικών στα απόβλητά μας, εξαιτίας της μεσογειακής διατροφής μας.

Τελικά στόχος δεν είναι απλώς να μειωθούν τα απορρίμματα, αλλά και να ενεργοποιηθούν οι ίδιοι οι πολίτες ώστε να συμμετέχουν σε κάθε προσπάθεια αποκατάστασης του περιβάλλοντος και της ισορροπίας στη φύση.



Η περιβαλλοντική συνείδηση θεωρείται αναπόσπαστο και ουσιώδες τμήμα της προσωπικότητας του κάθε πολίτη και πρέπει να ενισχύεται όσο το δυνατόν νωρίτερα σε όλα τα επίπεδα της παιδείας και της εκπαίδευσής του. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ενθαρρύνει τα άτομα για ορθολογική περιβαλλοντική δράση ώστε να διατηρηθεί η αρμονία και η ισορροπία ανάμεσα στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Μέσω της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης διαμορφώνονται στάσεις και αντιλήψεις σε άτομα και κοινωνικές ομάδες με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν με ατομική αλλά και συλλογική δράση να κατευθύνονται στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Η διαμόρφωση της περιβαλλοντικής συνείδησης θα πρέπει να ξεκινά από την προσχολική ηλικία. Η σπουδαιότητά της είναι τεράστια καθώς συμβάλει όχι μόνο στην απόκτηση γνώσεων, αλλά και στην ενεργοποίηση συναισθημάτων, στάσεων και δεξιοτήτων, κοινωνική δράση και συμμετοχή αλλά και υπεύθυνη καθημερινή συμπεριφορά των παιδιών. Η απόκτηση μιας υπεύθυνης συμπεριφοράς αντανακλάται στις καθημερινές ατομικές συνήθειες όπως στην οικονομία νερού και ενέργειας, στην εφαρμογή προγραμμάτων ανακύκλωσης, στην αντίσταση στην υπερκατανάλωση, αλλά και στην ευρύτερη γνωριμία με την φύση και το περιβάλλον μέσα από προγράμματα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Έννοιες, όπως Διαχείριση απορριμμάτων, Ανακύκλωση, Όξινη Βροχή, Μόλυνση των Υδάτων, Τρύπα του Όζοντος, Οικολογικές Διαταραχές, Φυσικές Καταστροφές, Ηχορύπανση, Είδη προς

Εξαφάνιση, είναι πια μια καθημερινότητα στην ζωή παιδιών και ενηλίκων. Λέξεις, που ήταν άγνωστες σχεδόν μέχρι πριν λίγα χρόνια, κι όμως απειλούν την ζωή και το μέλλον ολόκληρου του πλανήτη. Μέσα από ενεργητικές μεθόδους μάθησης, οι παιδαγωγοί αλλά και οι γονείς μπορούν να κινητοποιήσουν τα παιδιά στο ξεκίνημα της ανακάλυψης του περιβάλλοντος. Με τη ενεργητική παρατήρηση πραγμάτων, καταστάσεων, φυσικών φαινομένων, με την εξάσκηση των αισθήσεων και με την ενθάρρυνση τα τάσης για έρευνα και πειραματισμό, τα παιδιά μπορούν και πρέπει να αναλάβουν πρωτοβουλίες αρχικά μέσα στην οικογένεια και στην συνέχεια στην σχολική κοινότητα σχετικά με τις έννοιες και τα ζητήματα που θα ασχοληθούν. Οι παιδαγωγικές μέθοδοι που θα επιλεγούν από τους Παιδαγωγούς πρέπει να ανταποκρίνεται και να συμβαδίζει με το ηλικιακό, νοητικό, κοινωνικό και συναισθηματικό επίπεδο των εκπαιδευομένων.

Με την εκπόνηση περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων μέσα από την οικογένεια και στην συνέχεια μέσα από τις σχολικές μονάδες, θέτονται οι βάσεις για την απόκτηση της περιβαλλοντικής συνείδησης στα παιδιά της προσχολικής και σχολικής ηλικίας, καθώς αποτελούν το μελλοντικό έμπυχο υλικό του πλανήτη. Μέσα από προγραμματισμένες δραστηριότητες όχι μόνο, μεταλαμπαδεύονται γνώσεις αλλά αναπτύσσονται νέοι τρόποι σκέψης, προσέγγισης και επίλυσης των προβλημάτων. Παράλληλα, οι δράσεις αυτές μπορεί να αποτελέσουν ένα κίνητρο για προβληματισμό, αφύπνιση και ενεργοποίηση και των ενηλίκων στο σχολείο αλλά και μέσα στην ίδια την οικογένεια και την κοινωνία, για να εργαστούν ατομικά και ομαδικά για την προστασία του περιβάλλοντος, το οποίο αποτελεί της βασική επιδίωξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Αντί επιλόγου :

«Να αγαπάς την ευθύνη. Να λες: Εγώ μονάχος μου έχω χρέος να σώσω τη γη. Άμα δεν σωθεί εγώ θα φταίω»

Νίκος Καζαντζάκης - Ασκητική

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Οδηγός νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος**

Η Εθνική Γενική Συλλογική Σύμβαση Εργασίας 1996-97, αναθέτει στο Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας την ανάληψη πρωτοβουλιών Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, κατάρτισης και ενημέρωσης. Σ' αυτά τα πλαίσια παραθέτουμε θεματικό οδηγό της νομοθεσίας που αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, αφού διενεργήθηκαν απαραίτητες συμπληρώσεις με την μεταγενέστερη και νεότερη νομοθεσία από το ΥΠΕΧΩΔΕ, ελπίζοντας ότι θα αποτελέσει ένα ενδεικτικό μεν, χρήσιμο δε, βοήθημα για όλους τους ενδιαφερόμενους. Η παρακάτω νομοθεσία παρουσιάζει τη χρονολογική θέσπιση νόμων στο ελληνικό κράτος. Κάποιο τμήμα της νομοθεσίας μπορεί είτε να έχει καταργηθεί είτε να έχει αντικατασταθεί με νεότερη νομοθεσία.

## 1) ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

### ▪ ΠΔ 1180/81 (ΦΕΚ 293 /Α/6-10-1981)

Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει.

### ▪ ΠΔ 84/25-21984 (ΦΕΚ 33/Α/21-3-1984)

Ίδρυση, επέκταση, εκσυγχρονισμός, συγχώνευση και μετεγκατάσταση βιομηχανιών, βιοτεχνιών και αποθηκών μέσα στα όρια του ηπειρωτικού τμήματος του Νομού Αττικής και των νησιών Σαλαμίνας και Αίγινας.

### ▪ Ν.1650/86 (ΦΕΚ 160 /Α/18-10-1986)

Για την προστασία του περιβάλλοντος.

### ▪ ΚΥΑ 59388/3363/88 (ΦΕΚ 638 /Β/31-8-1988)

Τρόπος, όργανα και διαδικασία επιβολής και είσπραξης των διοικητικών προστίμων του άρθρου 30 του Ν.1650/1986.

### ▪ ΥΑ 40786/2143/1988 (ΦΕΚ 341/Β/1988)

Εφαρμογή μέτρων αντιρρύπανσης στους λιγνιτικούς σταθμούς της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρικού στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας και άλλες συναφείς διατάξεις.

### ▪ ΥΑ 47943/1988 (ΦΕΚ 807/Β/1988)

Όροι λειτουργίας εγκαταστάσεων απολίπανσης επιφανειών που λειτουργούν σε καταστήματα επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

### ▪ ΚΥΑ 69269/5387/90 (ΦΕΚ 678 /Β/25-10-1990)

Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (Ε.Μ.Π.) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν.1650/1986.

### ▪ ΚΥΑ 75308/5512/90 (ΦΕΚ 691 /Β/2-11-1990)

Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησής τους για το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και Δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν.1650/86.

### ▪ ΥΑ 31784/954/1990 (ΦΕΚ 251/Β/1990)

Για τους τύπους συσκευασίας υγρών τροφίμων.



▪ **Το από 22.3.1990 Διάταγμα (ΦΕΚ 211/Δ/1990)**

Καθορισμός Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου στην εκτός εγκεκριμένου σχεδίου περιοχή των Κοινοτήτων Γεωργιούπολης, Κουρνά (Ν.Χανίων) και Επισκοπής (Ν.Ρεθύμνης).

▪ **Το από 16.6.1990 Διάταγμα (ΦΕΚ 347/Δ/1990)**

Καθορισμός Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου στην εκτός εγκεκριμένου σχεδίου περιοχή των Κοινοτήτων Βασιλικού και Παντοκράτορα (Ν.Ζακύνθου).

▪ **ΥΑ 71961/3670/1991 (ΦΕΚ 541/Β/1991)**

Καθορισμός των όρων και της διαδικασίας ανακοίνωσης των σχεδίων των Προεδρικών Διαταγμάτων που προβλέπονται στις παραγράφους 1 και 2 του άρθρου 21 του Ν.1650/86.

▪ **Ν.2052/92 (ΦΕΚ 94 /Α/5-6-1992)**

Μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους και πολεοδομικές ρυθμίσεις.

▪ **ΠΔ 28/93 (ΦΕΚ 9 /Α/5-2-1993)**

Καθορισμός αρμοδιοτήτων που διατηρούνται από τον Υπουργό και τις περιφερειακές υπηρεσίες διανομαρχιακού επιπέδου του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

▪ **ΚΥΑ 10537/93 (ΦΕΚ 139 /Β/11-3-1993)**

Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών-βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥΑ 69269/90 με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή σε άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή, μέση και υψηλή όχληση.

▪ **Ν.2242/94 (ΦΕΚ 162 /Α/3-10-1994)**

Πολεοδόμηση Περιοχών δεύτερης κατοικίας σε Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου, προστασία φυσικού δομημένου περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις.

▪ **Εγκύκλιος 17/59862/1687/21-4-1994**

Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90 (ΦΕΚ 678 Β/2-10-90).

▪ **ΚΥΑ 1661/94 (ΦΕΚ 786 /Β/20-10-1994)**

Τροποποίηση και συμπλήρωση των διατάξεων της υπ' αριθμ. 69269/5387 Κοινής Απόφασης Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Τουρισμού (Τουριστικές Εγκαταστάσεις).

▪ **ΚΥΑ 95209/94 (ΦΕΚ 871 /Β/23-11-1994)**

Μεταβίβαση αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες και έργα της πρώτης (α') κατηγορίας έργων και δραστηριοτήτων του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Νομάρχες.

▪ **ΚΥΑ 377/96/95 (ΦΕΚ 18 Β/16-1-1995)**

Τρόπος, όργανα και διαδικασία είσπραξης και απόδοσης στο ΕΤΕΡΠΣ των εσόδων από πρόστιμα που προβλέπονται από τις διατάξεις των παραγράφων 7, 8, 9 του άρθρου 3 του Ν.2242/94 (Λογ/σμός Πράσινο Ταμείο).

▪ **ΚΥΑ 21631/95 (ΦΕΚ 541 /Β/21-6-1995)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρούμενης της Περιφέρειας Αττικής (Πτηνοκτηνοτροφικές Εγκαταστάσεις).

▪ **KYA 24635/95 (ΦΕΚ 755 /B/31-8-1995)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένες δραστηριότητες της (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής (Τουριστικές Εγκαταστάσεις).

▪ **KYA 82743/95 (ΦΕΚ 811 /B/20-9-1995)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής (Οδικά Έργα).

▪ **KYA 82742/95 (ΦΕΚ 821 /B/25-9-1995)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του ν.1650/1986 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της χώρας (Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων).

▪ **YA 73537/1438/95 (ΦΕΚ 781/B/1995)**

Διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και των συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.

▪ **YA 77921/1440/95 (ΦΕΚ 795/B/1995)**

Ελεύθερη πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες αρχές για πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον.

▪ **YA 88740/1883/95 (ΦΕΚ 1008/B/1995)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για την σκόπιμη ελευθέρωση γενετικώς τροποποιημένων μικροοργανισμών στο περιβάλλον.

▪ **YA 95267/1893/95 (ΦΕΚ 1030/B/1995)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για την περιορισμένη χρήση γενετικώς τροποποιημένων μικροοργανισμών.

▪ **YA 47159/96 (ΦΕΚ 461/B/1996)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/86 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της Χώρας, εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής.

▪ **YA 30557/96 (ΦΕΚ 136/B/1996)**

Τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90.

▪ **YA 814230/96 (ΦΕΚ 906/B/1996)**

Τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90.

▪ **YA 84229/96 (ΦΕΚ 906/B/1996)**

Ανάθεση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για ορισμένα έργα ή δραστηριότητες της πρώτης (α') κατηγορίας του άρθρου 3 του Ν.1650/86 στους Γενικούς Γραμματείς των Περιφερειών της χώρας, εξαιρουμένης της περιφέρειας Αττικής (Υδροηλεκτρικά έργα).

▪ **ΥΑ 34180/96 (ΦΕΚ 1112/Β/1996)**

Κατάταξη της δραστηριότητας "Εμποτισμός ξυλείας με χημικά μέσα συντήρησης" στην πρώτη (α') κατηγορία δραστηριοτήτων του Ν.1650/86 και μεταβίβαση της αρμοδιότητας έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για τη δραστηριότητα αυτή στους Νομάρχες.

▪ **Εγκύκλιος οικ. 60570/10-2-1998**

Διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για βιομηχανικές και βιοτεχνικές δραστηριότητες, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.1650/1986, της ΚΥΑ 69269/5387/1990 και της ΚΥΑ 95209/1994.

▪ **Ν.2516/97 (ΦΕΚ 159 /Α/8-8-1997)**

Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων και άλλες διατάξεις.

▪ **Ν.2545/97 (ΦΕΚ 254 /Α/15-12-1997)**

Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές περιοχές και άλλες διατάξεις.

▪ **Ν. 3010/2002 (ΦΕΚ 91 /Α/25-4-2002)**

Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11 Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις.

▪ **ΚΥΑ 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 1022 /Β/5-8-2002)**

Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010/2002.

▪ **ΚΥΑ 25535/3281/2002 (ΦΕΚ 1463 /Β-20-11-2002)**

Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α' κατηγορίας σύμφωνα με την ΚΥΑ 15393/2332/2002.

▪ **ΚΥΑ 145799/2005 (ΦΕΚ 1002 /Β/18-07-2005)**

Συμπλήρωση της ΚΥΑ 15393/2332/2002.

▪ **ΚΥΑ 17327/724/2003 (ΦΕΚ 1087 /Β/5-8-2003)**

Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα.

▪ **ΚΥΑ 11014/703/Φ104/2003 (ΦΕΚ 332 /Β/20-3-2003)**

Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του νόμου 3010/2002.

## 2) ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

▪ **ΥΑ Ε1β. 221/65 (ΦΕΚ 138 /Β/24-2-1965)**

Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Σερρών 1413/81 (ΦΕΚ 327 /B/16-2-1981)**

Περί καθορισμού χρήσεως των νερών του ποταμού Στρυμόνα, του χειμάρρου Αγ. Ιωάννη, της τάφρου Μπελίτσας και λοιπών αποδεκτών και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Σερρών 1472/81 (ΦΕΚ 328 /B/8-6-1981)**

Περί καθορισμού χρήσεως των νερών των χειμάρρων Κρουσοβείτη, Λευκόνος, Καμενικίου, Μεγ.Ρεύματος, Εζόβης και της τάφρου Ζάμπας και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων ή υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς.

▪ **Κοινή Απόφαση Νομαρχών Σερρών και Δράμας 6550/81 (ΦΕΚ 580 /B/23-9-1981)**

Περί καθορισμού χρήσεως των νερών του ποταμού Αγγίτη και των χειμάρρων, τάφρων και διωρύγων που καταλήγουν σ' αυτόν και ειδικών όρων διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σ' αυτούς.

▪ **Κοινή Απόφαση Νομαρχών Γρεβενών, Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Καστοριάς, Κοζάνης και Πιερίας οικ.552/84 (ΦΕΚ 115 /B/2-3-1984)**

Καθορισμός ανωτέρας τάξεως χρήσης των νερών του ποταμού Αλιάκμονα.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Ημαθίας οικ.41633/84 (ΦΕΚ 291 /B/10-5-1984)**

Περί των όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Πέλλας οικ.3610/84 (ΦΕΚ 912 /B/31-12-1984)**

Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων.

▪ **Κοινή Απόφαση Νομαρχών Ημαθίας, Θεσσαλονίκης και Πέλλας οικ.5340/85 (ΦΕΚ 142 /B/18-3-1985)**

Ειδικοί όροι διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και καθορισμός της ανώτερης τάξης χρήσης των νερών του ποταμού Λουδία.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Χαλκιδικής 96400/85 (ΦΕΚ 573 /B/24-9-1985)**

Περί των όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες του Νομού Χαλκιδικής.

▪ **ΚΥΑ 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438 /B/3-7-1986)**

Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: "πόσιμα", "κολύμβηση", "διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά" και "καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών", μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Κιλκίς ΤΥ/30 19/2-9-1987**

Περί καθορισμού χρήσης νερών αποδεκτών και ανωτάτων ορίων ρυπαντών.

▪ **N.1739/87 (ΦΕΚ 201 /A/20-11-1987)**

Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Πιερίας 5662/88 (ΦΕΚ 464 /B/7-7-1988)**

Τροποποίηση διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες:

α) Θαλάσσια περιοχή Νομού Πιερίας β) Αλιάκμονα ποταμό και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων ρυπαντών στο Νομό Πιερίας.

▪ **Απόφαση Νομάρχη Θεσσαλονίκης ΔΥ/22374/91/94 (ΦΕΚ 82 /B/10-2-1994)**

Όροι διαθέσεως των λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός της ανώτερης τάξεως χρήσεως των υδάτων τους στο Ν. Θεσσαλονίκης.

▪ **Απόφαση Περιφερειακού Διευθυντή Θεσσαλονίκης 3344/12-4-1995**

Μέτρα προστασίας υδατικού δυναμικού λίμνης Κορώνειας (Αγίου Βασιλείου ή Λαγκαδά).

▪ **ΥΑ 16190/1335/97 (ΦΕΚ 519/B/1997)**

Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης.

### 3) ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

▪ **ΚΥΑ Ε1β 301/64 (ΦΕΚ 63 /B/16-2-1964)**

Υγειονομική διάταξις περί συλλογής, αποκομιδής και διαθέσεως απορριμάτων.

▪ **ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444 /B/9-7-1986)**

Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15 ης Ιουλίου 1975.

▪ **ΚΥΑ 80568/4225/91 (ΦΕΚ 641 /B/7-8-1991)**

Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων.

▪ **ΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358 /B/1996)**

Μέτρα για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

▪ **ΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016 /B/1997)**

Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

▪ **ΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/B/1997)**

Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων).

▪ **ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 /B/16-12-2002)**

Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων.

▪ **ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/B/22-12-2003)**

Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης.

- **Εγκύκλιος 123067/10-2-2004**

Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων: Συλλογή – Μεταφορά – Αποθήκευση Αποβλήτων και Αποκατάσταση Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων.

- **Εγκύκλιος 103731/1278/5-5-2004 (ορθή επανάληψη 13-5-2004)**

Εφαρμογή νομοθεσίας για τη διαχείριση μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων

- **Εγκύκλιος 109974/3106/22-10-2004 (ορθή επανάληψη 4-11-2004)**

Πρότυπες Προδιαγραφές Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ).

- **Εγκύκλιος 132496/3628/5-10-2005**

Σύνταξη Διαχειριστικών Σχεδίων Αποβλήτων από τις Βιομηχανίες.

- **Εγκύκλιος 19/14-12-2005**

Πρότυπες Οριστικές Μελέτες Έργων Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ).

- **Εγκύκλιος 172509/4266/2-10-2007**

Σύνταξη Διαχειριστικών Σχεδίων Αποβλήτων.

- **ΚΥΑ 4641/232/2006 (ΦΕΚ 168/Β/13-02-2006)**

Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς, κατ' εφαρμογή του άρθρου 3 (παρ. 4) σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της ΚΥΑ 29407/3508/2002.

#### 4) ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

- **Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179 /Α/6-8-2001)**

Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων - Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις.

- **Π.Δ. 82/2004 (ΦΕΚ 64 /Α/2-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των Αποβλήτων των Λιπαντικών Ελαίων.

- **Π.Δ. 109/2004 (ΦΕΚ 75 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους.

- **Π.Δ. 115/2004 (ΦΕΚ 80 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών.

- **Σχέδιο Π.Δ. «Αντικατάσταση του Π.Δ. 115/2004»**

- **Π.Δ. 116/2004 (ΦΕΚ 81 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπέων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/53/ΕΚ.

- **Π.Δ. 117/2004 (ΦΕΚ 82 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των οδηγιών 2002/95 και 2002/96.

- **Π.Δ. 15/2006 (ΦΕΚ 12 /Α/3-2-2006)**

Τροποποίηση του Π.Δ. 117/2004 σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108.

- **Σχέδιο Π.Δ.**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και καταδαφίσεις (ΑΕΚΚ).

## 5) ΤΟΞΙΚΑ - ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

- **ΠΔ 329/1983**

Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων χημικών ουσιών.

- **ΚΥΑ 72751/3054/85 (ΦΕΚ 665 /Β/1-11-1985)**

Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και εξάλειψη πολυχλωροδιαφαινυλίων και πολυχλωροστρυφαινυλίων σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 78/319/ΕΟΚ και 76/403/ΕΟΚ των Συμβουλίων της 20-3-1978 και 6-4-1976.

- **ΚΥΑ 71560/3053/85 (ΦΕΚ 665 /Β/1-11-1985)**

Διάθεση των χρησιμοποιούμενων ορυκτελαίων σε συμμόρφωση προς την οδηγία 75/439/ΕΟΚ του Συμβουλίου Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 16.6.1975.

- **ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197 Α/11-11-87)**

Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σ' αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH).

- **ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126 /Β/3-3-1988)**

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

- **ΚΥΑ 26857/553/88 (ΦΕΚ 196 /Β/6-4-1988)**

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών.

- **ΥΑ 19744/454/88 (ΦΕΚ 166/Β/1988)**

Επιτήρηση και έλεγχος των διασυνορικών μεταφορών επικίνδυνων αποβλήτων.

▪ **ΠΥΣ 73/90 (ΦΕΚ 90 /Α/11-7-1990)**

Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου.

▪ **ΚΥΑ 55648/2210/91 (ΦΕΚ 323 /Β/13-5-1991)**

Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.

▪ **ΠΥΣ 255/94 (ΦΕΚ 123 /Α/21-7-1994)**

Συμπλήρωση του Παραρτήματος του άρθρου 6 της υπ' αριθμ. 73/29.6.1990 Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου "Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο Ι του Παραρτήματος Α του "άρθρου 6 της υπ' αριθ.144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου (Α197/1987).

▪ **ΥΑ 01 98012/2001 (ΦΕΚ 40/Β/1996)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων.

▪ **ΥΑ 19396/1546/18-7-1997**

Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων.

▪ **ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383 /Β/28-3-2006)**

Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991. Αντικατάσταση της ΚΥΑ 19396/1546/1997.

▪ **ΚΥΑ 24944/1159/2006 (ΦΕΚ 791 /Β/30-6-2006)**

Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Β) της ΚΥΑ 13588/725 και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ. 1) της οδηγίας 91/156/ΕΚ του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991.

▪ **ΚΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ 287 /Β/2-3-2007)**

Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικινδύνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ), σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Α) της ΚΥΑ. 13588/725 και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ. 1) της υπ' αριθμ. 91/156/ΕΚ οδηγίας του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991. Τροποποίηση της ΚΥΑ 13588/725/2006 και της ΚΥΑ. 24944/1159/206.

▪ **Εγκύκλιος 181098/444/28-1-2008**

Ερμηνεία άρθρου 7 της ΚΥΑ 13588/725/2006.

▪ **Εγκύκλιος 187135/2840/27-6-2008**

Διευκρίνιση θεμάτων εφαρμογής νομοθεσίας, σχετικά με τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων.



**6) ΕΙΔΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ****▪ ΚΥΑ 80568/4225/1991 (ΦΕΚ 641 /B/7-8-1991)**

Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για την χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από την επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων.

**▪ ΚΥΑ 7589/731/2000 (ΦΕΚ 514 /B/11-4-2000)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT).

**▪ Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179 /Α/6-8-2001)**

Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις.

**▪ ΚΥΑ 18083/1098 Ε.103/ 2003 (ΦΕΚ 606 /B/15-5-2003)**

Σχέδια διάθεσης /απολύμανσης συσκευών που περιέχουν PCB – Γενικές κατευθύνσεις για τη συλλογή και μετέπειτα διάθεση συσκευών και αποβλήτων με PCB, σύμφωνα με το άρθρο 7 της κοινής υπουργικής απόφασης 7589/731/2000 (Β' 514).

**▪ ΚΥΑ 37591/2031/2003 (ΦΕΚ 1419 /B/1-10-2003)**

Μέτρα και όροι για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες.

**▪ ΠΔ 82/2004 (ΦΕΚ 64 /Α/2-3-2004)**

Αντικατάσταση της 98012/2001/ ΚΥΑ «Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων» (Β' 40).» «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των Αποβλήτων των Λιπαντικών Ελαίων.

**▪ ΠΔ 109/2004 (ΦΕΚ 75 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους.

**▪ ΠΔ 115/2004 (ΦΕΚ 80 /Α/5-3-2004)**

Αντικατάσταση της 73537/148/1995 κοινής υπουργικής απόφασης «Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες»(Β' 781) και 19817/2000 κοινής υπουργικής απόφασης «Τροποποίηση της 73537/1995 κοινής υπουργικής απόφασης κ.λ.π.» (Β' 963). «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών.

**▪ ΠΔ 116/2004 (ΦΕΚ 81 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπέων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/53/ΕΚ «για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους» του Συμβουλίου της 18<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 2000.

**▪ ΠΔ 117/2004 (ΦΕΚ 82 /Α/5-3-2004)**

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 «σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ειδών ηλεκτρικού και

ηλεκτρονικού εξοπλισμού» και 2002/96 «σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού» του Συμβουλίου της 27<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2003.

▪ **ΚΥΑ οικ. 104826/2004 (ΦΕΚ 849 /Β/9-6-2004)**

Καθορισμός ύψους ανταποδοτικών τελών από ατομικά ή συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών / άλλων προϊόντων (όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2, παρ. 4, του Ν. 2939/2001) σε εφαρμογή των άρθρων 7 (παρ. Β1, εδ. α3 και παρ. Β2, εδ. α5) και του άρθρου 17 του Ν. 2939/2001 «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων κ.λ.π.» (Α' 179).

▪ **ΠΔ 15/2006 (ΦΕΚ 12 /Α/3-2-2006)**

Τροποποίηση του Προεδρικού Διατάγματος 117/2004 (Α' 82), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)» του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου 2003.

## 7) ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

▪ **ΠΔ 922/77 (ΦΕΚ 315 /Α/14-10-1977)**

Περί απαγορεύσεως της χρήσεως πετρελαίου τύπου Μαζούτ εις κτιριακάς εγκαταστάσεις καύσεως.

▪ **ΠΥΣ 98/87 (ΦΕΚ 135 /Α/28-7-1987)**

Οριακή τιμή ποιότητας της ατμόσφαιρας σε μόλυβδο.

▪ **ΠΥΣ 99/87 (ΦΕΚ 135 /Α/28-7-1987)**

Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια.

▪ **ΠΥΣ 25/88 (ΦΕΚ 52 /Α/22-3-1988)**

Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του αζώτου και τροποποίηση των με αριθ.98 και 99/10.7.87 Πράξεων του Υπουργικού Συμβουλίου.

▪ **ΥΑ 392541/1010/1988 (ΦΕΚ 366/Β/1988)**

Περιεκτικότητα της βενζίνης με μόλυβδο.

▪ **ΥΑ 47942/1988 (ΦΕΚ 807/Β/1988)**

Μείωση εκπομπών καύσης μέσω μέτρων εξοικονόμησης καυσίμου σε βαφεία - φινιριστήρια υφανσίμων της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας.

▪ **ΥΑ 11082/1989 (ΦΕΚ 44/Β/1989)**

Έλεγχος της ποιότητας των υγρών καυσίμων για την προστασία του περιβάλλοντος.

▪ **ΥΑ 11946/1989 (ΦΕΚ 292/Β/1989)**

Χρήση πετρελαίου ντήζελ σε τμήμα του Νομού Αττικής.

▪ **ΥΑ 13698/927/1990 (ΦΕΚ 218/Β/1990)**

Χαρακτηρισμός επιβατηγών αυτοκινήτων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας.

▪ **ΥΑ 57520/4525/1990 (ΦΕΚ 597/Β/1990)**

Εργασίες συντήρησης, όροι λειτουργίας και καθορισμός καυσίμου για τις εστίες καύσης αρτοκλιβάνων.

▪ **ΥΑ 86653/6673/1991 (ΦΕΚ 2/Β/1991)**

Αντικατέστησε την ΥΑ 10300/1990, σχετικά με την απόσυρση και καταστροφή μεταχειρισμένων επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ.

▪ **ΥΑ 11166/1991 (ΦΕΚ 310/Β/1991)**

Τροποποίηση του άρθρου 2 της 57520/4535 Υπουργικής απόφασης "Εργασίες συντήρησης, όροι λειτουργίας και καθορισμός καυσίμου για τις εστίες καύσης αρτοκλιβάνων".

▪ **ΥΑ 81400/860/91 (ΦΕΚ 575/Β/1991)**

Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων από βενζινοκινητήρες προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 88/76/ΕΟΚ, 88/436/ΕΟΚ, 89/491/ΕΟΚ.

▪ **ΥΑ 81160/861/91 (ΦΕΚ 574/Β/1991)**

Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων από νηξελοκινητήρες προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα σε συμμόρφωση με την οδηγία 88/77/ΕΟΚ του Συμβουλίου 3ης Δεκεμβρίου 1987 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

▪ **ΥΑ 8243/1113/91 (ΦΕΚ 138/Β/1991)**

Καθορισμός μέτρων και μεθόδων για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από εκπομπές αμιάντου.

▪ **ΥΑ 15541/92 (ΦΕΚ 108/Β/1992)**

Μέτρα πρόληψης του κινδύνου αλλοίωσης των νομίμων προδιαγραφών αμόλυβδης βενζίνης κατά τη διάθεσή της από πρατήρια υγρών καυσίμων, λόγω αλλαγής χρήσης των υπόγειων δεξαμενών τους.

▪ **ΥΑ 28432/2447/1992 (ΦΕΚ 536/Β/1992)**

Μέτρα για τον περιορισμό της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων από κινητήρες ντήζελ προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα.

▪ **ΥΑ 28433/2448/1992 (ΦΕΚ 542/Β/1992)**

Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων οχημάτων με κινητήρα.

▪ **ΥΑ 18477/1992 (ΦΕΚ 558/Β/1992)**

Καθορισμός επιτρεπομένων ορίων εκπομπής μονοξειδίου άνθρακα (CO) και υδρογονανθράκων (HC) στα καυσαέρια των βενζινοκινήτων οδικών οχημάτων με τετράχρονο κινητήρα και καθιέρωση σχετικής μεθόδου μετρήσεως.

▪ **ΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων.

▪ **ΚΥΑ 58751/2370/93 (ΦΕΚ 264 /Β/15-4-1993)**

Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης.

▪ **ΚΥΑ 11294/93 (ΦΕΚ 264 /B/15-4-1993)**

Όροι λειτουργίας και επιτρεπόμενα όρια εκπομπών αερίων αποβλήτων από βιομηχανικούς λέβητες ατμογεννήτριες, ελαιόθερμα και αερόθερμα που λειτουργούν με καύσιμο μαζούτ, ντήζελ ή αέριο.

▪ **ΚΥΑ 11535/93 (ΦΕΚ 328 /B/6-5-1993)**

Επιτρεπόμενα είδη καυσίμων στις βιομηχανικές, βιοτεχνικές και συναφείς εγκαταστάσεις στους αποτεφρωτήρες νοσηλευτικών μονάδων και μέτρα για τις ανοικτές εστίες καύσης.

▪ **ΚΥΑ 10315/93 (ΦΕΚ 369 /B/24-5-1993)**

Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού.

▪ **ΥΑ 76802/1033/96 (ΦΕΚ 596/B/1996)**

Τροποποίηση και συμπλήρωση της 58751/2370/93 Κοινής Υπουργικής Απόφασης "Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις.

▪ **ΠΥΣ 11/97 (ΦΕΚ 19/A19/97)**

Μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από το όζον.

▪ **ΥΑ 10245/713/97 (ΦΕΚ 311/B/1997)**

Μέτρα και όροι για τον έλεγχο των εκπομπών πτητικών οργανικών ουσιών (VOC) που προέρχονται από την αποθήκευση βενζίνης και τη διάθεσή της από τις τερματικές εγκαταστάσεις στους σταθμούς διανομής καυσίμων.

## 8) ΘΟΡΥΒΟΣ

▪ **ΥΑ 56206/1613/86 (ΦΕΚ 570 /B/9-9-1986)**

Προσδιορισμός της ηχητικής εκπομπής των μηχανημάτων και συσκευών εργοταξίου σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 79/113/ΕΟΚ, 81/1051/ΕΟΚ και 85/405/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 19 ης Δεκεμβρίου 1978, της 7 ης Δεκεμβρίου 1981 και της 11 ης Ιουλίου 1985.

▪ **ΚΥΑ 69001/1921/88 (ΦΕΚ 751 /B/18-10-1988)**

Έγκριση τύπου ΕΟΚ για την οριακή τιμή στάθμης θορύβου μηχανημάτων και συσκευών εργοταξίου και ειδικότερα των μηχανοκίνητων αεροσυμπιεστών, των πυργογερανών, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών συγκόλλησης, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών ισχύος και των φορητών συσκευών θραύσης σκυροδέματος και αεροσφυρών.

▪ **ΥΑ Γ/20/81567/898/1988 (ΦΕΚ 403/B/1988)**

Έγκριση τύπου ΕΟΚ για την αποδεκτή ηχητική στάθμη και διάταξη εξάτμισης των οχημάτων με κινητήρα και συναφείς διατάξεις.

▪ **ΥΑ Γ/20/81568/899/1988 (ΦΕΚ 403/B/1988)**

Έγκριση τύπου ΕΟΚ για την αποδεκτή ηχητική στάθμη και τη διάταξη εξάτμισης των μοτοσυκλετών και συναφείς διατάξεις.

- ΠΔ 85/91 (ΦΕΚ 38 /Α/18-3-1991)

Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσης τους στο θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ.

- ΥΑ 11733/1991 (ΦΕΚ 384/Β/1991)

Μέτρα καταπολέμησης του θορύβου που εκπέμπεται κατά τις δοκιμές που συνοδεύουν την τοποθέτηση ή επισκευή συστημάτων συναγερμού οχημάτων.

- ΥΑ 10399 Φ 5.3./361/1991 (ΦΕΚ 359/Β/1991)

Καθορισμός της οριακής τιμής στάθμης θορύβου των πυργογερανών σε συμπλήρωση της υπ' αριθμ.69001/1921/88 ΥΑ.

- ΥΑ 17252/92 (ΦΕΚ 395 /Β/19-6-1992)

Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα.

- ΥΑ 28340/2440/1992 (ΦΕΚ 532/Β/1992)

Μέτρα για τον περιορισμό της ηχορύπανσης που προέρχεται από μοτοσυκλέτες, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις των Οδηγιών 78/1015, 87/56 και 89/238 της ΕΟΚ.

- ΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192/Β/1997)

Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

## 9) ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Νομοθετικό Διάταγμα 191/74 (ΦΕΚ 350 /Α/20-11-1974)

Περί κυρώσεως της εν Ραμσάϊρ του Ιράν κατά την 2αν Φεβρουαρίου 1971 υπογραφείσης Διεθνούς Συμφωνίας περί προστασίας των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων ιδία ως υγροβιοτόπων.

- Ν.1335/83 (ΦΕΚ 32 /Α/14-3-1983)

Κύρωση Διεθνούς Σύμβασης για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης.

- Ν.1751/88 (ΦΕΚ 26 /Α/9-2-1988)

Κύρωση Πρωτοκόλλου τροποποιητικού της Σύμβασης Ραμσάρ 1971 για την προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων ιδίως ως υγροβιοτόπων.

- ΥΑ 30027/1193/1990 (ΦΕΚ 194/Β/1990)

Μέτρα για την προστασία του υγροβιότοπου του Αμβρακικού Κόλπου και της ευρύτερης περιοχής του.

- Ν.1950/91 (ΦΕΚ 84 /Α/31-5-1991)

Κύρωση των τροποποιήσεων της Σύμβασης Ραμσάρ (1971) για την προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων ιδία ως υγροβιοτόπων.

- ΠΔ της 16ης Μαΐου 1992 (ΦΕΚ 519/Δ/1992) Χαρακτηρισμός Χερσαίων και Θαλασσίων Περιοχών των Βορείων Σποράδων ως Θαλάσσιου Πάρκου.

▪ **ΚΥΑ 66272/93 (ΦΕΚ 493 /B/7-7-1993)**

Μέτρα για την προστασία του υδροβιότοπου της τεχνητής λίμνης Κερκίνης και της ευρύτερης περιοχής της.

▪ **ΥΑ 66289/1993 (ΦΕΚ 506/B/1993)**

Μέτρα για την προστασία των βιοτόπων Δάσους Στροφυλιάς (Ν.Αχαΐας - Ν.Ηλείας), Λιμνοθάλασσας Κοτυχίου (Ν.Ηλείας) και της ευρύτερης περιοχής τους.

▪ **ΥΑ 1319/93 (ΦΕΚ 755/B/1993)**

Μέτρα για την προστασία των υδροτόπων λιμνοθαλασσών Μεσολογγίου - Αιτωλικού, κάτω ρου και εκβολών ποταμών Ευήνου και Αχελώου και άλλων βιοτόπων της ευρύτερης περιοχής τους.

▪ **Ν.2204/94 (ΦΕΚ 59 /Α/15-4-1994)**

Κύρωση Σύμβασης για τη βιολογική ποικιλότητα.

▪ **ΥΑ 66231/2051/96 (ΦΕΚ 259/B/1996)**

Παράταση ισχύος της 1319/93 Κοινής απόφασης των Υπουργών Γεωργίας, Εμπορικής Ναυτιλίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας: "Μέτρα για την προστασία του υδροβιότοπου της τεχνητής λίμνης Κερκίνης και της ευρύτερης περιοχής του".

▪ **ΥΑ 242/5/95 (ΦΕΚ 20/B/1996)**

Παράταση ισχύος της 1319/93 Κοινής απόφασης των Υπουργών Γεωργίας, Εμπορίου, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας: "Μέτρα για την προστασία των υδροβιότοπων λιμνοθαλασσών Μεσολογγίου - Αιτωλικού, κάτω ρου και εκβολών Ευήνου και Αχελώου και άλλων βιοτόπων της ευρύτερης περιοχής τους".

▪ **ΥΑ 5796/96 (ΦΕΚ 854/B/1996)**

Χαρακτηρισμός των υδροβιότοπων Δέλτα Νέστου, Λίμνης Βιστωνίδα, Λίμνης Ισμαρίδας και της ευρύτερης περιοχής τους ως Πάρκου.

▪ **ΥΑ 8586/1838/98 (ΦΕΚ 376/B/1998)**

Μέτρα για την προστασία των υδροτόπων και των φυσικών σχηματισμών στις εκβολές του ποταμού Έβρου και της ευρύτερης περιοχής τους.

▪ **ΥΑ 14874/3291/98 (ΦΕΚ 687/B/1998)**

Μέτρα για την προστασία των υδροτόπων της Αλυκής Κίτρουλ, του κάτω ρου και του Δέλτα των ποταμών Αλιάκμονα, Λουδία, Αξιού, Γαλλικού, της λιμνοθάλασσας Καλοχωρίου και της ευρύτερης περιοχής τους.

## ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ

## Α. Νόμοι

▪ **Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α/18-10-1986)**

Για την προστασία του περιβάλλοντος.

▪ **Νόμος 2947/2001 (ΦΕΚ 228/Α19-10-2001)**

Θέματα Ολυμπιακής Φιλοξενίας, Έργων Ολυμπιακής Υποδομής και άλλες διατάξεις.

Άρθρο 9: Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (Ε.Υ.Ε.Π.).

▪ **Νόμος 2242/1994 (ΦΕΚ 162Α13-10-1994)**

Πολεοδόμηση περιοχών δεύτερης κατοικίας σε Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου, προστασία φυσικού δομημένου περιβάλλοντος και άλλες διατάξεις.

▪ **Νόμος 3010/2002 (ΦΕΚ 91Α125-4-2002)**

Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11/Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις.

## Β. Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 25535/3281/2002 (ΦΕΚ 14638/20-11-2002)**

Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α' κατηγορίας σύμφωνα με την υπ'αρ. ΗΠ 15393/2332/2002 ΚΥΑ «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων σε κατηγορίες κλπ (8' 1022).

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 10228/5-8-2002)**

Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν.1650/1986 της αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με της Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ Κ.α. (Α' 91).

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 110141703/Φ104/2003 (ΦΕΚ 3328/20-3-2003)**

Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σύμφωνα με το άρθρο 4 του 1650/1986 (Α' 160) της αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με της Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ και της διατάξεις» (Α' 91).

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 1726/2003 (ΦΕΚ 55281 /8-5-2003)**

Διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 37111/2021/2003 (ΦΕΚ 13918/29-9-2003)**

Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά την διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου

5 του Ν. 1650/1986 της αντικαταστάθηκε με της παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010/2002.

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 137271724/2003 (ΦΕΚ 10878/5-8-2003)**

Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με της βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα.

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 69269/5387/1990 (ΦΕΚ 6788/25-10-1990)**

Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (Ε.Π.Μ) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν.1650/1986.

▪ **Κοινή Υπουργική Απόφαση 1661/1994 (ΦΕΚ 7868/20-10-1994)**

Τροποποίηση και συμπλήρωση των διατάξεων της υπ' αρ. 69269/5387 Κοινής Απόφασης Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Τουρισμού.

### Γ. Προεδρικό Διάταγμα

▪ **Προεδρικό Διάταγμα 256/1998 (ΦΕΚ 190/Α/12-8-1998)**

Συμπλήρωση των διατάξεων του Π.Δ. 541/1978 (Α' 116) «Περί κατηγοριών μελετών».

### Δ. Εγκύκλιοι

▪ **Εγκύκλιος 17/59862/1687/21-4-1994 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90.

▪ **Εγκύκλιος 31/68241/2655/22-6-1994 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Οδηγίες για την εφαρμογή διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/90.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 90200/4313/12-12-1994 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Χωροθέτηση υφισταμένων βιομηχανιών-βιοτεχνιών.

▪ **Εγκύκλιος 17/57963/166417-4-1995 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Προέγκριση χωροθέτησης σε γήπεδα που υφίστανται ήδη κατασκευασμένα μη νόμιμα κτίρια.

▪ **Εγκύκλιος 9/1810/458/30-1-1996 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Περιεχόμενο φακέλου για την προέγκριση χωροθέτησης έργων και δραστηριοτήτων, σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ με αριθμό 69269/5387/24.10.90 (ΦΕΚ 678B/25.1.90).

▪ **Εγκύκλιος 32172562/2748/12.6.1996 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για τη χωροθέτηση δικτύου διανομής φυσικού αερίου.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.7626/17.5.1996 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Εγκύκλιος περί διαδικασιών έκδοσης προεγκρίσεων χωροθέτησης και εγκρίσεων περιβαλλοντικών όρων έργων ενεργειακής αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και έργων εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΕ).



▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 75834/2957/5-7-1996 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Συνεκτίμηση των προτεινόμενων από Ειδικές Χωροταξικές Μελέτες γης, στη διαδικασία των σημειακών χωροθετήσεων.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ.18146/3200/13-6-1997 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Χρονική ισχύς προέγκρισης χωροθέτησης.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 60570/10.2.1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων για βιομηχανικές - βιοτεχνικές δραστηριότητες, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/86 (Α' 160) της ΚΥΑ 69269/5387/90 (Β' 678) και της ΚΥΑ 95209/94 (Β' 871).

▪ **Εγκύκλιος 67515/25-2-1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Χωροθέτηση υφιστάμενων έργων και δραστηριοτήτων. Ερμηνεία των σχετικών διατάξεων της ΚΥΑ 69269/5387/1990.

▪ **Εγκύκλιος 9/4747/1100/3-3-1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Οδηγίες για την εξέταση υποβαλλόμενων φακέλων κατά τη διαδικασία προέγκρισης χωροθέτησης αιολικών σταθμών παραγωγής ενέργειας.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 55151/2773/8-7-1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διαδικασία έγκρισης Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών (Ε.Π.Μ.) σε προστατευόμενες περιοχές.

▪ **Εγκύκλιος 10/5-3-1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Έκδοση άδειας οικοδομής για την κατασκευή έργων και εγκαταστάσεων Βιολογικού Καθαρισμού.

▪ **Μόνιμη Εγκύκλιος Π.Θ.Π. -1<sup>η</sup> Α.Π. 3321.3/6/99/12-10-1999 (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΑΙΑΣ)**

Ρύπανση θάλασσας και ακτών με απορρίμματα.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 19727/4668/30-7-1999 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Χρονική ισχύς προέγκρισης Χωροθέτησης τουριστικών εγκαταστάσεων.

▪ **Εγκύκλιος αρ.πρωτ. 108037/1-9-1999 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Ρύθμιση θεμάτων αδειοδότησης της ΚΥΑ 69269/5387/90 για τα έργα: Γεωργικής Υδραυλικής-Υδρογεωτρήσεις, Φράγματα - Λιμνοδεξαμενές και δικτύων ύδρευσης.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. οικ. 73261/30-11-1999 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για την περιβαλλοντική αδειοδότηση ξενοδοχειακών μονάδων σε οικισμούς που έχουν χαρακτηρισθεί ως παραδοσιακοί.

▪ **Εγκύκλιος αρ.πρωτ. 106048/25-2-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για τις αρμοδιότητες της Ειδικής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (ΕΥΠΕ).

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 107002/5-4-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για δραστηριότητες του άρθρου 4 της ΚΥΑ 69269/5387/90 (υδρευτικά-αποχετευτικά δίκτυα).

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ.109658/31-8-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Δήλωση των αρμοδίων αρχών για τον έλεγχο των περιοχών NATURA 2000 (Παράρτημα 1α Τεχνικού Δελτίου Έργου Ταμείου Συνοχής).

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 68285/2-10-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Ερμηνεία και εφαρμογή του Π.Δ. 256/1998: Συμπλήρωση των διατάξεων του Π.Δ. 541/1978 (Α'116) «Περί κατηγοριών Μελετών».

▪ **Εγκύκλιος 11/22-2-2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Κατευθύνσεις σχετικά με την αξιολόγηση των φακέλων Προέγκρισης Χωροθέτησης και Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

▪ **Εγκύκλιος 3/30-1-2001 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για την εφαρμογή του άρθρου 8 της με αριθμό 69269/5387/90 ΚΥΑ (ΦΕΚ 678/Β/1990).

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. οικ. 100/61/2-2-2001 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων.

▪ **Εγκύκλιος 100761/2-2-2001 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διευκρινίσεις για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 102220/29-3-2001 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων κατασκευής εσωτερικών δικτύων απορροής-αποχέτευσης ομβρίων.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ. 82712/9-4-2002 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ. 83754/22-5-2002 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 69269/5387/24.10.90 (ΦΕΚ 678Β/90).

▪ **Εγκύκλιος 4/22-1-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 12717/27-3-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Εφαρμογή του Ν.3010/02.

▪ **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 106040/2-4-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης δασικών Χωριών.

▪ **Εγκύκλιος 116793/14-5-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων της υποκατηγορίας 3 της ΚΥΑ 15393/2332/02.

▪ **Εγκύκλιος οικ. 117266/27-5-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**

Εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 12 παρ 3 της ΚΥΑ Η.Π 110141703/Φ/104/ΦΕΚ332/Β/2003 όσον αφορά την υποχρέωση ενημέρωσης των αρμοδίων αρχών για τις απορρίψεις ρύπανσης

(εκπομπών και αποβλήτων) από τις δραστηριότητες του παραρτήματος ΙΙ του άρθρου 5 της υπ' αριθμ. Η.Π 15393/2332/2002 ΚΥΑ (Β' 1022).

- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ.117813/23-6-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Εφαρμογή των διατάξεων της ΚΥΑ ΗΠ 110141703/Φ104/02.
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ. 126371/2331/18-6-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Εφαρμογή της ΚΥΑ ΗΠ 11 0141703/Φ1 04/14.3.2003 (ΦΕΚ 678B).
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 137195/20-10-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Κατάταξη έργων εντός Προστατευομένων Περιοχών του Δικτύου Φύση 2000.
- **Εγκύκλιος οΙΚ.117813/23-6-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Εφαρμογή των διατάξεων της ΚΥΑ Η.Π. 11014/703/Φ104/02.
- **Εγκύκλιος 117421/2-7-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Κατάταξη δραστηριότητας σε κατηγορία (ΚΤΕΟ)
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. οΙΚ.137497/30-10-2003 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Διευκρινίσεις για τις Γραμμές Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 26/13-1-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Συγκρότηση - Οργάνωση - Λειτουργία Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (ΕΥΕΠ).
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. οΙΚ.122343/19-1-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Διευκρινίσεις σχετικά με θέματα ορισμού, κατάταξης και διαδικασιών κατά την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.165011986, όπως τροποποιήθηκε από το Ν. 301012002.
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ. 100402/154/19-1-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Περιβαλλοντική αδειοδότηση μη κυρίων τουριστικών καταλυμάτων.
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. 8111/01/04/23-1-2004 (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ)**  
Έλεγχος εφαρμογής διατάξεων της ΚΥΑ 3418/07/2002 (ΦΕΚ 712B'/11-6-2002) σχετικά με τα «μέτρα και τους όρους για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής και διαχείρισης αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου».
- **Εγκύκλιος αρ. πρωτ. ΟΙΚ. 122838/2-2-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Διευκρινίσεις για την Περιβαλλοντική Αδειοδότηση Υποσταθμών (Υ/Σ) ανύψωσης - υποβιβασμού τάσης 201150 KV.
- **Εγκύκλιος ΟΙΚ. 122859/2-2-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Περιεχόμενο φακέλου για την εφαρμογή του άρθρου 13 της ΚΥΑ Η.Π. 11014/703/14.3.03 (ΦΕΚ 332B/2003).
- **Εγκύκλιος 8216/14/6-2-2004 (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ)**  
Εφαρμογή του Ν.3153/2003 (Περιβαλλοντική αδειοδότηση λιμενικών έργων).
- **Εγκύκλιος ΟΙΚ. 130884/26-2-2004 (ΥΠΕΧΩΔΕ)**  
Διευκρινίσεις σχετικά με τον Πίνακα 9 της ΚΥΑ 15393/2332/02 (Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις).



## Βιβλιογραφία

Δικτυακοί Τόποι

- [www.recycling.cytanet.com.cy/info](http://www.recycling.cytanet.com.cy/info)
- [www.unipi.gr](http://www.unipi.gr)
- [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- [www.epa.gov/OCEPATERMS/cterm.html](http://www.epa.gov/OCEPATERMS/cterm.html)
- [www.caplastidsmarkets.com](http://www.caplastidsmarkets.com)
- [www.etcaq.riv.nl](http://www.etcaq.riv.nl)
- [im.meng.auth.gr](http://im.meng.auth.gr)
- [aix.meng.auth.gr](http://aix.meng.auth.gr)
- [www.buldings.gr](http://www.buldings.gr)
- [www.greenpeace.gr](http://www.greenpeace.gr)
- [www.mech.ntua.gr](http://www.mech.ntua.gr)
- [www.sotoscarbon.gr](http://www.sotoscarbon.gr)
- [www.econs3.gr](http://www.econs3.gr)
- [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr)
- [www.anakyklosi.com](http://www.anakyklosi.com)
- [www.arvis.gr](http://www.arvis.gr)
- [www.asda.gr](http://www.asda.gr)
- [www.recycle.gr](http://www.recycle.gr)
- [www.cyprus.gov.cy](http://www.cyprus.gov.cy)
- [www.prasino.gr](http://www.prasino.gr)
- [ecorec.gr](http://ecorec.gr)
- [www.recycling\\_guide.org.gr](http://www.recycling_guide.org.gr)
- [www.elinyae.gr](http://www.elinyae.gr)
- [www.et.gr](http://www.et.gr)
- [www.greenuniversity.gr](http://www.greenuniversity.gr)
- [www.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_kathcommon\\_2\\_08/10/2005\\_1284643](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathcommon_2_08/10/2005_1284643)
- [users.otenet.gr](http://users.otenet.gr)
- [www.minenv.gr](http://www.minenv.gr)
- [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)
- [hermes.edpp.gr](http://hermes.edpp.gr)
- [www.kepekozani.gr](http://www.kepekozani.gr)
- [glossary.eea.europa.eu/concept\\_html?term](http://glossary.eea.europa.eu/concept_html?term)
- [www.metal.ntua.gr](http://www.metal.ntua.gr)
- [www.enman.uowm.gr/dep/markellos](http://www.enman.uowm.gr/dep/markellos)
- [politics.wwf.gr](http://politics.wwf.gr)
- [www.synigoros.gr](http://www.synigoros.gr)
- [www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr)
- [postgrasrv.hydro.ntua.gr](http://postgrasrv.hydro.ntua.gr)
- [utopia.duth.gr](http://utopia.duth.gr)
- [www.hydro.ntua.gr](http://www.hydro.ntua.gr)
- [ec.europa.eu/fisheries/related\\_issues/water\\_pollution.el](http://ec.europa.eu/fisheries/related_issues/water_pollution.el)
- [www.electrocycle.gr](http://www.electrocycle.gr)
- [www.afis.gr](http://www.afis.gr)
- [www.weeeman.org](http://www.weeeman.org)
- [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)

- [www.environ-develop.ntua.gr](http://www.environ-develop.ntua.gr)
- [www.healthcarewaste.gr](http://www.healthcarewaste.gr)
- [www.aegean.gr](http://www.aegean.gr)
- [www.ecolastika.gr](http://www.ecolastika.gr)
- [www.rma.org](http://www.rma.org)
- [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)
- [www.umich.edu](http://www.umich.edu)
- [scp.eionet.europa.eu/publications](http://scp.eionet.europa.eu/publications)
- [www.atiel.org](http://www.atiel.org)
- [www.greenbatteries.com](http://www.greenbatteries.com)
- [www.erp-recycling.prg](http://www.erp-recycling.prg)
- [www.dekr.gr](http://www.dekr.gr)
- [www.bolaris.gr](http://www.bolaris.gr)
- [www.tzampazi.gr](http://www.tzampazi.gr)
- [greenwaystructure.wordpress.com](http://greenwaystructure.wordpress.com)
- [www.bipro.de](http://www.bipro.de)
- [www.envena.gr](http://www.envena.gr)
- [www.1169.syzefxis.gr](http://www.1169.syzefxis.gr)
- [www.esdkna.gr](http://www.esdkna.gr)
- [www.biomass.gr](http://www.biomass.gr)
- [www.espa.gr](http://www.espa.gr)
- [www.greenfacts.org](http://www.greenfacts.org)
- [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)
- [www.emissions-inventory.gr](http://www.emissions-inventory.gr)
- [www.articlegarden.com](http://www.articlegarden.com)
- [www.evrotas.gr](http://www.evrotas.gr)
- [www.eidisis.gr](http://www.eidisis.gr)

#### Αναφορές – Άρθρα

- Αντωνόπουλος Βασίλης, «Ποιότητα νερού και ρύπανση υδάτινων πόρων», Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής, Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Δελήμασης Κωνσταντίνος, «Διαχείριση νοσοκομειακών αποβλήτων», 01-04-2002, ([www.e-telescope.gr](http://www.e-telescope.gr))
- Δήμας Σταύρος, «Κλιματικές αλλαγές και επιπτώσεις τους στην Ελλάδα», Φεβρουάριος, 2008. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Δημόπουλος Παναγιώτης, «Η ποινική προστασία του περιβάλλοντος», Απρίλιος, 2008. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, «Το περιβάλλον στην Ευρώπη-Τέταρτη Αξιολόγηση-Σύνοψη», 10-10-2007.
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, «Ενεργειακές επιδοτήσεις και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», EEA Briefing No2, 2004.
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος-Σήματα, «Καίρια περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η Ευρώπη, Σήματα 2009», 09-01-2009.
- Ινστιτούτο στρατηγικών και αναπτυξιακών μελετών Ανδρέας Παπανδρέου, «Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα, Φεβρουάριος 2007.

- Καγκαράκης Κ., «Προς μια ανάπτυξη με πυξίδα την ποιότητα» (διαδίκτυο)
- Καραγιαννίδης Α., Περκουλίδης Γ., Μουσιόπουλος Ν., Εργασία, «Καινοτόμος προσωρινή αποθήκευση απορριμμάτων μέσω συστήματος θαλάμων συλλογής και αποσυμπίεσης», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη,
- Κατσιρή Α., «Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και ιλύος», Διεπιστημονικό – Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών, «Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων».
- Κουτσούκος Δ., «Εργοστάσιο ανακύκλωσης μπαταριών μέσα στο 2009», Περιοδικό «Μετάδοση ισχύος», αρ. τεύχους 154, Ιανουάριο 2009.
- Λαζαρίδη Κ., «Το νέο θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων: Προκλήσεις και προοπτικές για τις τοπικές κοινωνίες», Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Μαρίνος – Κουρής Δημήτριος, «Το ενεργειακό πρόβλημα αναζητεί λύση», ([www.agoraideon.gr](http://www.agoraideon.gr)).
- Μαριολάκος Η, Φουντούλης Ι., Ανδρεαδάκης Ε., Καπουράνη Ε., «Σύστημα παρακολούθησης και προειδοποίησης για παραμέτρους ποιότητας των υδάτων του ποταμού Ευρώτα στο νομό Λακωνίας – Πρώτα αποτελέσματα και προβληματισμοί», Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής, Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Μαριολάκος Η, Φουντούλης Ι., Ανδρεαδάκης Ε., Καπουράνη Ε., Κουβας Δ., Σπυρίδωνος Ε. «Σύστημα αυτογραφικής παρακολούθησης και τηλεειδοποίησης για παραμέτρους ποιότητας των υδάτων του ποταμού Ευρώτα στο νομό Λακωνίας», Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής, Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Μπρεδήμας Αντώνης, «Το πρωτόκολλο ου Κυότο και η εμπορία ρύπων: Η ελληνική και η κοινοτική διάσταση», Ιούνιος, 2007. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Σκουλά Ειρήνη, «Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκτίμηση των μελλοντικών ποσοτήτων των αποβλήτων από οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής», Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ε.Μ.Π. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», 2003.
- Παπαδημητρίου Ευθ., «Σκέψεις για την ανάγκη επαναπροσδιορισμού της έννοιας της ανάπτυξης και της προόδου από τη σκοπιά της φιλοσοφίας και της κοινωνικής οικολογίας.» (διαδίκτυο).
- Παπαδημητρίου Γιώργος, «Η άβολη αλήθεια της κλιματικής πολιτικής μας», Ιούνιος, 2007. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Παπαδημητρίου Γιώργος, «Η προστασία του περιβάλλοντος στην Ελλάδα. Επισκόπηση και προοπτική», Μάρτιος, 2008. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Παπαδόπουλος Α., «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2002.
- Πούλιος Κ., Παπαχρήστου Ε., «Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση στερεών αποβλήτων της Θεσσαλονίκης-Οικονομικές Προεκτάσεις», Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, HELECO 2005, ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6/02/2005.
- Ρόκος Δημήτρης, Εργασία «Αξιοβίωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη για έναν ειρηνικό και καλύτερο κόσμο», Αθήνα, 2005.
- Σανταμούρης Μ., «Ενέργεια και κτίριο-Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της», Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Σιδηρέλλης Κωνσταντίνος, "Ευρωπαϊκή Νομοθεσία», συντάχθηκε 20-07-2008 (διαδίκτυο)
- Τάτσης Λάζαρος, «Διαχείριση των υδάτων στα πλαίσια της οδηγίας 2000/60/ΕΚ και του Ν.3199/2003-Προβλήματα και προοπτικές», Μάρτιος, 2001. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- Υπουργείο Εσωτερικών Κύπρου, Τομέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, «Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο, σύμφωνα με την Water Framework Directive 2000/60/ΕΚ», Κύπρος, 2002.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, Επιχειρησιακό πρόγραμμα «Περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη 2007-2013», Αθήνα, Σεπτέμβριος 2007.

- ΥΠΕΧΩΔΕ, Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής (ΕΣΔΚΝΑ), «Ανάλυση οικιακών απορριμμάτων με στατιστικά παραδεκτές μεθόδους στην Αθήνα.», Αθήνα, 1985.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, Τμήμα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, «Η διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στην Ελλάδα», Αθήνα, Οκτώβριος 2002.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου, Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας, Έκθεση 2007, «Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα», Απρίλιος, 2008.
- Φάμελλος Σωκράτης, «Προδιαγραφές επαναχρησιμοποίησης λυμάτων», 15-03-2003 ([www.anatoiki.gr](http://www.anatoiki.gr))
- Φάμελλος Σωκράτης, «Ελλάδα και περιβαλλοντική πολιτική», 15-06-2002 ([www.anatoiki.gr](http://www.anatoiki.gr))
- Φαρμάκη Πολυτίμη, «Μια διαφορετική προσέγγιση για το ρόλο του κράτους στη διαχείριση των υδάτινων πόρων», Νοέμβριος, 2008. ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr))
- IPCC (Διεθνής ομάδα για την αλλαγή του κλίματος), 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- European Commission, «European Union action against climate change – Leading global action to 2020 and beyond», Edition 2008.
- European Commission, Directorate General Environment, Final Report, «Study on hazardous household waste with a main emphasis on hazardous household chemicals», July, 2002.
- Final report for the Ministry of Environment of New Zealand «End-of-Life Tyre Management:Storage Options», July, 2004.
- American Automobile Manufacturers Association (AAMA), «MotoVehicle facts and figures», 1997.
- Medical Waste Disposal. Medical Waste Committee (WT-3), Technical Council, Air & Waste Management Association. J. Air, AWMA (Air & Waste Management Association), 1994.
- A. Pross, E. Giroult and P. Rushbrook «Safe managment of wastes from health-care activities», WHO, Geneva, 1999).
- EPA, Update Office of Solid Waste, «Characterization of municipal solid waste in the United States», Washignton D.C., 1994.
- EPA, Center of European Environment Agency, «European Topic centre on waste and material flows topic», 1984.
- Oak Ridge National Laborator, ORNL-6956, «Transportation Energy DataBook», TEBD 2000.
- Staudinger J., Keoleian G., Flynn M., Report No. CSS01-01 of Center for Sustainable Systems, «Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US», University of Michigan, Prepared for: Japan External Trade Organization (JETRO), March, 2001.
- WWF, Επιστημονική έκθεση, «Λύσεις για την κλιματική αλλαγή-Οραμα βιωσιμότητας για την Ελλάδα του 2050», Οκτώβριος, 2008.
- Greenpeace, «Πρωτόκολλο του Κυότο: τι είναι, τι προβλέπει», 01-09-2003.



Βιβλία

- Βουδρισλής Ν., «Το πρόβλημα των απορριμμάτων και οι λύσεις τους», Κέντρο Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, 1998.
- Γιαδaráκος, Ε., «Επικίνδυνα Απόβλητα: Διαχείριση-Επεξεργασία-Διάθεση», Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2006.
- Μαρνέλλος Γεωργ., Σημειώσεις του μαθήματος «Εισαγωγή στην τεχνολογία Περιβάλλοντος» για την ακαδημαϊκή χρονιά 2006-2007 του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.
- Μπεργελές Γ., «Πηγές διασπορά και έλεγχος ατμοσφαιρικής ρύπανσης», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μπεργελές Γ., «Περιβαλλοντική Τεχνολογία», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μουσιόπουλος Ν., Καραγιαννίδης Α., Σημειώσεις του μαθήματος «Διαχείριση απορριμμάτων», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2002.
- Μουσιόπουλος Ν., Σημειώσεις του μαθήματος «Τεχνική προστασίας περιβάλλοντος», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2003.
- Παπαδόπουλος Άγις, Σημειώσεις του μαθήματος «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων», Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2002.
- Παπαζαφειρίου Ζ. Αγάπη, «Σημειώσεις υδρολογίας», Τμήμα Γεωπληροφορικής και Τοπογραφίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών, Σέρρες, Απρίλιος, 2001.
- Στασινάκης Αθ., «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική», Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, 2003.
- World Commission on Environment and Development, «Our Common Future.», Oxford University Press, 1987.



## Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Εισαγωγή	3
<b>1 Περιβάλλον</b>	17
1.1 Περιβάλλον και νομοθεσία.	16
1.2 Ανάπτυξη και περιβάλλον.	17
1.3 Προβλήματα της σημερινής παγκόσμιας κατάστασης.	21
1.4 Το ενεργειακό πρόβλημα.	22
1.5 Κλιματική αλλαγή.	25
1.6 Το Πρωτόκολλο του Κυότο.	28
1.7 Διασυνοριακές μεταφορές αποβλήτων.	31
1.8 Τοπικές ανισότητες και αναπτυξιακές ανάγκες στην Ελλάδα.	34
1.9 Πολιτικής διαχείρισης περιβαλλοντικής προστασίας.	35
1.10 Φορείς και μέσα άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής.	43
<b>2 Ατμοσφαιρική ρύπανση</b>	49
2.1 Ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	50
2.2 Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	50
2.3 Καύση.	52
2.4 Ταξινόμηση ατμοσφαιρικών ρύπων.	55
2.5 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	55
2.6 Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.	65
<b>3 Ρύπανση των υδάτων.</b>	71
3.1 Ιστορία της επιστήμης της μελέτης του νερού.	72
3.2 Ο υδρολογικός κύκλος.	74
3.3 Ρύπανση υδάτων.	76
3.4 Κατηγορίες ρύπων.	78
3.5 Κατηγορίες και επιπτώσεις υδατικής ρύπανσης.	80
3.6 Διαδικασίες και πηγές ρύπανσης υπόγειων υδάτων.	82
3.7 Μέτρηση της ρύπανσης των υδάτων.	84
<b>4 Στερεά απόβλητα.</b>	97
4.1 Περιγραφή των στερεών αποβλήτων.	98
4.2 Ειδικά βιομηχανικά στερεά απόβλητα.	108

4.2.1 Υλικά συσκευασίας.	108
4.2.2. Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.	112
4.2.3. Οχήματα.	114
4.2.4. Ελαστικά επίσωτρα.	117
4.2.5. Ορυκτέλαια.	118
4.2.6. Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές.	120
4.2.7. Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός.	121
4.2.8. Αγροτικά απόβλητα	125
4.2.9. Κτηνοτροφικά απόβλητα	125
4.2.10 Ιαείς.	126
4.3 Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση στερεών	126
<b>5 Διαχείριση υγρών αποβλήτων</b>	141
5.1 Διαχείριση υδατικών πόρων.	142
5.2 Τεχνολογίες περιορισμού υδάτινης ρύπανσης.	143
5.3 Συστήματα επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων.	153
<b>6 Διαχείριση στερεών αποβλήτων</b>	159
6.1 Στρατηγικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.	160
6.2 Τεχνικές διαχείρισης αστικών αποβλήτων.	161
6.2.1 Μεταφόρτωση στερεών αποβλήτων.	162
6.2.2. Διαλογή στην πηγή.	164
6.2.3. Κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών.	170
6.2.4. Μηχανική ανακύκλωση.	173
6.2.5. Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.	175
6.2.6. Μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας.	180
6.3 Τεχνικές διαχείρισης απόβλητων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.	187
6.4 Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών.	189
6.5 Διαχείριση οχημάτων τέλους κύκλου ζωής.	190
6.6 Διαχείριση ελαστικών αποβλήτων.	192
6.7 Διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις.	193
6.8 Διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.	198
Σχόλια και προοπτικές	201
Παράρτημα	207
Βιβλιογραφία	229
Περιεχόμενα	235

