

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΥΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΙΡΑΙΑ**



**«ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ  
ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ»**

**Λεωνίδας Γραμματικός**

**Επιβλέπων καθηγητής: Καλοκάσης Νικόλαος**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**Σεπτέμβρης 2013**







## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ όσους με βοήθησαν όλα αυτά τα χρόνια να ολοκληρώσω τις σπουδές μου. Πρώτα και κύρια όλους τους συντρόφους μου που μου στάθηκαν καθημερινά.

Η παρούσα εργασία αφιερώνεται σε όσους πίστεψαν πως θα καταφέρω να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τον κύριο Καλοκάση Νικόλαο για την πολύτιμη συμβολή του κατά την περίοδο των σπουδών μου.



## Περίληψη της πτυχιακής εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή πραγματεύεται την εξέλιξη της ανακύκλωσης, καθώς και τα οφέλη που αντανακλά στην κοινωνία. Η εργασία αυτή έχει σκοπό να προσεγγίσει την ανακύκλωση σε σχέση με τους χώρους εργασίας, του δημόσιους χώρους, τις κατοικίες, και τα διάφορα άλλα σημεία που ενδεχομένως να επηρεάζει με βάση την καθημερινότητα τόσο των ανθρώπων όσο και την εξέλιξη των βιομηχανιών που κερδοφορούν μέσω της ανακύκλωσης. Βασικό κομμάτι δε θα μπορούσε να είναι άλλο από την τεχνολογία (και την εξέλιξη της) που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο τομέα.

Αν και καθοριστικός ο ρόλος της ανακύκλωσης στον τομέα της εργασίας ενδιαφέρον παρουσιάζει κατά την εν λόγω μελέτη η κατάσταση στην αποκομιδή και την επεξεργασία των απορριμμάτων, σε σχέση με την προστασία των εργαζομένων.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας απορριμμάτων και αξιοποίηση των ανακυκλώσιμων υλικών διαφέρουν κατά την εξέλιξη της ανακύκλωσης αφού διαφοροποιείται και η κερδοφορία του κλάδου με αύξουσα τάση.

Σκοπός της εργασίας, είναι όχι μόνο να παρουσιάσει αλλά και να κάνει τον αναγνώστη να διερωτηθεί αν όλα ξεκινούν με σκοπό την βελτίωση της κοινωνίας τόσο σε επίπεδο υγείας όσο και εργασιακό (όπως η συγκομιδή απορριμμάτων) η αν όλα ξεκινούν και τερματίζουν με γνώμονα το κέρδος, στα πλαίσια του υπάρχοντος συστήματος.









## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή

Ιστορική αναδρομή

### **1ο Κεφάλαιο**

- 1.1 Τι είναι η ανακύκλωση;
- 1.2 Ανακυκλώσιμα προϊόντα.
  - 1.2.1 Ανακύκλωση πλαστικών υλικών
  - 1.2.2 Ανακύκλωση χάρτινων υλικών.
  - 1.2.3 Ανακύκλωση υλικών αλουμινίου
  - 1.2.4 Ανακύκλωση γυάλινων υλικών
  - 1.2.5 Ανακύκλωση άλλων υλικών.

### **2ο Κεφάλαιο**

- 2.1. Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών
  - 2.1.1 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών στις κατοικίες.
  - 2.1.2 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών σε χώρους εργασίας.
  - 2.1.3 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών από δημόσιους χώρους.
  - 2.1.4 Σκέψεις για βελτίωση της συγκομιδή
- 2.2 Μέτρα προστασίας στη συγκομιδή
- 2.3 Τεχνικές στην ανακύκλωση

### **3ο Κεφάλαιο**

3.1 Οχήματα συγκομιδής.

3.2 Μέθοδοι συμπίεσης και αποθήκευσης ανακυκλώσιμων υλικών.

3.3 Μέθοδοι καύσης επικίνδυνων απορριμμάτων.

### **4ο Κεφάλαιο**

4.1 Οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.).

4.2 Εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ).

4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Υγειονομικής Ταφής Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων.

### **5ο Κεφάλαιο**

5.1 Η αξιοποίηση των ανακυκλώσιμων υλικών.

### **6ο Κεφάλαιο**

6.1 Η ανακύκλωση την Αττική.

6.2 Τα περιβαλλοντολογικά οφέλη της ανακύκλωσης.

6.3 Τα οικονομικά οφέλη της ανακύκλωσης.

6.4 Προτάσεις για τη βελτίωση της ανακύκλωσης.





## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της πτυχιακής είναι η ανάδειξη της ανακύκλωσης στην Ελλάδα σήμερα και οι προοπτικές εξέλιξης της. Λόγω της επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων από τη διαδικασία της ανακύκλωσης η κοινωνία αποκτά πολλαπλά οφέλη. Γι' αυτό όλοι μπορούμε να συμβάλουμε στη διαδικασία αυτή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται η ανάλογη φροντίδα από την εκάστοτε κυβέρνηση. Στην Ελλάδα τη στιγμή αυτή οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι πολύ πίσω από τις δυνατότητες που υπάρχουν και σε πολλές περιπτώσεις αυτό είναι εις βάρος των ανθρώπων που εργάζονται στον τομέα αυτό, αλλά και εις βάρος της κοινωνίας μιας και τα οφέλη που προκύπτουν από τη διαδικασία, που συμβάλει σε αυτή μεγάλο μέρος της κοινωνίας, δεν επιστρέφουν σε αυτή, αλλά ιδιοποιείται από μια μικρή μερίδα ατόμων που έχουν στα χέρια τους τις επιχειρήσεις ανακύκλωσης.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

*Για πρώτη φορά, γίνεται αναφορά σε ταφή  
απορριμμάτων στο χώμα και μάλιστα  
σε διαφορετικά επίπεδα,  
το 3000 π.Χ. στην Κνωσό της Κρήτης.*

Η ιστορία της ανακύκλωσης άρχισε την εποχή του Χαλκού. Την τότε εποχή έλιωναν τα μεταλλικά αντικείμενά τους, έτσι ώστε αυτά να μπορούν να παράγουν νέα προϊόντα.

Κατά τη δυναστεία των Χαν στην Κίνα (202 π.Χ - 220 μ.Χ.) και με διαταγές των αυτοκρατόρων, πολλοί χειροτέχνες προσπαθούσαν να βρουν ένα υλικό καταλληλότερο για γραφή, ελαφρύτερο, μεγαλύτερης διάρκειας και ευκολότερο στη μεταφορά και στην αποθήκευση. Αυτό το κατάφερε ο Τσάι Λουν (Ts'ai Lun) το 105 μ.Χ. αναμιγνύοντας ίνες φλοιού μουριάς και υπολείμματα από σχοινιά, δίχτυα ψαρέματος και ράκη [2]. Ίσως ο Τσάι Λουν να στηρίχτηκε σε μελέτες και πειράματα άλλων προγενέστερων συναδέλφων του, αλλά τουλάχιστον αυτός ήταν που το δήλωσε και σε αυτόν αποδόθηκε η παρασκευή του πρώτου είδους χαρτιού στην Ιστορία. Ο Τσάι Λουν θεοποιήθηκε και σήμερα θεωρείται ο άγιος των κατασκευαστών χαρτιού στην Κινεζική κουλτούρα.

Από την Κίνα η τέχνη διαδόθηκε στην Ιαπωνία και την Κορέα στις αρχές του 7ου αιώνα. Στη Δύση μεταφέρθηκε μέσω των Αράβων της τότε Σαμαρκανδής (σημερινό Ουζμπεκιστάν), οι οποίοι σε μια πολεμική σύγκρουση το 751 μ.Χ. με Κινέζους έπιασαν αιχμαλώτους, ανάμεσα στους οποίους βρέθηκαν δύο κατασκευαστές χαρτιού, τους οποίους ανάγκασαν να τους διδάξουν την τέχνη. Σύντομα ιδρύθηκαν εργοστάσια στη Βαγδάτη (793μ.Χ.), όπου ο Χαρούν-ελ-Ρασίντ χρησιμοποίησε Κινέζους εργάτες, στη Δαμασκό, που ήταν η κύρια πηγή προμήθειας χαρτιού στην Ευρώπη για αρκετούς αιώνες, κατόπιν στην Αίγυπτο, στο Μαρόκο



(11ος αιώνας μ.Χ.) και από εκεί στην Ισπανία. Στην Ιταλία (Σικελία) έφτασε μέσω θαλάσσης από τη Μέση Ανατολή [6].

Η κατάσταση άλλαξε με την αλματώδη πρόοδο της βιομηχανίας που έκανε την ανακύκλωση πιο δύσκολη. Για παράδειγμα το τέλος του 14ου αιώνα η τέχνη της παρασκευής χαρτιού είχε πια εξαπλωθεί σε όλη την Ευρώπη. Στην εδραίωσή της αποφασιστικά βοήθησε και η εφεύρεση της τυπογραφίας από το Γουτεμβέργιο το 1446 μ.Χ. και η κυκλοφορία της Βίβλου τυπωμένης σε χαρτί το 1455 μ.Χ. Η τυπογραφία εκσφενδόνισε στα ύψη τη ζήτηση τυπωμένων έργων και συνεπώς τη ζήτηση σε χαρτί. Ίσως όχι τυχαία η ανάπτυξη της τυπογραφίας και η κυκλοφορία τυπωμένων έργων συνέπεσε με την περίοδο της Αναγέννησης.

Καθώς η τυπογραφία κατανάλωνε μεγάλους όγκους χαρτιού, η πρώτη ύλη, που μέχρι τότε ήταν φυτικές και συνθετικές ίνες κυρίως από βαμβάκι και λινάρι, άρχισε να μειώνεται αισθητά με αποτέλεσμα να αναζητηθούν άλλες πηγές πρώτης ύλης. Και τότε ήταν που για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν ίνες ξύλου στην παραγωγή χαρτιού. Την ιδέα έδωσε το 1719 ο Γάλλος Rene Antoine Ferchault de Reaumur, όταν παρατήρησε ένα συγκεκριμένο είδος σφήκας να φτιάχνει τη φωλιά του. Αυτές οι σφήκες μασουλούσαν κομμάτια ξύλου και τα χρησιμοποιούσαν για να δομήσουν τις φωλιές τους, οι οποίες έμοιαζαν χαρτονένιες. Το 1774 ανακαλύφθηκε η χλωρίνη, ένα χημικό που αργότερα χρησιμοποιήθηκε για τη λεύκανση του χαρτιού.

Το 1798 ο Γάλλος Nicholas-Louis Robert εφεύρε μια μηχανή παραγωγής χαρτιού, βασική αρχή της οποίας ήταν να παράγει λείο συνεχόμενο χαρτί σε ρολά και όχι πια σε μεμονωμένα φύλλα.

Παράλληλα, καθώς η χρήση του χαρτιού είχε φτάσει στα ύψη, παρατηρήθηκε μεγάλη χάρτινη μάζα στα απορρίμματα και τότε γεννήθηκε η ιδέα να χρησιμοποιηθούν αυτά τα απορρίμματα εξαιτίας της έλλειψης πρώτης ύλης ιδιαίτερα κατά τους δύο παγκόσμιους πολέμους. Έτσι βρέθηκε μια λύση σε αυτό το πρόβλημα που βοήθησε και στον τομέα της οικολογίας. Μόλις διαπιστώθηκε ότι με την ανακύκλωση του χαρτιού σώζονται

χιλιάδες δέντρα, η ανακύκλωση έγινε ένας από τους στόχους των οικολογικών οργανώσεων μαζί με την απάλειψη του χλωρίου που χρησιμοποιούνταν για τη λεύκανση του χαρτοπολτού.

Σήμερα στην Ευρώπη το ποσοστό ανακύκλωσης έχει ξεπεράσει αισίως το 50% (συγκεκριμένα το 2002 έφτασε το 52,7%) και η Ομοσπονδία των Ευρωπαϊκών Χαρτοβιομηχανιών (CEPI: Confederation of European Paper Industries) δηλώνει με αυτοπεποίθηση ότι το 2005 τα ποσοστά θα ξεπεράσουν το 55%. Η Ελλάδα συγκέντρωσε ένα ποσοστό ανακύκλωσης 30,6% το 2002, που είναι ιδιαίτερα χαμηλό αν το συγκρίνουμε με αυτό της Σουηδίας, για παράδειγμα, που ήταν 86,4% [1,4,9] (βλ. σχετικό πίνακα, σελ. 30).

Αν και από την προϊστορική περίοδο οι άνθρωποι ανακύκλωναν τα κατάλοιπα τους, η σημερινή της μορφή εμφανίστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Η ανακύκλωση χαρτιού ξεκίνησε στη Μεγάλη Βρετανία το 1921 και εδραιώθηκε, κυρίως λόγω της μείωσης των πόρων εξαιτίας του Δεύτερου Παγκόσμιου Πολέμου. Τη δεκαετία του 1970 ξεκίνησε και η ανακύκλωση αλουμινίου, καταναλώνοντας μόνο το 5% της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή νέων ποσοτήτων αλουμινίου. Το 1973 η πόλη του Berkeley στη Καλιφόρνια των Η.Π.Α. ήταν από τις πρώτες πόλεις που εφάρμοσαν πρόγραμμα ανακύκλωσης εφημερίδων.

Το 1987 το απορριματοφόρο πλοίο “Mobro” 4000 μετέφερε τα απορρίμματα από τη Νέα Υόρκη στη Βόρεια Καρολίνα, όπου δεν τα δέχτηκαν. Εστάλη έπειτα στην Μπελίζ, όπου επίσης απορρίφθηκαν. Τελικά το πλοίο επέστρεψε στη Νέα Υόρκη και τα απορρίμματα αποτεφρώθηκαν. Το γεγονός αυτό οδήγησε σε έντονες συζητήσεις για τη διάθεση και την ανακύκλωση των απορριμμάτων. Ένα άλλο γεγονός που ενθάρρυνε τις προσπάθειες ανακύκλωσης σημειώθηκε το 1989, όταν στη πόλη Berkeley απαγορεύτηκε η χρήση του πολυστυρολίου σε συσκευασίες, για τη διατήρηση των χάμπουργκερ των Mc Donald's σε ζεστή θερμοκρασία. Μια επίδραση αυτής της απαγόρευσης ήταν να αυξηθεί η οργή της Dow Chemical, της παγκόσμιας και

σημαντικότερης εταιρίας παρασκευής πολυστυρολίου, η οποία οδήγησε στην πρώτη προσπάθεια απόδειξης ότι και τα πλαστικά μπορούν να ανακυκλωθούν.

Η κατάσταση άλλαξε με την αλματώδη πρόοδο της βιομηχανίας που έκανε την ανακύκλωση πιο δύσκολη. Το 1970 σε συνέδριο για την ανακύκλωση αποφάσισαν να σηματοδοτούνε τα ανακυκλώσιμα προϊόντα με λογότυπο. Το 2007 για την παραγωγή, για την αποθήκευση, για την ανακύκλωση και για τη μεταχείριση των σκουπιδιών πάρθηκε ένας κανόνας για την διευκόλυνση της ανακύκλωσης. Στις Η.Π.Α η βιομηχανία της ανακύκλωσης αντιπροσωπεύει 236 δισεκατομμύρια δολάρια, 1,1 εκατομμύρια μισθωτούς και 5600 επιχειρήσεις. Στην Αμερική καθιερώθηκε η 'Μέρα της Ανακύκλωσης' στις 25 Νοεμβρίου (από το 2009).

Τον Απρίλιο του 2009 η Τράπεζα της Ανακύκλωσης ανταμείφθηκε από το 'Champion of the Earth by the United Nations Environment Program'. Εξυπηρετεί πάνω από ένα εκατομμύριο ανθρώπους μέσα σε 20 κράτη των Η.Π.Α και είναι καθιερωμένη και στη Μεγάλη Βρετανία

## 1.1 Τι είναι η ανακύκλωση;

Ως ανακύκλωση ορίζεται η διαδικασία της συστηματικής συλλογής, διαλογής καθώς και επαναφοράς υλικών από τα απορρίμματα στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο. Στη σημερινή εποχή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η ανακύκλωση αποτελεί αναπόσπαστο συστατικό καθώς και μια σύγχρονη απαίτηση της διαχείρισης των απορριμμάτων. Ο όρος ανακύκλωση αντιπροσωπεύει τη διαδικασία κατά την οποία ο πολίτης διαχωρίζει τα απορρίμματα τους σε ανακυκλώσιμα και μη, πριν τη διάθεσή τους. Στην διαδικασία αυτή συνήθως τα απορρίμματα μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα αγαθά. Μέρος της διαδικασίας της ανακύκλωσης είναι και η μετατροπή βλαβερών για το περιβάλλον υλικών σε λιγότερο ή και καθόλου βλαβερά. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ομαλότερα η επανένταξή τους στο φυσικό περιβάλλον το οποίο ουσιαστικά ολοκληρώνει την διαδικασία την ανακύκλωσης με φυσικό τρόπο. Παράδειγμα μιας τέτοιας περίπτωσης είναι η μετατροπή οικιακών λυμάτων σε τέτοια μορφή ώστε να είναι λιγότερο βλαβερά σε αντίθεση με την κατευθείαν εναπόθεσή τους π.χ. στην θάλασσα.

Η ανακύκλωση μειώνει την κατανάλωση πρώτων υλών και την χρήση ενέργειας και ως εκ τούτου τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αποτελεί μια βασική έννοια της σύγχρονης διαχείρισης των αποβλήτων. Τα ανακυκλώσιμα υλικά, αποκαλούμενα επίσης "recyclables" ή "recyclates", και μπορούν να προέλθουν από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των σπιτιών, των δημόσιων υπηρεσιών και των βιομηχανιών.



*Εικόνα 1 : Το σύμβολο της ανακύκλωσης*

## **1.2 Ανακυκλώσιμα προϊόντα.**

- Χαρτί
- Πλαστικό
- Αλουμίνιο
- Γυαλί
- Μεγάλες οικιακές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κλπ.),
- Μικροσυσκευές που διευκολύνουν τη ζωή(κλιματιστικά, φωτιστικά είδη, συσκευές τηλεπικοινωνίας κλπ.)
- Προϊόντα εικόνας και ήχου
- Εξοπλισμός πληροφορικής
- Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία και παιχνίδια
- Ιατροτεχνολογικά προϊόντα
- Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου
- Συσκευές αυτόματης διανομής
- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
- Καταλύτες εξάτμισης οχημάτων
- Φαγητά (λίπασμα)
- Ελαστικά Αυτοκινήτων
- Σκυρόδεμα
- Μπαταρίες
- Βιοδιασπώμενα απόβλητα
- Σιδηρούχα και μη μέταλλα
- Ξυλεία
- Και άλλα.

### 1.2.1 Ανακύκλωση πλαστικών υλικών.



*Εικόνα 2 : Το σύμβολο της ανακύκλωσης των πλαστικών*

Το πλαστικό είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ρούχων, συσκευασιών, παιχνιδιών και επίπλων. Ακόμα και μέρη των διαστημοπλοίων κατασκευάζονται από πλαστικό. Είναι ελαφρύ και δεν σπάζει εύκολα. Η ανακύκλωσή του είναι η πιο σημαντική διαδικασία όσον αφορά την διαχείριση των πλαστικών αλλά υπάρχουν πολλά εμπόδια στην ολοκλήρωσή της διότι:

- Η συλλογή των πλαστικών αποβλήτων είναι δύσκολη.
- Στη διάρκεια της διαδικασίας ένα ποσοστό των απορριμμάτων παραμένει ως απόβλητο εξαιτίας των ουσιών που περιέχουν τα πλαστικά.
- Δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ανακύκλωση εάν δεν προηγηθεί διαχωρισμός των διαφορετικών ειδών πλαστικού. Τα PET, PP, PVC, PE δεν μπορούν να αναμειχθούν ώστε να παραχθεί δευτερογενής ύλη ενώ το PVC δεν πρέπει να ανακυκλωθεί.



*Εικόνα 3 : Σωρός από πλαστικά που προορίζονται για ανακύκλωση*

Μετά το διαχωρισμό τους τα πλαστικά μπορούν να αξιοποιηθούν:

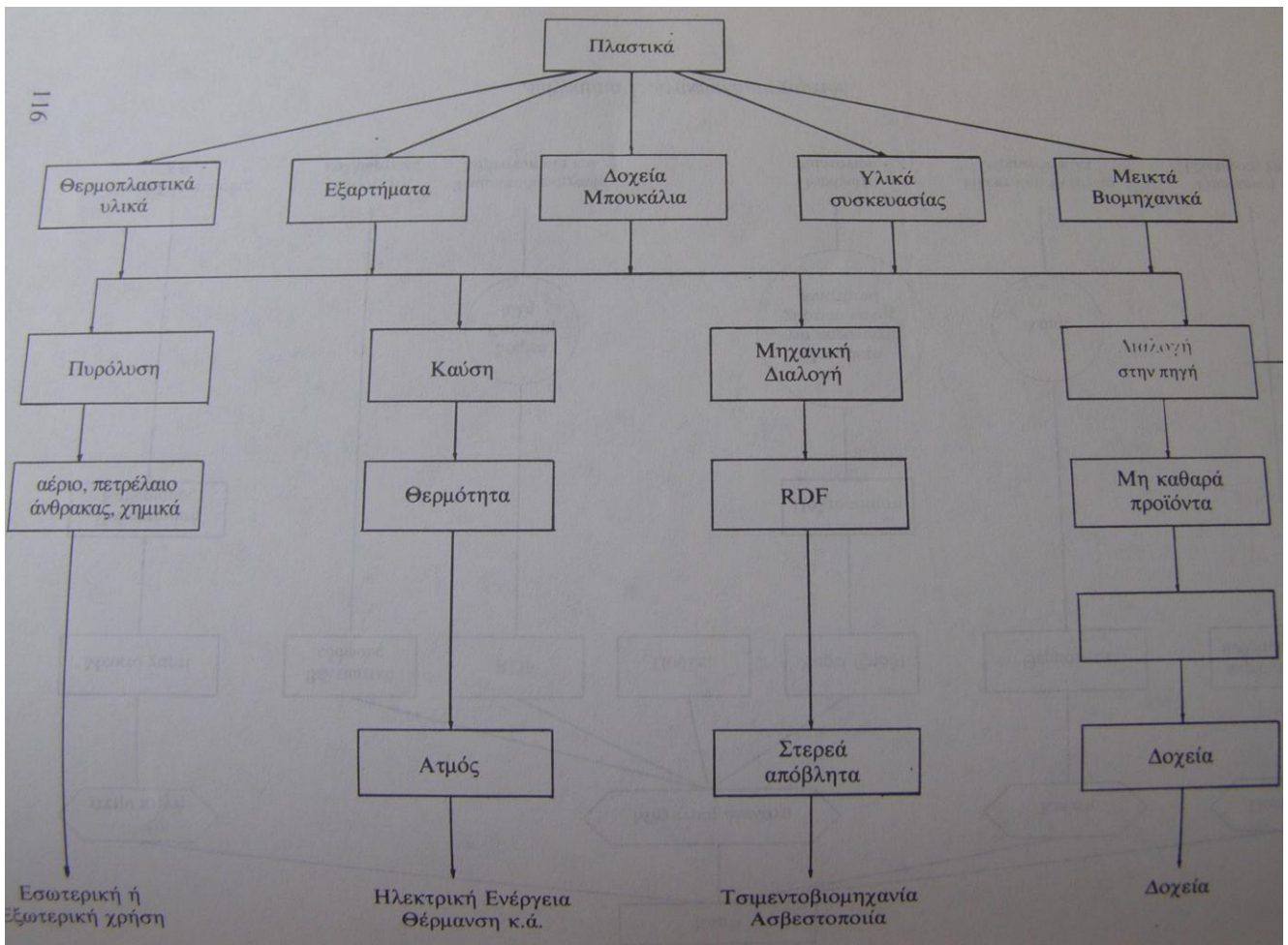
- για την κατασκευή προϊόντων με παραπλήσιες ιδιότητες με τα παρθένα υλικά και προϊόντων με ιδιότητες κατώτερες των παρθένων υλικών,
- ως καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας,
- για την παραγωγή οργανικών ενώσεων, με πυρόλυση και χημική ανακύκλωση

Γενικά, η ανακύκλωση των πλαστικών έχει σαν στόχο:

- να «κάνει οικονομία» σε όσο περισσότερη ενέργεια γίνεται
- να μειώσει τον όγκο των απορριμμάτων
- την προστασία του περιβάλλοντος.

Για να λειτουργήσει αποδοτικά ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης σε μία κοινωνία πρέπει να συνεργαστούν κάποιοι παράγοντες, αυτοί είναι:

- Οι καταναλωτές
- Οι οργανισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος
- Η αρμόδια διοίκηση
- Η ανάπτυξη της τεχνολογίας



*Διάγραμμα 1: Ανακύκλωση πλαστικών*



## 1.2.2 Ανακύκλωση χάρτινων υλικών.



*Εικόνα 4 : Οι εφημερίδες αποτελούν ένα βασικό ποσοστό των χαρτιών για ανακύκλωση*

### Χαρτί και χρήσεις

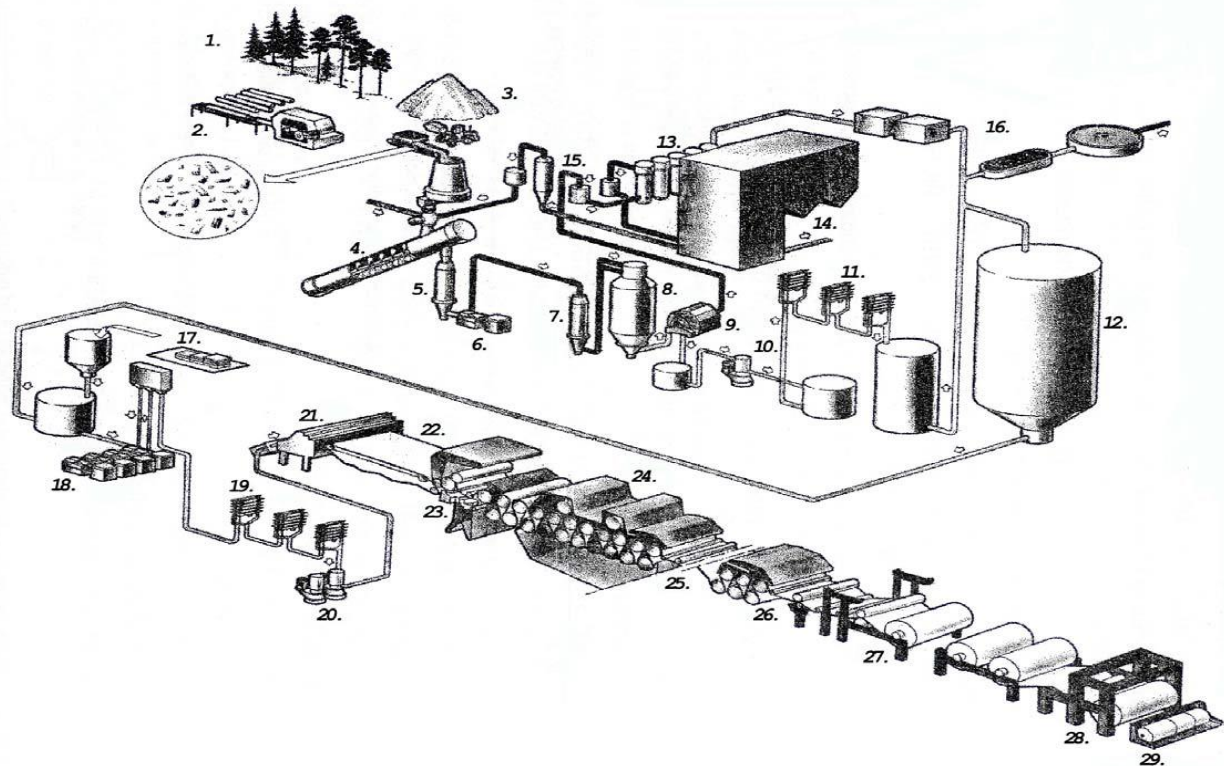
Για να ξεκινήσουμε σωστά τη μελέτη της ανακύκλωσης χαρτιού, θα πρέπει να αναλύσουμε τις έννοιες που εμπεριέχει ο όρος και πρώτα αυτήν, του χαρτιού. Χαρτί είναι ένα προϊόν που αποτελείται από ίνες (που έχουν διαχωριστεί με ανάδευση σε νερό και μετατραπεί σε χαρτοπολτό), κυρίως κυτταρίνης και άλλες φυτικής προέλευσης ή μερικές φορές ακόμη και από ανόργανες, ζωικές ή συνθετικές ίνες. Παράγεται όταν ο χαρτοπολτός, μετά από τις κατάλληλες διεργασίες, απλώνεται σε επιφάνεια διαστρώσεως, περνάει από σύστημα πρεσαρίσματος και, στεγνό πλέον, τυλίγεται σε ρολά.

Συγκολλητικές ουσίες δε χρησιμοποιούνται. Η αυτοσυγκόλληση των ινών βασίζεται στη μηχανική πλοκή και στην ικανότητα που έχουν για χημικούς δεσμούς οι γνωστές από τη Χημεία γέφυρες υδρογόνου. Η απόλυτη ελαστικότητα και δύναμη του χαρτιού σε σχέση με την πυκνότητά του μπορεί να ξεπεράσει και αυτή του χάλυβα. Παρόλα αυτά χρησιμοποιούνται διάφορα πρόσθετα, για να βελτιώσουν μια ή περισσότερες ιδιότητες του (αντοχή στην υγρασία, διαφάνεια, εκτύπωση, χρώμα κ.α.).

Η αγγλική λέξη για το χαρτί, “paper”, προέρχεται από τη λέξη πάπυρος, το υδροχαρές φυτό *Cyperus Papyrus* που αναπτύσσεται στις όχθες του Νείλου και φτάνει σε ύψος 1-3 μέτρα. Η ελληνική λέξη χαρτί προήλθε ως υποκοριστικό από την αρχαιοελληνική λέξη χάρτης. Η λέξη χάρτης ήταν που εισχώρησε στο λατινικό λεξιλόγιο ως charta και έχουμε σήμερα την ιταλική και ισπανική λέξη carta. Αλλά και στην ελληνική γλώσσα έχουμε λέξεις που έχουν αυτές τις ρίζες: χαρτόνι, κάρτα, καρτέλα κτλ.

Για να χαρακτηρίσουμε ένα είδος χαρτιού είναι πολλές οι ιδιότητες που προσέχουμε [8]. Κυρίως προσέχουμε τη λευκότητα, την υφή και το βάρος σε γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο, που συνεπάγεται ότι προσέχουμε τη φωτεινότητα, το χρώμα, τη γυαλάδα, το πάχος και την πυκνότητα. Επίσης προσέχουμε την υγρασία και την ικανότητα προσρόφησης υγρασίας, τη διαφάνεια, το πορώδες, την ελαστικότητα ή ακαμψία, την εκτυπωτικότητα και την ποιότητα της εκτύπωσης, τις αντοχές και τις συμπεριφορές σε πίεση, σε σχίση, σε κάμψη και σε εφελκυσμό, την ευφλεκτότητα, τη σκληρότητα και τη διαστασιακή σταθερότητα.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις μεθόδους παρασκευής, διακρίνουμε πολλά είδη χαρτιού και συνεπώς πολλές και διάφορες χρήσεις. Έτσι έχουμε το απλό χαρτί, το βαμβακερό χαρτί (με 25%, 50%, ή και 100% βαμβάκι), το ανακυκλωμένο χαρτί, το ριζόχαρτο, το χαρτόνι, το καρμπόν (χαρτί για αντιγραφές), το τσιγαρόχαρτο, το απορροφητικό χαρτί (χαρτί υγείας, κουζίνας, χαρτοπετσέτες, χαρτομάντιλα), το μονωτικό χαρτί (για ηλεκτρικές μονώσεις) κ.α. Το χαρτί χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές και διαφορετικές περιπτώσεις. Σε βιβλία, εφημερίδες, περιοδικά, τετράδια, αφίσες, ταπετσαρίες, εκτυπώσεις, συσκευασίες αλλά και στα χαρτονομίσματα, στους χάρτες, στη χαρτοπαιξία, στις ταυτότητες και διαβατήρια, αποδείξεις, γραμματόσημα, στις φωτογραφίες. Ακόμη και σε αντικείμενα που μπορεί εκ πρώτης όψεως να μη φαίνεται ότι αποτελούνται από χαρτί: στις επικαλύψεις με μελαμίνη, σε ρούχα και υφάσματα, σε φωτιστικά, σε διάφορα φίλτρα, σε χημικά εργαλεία.



Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι ο σύγχρονος κόσμος βασίζεται ιδιαίτερα σε αυτό το πολύπλευρο και τόσο παράδοξο προϊόν. Άλλοτε είναι μόνιμο, άλλοτε εφήμερο, μπορεί να είναι εύθραυστο ή δυνατό, φθινό ή ακριβό, σε αφθονία ή σπάνιο. Μπορούμε να το δούμε σε μουσεία ή στα σκουπίδια. Άλλοτε αποσυντίθεται και άλλοτε διαρκεί και μέσα σε νερό. Κατασκευάζεται βιομηχανικά αλλά μπορεί εύκολα να παραχθεί και χειροποίητα. Έχει βρει εφαρμογή σε τόσους τομείς στη σύγχρονη ζωή – λογοτεχνία, επικοινωνία, εκπαίδευση, εμπόριο, υγιεινή, οικονομία, φαρμακευτική και πολλούς ακόμη – που είναι πραγματικά αδύνατο να φανταστούμε έναν κόσμο χωρίς χαρτί...

### Παραγωγή χαρτιού από ξύλο

**Εικόνα 5: Ροή παραγωγής χαρτοπολτού και χαρτιού Kraft. (1-17: Παραγωγή χαρτοπολτού & 18-29: Παραγωγή χαρτιού)**

1. Δάσος (πεύκης, ερυθρελάτης)

3. Παραγωγή ξυλοτεμαχιδίων και πριονιδιού

2. Αποφλοιίωση

- |  |  |
|--|--|
| 4-5. Διάλυση λιγνίνης σε χωνευτήριο με το διάλυμα πολτοποίησης (1 <sup>η</sup> φάση) | 16. Τμήμα αναερόβιου χειρισμού                     |
| 6. Αποϊνωτής   | 17. Χαρτοπολτός εμπορίου                           |
| 7. Διάλυση λιγνίνης (2 <sup>η</sup> φάση)  | 18. Μονάδα διήθησης πολτού                         |
| 8. Εκτόνωση πολτού   | 19. Καθαρισμός πολτού με φυγοκέντριση              |
| 9. Καθαρισμός  | 20. Συμπύκνωση πολτού με πίεση                     |
| 10. Συμπίεση πολτού  | 21. Έλεγχος ροής πίεσης                            |
| 11. Φυγοκέντριση πολτού  | 22. Τμήμα στρωμάτωσης ινών σε συνεχές φύλλο χάρτου |
| 12. Αποθήκη χαρτοπολτού  | 23. Τμήμα πίεσης                                   |
| 13. Μονάδα εξάτμισης   | 24. Τμήμα ξήρανσης                                 |
| 14. Λέβητας  | 25-26. Τμήμα λείανσης                              |
| 15. Προετοιμασίας διαλύματος πολτοποίησης  | 27-29. Δημιουργία ρολών χάρτου                     |

Σε αυτό το σημείο θα περιγράψουμε πιο αναλυτικά τα στάδια παραγωγής χαρτιού όταν προέρχεται από ξύλο. Συνοπτικά είναι τα εξής:

- Ξύλο
- Αποφλοιώση
- Πολτοποίηση
- Διήθηση – καθαρισμός – συμπύκνωση
- Λεύκανση
- Μηχανική κατεργασία ινών
- Πρόσθετα
- Στρωμάτωση
- Χαρτί

Οι παραγωγικές διαδικασίες καθορίζονται και βελτιστοποιούνται ανάλογα με το είδος χαρτιού που θέλουμε να παραχθεί. Τα στοιχεία που παίζουν ρόλο είναι:

- Πρώτη ύλη
- Τρόπος πολτοποίησης
- Διαστάσεις μηχανημάτων
- Τύπος εξοπλισμού
- Χημικά πρόσθετα
- Επίπεδο αυτοματισμού

### Πρώτη ύλη

Πρώτη ύλη για παραγωγή χαρτιού μπορεί να είναι η ξυλεία από δέντρα που καλλιεργούνται ειδικά για το σκοπό αυτό (τεχνητές φυτείες) ή από δέντρα που υλοτομήθηκαν με σκοπό την αραίωση του δάσους. Επίσης, μπορεί να είναι υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από πριστήρια και εργοστάσια. Μπορεί ακόμη να είναι φυτικές ίνες, όπως από βαμβάκι, ζαχαροκάλαμο, μπαμπού, άχυρο, σιτάρι ή ρύζι. Σε αυτές τις περιπτώσεις, επειδή οι ίνες είναι μακριές και ελαφριές, το χαρτί που παράγεται έχει μεγάλες αντοχές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ειδικές χρήσεις όπως χαρτονομίσματα, καρμπόν, τσιγαρόχαρτα κ.ά.

Στο παρελθόν η βιομηχανία χρησιμοποιούσε κυρίως κωνοφόρα είδη όπως ελάτη, πεύκη, ερυθρελάτη και κέδρο, αλλά τώρα σχεδόν οποιοδήποτε είδος – πλατύφυλλα και κωνοφόρα – μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Πολλές φορές παράγοντας για την επιλογή είναι η διαθεσιμότητα και το κόστος. Κύριος παράγοντας επιλογής όμως είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα στο χαρτί. Τα

κωνοφόρα ξύλα, λόγω του σχετικά μεγάλου μήκους ινών (τραχεΐδων) που διαθέτουν, δίνουν χαρτί με μεγάλες αντοχές και γι' αυτό προτιμώνται ως πρώτη ύλη σε χαρτιά συσκευασίας, σε χαρτοκιβώτια και όπου αναζητούνται καλές μηχανικές ιδιότητες. Αντιθέτως, τα πλατύφυλλα ξύλα διαθέτουν κοντές ίνες, πράγμα που επιτρέπει να παράγουν χαρτί με λεία επιφάνεια και πολύ καλή ποιότητα για γραφή και εκτύπωση. Το πιο συνηθισμένο είναι να χρησιμοποιούνται τα είδη εκείνα που σε συνδυασμό δίνουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που κάθε φορά απαιτούνται.

### Αποφλοιώση



***Εικόνα 6: Αποφλοιώση και τεμαχισμός κορμοτεμαχιδίου***

Όταν η πρώτη ύλη προέρχεται από κορμούς δέντρων υλοτομημένων στο δάσος συνήθως μεταφέρονται αυτούσια στη βιομηχανική μονάδα. Είναι κατηγοριοποιημένα ανάλογα με τις διαμέτρους και τα μήκη τους. Πολλές φορές, επειδή σε μερικά είδη ο τεμαχισμός είναι τρομερά δύσκολος μαζί με τον φλοιό, προηγείται αποφλοιώση αυτών των ειδών πριν προχωρήσουν στο επόμενο στάδιο που είναι η πολτοποίηση.

## Πολτοποίηση

Η πολτοποίηση είναι καθοριστικό στάδιο καθώς υπάρχουν τρεις μέθοδοι πολτοποίησης και επιλέγεται αυτή που θα δώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα για κάθε περίπτωση. Οι τρεις μέθοδοι είναι η μηχανική, η χημική και η ημιχημική. Ας σημειωθεί ότι στη φάση της πολτοποίησης γίνεται η προσθήκη παλαιού χαρτιού, όταν το τελικό προϊόν παράγεται από πρώτη ύλη ξύλο και ποσοστό ανακυκλωμένου χαρτιού. (Η περίπτωση που το τελικό προϊόν αποτελείται από 100% ανακυκλωμένο χαρτί αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο).

### Μηχανική Πολτοποίηση

Με αυτή τη μέθοδο η πολτοποίηση γίνεται δια της αποτριβής των κορμών σε δίσκους με ανώμαλη επιφάνεια και υπό συνεχή διαβροχή με νερό. Η υγρασία του ξύλου πρέπει να είναι πάνω από 40-50%. Η απόδοση είναι μεγαλύτερη από όλες τις μεθόδους, διότι δεν απομακρύνεται κανένα από τα χημικά συστατικά του ξύλου [5].

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται συνήθως ξύλο ελάτης ή ερυθρελάτης και το τελικό χαρτί χρησιμοποιείται για εφημερίδες, χαρτόνια και παρόμοια προϊόντα. Τέτοιο χαρτί έχει μικρή μηχανική αντοχή, έχει όμως καλές τυπωτικές ιδιότητες, αν και, επειδή διατηρεί τη λιγνίνη και εξαιτίας της αντίδρασής της στην υπεριώδη ακτινοβολία, κιτρινίζει όταν εκτεθεί στο ηλιακό φως.

Μια σημαντική μέθοδος μηχανικής πολτοποίησης είναι η θερμομηχανική, κατά την οποία η πολτοποίηση ξυλοτεμαχιδίων με δισκοτριβείς γίνεται με επίδραση κορεσμένου ατμού.

## Χημική Πολτοποίηση

Η χημική πολτοποίηση δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε μηχανικές αντοχές αλλά είναι πιο δαπανηρή μέθοδος από τη μηχανική. Με αυτή τη μέθοδο, στην οποία χρησιμοποιούνται ξυλοτεμαχίδια μικρών διαστάσεων, διαλύεται η λιγνίνη από τις μεσοκυττάρειες στρώσεις και έτσι αποχωρίζονται οι ίνες. Η διάλυση της λιγνίνης γίνεται με δύο τρόπους, γι' αυτό δύο είναι οι μέθοδοι χημικής πολτοποίησης: η όξινη και η αλκαλική. Μετά τη διάλυση της λιγνίνης, και χωρίς κάτι να συγκρατεί τις ίνες μεταξύ τους πλέον, η αποϊνώση γίνεται μέσα σε ειδικά κυλινδρικά χωνευτήρια με εκτόνωση.

### Όξινη μέθοδος

Το διάλυμα πολτοποίησης παρασκευάζεται με διάλυση διοξειδίου του θείου σε νερό, μαζί με όξινο θειώδες ασβέστιο ή όξινο θειώδες μαγνήσιο ή νάτριο ή αμμώνιο. Οι μέγιστες τιμές για τις συνθήκες πολτοποίησης είναι: πίεση 6-7 Atm, θερμοκρασία 125-160°C και χρόνος 6-12 ώρες. Η απόδοση της μεθόδου είναι 45-50%. Ο παραγόμενος πολτός λευκαίνεται ευκολότερα από τον αλκαλικό πολτό, αλλά έχει μικρότερη μηχανική αντοχή και όταν χρησιμοποιείται όξινο θειώδες ασβέστιο περιέχει λιγνίνη 2-5%.

### Αλκαλική μέθοδος

Είναι η λεγόμενη μέθοδος KRAFT, από τη γερμανική λέξη Kraft που σημαίνει δύναμη, και είναι η μέθοδος που παράγει το



πολτό με τη μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Το διάλυμα πολτοποίησης αποτελείται από καυστικό νάτριο και θειούχο νάτριο. Η πολτοποίηση γίνεται σε χωνευτήρια απλά ή συνεχή, που είναι και μεγαλύτερα. Όλα τα είδη ξύλου μπορούν να πολτοποιηθούν με τη μέθοδο KRAFT, είναι όμως πιο κατάλληλη για κωνοφόρα. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας με τις ενώσεις θείου που παράγονται (βλ. ενώσεις μερκαπτανών) και ότι ο πολτός έχει σκοτεινό χρώμα και η λεύκανση είναι δαπανηρή.

### Ημιχημική Πολτοποίηση

Αυτή η μέθοδος αποτελεί ένα συνδυασμό των δύο παραπάνω. Πρώτα, με χημική πολτοποίηση σε χωνευτήριο διαλύεται ένα μέρος της λιγνίνης, και έπειτα μηχανική πολτοποίηση με τριβή σε δίσκους. Η απόδοση της μεθόδου είναι 65-85%, και επιτυγχάνεται ένας συνδυασμός στις ιδιότητες του παραγόμενου πολτού. Γι' αυτό και με αυτήν τη μέθοδο παράγονται τα κυματοειδή χαρτόνια συσκευασίας που έχουν καλές αντοχές και χαμηλότερο κόστος.

### Διήθηση – καθαρισμός – συμπύκνωση

Με αυτές τις κατεργασίες ο πολτός απαλλάσσεται από ξένες ύλες, ρόζους κλπ και αυξάνεται η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ίνες ξύλου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κόσκινα και συσκευές καθαρισμού, στις οποίες ο καθαρισμός επιτυγχάνεται με φυγοκέντριση. Το αιώρημα που λαμβάνεται μετά τον καθαρισμό έχει περιεκτικότητα 0,1-0,6% σε ίνες ξύλου. Στη συνέχεια το υλικό συμπυκνώνεται σε ειδικές συσκευές συμπύκνωσης, στις οποίες επιτυγχάνεται πυκνότητα διαλύματος 3-5%.

## Λεύκανση



***Εικόνα 7: Λευκασμένος και μη-λευκασμένος πολτός***

Η ποιότητα συνίσταται εκτός των άλλων στη διατήρηση του χρώματος κατά την αποθήκευση και στο μη κιτρίνισμα από την έκθεση στον ήλιο. Σε αυτό βοηθάει το στάδιο της λεύκανσης, στο οποίο διαλύονται τα απομεινάρια της λιγνίνης από το προηγούμενο στάδιο. Η λεύκανση πραγματοποιείται με χλώριο και διάφορες ενώσεις του, όπως υποχλωριώδες οξύ ή υποχλωριώδες νάτριο. Μετά την επιστημονική διαπίστωση ότι το χλώριο και οι ενώσεις του όταν αντιδρούν με τη λιγνίνη απελευθερώνουν ουσίες βλαβερές για το περιβάλλον, η χαρτοβιομηχανία ερευνά και χρησιμοποιεί ενώσεις που είναι μερικώς ή εντελώς χωρίς χλώριο, όπως το υπεροξειδίο του υδρογόνου. Το τελικό προϊόν δεν είναι μόνο λευκότερο αλλά και με μεγαλύτερες αντοχές και μεγαλύτερη απορροφητικότητα.

## Μηχανική κατεργασία ινών

Σε αυτό το στάδιο επιτυγχάνεται σύνθλιψη ή και εξαφάνιση των κυτταρικών κοιλοτήτων, διόγκωση των κυτταρικών τοιχωμάτων, ελάττωση του μήκους των ινών και μεγαλύτερη ευκαμψία των ινών. Ο πολτός διέρχεται ανάμεσα από δύο τραχιές επιφάνειες, οι οποίες βρίσκονται σε ρυθμιζόμενη απόσταση μεταξύ τους. Η μία επιφάνεια είναι ακίνητη και η άλλη περιστρέφεται με αποτέλεσμα ο πολτός να γίνεται ένα ομοιόμορφο διάλυμα.

## Χημικά πρόσθετα

Η βασική χημική «πρώτη ύλη» που χρησιμοποιείται – χωρίς να είναι πρόσθετο – στη χαρτοποιία είναι η κυτταρίνη. Η κυτταρίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης και είναι το κύριο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών. Είναι η πιο κοινή οργανική ένωση, η αφθονότερη που υπάρχει στη φύση, και έχει παρόμοια δομή με αυτή της ζάχαρης. Η κυτταρίνη υπάρχει σε όλα τα φυτά και είναι σημαντική στη χαρτοποιία χάρη στην ικανότητά της να δημιουργεί συγκολλητικούς δεσμούς μόλις έρθει σε επαφή με νερό και έτσι σχηματίζεται η βάση για τα φύλλα χαρτιού. Η πολτοποίηση βοηθά την κυτταρίνη να διαχωριστεί από τα κύτταρα, καθώς δεν είναι υδατοδιαλυτή λόγω της κρυσταλλικής δομής της.

Επιπλέον χημικές ουσίες προστίθενται στον πολτό για να αποκτήσει το χαρτί επιθυμητές ιδιότητες. Προστίθενται για παράδειγμα:

- Κολοφώνιο, ασφαλτος, συνθετικές ουσίες: προσδίδουν στο χαρτί ανθυγροσκοπικές ιδιότητες.
- Καολίνης, διοξείδιο τιτανίου, ανθρακικό ασβέστιο, άλατα μαγνησίου, θειικό βάριο: μειώνουν την επιφανειακή ανομοιογένεια του χαρτιού, βελτιώνουν λευκότητα, αδιαφάνεια και εκτυπωτικότητα.
- Άμυλο, φυσικές και συνθετικές ρητίνες: βελτιώνουν την επιφανειακή αντοχή και τη συγκολλητικότητα των ινών.

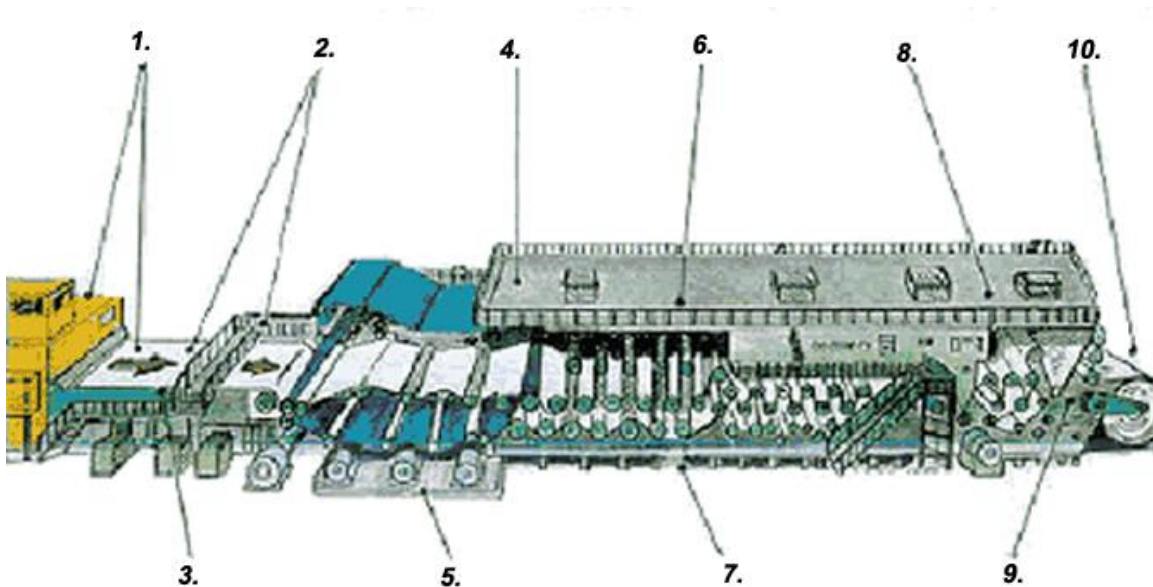
Στην περίπτωση που τα πρόσθετα εφαρμοστούν μετά την παραγωγική διαδικασία και πάνω στην επιφάνεια του έτοιμου

χαρτιού, αυτό γίνεται στο στάδιο της επικάλυψης και η μέθοδος ονομάζεται επίχριση.

### Στρωμάτωση ινών

Αυτό είναι το βασικό στάδιο για την παραγωγή του χαρτιού, γι' αυτό και αναλύεται ιδιαίτερα. Όλα τα μηχανήματα παραγωγής χαρτιού και χαρτονιού βασίζονται στην ίδια βασική διαδικασία: αυτήν της πρωταρχικής μεθόδου Fourdrinier. Σε αυτήν τη διαδικασία υπάρχουν έξι τμήματα που ξεχωρίζουν:

- Έλεγχος ροής (headbox)
- Επιφάνεια διάστρωσης (wire section ή wet end)
- Τμήμα πίεσης (press section)
- Τμήμα ξήρανσης (drier section)
- Τμήμα λείανσης (calender)
- Ρολά (reel-up)



**Εικόνα 8:** Ροή παραγωγής χαρτιού και απαιτούμενες εγκαταστάσεις

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Έλεγχος ροής                       | 6. Τμήμα ξήρανσης                        |
| 2. Επιφάνεια διάστρωσης               | 7. Κύλινδροι ξήρανσης                    |
| 3. Δικτυωτός ιμάντας                  | 8. Τμήμα λείανσης που συγκρατεί τις ίνες |
| 4. Τμήμα πίεσης και τυλίγεται σε ρολά | 9. Το χαρτί ψύχεται, λειαιίνεται         |
| 5. Κύλινδροι πίεσης                   | 10. Έτοιμα ρολά χαρτιού                  |

Ο χαρτοπολιτός που παρήχθη στις προηγούμενες φάσεις μαζί με τα χημικά πρόσθετα εισέρχονται σε ένα σιλό που με το σύστημα ελέγχου ροής που διαθέτει τροφοδοτεί την επιφάνεια διάστρωσης ομοίως καθ' όλο το πλάτος της.

Η επιφάνεια διάστρωσης αποτελείται από ένα μεταλλικό ή πλαστικό δικτυωτό σε μορφή ιμάντα (στις μηχανές τύπου Fourdrinier) ή κυλινδρικής κατασκευής (στις κυλινδρομηχανές). Ο δικτυωτός ιμάντας μπορεί να είναι 35 μέτρα μακρύς και πλατύς όσο το μηχάνημα. Καθώς το διάλυμα του χαρτοπολιτού ρέει από το σιλό πάνω στον ιμάντα, το δικτυωτό επιτρέπει να αποστραγγίζεται το νερό, που μέχρι τότε αποτελούσε περίπου το 99% του διαλύματος, αφήνοντας πάνω του ένα χαλί από μπλεγμένες μεταξύ τους μικροσκοπικές ίνες. Το νερό που απομακρύνεται διέρχεται από μια σειρά φίλτρων, ώστε να ξαναχρησιμοποιηθεί ή να επιστραφεί στη φύση. Η μηχανή μπορεί να λειτουργεί με ταχύτητες μέχρι και 2000m/min. Καθώς ο χαρτοπολιτός διανύει την απόσταση πάνω στον ιμάντα, μεγάλες ποσότητες νερού αποστραγγίζονται, και στο τέλος της διαδρομής οι μπλεγμένες ίνες έχουν μετατραπεί σε ένα τεράστιο φύλλο χαρτιού με πολλή υγρασία και μικρή αντοχή.

Το επόμενο στάδιο είναι το τμήμα πίεσης και αποτελείται από κυλίνδρους βαρέως τύπου τοποθετημένους σε ζευγάρια ανάμεσα

από τους οποίους περνάει το υγρό χαρτί. Εκεί το φύλλο συμπιέζεται με αποτέλεσμα να αφαιρείται επιπλέον υγρασία.

Επόμενη φάση είναι το τμήμα ξήρανσης που αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό κυλίνδρων ξήρανσης θερμαινόμενων με ατμό, με τη θερμοκρασία τους να φτάνει ελαφρώς πάνω από τους 100°C. Ο ιμάντας από συνθετικό υλικό που συμβάλλει στην ξήρανση μεταφέρει το χαρτί ανάμεσα από τους κυλίνδρους μέχρι να γίνει ξηρό (5-8% περιεχόμενη υγρασία).

Στο τέλος αυτού του τμήματος μπορεί να είναι ενσωματωμένο ένα άλλο τμήμα, όπου ένα διάλυμα από νερό και άμυλο προστίθεται για να βελτιωθεί η επιφάνεια για εκτυπωτικούς σκοπούς αλλά και για να καλυφθούν τυχόν κενά. Είναι το ίδιο τμήμα που αναλαμβάνει την επικάλυψη της επιφάνειας του χαρτιού με διάφορες επικαλύψεις, όταν αυτό είναι το επιθυμητό τελικό προϊόν (φωτογραφικό χαρτί, χαρτιά συσκευασίας κτλ).

Μετά το τμήμα ξήρανσης (ή και το τμήμα επικάλυψης) το χαρτί λειαίνεται με μια μέθοδο «σιδερώματος», όπου χρησιμοποιούνται ζεστοί λείοι μεταλλικοί κύλινδροι τοποθετημένοι σε ζευγάρια, ο ένας πάνω στον άλλον. Η μεγάλη πίεση που ασκούν οι κύλινδροι καθορίζουν επίσης το πάχος, την πυκνότητα και, συνεπώς, τις αντοχές του χαρτιού, αλλά και τη στιλπνότητα και γυαλάδα του χαρτιού ή της επικάλυψής του.

Το χαρτί είναι έτοιμο και τυλίγεται σε μεγάλα ρολά (μέχρι 9 μέτρα πλάτος και βάρος 25 τόνων). Τα μεγάλα ρολά μπορούν να περάσουν από ειδικά μηχανήματα για να κοπούν σε μικρότερα, ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς και της μεταφοράς.

Όταν πρόκειται για χαρτί εκτύπωσης υψηλής ποιότητας, το χαρτί επικαλύπτεται αρκετές φορές με το κατάλληλο υλικό στο τμήμα επικάλυψης. Αυτά τα επικαλυμμένα χαρτιά υψηλής ποιότητας είναι πολύ λεία και γυαλιστερά επειδή για τη λείανσή τους χρησιμοποιούνται ειδικά μεταλλικά τύμπανα (supercalenders). Όταν το τελικό προϊόν είναι το χαρτόνι, η μηχανή διαθέτει περισσότερα σιλό, ώστε να παράγει αρκετά φύλλα που ενώνονται στον ιμάντα και στο τμήμα πίεσης. Το βασικό βάρος στα χαρτόνια είναι έως και 500g/m<sup>2</sup>, ενώ στο απλό χαρτί είναι συνήθως 40-120g/m<sup>2</sup>.

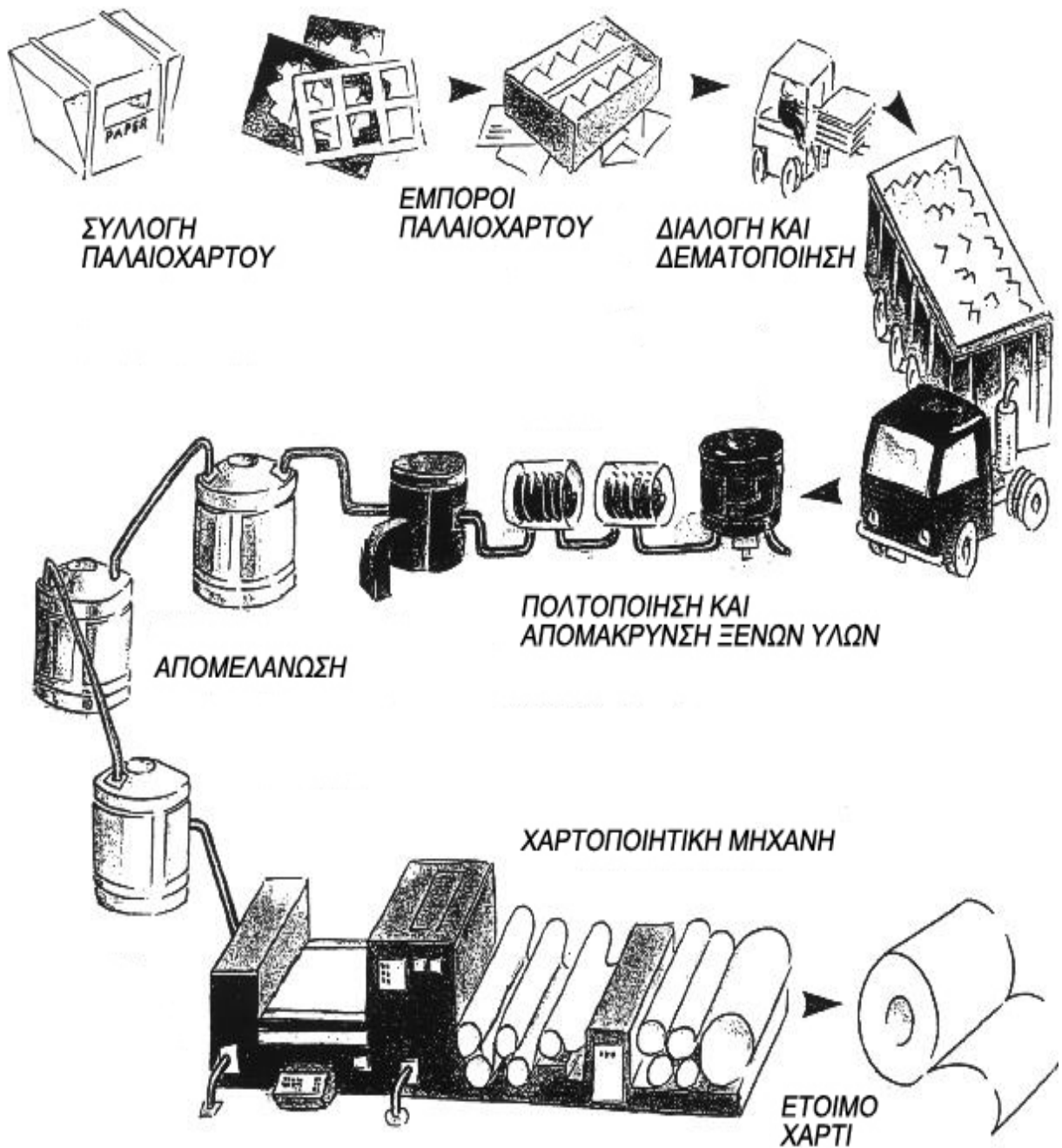
Αυτή λοιπόν είναι η βασική διαδικασία παραγωγής για όλους τους τύπους χαρτιού. **Θα πρέπει να τονίσουμε όμως ότι στην Ελλάδα δεν παράγεται χαρτί από ξύλο, επειδή δεν καλλιεργούνται τα είδη που είναι κατάλληλα για παραγωγή χαρτιού και χαρτονιού αλλά και γιατί δεν υπάρχουν οι κατάλληλες οικονομικές και επιχειρηματικές συνθήκες.** Π.χ. η μοναδική βιομηχανία χαρτιού (Softex A.E.) έκλεισε πρόσφατα εξαιτίας οικονομικών λόγων και κακής διαχείρισης. **Οι Ελληνικές επιχειρήσεις του κλάδου χαρτιού στηρίζονται σε ανακυκλωμένο χαρτί ή εισαγόμενο χαρτοπολτό.**

#### Η βιομηχανική διαδικασία της ανακύκλωσης χαρτιού

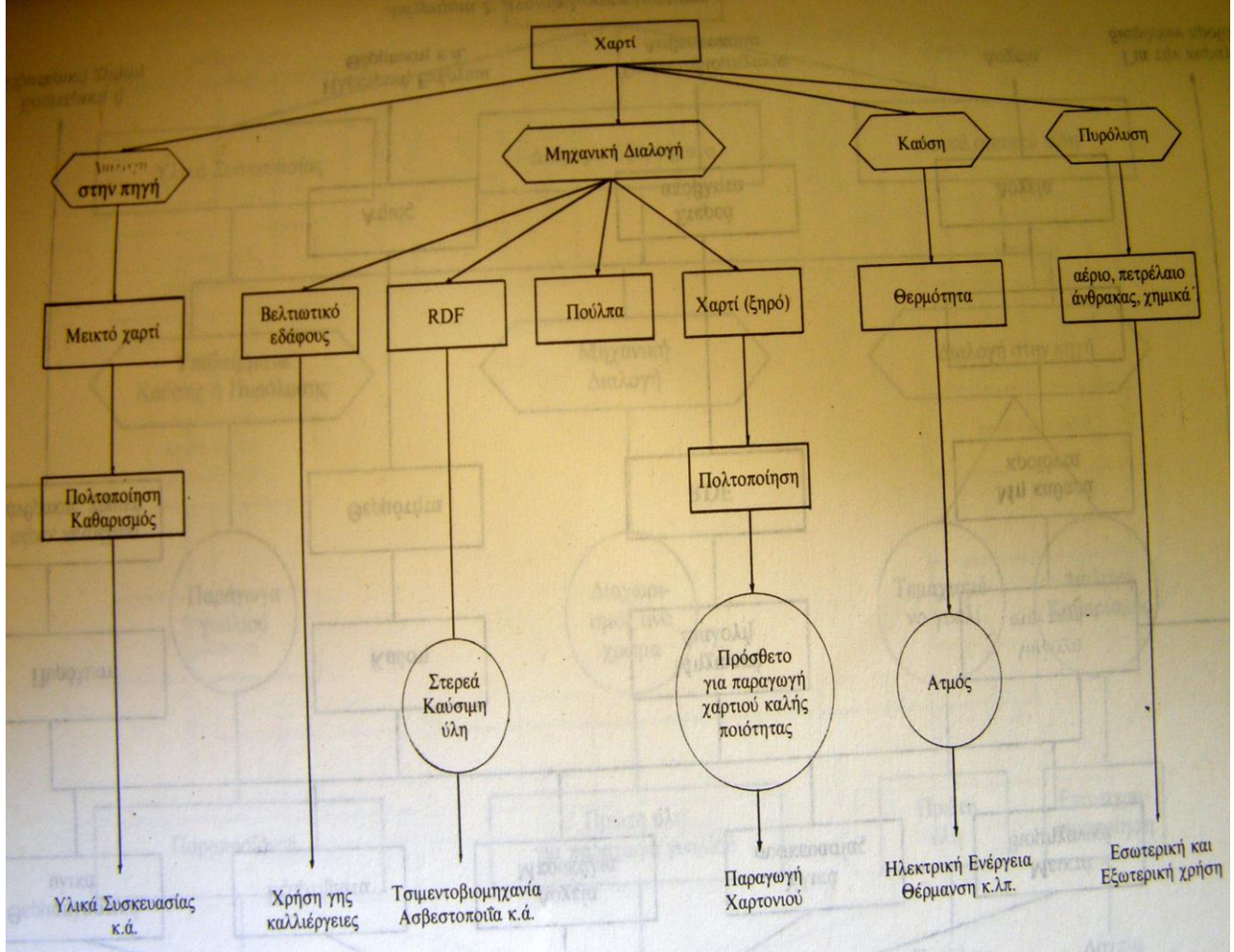
Η βιομηχανική διαδικασία της ανακύκλωσης χαρτιού λαμβάνει χώρα ως ακολούθως:

- Πηγές παλαιοχάρτου
- Συλλογή παλαιοχάρτου
- Έμποροι παλαιοχάρτου
- Διαλογή σε βαθμίδες
- Δεματοποίηση παλαιοχάρτου
- Πολτοποίηση

- Απομάκρυνση ξένων υλών
- Απομελάνωση
- Μηχανή χαρτοποιίας
- Χαρτί







Εικόνα 9: Σχεδιάγραμμα της βιομηχανικής διαδικασίας της ανακύκλωσης χαρτιού

## Διάγραμμα 2: Ανακύκλωση χαρτιού

### 1.2.3 Ανακύκλωση υλικών αλουμινίου.



*Εικόνα 10: Αλουμίνιο μετά τη συμπίεση*

Αλουμίνιο: Το υλικό του 21ου αιώνα. Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες του αλουμινίου το καθιστούν μία από τις πλέον χρήσιμες βιομηχανικές πρώτες ύλες, που χαρακτήρισαν μεγάλα βήματα της ανθρωπότητας το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, όπως η κατάκτηση του διαστήματος. Το αλουμίνιο ή αργίλιο είναι το τρίτο κατά σειρά στοιχείο μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο που συναντάτε στο φλοιό της γης. Σε αντίθεση με τον χαλκό, τον χρυσό και τον σίδηρο το αλουμίνιο δεν υπάρχει στην φύση σε απλές χημικές ενώσεις εύκολα διασπάσιμες, έτσι η απομόνωση του μετάλλου αυτού καθυστέρησε ιδιαίτερα. Η ανακάλυψη του, αλλά και η παραγωγή του έγινε δυνατή μόνον μετά την ανακάλυψη και ευρεία χρήση του ηλεκτρισμού και όταν η χημεία αποχωρίστηκε από το φάντασμα της αλχημείας. Το αλουμίνιο προέρχεται από το ορυκτό βωξίτης, που μετά την εξόρυξη του μετατρέπεται σε αλουμίνα και στη συνέχεια με ηλεκτρόλυση μετατρέπεται σε μέταλλο αλουμίνιο. Η σημερινή υψηλή τεχνολογία και οι ιδιότητες του αλουμινίου και των κραμάτων του, εξηγούν το σημερινό ευρύ φάσμα εφαρμογών του. Το αλουμίνιο μεταποιείται με διέλαση, με έλαση, με χύτευση, με μηχανουργικά εργαλεία για την παραγωγή προϊόντων η

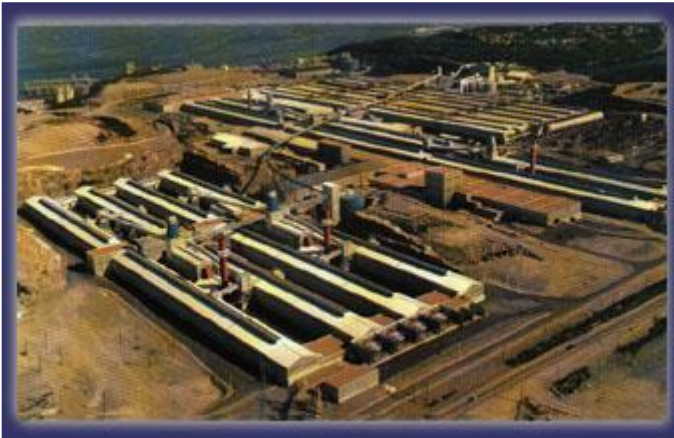
τμημάτων διαφόρων προϊόντων, οπότε και τα αποκαλούμε ημι-προϊόντα για χρήση σε μηχανολογικές και ηλεκτρικές εφαρμογές. Η χρήση του αλουμινίου και των κραμάτων του εξασφαλίζουν σε κάθε περίπτωση πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή του σε σχέση με το βάρος του, καθιστούν το αλουμίνιο ένα ιδανικό υλικό για την κατασκευή μεταφορικών μέσων λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται. Το αλουμίνιο ως υλικό συσκευασίας δεν είναι τοξικό, είναι αδιαπέραστο από υγρά και αέρια και εξασφαλίζει την υγιεινή των τροφίμων όταν και όπου χρησιμοποιείται για την συσκευασία τους. Στην οικοδομή αποτελεί ένα από τα βασικά υλικά. Είναι αδιάβρωτο από καιρικούς παράγοντες και δίνει μοναδικές λύσεις στην κατασκευή μοντέρνων κτιρίων, στην ανακατασκευή, την ανακαίνιση ή συντήρηση παλαιών κτιρίων με ιστορική και αρχιτεκτονική αξία.

Οι ιδιότητες αυτές του αλουμινίου είναι που το κάνουν ένα υλικό πολύ χρήσιμο για την κοινωνία, αλλά για το λόγο ότι χρειάζεται σε μεγάλες ποσότητες και η κατασκευή και επεξεργασία του είναι πολύ δαπανηρές καταστούν αναγκαία την ανακύκλωση του.

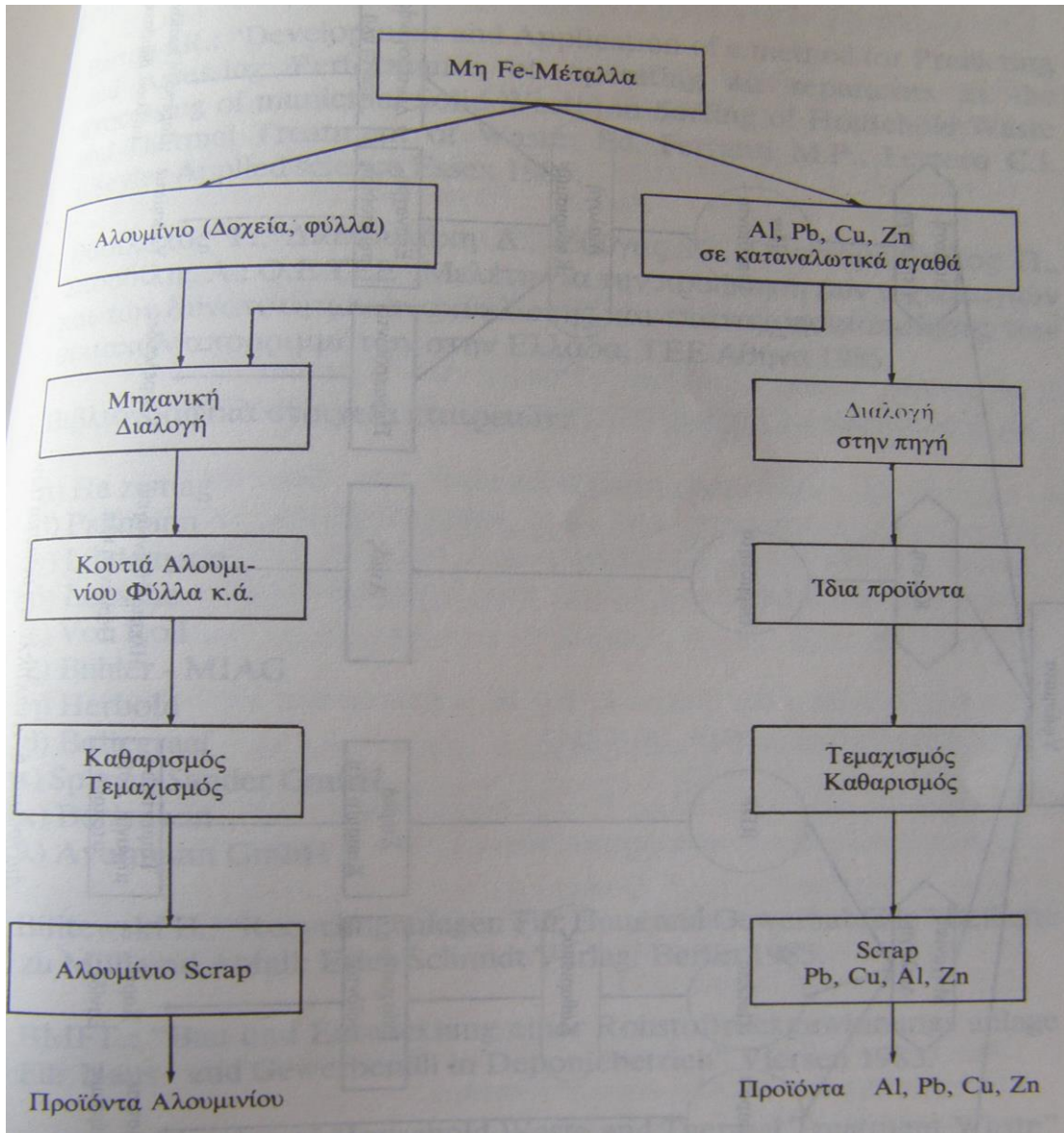
Το αλουμίνιο ή αργίλιο παρήχθη, βιομηχανικά, για πρώτη φορά μόλις το 1886. Της περισσότερα μέταλλα, έτσι και αυτό βρίσκεται υπό τη μορφή ορυκτών. Από βιομηχανικής πλευράς το πλέον σημαντικό ορυκτό είναι ο βωξίτης, όπου το αργίλιο περιέχεται υπό την μορφή οξειδίων ή ένυδρων οξειδίων (αλουμίνα).

Ο βωξίτης για να θεωρείται οικονομικά εκμεταλλεύσιμος πρέπει να έχει μία περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 55% σε αλουμίνα ( $Al_2O_3$ ). Το μέταλλο που παράγεται με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης της αλουμίνας, είτε σαν καθαρό αλουμίνιο είτε σαν κράμα αλουμινίου ονομάζεται Πρωτόχυτο Αλουμίνιο.

Μία άλλη πηγή αλουμινίου, πολύ σημαντική από ενεργειακής άποψης, είναι η επανάτηξη και επαναχύτευση κομματιών που ήδη έχουν χρησιμοποιηθεί SCRAP .Το scrap προέρχεται είτε από συλλογή διαφόρων κομματιών αλουμινίου που η χρήση της έχει πάψει, κάρτερ αυτοκινήτων, παλιά παράθυρα ή πόρτες, κουτιά ποτών και αναψυκτικών κ.λ.π. OLD SCRAP), είτε από τα αποκόμματα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του αλουμινίου για την παραγωγή προϊόντων NEW SCRAP). Το αλουμίνιο που παράγεται από την επανάτηξη του ονομάζεται Δευτερόχυτο Αλουμίνιο. Το δευτερόχυτο αλουμίνιο, αν ακολουθηθεί ο σωστός τρόπος παραγωγικής διαδικασίας έχει τις ιδιότητες και χαρακτηριστικά με αυτά του πρωτόχυτου αλουμινίου.



*Εικόνα 11: Η πρώτη μεγάλη βιομηχανική μονάδα παραγωγής αλουμινίου που δημιουργήθηκε από την ALCAN το 1925*



*Διάγραμμα 3: Ανακύκλωση αλουμινίου*

#### 1.2.4 Ανακύκλωση γυάλινων υλικών.



*Εικόνα 12: μπουκαλιά από γυαλί*

Το γυαλί αποτελεί εδώ και εκατοντάδες χρόνια ένα υλικό που παράγεται από χαλαζία, σόδα και ασβεστόλιθο. Μόλις απ' τη δεκαετία του '70 άρχισε με την ανακύκλωση το ίδιο γυαλί να αποτελεί και πρώτη ύλη για την παραγωγή νέου γυαλιού. Η χρήση του είναι πολυποίκιλη. Οι φιάλες, τα ποτήρια και τα τζάμια αποτελούν παραδείγματα απ' τον κάδο ανακύκλωσης. Γυάλινα σκεύη εργαστηρίων και εγκαταστάσεων, οθόνες τηλεοράσεων και ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι τα αντίστοιχα παραδείγματα από τον τεχνολογικό κάδο.

Στον τομέα των καταναλωτικών αγαθών η ανακύκλωση του γυαλιού είχε ήδη καθιερωθεί και θεσμοθετηθεί εδώ και αρκετά χρόνια. Ο διαχωρισμός κατά χρώμα (πράσινο, καφέ, λευκό) των γυαλιών ανακύκλωσης συντελείτε σε κατάλληλες εγκαταστάσεις διαχωρισμού και ο βαθμός ανάκτησης του γυαλιού, εκεί, φθάνει το 98%.

Η συλλογή πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό προσεκτικότερα, ώστε να αποφεύγεται η θραύση των φιαλών κατά τη συλλογή και τη μεταφορά τους στο εργοστάσιο εμπλουτισμού. Από το γυαλί παράγεται πάλι γυαλί. Η ανακύκλωση γυαλιού βρίσκεται σε συνεχή άνοδο. Η ανακούφιση των Χ.Υ.Τ.Α. λόγω αυτής της δραστηριότητας αποτελεί μεταξύ των άλλων και σημαντική συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος.

Το 80% των ποτών συσκευάζονται σε γυαλί. Αλκοολούχα ποτά, αρώματα και τροφές μικρών παιδιών συσκευάζονται αποκλειστικά σε γυαλί. Το γυαλί είναι ουδέτερο από την άποψη οσμής και γεύσης. Καθώς επίσης διαφανές και απολύτως στεγανό. Επιπλέον, η ιδιότητα της αιώνιας ανακυκλωσιμότητας του το καθιστά υλικό συσκευασίας του μέλλοντος. Όσο παραδοσιακό είναι το υλικό αυτό, τόσο καινοτομικό μπορεί να καταστεί με την παραγωγή, π. χ. ελαφρότερων και λιγότερο εύθραυστων γυαλιών στο άμεσο μέλλον.

Η ανακύκλωση του γυαλιού αποτελεί ένα κοινωνικό φαινόμενο, για την υλοποίηση του οποίου συνεργάζονται φορείς, ιδιωτικές επιχειρήσεις και καταναλωτές ώστε να κρατηθεί ανοικτός ένας σημαντικός κύκλος ανάκτησης μιας σημαντικής δευτερογενούς πρώτης ύλης.

Κατά την ανακύκλωση του γυαλιού πρέπει να τηρηθούν, οπωσδήποτε, οι παρακάτω κανόνες:

Διαχωρισμός κατά χρώμα: Είναι απαραίτητο τα γυαλιά να συγκεντρώνονται και να διαχωρίζονται κατά χρώμα, με στόχο τη διασφάλιση της ποιότητας.

Μικρά γυάλινα δοχεία συλλέγονται στον κάδο ανακύκλωσης γυαλιού, σε αντίθεση με τα πλαστικά μπουκάλια. Όλα τα γυαλιά δεν είναι ίδια. Υαλοπίνακες, οθόνες, λαμπτήρες κτλ. Δεν συλλέγονται, ούτε εμπλουτίζονται με τα γυάλινα υλικά συσκευασίας, διότι αποτελούνται από διαφορετικά υλικά και δελιώνουν στην ίδια θερμοκρασία με το γυαλί συσκευασίας.

Όμως και το περιβάλλον ανακουφίζεται με τη συλλογή του γυαλιού. Με την ανακύκλωση του γυαλιού μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας, διότι εξοικονομείται περίπου το 1/3 της ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή πρωτογενούς γυαλιού. Η ανακύκλωση του γυαλιού συμβάλλει επίσης στη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που αποθηκεύονται στους Χ.Υ.Τ.Α.

Σημαντική είναι επίσης η συμβολή της ανακύκλωσης του γυαλιού στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Το γυαλί αφού συλλεχθεί στους κάδους μεταφέρεται με ειδικά φορτηγά, προσεκτικά, ώστε να μη συμβαίνει ανεξέλεγκτη κατάτμηση του κατά τη μεταφορά, διότι έτσι παράγεται μεγάλη ποσότητα λεπτόκοκκου κλάσματος, το οποίο δε μπορεί αργότερα να εμπλουτιστεί και συνεπώς χάνεται.

Το γυαλί το χρησιμοποιούμε συχνά στη ζωή μας σε διάφορες μορφές. Όταν βρεθεί όμως στη φύση δεν αποσυντίθεται γι' αυτό πρέπει να το ανακυκλώσουμε.

Το γυαλί φτιάχνεται από ειδική άμμο που η Ελλάδα την εισάγει από το Βέλγιο, από σόδα και μαρμαρόσκονη. Όλα αυτά ανακατεύονται σε μεγάλα σιλό και πηγαίνουν σε κλίβανο τήξης και γίνονται υαλόμαζα. (γυαλί σε υγρή κατάσταση) σε θερμοκρασία 5000-6000οC.

Η υαλομάζα πηγαίνει σε ειδικές μηχανές και μπαίνει σε καλούπια που δίνουν το σχήμα δοχείων. Μια άλλη μηχανή φυσάει για να δημιουργήσει τον ωφέλιμο χώρο των δοχείων και το γυαλί ψύχεται. Έτσι παίρνουμε τα διάφορα γυάλινα δοχεία. Όλη αυτή η διαδικασία ελέγχεται από το κέντρο ηλεκτρονικού ελέγχου. Τα γυάλινα δοχεία ελέγχονται από εργάτες στην αρχή, για να δουν αν

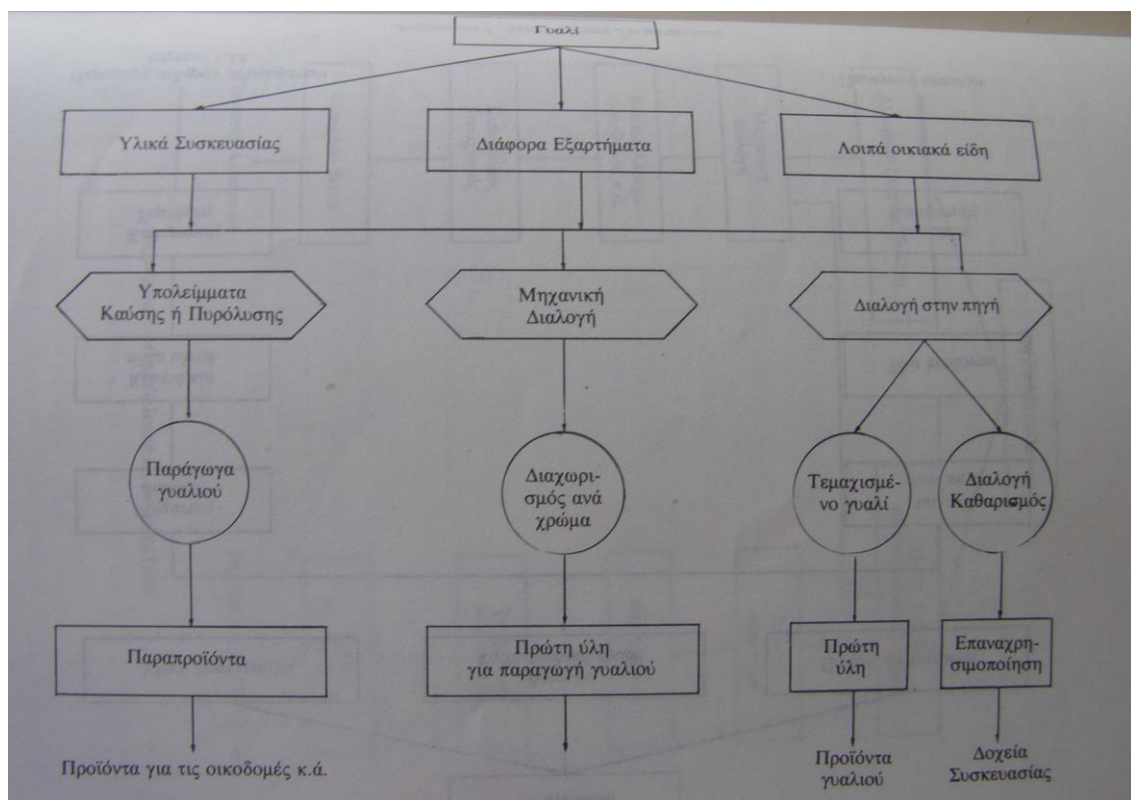


έχουν κάποια ατέλεια. Μετά από τον έλεγχο των εργατών, πηγαίνουν σε ειδικές μηχανές οι οποίες ελέγχουν το στόμιο, το σχήμα και τη χωρητικότητα τους. Αν κάποια δοχεία έχουν ξεφύγει από το μάτι του ανθρώπου το βγάζουν οι μηχανές. Αφού τελειώσει ο έλεγχος, τα βγάζουν σε παλέτες, τα πακετάρουν και τα πηγαίνουν σε εργοστάσια εμφιάλωσης. Τα μπουκάλια που είναι ραγισμένα ή έχουν άλλη ατέλεια πηγαίνουν για ανακύκλωση.

Υπάρχουν δύο τρόποι ανακύκλωσης του γυαλιού:

- Ο πρώτος έχει σχέση με την επαναχρησιμοποίηση των μπουκαλιών
- Ο δεύτερος έχει σχέση με τα μπουκάλια που δε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και με τα διάφορα γυάλινα αντικείμενα

Τα δεύτερα συγκεντρώνονται σε ειδικούς κάδους. Έπειτα μεταφέρονται στα κέντρα συγκέντρωσης γυαλιού όπου γίνεται ο διαχωρισμός του γυαλιού ανάλογα με το χρώμα (πράσινο, καφέ, λευκό).



Διάγραμμα 4: Ανακύκλωση γυαλιού

## 1.2.5 Ανακύκλωση άλλων υλικών.

### Απορρίμματα

Ανακυκλώσιμα απορρίμματα είναι τα λεγόμενα οργανικά υλικά, κυρίως τα υπολείμματα τροφίμων και γεωργικών καλλιεργειών, τα οποία υποβάλλονται σε ένα σύνολο διεργασιών και μετατρέπονται σε εδαφοβελτιωτικό λίπασμα (κομποστοποίηση). Για την ανακύκλωση των οργανικών απορριμμάτων απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις, όπου με την επίδραση του οξυγόνου και μικροοργανισμών αυτά αποσυντίθενται σε θερμοκρασία 80ο C, περίπου. Η διαδικασία της αποσύνθεσης ολοκληρώνεται μετά από μερικές εβδομάδες και το υλικό που προκύπτει χρησιμοποιείται σα λίπασμα σε καλλιέργειες. Κατά την αποσύνθεση παράγεται το βιοαέριο, το οποίο συλλέγεται και χρησιμοποιείται.

### Μπαταρίες



*Εικόνα 13: Σύμβολο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακύκλωση μπαταριών*

Υπάρχουν πολλοί τύποι μπαταριών. Οι πιο συνηθισμένοι είναι οι μπαταρίες άνθρακα ψευδαργύρου, που πωλούνται σε

διάφορα μεγέθη για οικιακή χρήση και περιέχουν συνήθως μικρή ποσότητα υδραργύρου και καδμίου, και οι μπαταρίες μολύβδου, που χρησιμοποιούνται κυρίως στα αυτοκίνητα και τις μηχανές. Άλλοι τύποι μπαταριών είναι οι εξής: αλκαλικές μπαταρίες, νικελίου-καδμίου, αλκαλικές μπαταρίες μαγγανίου, υδραργύρου και λιθίου κ.λ.π. Για την παραγωγή των μπαταριών καταναλώνεται πολλή περισσότερη ενέργεια από αυτή που ελευθερώνεται από την χρήση τους. Οι παλιές μπαταρίες κάθε τύπου αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για το περιβάλλον λόγω των τοξικών μετάλλων που περιέχουν σε διάφορες αναλογίες (μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο), τα οποία καταλήγοντας στις χωματερές, τις θάλασσες, τα ποτάμια και τα χωράφια, διοχετεύονται στο περιβάλλον. Οι μπαταρίες του μολύβδου είναι οι μόνο ανακυκλώσιμες στην Ελλάδα. Η ποσότητα μολύβδου που ανακυκλώνεται στην χώρα μας υπολογίζεται στους 6.400 τόνους ετησίως, ενώ άλλες μετρήσεις ανεβάζουν τον αριθμό στους 10.000 τόνους. Η ποσότητα αυτή προέρχεται αποκλειστικά από παλιές μπαταρίες οχημάτων. Ο μόλυβδος αυτός χρησιμοποιείται ξανά από βιομηχανίες που παράγουν μπαταρίες και από βιομηχανίες που παράγουν μπαταρίες που κατασκευάζουν εξαρτήματα υδραυλικών εγκαταστάσεων.

Το θέμα των μπαταριών μας αφορά όλους. Αναγκαζόμαστε να αγοράζουμε και να χρησιμοποιούμε μπαταρίες. Για να μειώσουμε τα προβλήματα:

- Αποφεύγουμε την χρήση μπαταριών (π.χ. την συσκευή τη βάζουμε στην πρίζα και όχι με μπαταρίες).
- Δεν αφήνουμε μπαταρίες μέσα σε συσκευές που δεν χρησιμοποιούνται.
- Προτιμάμε ηλιακές μπαταρίες όπου αυτές είναι διαθέσιμες.
- Προτιμάμε τις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.
- Ανακυκλώνουμε αυτές τις μπαταρίες που είμαστε σίγουροι ότι δεν χρησιμοποιούνται άλλο. (Προσοχή: δεν τοποθετούμε

μεταχειρισμένες μπαταρίες στην ίδια συσκευή. Είναι επικίνδυνο και βλάπτει και τις μπαταρίες).

Ανακύκλωση μπαταριών είναι η διαδικασία ανάκτησης και αξιοποίησης των υλικών που αποτελούν τις μπαταρίες, δηλαδή η απόσπαση των μετάλλων της μπαταρίας και η επαναφορά τους στον φυσικό και οικονομικό κύκλο, με την επαναχρησιμοποίηση τους για την κατασκευή νέων μπαταριών ή άλλων προϊόντων. Τελικός σκοπός της ανακύκλωσης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτων υλών, καθώς και η μείωση του όγκου απορριμμάτων.

Τα οφέλη από την ανακύκλωση μπαταριών είναι κοινά για όλους, Δημιουργούμε ένα καλύτερο περιβάλλον για εμάς και τα παιδιά μας. Σε όλες τις χώρες της Ευρώπης, η ανακύκλωση μπαταριών γίνεται για:

- Την προστασία του περιβάλλοντος και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών
- Την μείωση του όγκου των απορριμμάτων τα οποία καταλήγουν στα ΧΥΤΑ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής απορριμμάτων)
- Την εξοικονόμηση πρώτων υλών
- Την εξοικονόμηση ενέργειας
- Την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας



*Εικόνα 14: Χώρος ανακύκλωση αυτοκινήτων*

Η ανακύκλωση των παλαιών αυτοκινήτων είναι πλέον υποχρεωτική, σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ πολλά ανταλλακτικά μπαίνουν ξανά στην διαδικασία παραγωγής. Στην χώρα μας κυκλοφορούν σήμερα πάνω από 1,5 εκατομμύριο αυτοκίνητα ηλικίας άνω των 15 ετών, τη στιγμή μάλιστα που ο μέσος όρος ηλικίας των οχημάτων στην υπόλοιπη Ευρώπη μετά βίας αγγίζει τα 13 χρόνια. Δεν είναι λίγοι δυστυχώς οι ιδιοκτήτες παλαιών αυτοκινήτων που επιλέγουν αντί την ανακύκλωση, να αφήσουν το παλιό όχημα στον δρόμο. Αρμόδιος φορέας για την περισυλλογή των εγκαταλειμμένων αυτοκινήτων είναι η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, στο δήμο Αθηναίων περίπου 1.500 οχήματα καταλαμβάνουν μόνιμες θέσεις στάθμευσης, ενώ θα έπρεπε να έχουν μεταφερθεί σε κέντρο ανακύκλωσης. Συνεργεία του δήμου μάλιστα μετέφεραν στο διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου και Σεπτεμβρίου του 2007 οχήματα, απελευθερώνοντας περίπου 2.000 θέσεις σταθμεύσεις.

Όσον αφορά στην “ανακύκλωση αυτοκινήτου”, η έννοια στην Ελλάδα εισήλθε στο προσκήνιο το 2004 με την ίδρυση της Ε.Δ.Ο.Ε. (Εναλλακτική Διαχείριση Οχημάτων Ελλάδας). Από τότε καταργήθηκε ουσιαστικά και η οριστική διαγραφή των αυτοκινήτων με τη μέθοδο της απόσυρσης δηλαδή τη γνωστή

οριστική κατάθεση των πινακίδων στο Υπουργείο Συγκοινωνιών. Παρά ταύτα η ανακύκλωση αυτοκινήτων στη χώρα μας απέχει από το να χαρακτηριστεί ικανοποιητική, σύμφωνα με τα δεδομένα της δυτικής Ευρώπης. Έτσι τα Επιβατικά αυτοκίνητα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα πλησιάζουν τα 5.000.000, παρουσιάζοντας αύξηση της τάξεως του 50% συγκριτικά προς το 2000, ένα ποσοστό που είναι μεγαλύτερο στην Ευρώπη. Επίσης ορισμένα κράτη-μέλη διαθέτουν προηγμένες τεχνολογίες ανακύκλωσης αυτοκινήτων. Έτσι το 2004 η Σουηδία πέτυχε ποσοστό ανακύκλωσης αυτοκινήτων 84%, η Δανία 83%, η Ολλανδία 82,5% και το Βέλγιο 80%.

Σημειώνεται ότι η απόσυρση των αυτοκινήτων πρέπει να γίνεται δωρεάν για τον κάτοχο του αυτοκινήτου. Μάλιστα, η Επιτροπή τονίζει ότι σε αρκετά κράτη-μέλη παρέχονται σημαντικά κίνητρα προς τους οδηγούς ώστε να ανακυκλώνουν τα οχήματά τους. Τα κίνητρα αυτά κυμαίνονται από την απλοποίηση της διαδικασίας για να χορηγηθούν τα απαραίτητα δικαιολογητικά, μέχρι πριμοδοτήσεις στους κατόχους οχημάτων.

Τι γίνονται τα αυτοκίνητα όταν «γεράσουν»; Τα περισσότερα καταλήγουν σε μάντρες έναντι πινακίου και μετατρέπονται σε παλιοσίδερα. Ένα μεγάλο ποσοστό, τουλάχιστον μισό εκατομμύριο οχήματα, έχουν εγκαταλειφθεί σε όλη τη χώρα από τους ιδιοκτήτες τους, σε δρόμους, σε πάρκα, ακόμα και σε ρεματιές. Τον τελευταίο χρόνο υπάρχει και μια Τρίτη εναλλακτική λύση, η μόνη ορθή: η ανακύκλωση. Μια διαδικασία ανέξοδη για τον ιδιοκτήτη του οχήματος, η οποία εδώ και ένα μήνα επεκτάθηκε και στην πρωτεύουσα. Η ανακύκλωση αυτοκινήτων στην Ελλάδα βρίσκεται στα πρώτα της βήματα. Την έχει αναλάβει η Εναλλακτική Διαχείριση Οχημάτων Ελλάδας (ΕΔΟΕ), μια μη κερδοσκοπική εταιρεία την οποία ίδρυσαν πρόπερσι οι εισαγωγείς και αντιπρόσωποι αυτοκινήτων, σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 116/2004 και την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/53/ΕΚ. Σήμερα έχουν αδειοδοτηθεί εννέα εγκαταστάσεις (έξι στη Βόρεια Ελλάδα, δύο σε Αττική και Βοιωτία και μια στην Πάτρα), ενώ ακόμα 22

βρίσκονται υπό αδειοδότηση. «Στους νομούς που διαθέτουν εγκαταστάσεις, προκειμένου να διαγραφεί ένα αυτοκίνητο από τα αρχεία του κράτους η ανακύκλωση είναι πλέον υποχρεωτική», εξηγεί στην «Κ» ο γενικός διευθυντής της ΕΔΟΕ, κ. Επαμ. Βοναζούντας. «Στην ανακύκλωση μπορούν να οδηγηθούν όλα τα οχήματα, ανεξαρτήτως ηλικίας. Η διαδικασία είναι απαραίτητη γιατί σε διάφορα μέρη του αυτοκινήτου περιέχονται επικίνδυνα υλικά, όπως μόλυβδος, υδράργυρος, ορυκτέλαια κ.ά. τα οποία αφαιρούνται. Ορισμένα από τα υλικά ανακυκλώνονται στην Ελλάδα (λ.χ. λάστιχα) ή το εξωτερικό (λ.χ. υγρά φρένων) και όσο γίνεται επαναχρησιμοποιούνται». Όσον αφορά την ηλικία των Ι.Χ. αυτοκινήτων, τα πράγματα είναι σχετικά μοιρασμένα. Όσον αφορά τα καταλυτικά, το 1.361.748 είναι ηλικίας έως 5 ετών, το 1.120.990 από 6 έως 10 ετών και 774.303 είναι 11 έως 15 ετών όσον αφορά τα παλιότερα (και μη καταλυτικά), τα 388.161 είναι 16-20 ετών και τα 549.261 άνω των 20 ετών. Τα αυτοκίνητα στην Ελλάδα είναι γηραιότερα από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. «Ο μέσος όρος ηλικίας των Ι.Χ. αυτοκινήτων που κυκλοφορούν στην Ελλάδα είναι 10,24 χρόνια και των ελαφρών φορτηγών 13,5 χρόνια, τη στιγμή που αντίστοιχος ευρωπαϊκός είναι στα 7 χρόνια», λέει στην «Κ» ο αντιπρόεδρος της ΕΔΟΕ , κ. Παύλος Λάσκαρης.

### Κινητά τηλέφωνα



*Εικόνα 15: Κινητά που προορίζονται για ανακύκλωση*

Ένα κινητό τηλέφωνο αποτελείται από υλικά όπως πλαστικό και μέταλλα, ενώ η μπαταρία του περιέχει στοιχεία τα οποία, αν καταλήξουν στα σκουπίδια, θα επιβαρύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και κατά συνέπεια το περιβάλλον. Για παράδειγμα, η ποσότητα καδμίου που περιέχεται στις μπαταρίες νικελίου καδμίου, είναι ικανή να μολύνει το 1/3 του νερού μιας πισίνας Ολυμπιακών διαστάσεων!

Ένα κινητό τηλέφωνο αποτελείται από υλικά όπως πλαστικό και μέταλλα, ενώ η μπαταρία του περιέχει στοιχεία τα οποία, αν καταλήξουν στα σκουπίδια, θα επιβαρύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και κατά συνέπεια το περιβάλλον. Για παράδειγμα, η ποσότητα καδμίου που περιέχεται στις μπαταρίες νικελίου καδμίου, είναι ικανή να μολύνει το 1/3 του νερού μιας πισίνας Ολυμπιακών διαστάσεων! Εάν μπορούν να επισκευαστούν, προωθούνται για χρήση σε αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ σε αντίθετη περίπτωση (πλειοψηφία), προωθούνται για ανακύκλωση, μαζί με τις μπαταρίες και τα αξεσουάρ.

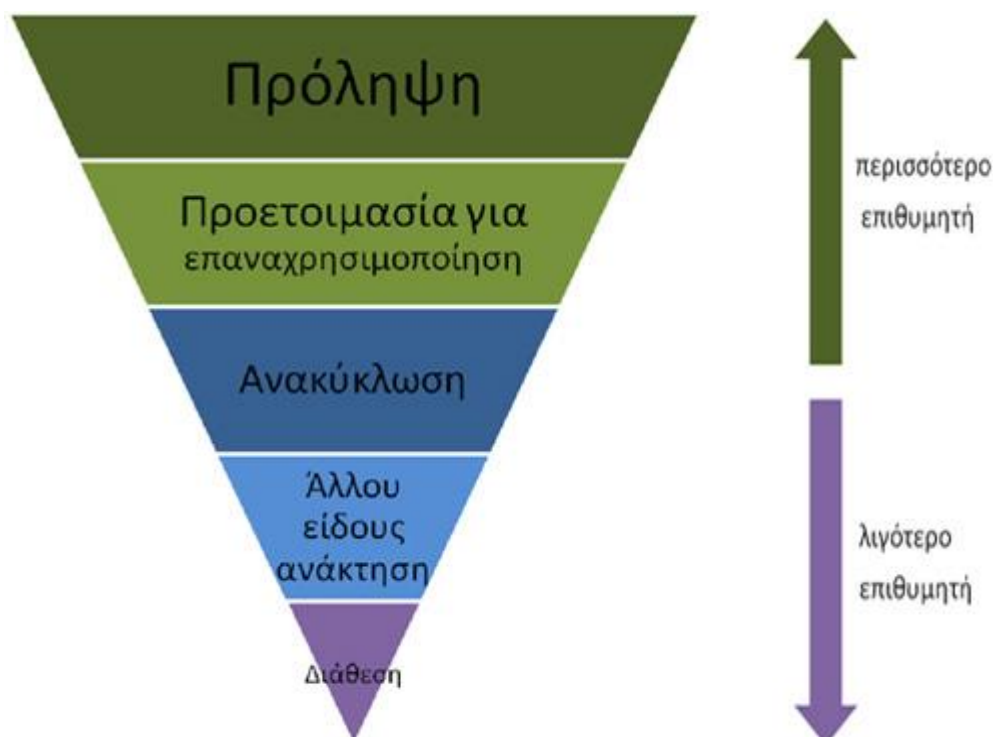
Αυτό σημαίνει ότι αποσυναρμολογούνται στα επιμέρους υλικά τους, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή άλλων αντικειμένων, με βάση όλες τις νομικές διατάξεις που ισχύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τις καλές πρακτικές προστασίας του περιβάλλοντος. Υλικά κατάλληλα προς ανακύκλωση είναι όλων των ειδών τα κινητά τηλέφωνα και αξεσουάρ αυτών, όπως φορτιστές, hands-free, μπαταρίες, πλαστικές / δερμάτινες θήκες, προσόψεις, κλπ.

### Απόβλητα

Η διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί ένα από τα πλέον σύνθετα και δύσκολα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η χώρα μας, όπως και κάθε σύγχρονη κοινωνία. Η ιεράρχηση της



διαχείρισης των αποβλήτων όπως αυτή αποτυπώνεται στην οδηγία 2008/98/EK «για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών» η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με το ν. 4042/2012, παρουσιάζεται κατωτέρω:



**Εικόνα 16: Ιεράρχηση διαχείρισης των αποβλήτων.**

«Ο ρυπαίνων πληρώνει» συνιστά κατευθυντήρια αρχή σε ευρωπαϊκό αλλά και εθνικό επίπεδο. Ο παραγωγός και ο κάτοχος των αποβλήτων θα πρέπει να διαχειρίζονται τα απόβλητα κατά τρόπο που να εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας.

Με την οδηγία 2008/98/EK εισάγεται η «διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού» η οποία είναι ένα από τα μέσα για την υποστήριξη του σχεδιασμού και της παραγωγής αγαθών, προκειμένου να διευκολυνθεί η αποτελεσματική διαχείριση των πόρων καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης, επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσής ή άλλης μορφής ανάκτησης των αποβλήτων τους. Τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα τα οποία κατ'επάγγελμα αναπτύσσουν, κατασκευάζουν, μεταποιούν επεξεργάζονται πωλούν ή εισάγουν προϊόντα (παραγωγός προϊόντος φέρουν διευρυμένη ευθύνη παραγωγού.

Ήδη από την κείμενη νομοθεσία για την «εναλλακτική διαχείριση» των αποβλήτων (ν. 2939/01 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το ν. 3854/2010 και τα κατ' εξουσιοδότηση αυτού εκδοθέντα ΠΔ και ΚΥΑ) απορρέει ρητά η υποχρέωση του παραγωγού / διαχειριστή συσκευασιών - άλλων προϊόντων να οργανώσει την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ή συσταστικών στοιχείων αυτών καθώς και τις εργασίες διαχείρισης των αποβλήτων, ήτοι συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση, ανάκτηση, με την οργάνωση ή συμμετοχή σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης.

Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης είναι φορείς οι οποίοι εγκρίνονται από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ.) ο οποίος είναι ΝΠΙΔ μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα εποπτευόμενο από το ΥΠΕΚΑ. Επισημαίνεται ότι τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης εξυπηρετούν σκοπό δημοσίου συμφέροντος οργανώνοντας τις προαναφερόμενες εργασίες διαχείρισης και δεν έχουν κερδοσκοπικό χαρακτήρα, δεδομένου ότι τυχόν κέρδη των συστημάτων δεν διανέμονται στους μετόχους αυτών αλλά δημιουργούνται αποθεματικά προοριζόμενα για την κάλυψη των ζημιών επόμενων χρήσεων.

## 2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 2.1 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών

Με τη σωστή διαχείριση των απορριμμάτων μπορούμε να επαναφέρουμε τα χρήσιμα υλικά στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. Επίσης η διαχείριση των απορριμμάτων, η οποία περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που έχουν σκοπό την ανάκτηση αυτών των υλικών και την προώθηση τους για την παραγωγή νέων προϊόντων, είναι μια αλυσίδα ενεργειών που στοχεύουν. Στη φόρτιση το περιβάλλοντος με μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων, εφ' όσον ένα μέρος του βάρους των οικιακών απορριμμάτων αποτελεί ανακυκλώσιμα υλικά .

Στην εξοικονόμηση ενέργειας , πρώτων υλών και συναλλάγματος . Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή ενός προϊόντος από πρώτη ύλη είναι πολλαπλάσια από ότι όταν αυτό παράγεται από παλιό υλικό π.χ στο γυαλί γίνεται οικονομία ενέργειας 30% ενώ στο αλουμίνιο μπορεί να φτάσει μέχρι 95% . Η οικονομία αυτή γίνεται πιο σημαντική με το δεδομένο ότι οι πρώτες ύλες εισάγονται από το εξωτερικό.

#### Διαλογή στη πηγή



*Εικόνα 17: Κάδοι ανακύκλωσης σε πόλη της Γαλλίας*

Η διαλογή των χρήσιμων υλικών γίνεται πριν τη συλλογή των απορριμμάτων γιατί η διαλογή στη πηγή έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα της μείωσης του κόστους συλλογής και μεταφοράς. Η διαλογή στη πηγή μπορεί ακόμη να αφορά πολλούς τύπους υλικών όπως χαρτιά και χαρτοκιβώτια, γυαλιά , μέταλλα , ορισμένα πλαστικά και υφάσματα.

Για να εξασφαλιστεί επιτυχία του συστήματος διαλογή στη πηγή είναι η συμμετοχή των κατοίκων που θα διαχωρίζουν τα υλικά και θα τα αποθηκεύουν σε διαφορετικά δοχεία, πολλές φορές είναι απαραίτητη η ευαισθητοποίηση του κοινού έτσι ώστε να πειστεί για την χρησιμότητα της μεθόδου και να εφαρμόζει σωστά τη διαλογή. Άλλη μια προϋπόθεση για την λειτουργία του συστήματος είναι η ύπαρξη αγοράς για τα υπό ανάκτηση υλικά που θα αποφέρει κάποια έσοδα για να καλυφθούν οι δαπάνες.

Εκτός από τη διαλογή στη πηγή μπορεί να γίνει και διαλογή με μηχανικά μέσα μετά από τη φάση της συλλογής μεταφοράς. Τα βασικά στάδια είναι ο τεμαχισμός , το κοσκίνισμα , ο μαγνητικός διαχωρισμός και ο αεροδιαχωρισμός. Έτσι ξεχωρίζονται τα μέταλλα τα γυαλιά το χαρτί και τα πλαστικά ότι απομένει είναι οργανική ουσία κατάλληλο για παραγωγή ζωοτροφή και λίπασμα. Η εξάπλωση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας θα συμβάλει σημαντικά στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη συμβατική ενεργειακή αλυσίδα και παράλληλα θα μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, που είναι η κύρια αιτία της αλλαγής του κλίματος. 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.

### 2.1.1 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών στις κατοικίες.

#### Οικιακή κομποστοποίηση

Τα οικιακά οργανικά αποτελούν το 35%-50% των απορριμμάτων μας και μπορούν εύκολα και οικονομικά να κομποστοποιηθούν στις κατοικίες μας. Τα περισσότερα από τα νοικοκυριά της χώρας μας μπορούν με ένα ειδικό κάδο να παράγουν κομπόστ (λίπασμα) από τα οικιακά οργανικά τους, που θα αξιοποιούν στον κήπο ή σε φυτά του μπαλκονιού τους, μειώνοντας αντίστοιχα τα παραγόμενα απορρίμματα. Εάν η πολιτεία θεσπίσει την τοποθέτηση κάδων οικιακής κομποστοποίησης στα κτίρια και ξεκινήσει την υλοποίηση μαζί με τους ΟΤΑ κάποιων μεγάλης κλίμακας προγραμμάτων οικιακής και δημοτικής κομποστοποίησης, θα έδινε ουσιαστική ώθηση στο μέτρο. Εκτιμάται ότι, μόνο με την οικιακή κομποστοποίηση, οι ΟΤΑ μπορούν να μειώσουν τα προς διαχείριση οικιακά οργανικά και κλαδέματα σε ποσοστό που αντιστοιχεί μέχρι και το 35% του συνόλου των απορριμμάτων τους, στην ιδανική περίπτωση της πλήρους εφαρμογής της μεθόδου, με χαμηλό αρχικό κόστος και μεσοπρόθεσμο-μακροπρόθεσμο σημαντικό οικονομικό όφελος.

#### Διαλογή στην πηγή των απορριμμάτων με 4 κάδους

Παράλληλα με την οικιακή κομποστοποίηση, μπορεί να υιοθετηθεί άμεσα από την πολιτεία και τους ΟΤΑ το μοντέλο με 4 κάδους (αντί του ενός, των δύο ή των τριών, που εφαρμόζεται σήμερα) για τη συλλογή των απορριμμάτων και υπολοίπων υλικών. Ο πρώτος κάδος μπορεί να αφορά μόνο το χαρτί, που θα οδηγείται χωρίς άλλη διαλογή για ανακύκλωση, ο δεύτερος κάδος θα δέχεται όλα τα υπόλοιπα ανακυκλώσιμα υλικά (πλαστικά, γυαλί, μέταλλα, ξύλο), τα οποία θα οδηγούνται για διαλογή στα ειδικά ΚΔΑΥ (Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών) και εν συνεχεία για

ανακύκλωση, ο τρίτος κάδος θα δέχεται μόνο τα υπόλοιπα οργανικά και βιοαποδομήσιμα υλικά (όσα δηλαδή δεν αξιοποιούνται στην οικιακή κομποστοποίηση), τα οποία θα οδηγούνται για κομποστοποίηση σε μικρές ή μεγαλύτερες μονάδες κομποστοποίησης, και ο τέταρτος κάδος θα δέχεται τα υπολείμματα τα οποία θα οδηγούνται για τελική διάθεση σε ΧΥΤΥ. Οι 4 κάδοι στο μέλλον θα μπορούσαν να γίνουν 3, εφόσον οι πολίτες κάνουν πολύ καλό διαχωρισμό των υλικών, οπότε θα μπορούσε να καταργηθεί ο 4ος κάδος και τα όποια μη οργανικά υλικά του 3ου κάδου να διαχωρίζονται στις μονάδες κομποστοποίησης και να οδηγούνται σε ΧΥΤΥ. Το μοντέλο αυτό είναι βιώσιμο, συνδυαζόμενο με σταθμούς μεταφόρτωσης, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος μεταφοράς όλων των υλικών. Το σύστημα των 4 κάδων προϋποθέτει και μια στοιχειώδη οικιακή υποδομή για το διαχωρισμό των 4 ρευμάτων.

### **2.1.2 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών σε χώρους εργασίας.**

Αντίστοιχα στους χώρους εργασίας μπορεί να εφαρμοστεί το σύστημα με τους 4 κάδους και θα είναι ιδιαίτερα αποδοτικό ανάλογα με το ύψος της κάθε εταιρίας.

Μια εταιρία για παράδειγμα που έχει πολλά έγγραφα που θα κατέληγαν στα σκουπίδια θα μπορεί να τα αποθηκεύει στον αντίστοιχο κάδο χάρτου και θα έχει από αυτό πολλαπλά οφέλη.

Σε εταιρίες με βαριά απορρίμματα θα μπορούσαν να τοποθετηθούν μεγάλοι κάδοι που θα επέτρεπαν τη συγκομιδή μεγάλων βαριών υλικών σιδήρου. Επίσης αντίστοιχοι κάδοι θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε βουλκανιζατέρ και τα παλιά ελαστικά να συλλέγονται για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Όλες αυτές οι μέθοδοι θα απέφεραν πολλαπλά οφέλη στο κράτος και συνολικά στην κοινωνία, μιας και πολλά «άχρηστα» υλικά θα μπορούσαν να

αξιοποιηθούν ξανά και ξανά αντί να στοιβάζονται και να μολύνουν την ατμόσφαιρα όντας εκτεθειμένα.

### Κάδοι συλλογής

Η συλλογή μέσω των κάδων αυτών καλύπτει πολλά διαφορετικά συστήματα. Οι βασικές κατηγορίες είναι μικτή αποκομιδή αποβλήτων, ανακυκλώσιμων και χωρισμός πηγής. Ένα όχημα αποκομιδής αποβλήτων παίρνει γενικά τα απόβλητα. Από τη μία πλευρά του φάσματος είναι η μικτή αποκομιδή αποβλήτων, στην οποία όλα τα ανακυκλώσιμα συλλέγονται μικτός μαζί με άλλα σκουπίδια, και το επιθυμητό υλικό καθαρίζεται και ταξινομείται. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο μέρος των ανακυκλώσιμων να είναι πολύ λερωμένα για επεξεργαστούν ξανά αλλά έχει και το βασικό πλεονεκτήματα επίσης: η εταιρία δεν χρειάζεται την αμοιβή για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων. Όποια υλικά χρειάζονται ως ανακυκλώσιμα είναι εύκολο να διαλεχτούν αφού όλη η διαδικασία συμβαίνει σε μια κεντρική θέση.

Σε αυτό το σύστημα συλλογής, όλα τα ανακυκλώσιμα από την αποκομιδή δεν αναμιγνύονται αλλά κρατιούνται χωριστά από άλλα απόβλητα. Αυτό μειώνει πολύ την ανάγκη για τον καθαρισμό μετά τη συλλογή αλλά απαιτεί τη δημόσια εκπαίδευση σε ποια υλικά είναι ανακυκλώσιμα.

### 2.1.3 Η συγκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών από δημόσιους χώρους.

#### Κέντρα drop-off



*Εικόνα 18: Κάδοι ανακύκλωσης στη Γερμανία*

Στα κέντρα αυτά ο κόσμος πηγαίνει τα ανακυκλώσιμα σε μια προκαθορισμένη θέση, είτε είναι εγκατεστημένος ένας κινητός σταθμός από το ίδιο το εργοστάσιο αποκομιδής και επεξεργασίας. Είναι ο ευκολότερος τρόπος συλλογής που έχει καθιερωθεί, αλλά πάσχει από τη χαμηλή και απρόβλεπτη απόδοση.

#### Κέντρα ανταποδοτικής πληρωμής





## *Εικόνα 19 : Κέντρο συλλογής ανακυκλούμενων υλικών με ανταπόδοση στο κέντρο της Αθήνας*

Τα κέντρα αυτά διαφέρουν δεδομένου ότι τα ανακυκλώσιμα αγοράζεται, παρέχοντας κατά συνέπεια ένα σαφές κίνητρο για τη χρησιμοποίηση τους και δημιουργώντας έναν πιο σταθερό ανεφοδιασμό. Το μετα-επεξεργασμένο υλικό μπορεί έπειτα να ξαναπωληθεί, δημιουργώντας ενδεχομένως ένα κέρδος. Δυστυχώς, κυβερνητικές επιχορηγήσεις είναι απαραίτητες για να κάνουν τα κέντρα αυτά μια βιώσιμη επιχείρηση. [2]

### **2.1.4 Σκέψεις για βελτίωση της συγκομιδή**

Βασικός παράγοντας στη βελτίωση της συγκομιδής των ανακυκλώσιμων είναι να γίνει αντιληπτό από την κοινωνία πως όλα τα προϊόντα μπορούν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο να χρησιμοποιηθούν ξανά με τη ίδια ή με διαφορετική μορφή, κατόπιν επεξεργασίας.

Σε αυτό σίγουρα συμβάλει η σωστή διαπαιδαγώγηση της κοινωνίας για τα οφέλη που έχει στο περιβάλλον η ανακύκλωση, αλλά και στον ίδιο τον άνθρωπο. Σίγουρα όμως κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα εφικτό σε μια κοινωνία όπου τα πάντα μεταφράζονται ως εμπορεύματα.

Ο λόγος είναι απλός, τίποτα που δεν έχει το μέγιστο δυνατό κέρδος για τον επιχειρηματία δεν πρόκειται να αναπτυχθεί. Δηλαδή αρκετά από αυτά που αναφέρουμε ως ιδέες για την προστασία των εργαζόμενων και την ανάπτυξη συνολικά της ανακύκλωσης θα μένουν στα χαρτιά αν δε βγάζουν κέρδη οι επιχειρήσεις, ακόμα κι αν ακούγονται ιδανικά.

Μια σκέψη είναι να φτιαχτού σε δημόσιους χώρους κάδοι ανακύκλωσης ανά υλικό οι οποίοι θα είναι υπόγειοι. Έτσι ούτε οι πολίτες θα έρχονται σε επαφή με τα απορρίμματα ούτε δυσάρεστες οσμές θα υπάρχουν στον αέρα. Επίσης δε θα υπάρχουν συσσωρευμένοι σοροί απορριμμάτων. Οι κάδοι αυτοί μπορεί να διαθέτουν σύστημα συμπίεσης για να μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων και να μπορούν

να αξιοποιηθούν άμεσα μιας και το αποτέλεσμα θα είναι μια ομογενοποιημένη μάζα π. χ. από χαρτί ή αλουμίνιο.

Ένα άλλο μέτρο το οποίο θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε κατοικίες, και χώρους εργασίας είναι το εξής. Ένα δίκτυο εξωτερικά του κτηρίου με αγωγούς όπου θα καταλήγουν τα ανακυκλώσιμα σε press container ανά κατηγορία. Δηλαδή σε κάθε διαμέρισμα ή κάθε όροφο θα πρέπει να υπάρχουν συλλέκτες, ένα για κάθε κατηγορία. Αυτοί μέσω αγωγών θα καταλήγουν σε container εφοδιασμένα με πρέσες τα οποία θα συλλέγουν και θα συμπιέζουν τα ανακυκλώσιμα. Τα αποτελέσματα αυτών θα προσκομίζετε στους χώρους επεξεργασίας για τα περαιτέρω.

Όλα αυτά απαιτούν μελέτη και κατασκευή η οποία πρέπει να γίνει από το κράτος και να μη μπαίνει σε κριτήριο το κέρδος.

## **2.2 Μέτρα προστασίας στη συγκομιδή.**

Σύμφωνα με τον εκτελεστικό οργανισμό υγείας και ασφάλειας της Αγγλίας μπορεί να υπάρξει διαταραχή της υγείας μέσω 4 τρόπων, μέσω :

- επαφή με το δέρμα, ειδικότερα μέσω εγκοπών και εκδορών ή μέσω της επαφής με το βλεννογόνο του ματιού
- έγχυσης από τραυματισμούς από αιχμηρά αντικείμενα
- κατάποσης, όταν έρθει το χέρι σε επαφή με το στόμα (συνήθως με το φαγητό, το ποτό ή το κάπνισμα), και
- εισπνοής, μέσω των πνευμόνων

Στους κίνδυνους για την υγεία που μπορεί να προκύψουν κατά τη συλλογή και τη διαλογή των αποβλήτων και ανακυκλώσιμων υλικών περιλαμβάνονται:

- τα κόπρανα που παρουσιάζονται σε πάνες, και σε πάνες ακράτειας
- τα ζωικά απόβλητα από τα κατοικίδια ζώα
- τα πτώματα ζώων
- τα περιττώματα των τροκτικών που υπάρχουν στους χώρους

- τα επικίνδυνα υγρά όπως βερνίκια βαφής, και προϊόντα καθαρισμού
- παταρίες και τα υγρά αυτών
- τα μολυσματικά υλικά μέσα που χρησιμοποιούνται σχετικά με το αίμα π. χ. βελόνες / σύριγγες και λοιπά φάρμακα
- τα σπασμένα γυαλιά και τα σκουριασμένα σίδερα, τα scrap.

Αποτελεί νομική υποχρέωση για τους εργοδότες να προβούν σε αξιολόγηση του κινδύνου των δραστηριοτήτων τους για τον εντοπισμό, όπου απαιτούνται μέτρων ελέγχου. Η διαδικασία αξιολόγησης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Τον προσδιορισμό των κινδύνων,
- Την αξιολόγηση των επιπτώσεων από την έκθεση σε αυτούς τους κινδύνους
- Τον προσδιορισμό μέτρων προστασίας και ελέγχου των συστημάτων που είναι απαραίτητα για τον έλεγχο των κινδύνων αυτών

Οι εργαζόμενοι στους χώρους εργασίας αυτούς γνωρίζουν καλύτερα τους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται γι' αυτό θα πρέπει να παίζουν καθοριστικό ρόλο τη λήψη όποιων μέτρων προστασίας χρειάζονται, καθημερινά, και να τα απαιτούν.

Θα πρέπει να υπάρχει συνεχής πρόληψη για την όσο το δυνατό λιγότερη έκθεση των εργαζόμενων σε επικίνδυνες ουσίες.

Ένα μέσο προστασίας είναι ο εμβολιασμός των εργαζόμενων ο οποίος όμως δεν μπορεί να είναι 100% αποτελεσματικός. Είναι, ίσως, η τελευταία γραμμή άμυνας για τους εργαζόμενους.

Το καλύτερο είναι όλοι εργαζόμενοι στον τομέα της ανακύκλωσης να μπορούν συνεχώς να επιβλέπουν την υγεία τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Ορισμένα μέτρα που βοηθούν σε μερική πρόληψη είναι τα εξής:

- σαφείς οδηγίες για την εργασία

- εκπαίδευση όλου του προσωπικού για την τήρηση των μέτρων προστασίας
- ενημέρωση όλης της κοινωνίας για η σωστή συλλογή των ανακυκλώσιμων, ούτως ώστε να βοηθούν στην όσο το δυνατό λιγότερη έκθεση των εργαζόμενων στους τυχόν κινδύνους
- τακτικό έλεγχο και παρακολούθηση για να εξασφαλιστεί ότι το σύστημα λειτουργεί όπως έχει προγραμματιστεί.
- Οργάνωση των εργαζομένων για να μπορούν να επιβάλουν τα μέτρα αυτά στους χώρους εργασίας
- Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στη διαλογή. Χρήση ρομποτικών βραχιόνων που θα κάνουν τη διαλογή χωρίς να έρχεται σε επαφή ο εργαζόμενος με τα επικίνδυνα απορρίμματα.

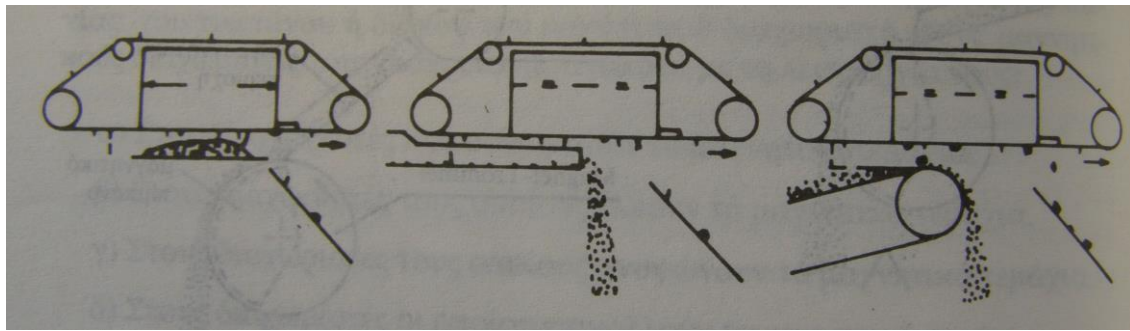
Ορισμένοι κίνδυνοι για την υγεία που υπάρχουν στα απορρίμματα και την ανακύκλωση:

- Δερματίτιδα και δερματικές παθήσεις
- Λοιμώδη νοσήματα,
- Βακτήρια και ιοί
- Τέτανος
- Λεπτοσπείρωση (νόσος του Weil)
- Τοξοκαρίαση
- HIV και ηπατίτιδας B
- Ηπατίτιδας A
- Μύκητες
- Σαλμονέλλωση

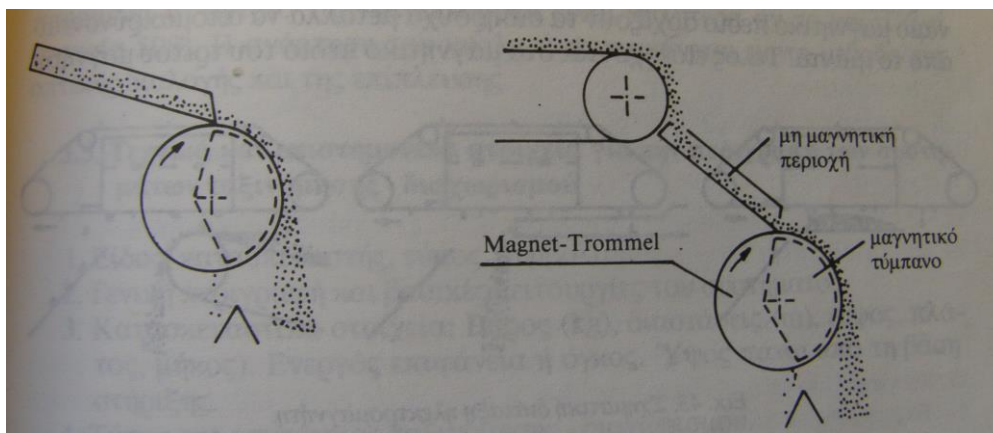
### 2.3 Τεχνικές στην ανακύκλωση

**Οι τεχνικές στη διαλογή των ανακυκλώσιμων είναι βασισμένες σε βασικά χαρακτηριστικά των υλικών**

**π.χ. για τη διαλογή μεταλλικών ανακυκλώσιμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω διάταξη με ηλεκτρομαγνητή**

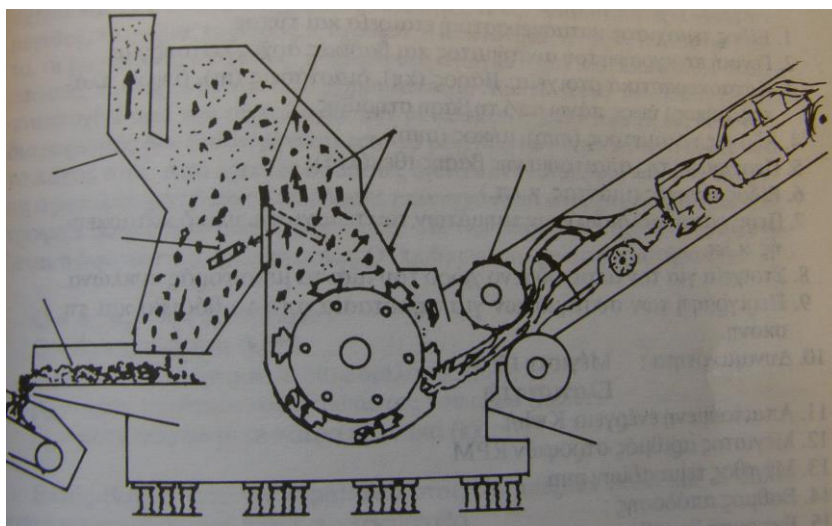


**Εικόνα 20 : Διαταξη ηλεκτρομαγνητη**



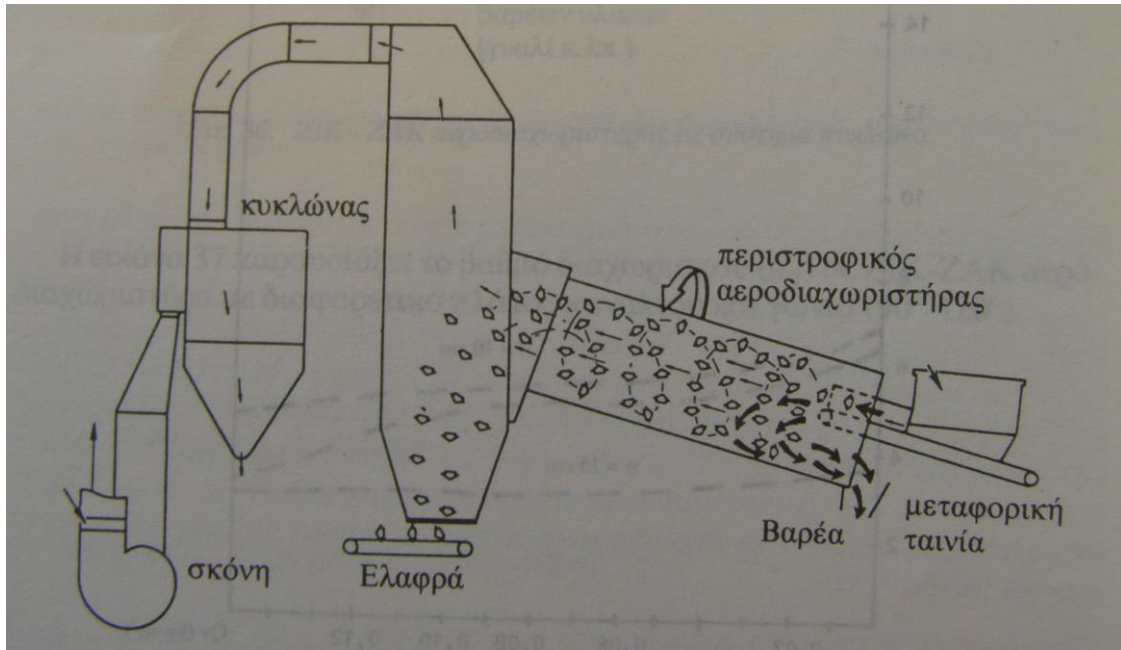
**Εικόνα 21 : Διαλογή με μαγνητικό τυμπανο**

Για τη διαλογή ογκώδων απορριμμάτων, όπως οχήματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ταμαχιστήης οσοπίος εφοδιασμένος μπορεί να συνθλβει τα οχήματα και να τα θριματίζει για την περαιτέρω επεξεργασία τους.



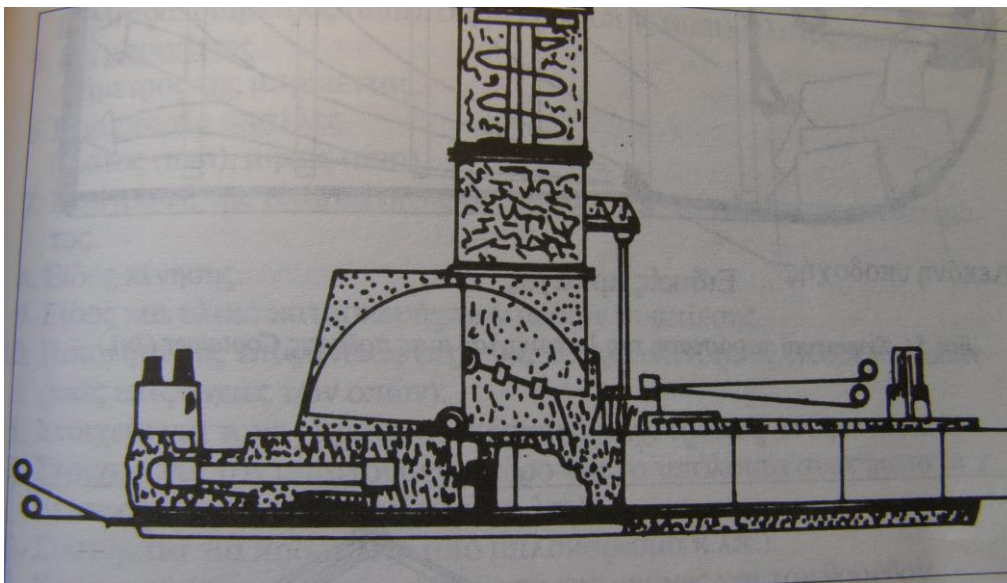
**Εικόνα 22 : Τεμαχισμός οχημάτων**

Για χαρτιά μια διάταξη σα την ακόλουθει θα μπορούς να αξιοποιηθεί για να κάνει τη διαλογή τους πιο εύκολη. Με τη χρήση κυκλώνα από αέρα θα μπορούσαν τα χαρτιά να διαλεχθούν από άλλα πιο βαριά αντικείμενα, όπως μπουκάλι από πλαστικό ή άλλα αντικείμενα.



**Εικόνα 23 : Διαχωριστής με βάση τον αέρα**

Τα αποτελέσματα του διαχωρισμού θα καταλήγουν σε μια πεσα η οποία θα ομογενοποιεί τα απορρίματα και θα είναι έτοιμα για περαιτέρω επεξεργασία.



**Εικόνα 24 : Σχηματική παρασταση πρεσας**

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 3.1 Οχήματα συγκομιδής.

#### Προσαγωγή

Τα απορρίμματα είναι ένα εξαιρετικά ανομοιογενές υλικό και προσάγονται στην εγκατάσταση αποτέφρωσης σε μη συνεχή βάση, αλλά η καύση τους πρέπει να είναι συνεχής και το καιγόμενο υλικό κατά το δυνατόν ομοιογενές. Ως εκ τούτου είναι απαραίτητος ένας χώρος ενδιάμεσης αποθήκευσης και ομογενοποίησης μεταξύ της ασυνεχούς προσαγωγής και της συνεχούς καύσης.

Τα απορρίμματα προσάγονται στην εγκατάσταση αποτέφρωσης (μονάδα καύσης) είτε με απορριμματοφόρα (ΟΤΑ ή ιδιωτικών φορέων αποκομιδής), είτε μέσα σε κοντέινερς (οδικώς ή σιδηροδρομικώς) προερχόμενα από σταθμούς μεταφόρτωσης, όπως επίσης και οδικώς από μεμονωμένους μικροπαραγωγούς (βιοτεχνίες, πολίτες) και κατά κανόνα υπόκεινται σε δειγματοληψία για προσδιορισμό της σύστασής τους..

#### Οδική προσαγωγή



## *Εικόνα 24: Οχήμα συλλογής απορριμμάτων*

Κατάλληλα οχήματα είναι απορριμματοφόρα, κοντέινερς (ανοικτά ή κλειστά) όπως και οχήματα μικροπαραγωγών. Για την εξασφάλιση της ομαλής προσαγωγής ιδίως σε ώρες αιχμής απαιτούνται μία σειρά από κατασκευαστικά μέτρα :

- Χώρος αναμονής οχημάτων πριν τις ζυγαριές.
- ζυγαριές εισόδου, εφοδιασμένες με ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής.
- Χώρος αναμονής οχημάτων στο δρόμο μεταξύ ζυγαριών και χώρου ξεφορτώματος.
- Αίθουσα ξεφορτώματος, κατά κανόνα με ράμπα προσέγγισης και θερμαινόμενη το
- χειμώνα.

Η είσοδος και η έξοδος οχημάτων ελέγχονται με σηματοδότες. Οι θύρες εισόδου και εξόδου είναι ενσωματωμένες σε μία προς αποφυγή δημιουργίας ρευμάτων αέρα. Το ύψος της αίθουσας πρέπει να είναι επαρκές ακόμη και για ξεφόρτωμα κοντέινερς (γύρω στα 9,5 m).

Ζυγαριά εξόδου όπως και δεύτερη έξοδος χωρίς ζυγαριά για οχήματα με γνωστό (αποθηκευμένο στο σύστημα καταγραφής) καθαρό βάρος.

Εκτός από τις διαδρομές εισόδου και εξόδου για τα απορριμματοφόρα, προβλέπονται και διαδρομές για πυροσβεστικά οχήματα, προμηθευτές ανταλλακτικών, προσωπικό και επισκέπτες.



## Απορριματοφόρα

- Οχήματα για την εκκένωση των κάδων.
- Οχήματα πλευρικής φόρτωσης.
- Οχήματα που λειτουργούν με ανυψωτικό γερανό.
- Οχήματα εμπρόσθιας φόρτωσης

## Σιδηροδρομική προσαγωγή

Σχετικά με τη σιδηροδρομική μεταφορά των απορριμμάτων στη μονάδα καύσης, υπάρχουν γενικά δύο κύριες κατηγορίες κοντέινερς, τα ανοικτά και τα κλειστά. Τα κλειστά γεμίζουν με πρέσα (σταθμός μεταφόρτωσης), έχουν δυναμικότητα μέχρι και 20 τόνους, συνδέονται μέχρι και 2 σε 1 συρμό και μπορούν να μεταφερθούν μόνον με γερανό, ενώ για την εκκένωσή τους οδηγούνται στην άκρη της τάφρου σε ειδικά σημεία και εκφορτώνουν υδραυλικά.

### 3.2 Μέθοδοι συμπίεσης και αποθήκευσης ανακυκλώσιμων υλικών.

#### Ομογενοποίηση και στοίβαγμα των απορριμμάτων



*Εικόνα 25: Συμπιεσμένα υλικά*

Τα απορρίμματα που προορίζονται για καύση καλύπτουν ένα ιδιαίτερα μεγάλο εύρος υλικών και συστατικών, κάτι που δημιουργεί σοβαρές περιπλοκές στις φάσεις της καύσης και του καθαρισμού καυσαερίων. Ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση του απαιτούμενου εξοπλισμού δε μπορεί να γίνει για μέγιστα αλλά για μέσες τιμές και, ως εκ τούτου πρέπει να αποφευχθούν αιχμές και απότομες διακυμάνσεις των περιεκτικότητων σε επικίνδυνες ουσίες και της θερμογόνου δύναμης. Επίσης πρέπει να περιορισθεί το μέγεθος των καιγόμενων απορριμμάτων με γνώμονα το χρόνο παραμονής τους στην εσχάρα καύσης (χρόνος αποτέφρωσης). Οι παραπάνω στόχοι επιτυγχάνονται με θρυμματισμό και καλή ανάμιξη.

## Θρυμματισμός ογκωδών απορριμμάτων

Τα ογκώδη απορρίμματα ανέκαθεν θρυμματίζονταν πριν καούν. Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις για την ποιότητα της καύσης και τον καθαρισμό των καυσαερίων έχουν τελευταία επιβάλλει και το θρυμματισμό και άλλων απορριμμάτων που ανήκουν στις κατηγορίες οικιακά και εμπορικά. Για το θρυμματισμό των απορριμμάτων στις μονάδες καύσης χρησιμοποιούνται κυρίως περιστροφικοί κοπτήρες και κοπτήρες τύπου γκιλοτίνας. Οι κοπτήρες χρησιμοποιούνται για ιδιαίτερα βαριά και ανθεκτικά απορρίμματα. Οι περιστροφικοί κοπτήρες ανήκουν στην κατηγορία των μύλων-κοπτήρων, εμφανίζονται σε μοντέλα με 1 ή 2 κοπτήρες, δουλεύουν σε 20-60 στροφές/min και έχουν μηχανισμό αυτόματου φρεναρίσματος και μερικής αναστροφής σε περίπτωση υπερφόρτισης.

## Τάφος απορριμμάτων

Οι τάφοι απορριμμάτων διαστασιολογούνται για ενδιάμεση αποθήκευση ποσότητας 3-5 ημερών. Παράδειγμα: Ετήσια παραγωγή 200.000 τόνοι (τα μισά απορρίμματα της Θεσσαλονίκης) συνεπάγεται 3.850 τόνοι/εβδομάδα ή 770 τόνοι/ημέρα (μέση τιμή πενθημέρου). Για χωρητικότητα τάφρου ικανή για αποθήκευση ποσότητας 4 ημερών, για μία πυκνότητα απορριμμάτων μετά την εκφόρτωσή τους στην τάφρο 300 kg/m<sup>3</sup> και με μία διακύμανση +/- 10% στην προσαγόμενη ποσότητα απορριμμάτων προκύπτει αναγκαίος όγκος τάφρου:  $770.000 \cdot 1,1 \cdot 4 / 300 = 11.300 \text{ m}^3$  (όγκος κύβου ακμής 22,4 m<sup>3</sup>). Η τάφος χωρίζεται στις ακόλουθες επιμέρους ζώνες:

- Ζώνη ξεφορτώματος.

- Ζώνη ανάμιξης.
- Ζώνη στοιβάγματος (κλίση του σωρού: 80-85°).

Υπάρχουν 2 κύριες κατασκευαστικές παραλλαγές της τάφρου, η τάφρος βάθους και η επιφανειακή, με τις σημερινές υψηλές απαιτήσεις σε μία μονάδα καύσης απορριμμάτων να μπορούν να εκπληρωθούν καλύτερα με την επιφανειακή, αλλά στην πράξη να προτιμάται κάποια μέση λύση μεταξύ των δύο.

Η τάφρος βάθους είναι στενή και ψηλή. Η διαφορά ύψους μεταξύ του επιπέδου εκφόρτωσης και του δαπέδου της τάφρου είναι περίπου 10 m. Πλεονεκτήματά της είναι οι μικρές διαδρομές του γερανού και οι μικρές απαιτήσεις σε επιφάνεια.

Μειονεκτήματα αποτελούν η δαπανηρή θεμελίωση (ασφάλιση έναντι ανώσεως στην περίπτωση που η κατασκευή φθάσει στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα), ο κίνδυνος αυτανάφλεξης (σε περιπτώσεις μεγάλου στοιβάγματος) και ο περιορισμένος διατιθέμενος χώρος (πλάτος τάφρου) για την ανάμιξη των απορριμμάτων.

Στην επιφανειακή τάφρο, η υψομετρική διαφορά μεταξύ επιπέδου εκφόρτωσης και δαπέδου τάφρου είναι 4-5 m. Το πλάτος της τίθεται κοντά στη μέγιστη διαδρομή του γερανού (30 m μείον το πλάτος της χοάνης τροφοδοσίας). Πλεονεκτήματα της παραλλαγής αυτής αποτελούν η φθηνή θεμελίωση και ο επαρκής διαθέσιμος χώρος για ανάμιξη των απορριμμάτων. Στα μειονεκτήματα κατατάσσονται η μεγάλη διαδρομή του γερανού και οι υψηλές απαιτήσεις σε επιφάνεια.

### **3.3 Μέθοδοι καύσης επικίνδυνων απορριμμάτων.**

#### *3.3.1 Θερμική επεξεργασία απορριμμάτων*

Στην θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων ανήκουν ως επί το πλείστον η Καύση και η Πυρόλυση. Στη σύγχρονη διαχείριση των απορριμμάτων η καύση ή η πυρόλυση επεξεργάζεται τα μη δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν απορρίμματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αδρανοποιηθούν με παράλληλη μείωση του όγκου τους και χρήση της θερμογόνου τιμής τους. Είναι φανερό ότι τα απορρίμματα δεν αποτελούν μια εύκολη καύσιμη ύλη αν λάβει κανείς υπόψιν του την ανομοιογενή και όχι σταθερή σύνθεση τους από οργανική και ανόργανη ύλη. Είναι, μια δοκιμασμένη μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων και εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε χώρες οι οποίες αντιμετωπίζουν πρόβλημα χώρου (γης). Σκοπός της θερμικής επεξεργασίας είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων, η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία και η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας ως θέρμανση, ατμό, ηλεκτρικό ρεύμα, ή καύσιμο υλικό. Οι πρώτες εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων κατασκευάσθηκαν στο τέλος του 18ου Αιώνα, στο Νότιγχαμ της Αγγλίας, στο Αμβούργο της Γερμανίας και στο λιμάνι της Νέας Υόρκης. Κατά την περίοδο 1920 -1950 υπήρξε μεγάλη ανάπτυξη στο σχεδιασμό συστημάτων καύσης στην Ευρώπη και ΗΠΑ. Σήμερα η καύση κατέχει παγκοσμίως την δεύτερη θέση στην διάθεση των απορριμμάτων. Η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων διαθέτει, τρία βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον ελαττώνει κατά πολύ τον όγκο των απορριμμάτων 90% και την μάζα κατά 70%, δεύτερον μπορεί να σχεδιασθεί και, για μικρές και για μεγάλες ποσότητες και τρίτον επιτυγχάνεται ανάκτηση και αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας.

Τα μειονεκτήματα της είναι : Τα υψηλά κόστη κατασκευής και λειτουργίας, η απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού, η μη χρησιμοποίηση (αξιοποίηση) υλικών από τα απορρίμματα, η δυσκολία χρήσης της παραγόμενης θερμότητας, ιδίως σε μικρές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και η χρήση των δαπανηρών συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Σήμερα οι εγκαταστάσεις δυναμικότητας μικρότερης των 250 t/d είναι εξαιρετικά δαπανηρές έως και απαγορευτικές. Η εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης βασισμένη στη διαλογή χρήσιμων υλικών, επιφέρει αλλαγές στο σχεδιασμό και λειτουργία των μονάδων θερμικής επεξεργασίας. Οι επεμβάσεις στις μονάδες θερμικής επεξεργασίας με τα νέα δεδομένα (εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής χρήσιμων υλικών στη πηγή) θα τελειοποιηθούν μετά από έρευνα και ανάπτυξη και θα αφορούν τα συστήματα εισαγωγής και τροφοδοσίας των απορριμμάτων, ρύθμισης των εστιών καύσης, λεβήτων των μονάδων καθαρισμού των αερίων και γενικά των παραμέτρων θερμοκρασίας, πίεσης χρόνου και παραμονής των παραγόμενων αερίων στην εστία καύσης. Σήμερα καίγονται στην Ευρώπη 33 εκατομμύρια τόνοι οικιακών απορριμμάτων με ενεργειακή αξιοποίηση.

### **3.3.2 Βασικά χαρακτηριστικά και έννοιες της καύσης**

Τα βασικά χαρακτηριστικά της καύσης είναι: η φλόγα, (το μέτωπο της, η ταχύτητα της, η σταθερότητα της, η θερμοκρασία της), η θερμοκρασία του φλογοθαλάμου, ο έλεγχος της, η δύνη των αερίων στο φλογοθάλαμο και ο χρόνος παραμονής της καύσιμης ύλης και των αερίων.

Η φλόγα είναι η ζώνη όπου λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις της καύσης και παράγεται ορατή ακτινοβολία. Το μέτωπο της φλόγας ορίζεται ως η περιοχή μεταξύ του μίγματος των απορριμμάτων - αέρα και των προϊόντων της καύσης. Η πραγματική θερμοκρασία της φλόγας διαφέρει από την θεωρητική, γιατί η ενθαλπία των προϊόντων της καύσης δεν είναι ισοδύναμη με την ενθαλπία των αντιδρώντων. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχουν απώλειες. Η θερμοκρασία του φλογοθαλάμου εξαρτάται από την θερμογόνο τιμή των απορριμμάτων, τον σχεδιασμό του φλογοθαλάμου, την παροχή του αέρα και τον έλεγχο της καύσης. Λέγοντας έλεγχο θερμοκρασίας του φλογοθαλάμου εννοούμε τον έλεγχο του μίγματος αέρα-καύσιμης ύλης και τη μεταφορά της θερμότητας. Η δύνη εκφράζει τη σχέση της καύσιμης ύλης και του αέρα για καύση στο φλογοθάλαμο. Όλες οι μονάδες καύσης χρησιμοποιούν για την καταστροφή του κλάσματος το οποίο καίγεται στα απορρίμματα ,αέρα και θερμότητα. Γι' αυτό τον λόγο οι υπολογισμοί για την καύση είναι βασικά οι ίδιοι για κάθε σύστημα. Συμπερασματικά βασικοί παράγοντες στις μονάδες θερμικής επεξεργασίας είναι η θερμοκρασία στον φλογοθάλαμο, ο χρόνος παραμονής των προϊόντων καύσης και η δύνη μέσα στον φλογοθάλαμο. Η φλόγα δεν προέρχεται απ' ευθείας από τα απορρίμματα αλλά από την παραγόμενη από αυτά αέρια φάση μετά την ανάμειξη με τον απαιτούμενο αέρα καύσης. Όλες οι αντιδράσεις στην καύση είναι εξώθερμες και σε μια πλήρη καύση από τους υδρογονάνθρακες σχηματίζεται διοξείδιο του άνθρακα και ατμός ενώ στην μη πλήρη καύση μονοξείδιο του άνθρακα, κάπνα(άνθρακας) και ελεύθερο υδρογόνο.

### 3.3.3 Μηχανισμός της καύσης

Καύση είναι η οξείδωση δηλαδή η ένωση των χημικών στοιχείων με οξυγόνο και αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία. Προϋποθέσεις για μια πλήρη καύση:

- Αρκετό καύσιμο υλικό και οξειδωτικό μέσο (O<sub>2</sub>) στην εστία καύσης.
- Εφικτή θερμοκρασία ανάφλεξης.
- Σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης-οξυγόνου).
- Συνεχής απομάκρυνση των αερίων, τα οποία παράγονται από την καύση.
- Συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης.

Η ταχύτητα της θερμικής διαδικασίας επηρεάζεται από την ειδική επιφάνεια και την αγωγιμότητα των απορριμμάτων κάτι που ήταν αδύνατον μέχρι σήμερα να προσδιορισθεί λόγω της ετερογενούς σύνθεσης των απορριμμάτων. Μια βασική παράμετρος στην καύση είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης η οποία συνήθως είναι 400°C.

#### 3.3.4 Δομή μιας μονάδας καύσης

Κατά την καύση λαμβάνουν χώρα οι εξής φυσικές και χημικές διεργασίες:

- Ξήρανση
- Απαερίωση
- Εξαερίωση
- Καύση

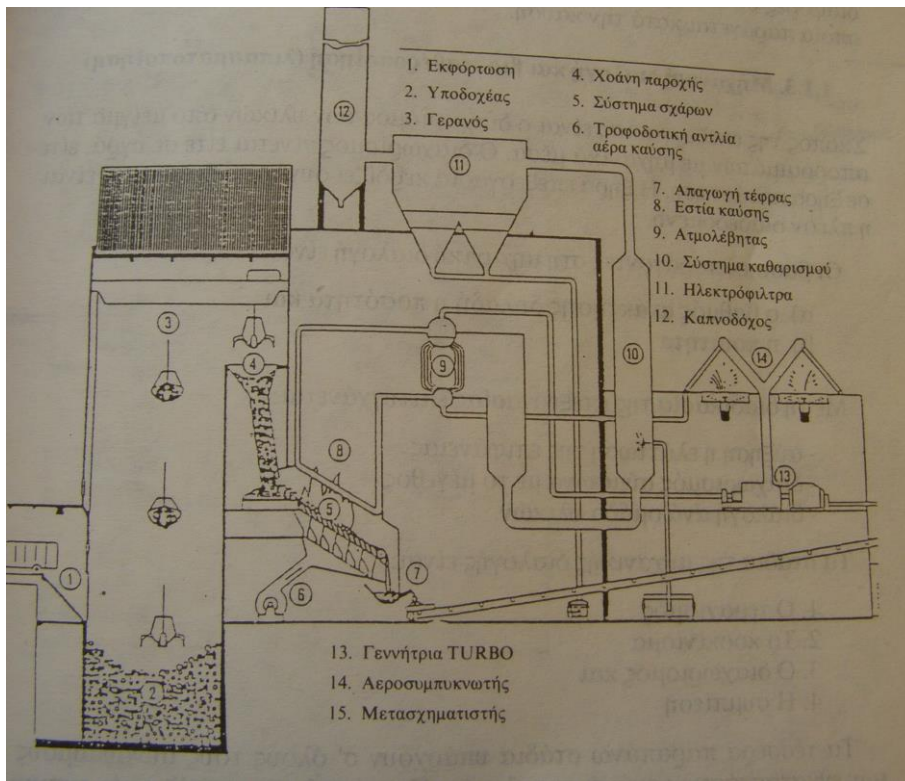
Η ξήρανση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται από την ακτινοβολία περίπου στους 100°C. Η απαιτούμενη για την ξήρανση θερμότητα εξαρτάται από την σύνθεση των απορριμμάτων και την περιεκτικότητά τους σε υγρασία.



Η απαερίωση συντελείται στους 250-900°C, κατά την οποία απομακρύνονται οι πτητικές ουσίες. Η εξαερίωση περιλαμβάνει την μετατροπή των ανθρακούχων υλικών με υψηλές θερμοκρασίες, σε αέριο καύσιμο υλικό. Η θερμοκρασία σ' αυτή τη ζώνη είναι 800°C - 115°C και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 1150°C. Εάν ξεπεράσει αυτή τη θερμοκρασία θα δημιουργηθεί πρόβλημα διάβρωσης από τη τήξη της στάχτης.

Μια μονάδα καύσης αποτελείται από τα τμήματα:

- Παραλαβής των απορριμμάτων (Χώρος Υποδοχής)
- Προεπεξεργασίας
- Τροφοδοσίας
- Εστίας Καύσης
- Λέβητα - αξιοποίησης θερμότητας
- Απομάκρυνσης υπολειμμάτων (Σκωρίας)
- Καθαρισμού αερίων – Καπνοδόχου



Εικόνα 26: Μονάδα καύσης απορριμμάτων

## 4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 4.1 Οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (X.Y.T.A.).

Η υγειονομική ταφή είναι η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα που πρόκειται να διατεθούν διαστρώνονται σε στρώσεις ύψους 2-3 μέτρων, συμπιέζονται και καλύπτονται με κατάλληλο αδρανές υλικό στο τέλος της καθημερινής λειτουργίας. Όταν ο χώρος διάθεσης φθάσει στην τελική του χωρητικότητα, τοποθετείται μια τελική στρώση αδρανούς υλικού πάχους 0,60 m περίπου και μετά στρώμα χώματος κατάλληλο για δένδροφύτευση, ώστε να αποκατασταθεί τελικά το τοπίο. Οι χώροι υγειονομικής ταφής δεν πρέπει να συγχέονται με τους χώρους ανεξέλεγκτης απόρριψης, φαινόμενο ιδιαίτερα συχνό στη χώρα μας, οι οποίοι αποτελούν εστίες ρύπανσης του περιβάλλοντός και πηγές ανάφλεξης. Αντίθετα η υγειονομική ταφή είναι όχι απλώς μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος διάθεσης αλλά επίσης ένας άριστος τρόπος για την αξιοποίηση αχρήστων χώρων και για την περιβαλλοντική τους αποκατάσταση. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής προϋποθέτει την εφαρμογή μιας σειράς επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών αρχών.

Οι διεργασίες στους χώρους της Υγειονομικής Ταφής είναι η γήρανση, η αποσάθρωση και η δημιουργία στραγγισμάτων. Η γήρανση είναι το σύνολο των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στο εναποτιθέμενο υλικό που σε κανονικές συνθήκες υγρασίας δεν επηρεάζονται από παράγοντες που προέρχονται από την επιφάνεια. Πρόκειται κυρίως για αναερόβια διεργασία κατά την οποία η οργανική ύλη μετατρέπεται με την βιολογική αποσύνθεση. Παράλληλα συμβαίνει και ισχυρή ορυκτοποίηση με μετατροπή των υδροξειδίων των μετάλλων σε σουλφίδια, ανθρακικά, πυριτικά και φωσφορικά άλατα. Η αποσάθρωση δρα αντίστροφα.

Διαβρώνει το υλικό και σχηματίζει πολλές ευδιάλυτες ουσίες. Υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ αποσάθρωσης και γήρανσης. Η φυσική αποσάθρωση που οφείλεται στο οξυγόνο και το CO<sub>2</sub>, επιδρά με μείωση του pH, διάλυση στερεών λόγω ανθρακικού οξέος και οξείδωση. Η βιολογική αποσάθρωση οδηγεί σε οξείδωση των οργανικών ουσιών προς CO<sub>2</sub> και των οργανικών αζωτούχων σε οργανικές ενώσεις που περιέχουν και θείο.

Τα στραγγίσματα αφορούν όλες τις ευδιάλυτες ουσίες που σχηματίστηκαν κατά τη γήρανση και τα διαλυτά προϊόντα της γήρανσης και της αποσάθρωσης. Οι ποσότητες τους εξαρτώνται από τη διεισδυτικότητα του νερού και ευνοείται η δημιουργία τους από μεγάλο ύψους στρώματα απορριμμάτων. Η αλληλοεπίδραση των φυσικοχημικών και βιολογικών φαινομένων που εξελίσσονται στη μάζα των απορριμμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του χώρου διάθεσης.

#### Επιλογή περιοχής για την κατασκευή χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

Η εξεύρεση χώρων για τη διάθεση των απορριμμάτων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Αυτό οφείλεται στο σχετικά μικρό διαθέσιμο χώρο της κάθε περιοχής, στην κακή διάθεση των απορριμμάτων μέχρι σήμερα (ανεξέλεγκτη απόρριψη), στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των κατοίκων και στο ότι δεν υπάρχει σωστός σχεδιασμός γι 'αυτό το τόσο σοβαρό θέμα. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη της εποχής μας να επιλεγούν οι χώροι διάθεσης των απορριμμάτων με αντικειμενικά και σωστά κριτήρια. Ο προσδιορισμός του χώρου πρέπει να συνοδεύεται από στοιχεία που θα αποδεικνύουν ότι πράγματι δεν υπάρχει

καταλληλότερος χώρος. Η συλλογή, η κωδικοποίηση και η αξιολόγηση των στοιχείων είναι από τα πλέον βασικά πράγματα για την εξεύρεση και προεπιλογή των χώρων διάθεσης. Αυτό οφείλεται στο σχετικά μικρό διαθέσιμο χώρο της κάθε περιοχής, στην κακή διάθεση των απορριμμάτων μέχρι σήμερα (ανεξέλεγκτη απόρριψη), στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των κατοίκων και στο ότι δεν υπάρχει σωστός σχεδιασμός γι 'αυτό το τόσο σοβαρό θέμα. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη της εποχής μας να επιλεγούν οι χώροι διάθεσης των απορριμμάτων με αντικειμενικά και σωστά κριτήρια.

Ο προσδιορισμός του χώρου πρέπει να συνοδεύεται από στοιχεία που θα αποδεικνύουν ότι πράγματι δεν υπάρχει καταλληλότερος χώρος. Η συλλογή, η κωδικοποίηση και η αξιολόγηση των στοιχείων είναι από τα πλέον βασικά πράγματα για την εξεύρεση και προεπιλογή των χώρων διάθεσης. Από την ορθή συλλογή και την αξιοπιστία των στοιχείων εξαρτάται και η σωστή ή καλύτερη τελική απόφαση της επιλογής του χώρου. Το μεγαλύτερο μέρος των σκουπιδιών καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) ή σε πολλές περιοχές της χώρας μας, σε χωματερές και μάλιστα παράνομες. Σήμερα πολλοί από αυτούς τους χώρους έχουν γεμίσει και η εύρεση νέων δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχει έντονη αντίδραση από τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών. Η δυσκολία χωροθέτησης νέων ΧΥΤΑ καθώς και το αυξημένο κόστος κατασκευής τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αυξάνουν δραματικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων και μπορεί να αναγκάσουν τους Δήμους σε αύξηση των δημοτικών τελών για την κάλυψη αυτού του κόστους.

Υγειονομική Ταφή είναι η μέθοδος της ελεγχόμενης και οργανωμένης διάθεσης των αποβλήτων στο έδαφος, στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ). Οι ΧΥΤΑ δεν θα πρέπει να συγχέονται με τις υπάρχουσες χωματερές όπου δεν υπάρχει

κατάλληλη υποδομή και η απόρριψη των αποβλήτων είναι συχνά ανεξέλεγκτη. Τα εργοστάσια υγειονομικής ταφής, κάνουν τέτοια επεξεργασία ώστε τίποτα από τα απορρίμματα που συγκεντρώνονται εκεί δεν πετάγεται. Πρώτα απ' όλα γίνεται διαλογή και ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά όπως γυαλί, χαρτί, μέταλλα, πάνε για ανακύκλωση. Άλλα υλικά συμπιέζονται και χάνουν το μεγαλύτερο μέρος από τον όγκο τους και γίνονται λιπάσματα.

#### **4.2 Εργοστάσιο μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ).**

##### **Εισαγωγή**

Το ΕΜΑΚ εντάσσεται στον γενικότερο περιβαλλοντικό σχεδιασμό του ΕΣΔΚΝΑ (Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής) και επεξεργάζεται το ένα τέταρτο περίπου της ποσότητας των παραγόμενων απορριμμάτων στη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής. Η Κοινοπραξία των παρακάτω εταιριών: «KRUGER A.S. - ΟΤΥΝΔ – Αντ. Ζαχαρόπουλος ΑΤΕ - ENVITEC A.E. - ΚΟΡΩΝΙΣ Α.Ε.» ήταν η ανάδοχος κατασκευάστρια του έργου. Η τεχνική εταιρεία περιβαλλοντικών έργων ENVITEC A.E. είχε την ευθύνη λειτουργίας του ΕΜΑΚ έως το 2010 και από το 2010 έως σήμερα την ευθύνη έχει η κοινοπραξία των εταιριών «ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. - ENVITEC A.E. ». Ενώ ο κύριος του Εργοστασίου είναι ο ΕΣΔΚΝΑ.

Η κατασκευή του εργοστασίου αποφασίστηκε το 1995, οι εργασίες άρχισαν το 1997 και τελείωσαν τον Ιούλιο του 2002. Το 2005 μετά την αποκατάσταση των φθορών που υπέστη το εργοστάσιο στις αρχές του 2003 και την έλευση της περιόδου δοκιμαστικής λειτουργίας ξεκίνησε η πλήρης λειτουργία. Στα μέσα του 2006 αφού πέρασε επιτυχώς τη δοκιμή απόδοσης, η οποία πραγματοποιήθηκε από διεθνή και ελληνικά πανεπιστήμια (Πανεπιστήμιο Δρέσδης, Πανεπιστήμιο Αθηνών και Γεωπονικό

Πανεπιστήμιο), το ΕΜΑΚ μπήκε στην περίοδο της αποδοτικής λειτουργίας με ολοένα και αυξανόμενη δυναμικότητα.

### **Δομή και σχεδιασμός λειτουργίας εργοστασίου**

Το εργοστάσιο είναι σχεδιασμένο βάσει της τεχνολογίας μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας (MBT, Mechanical biological treatment) η οποία στοχεύει στην ανάκτηση υλικών για την επιστροφή τους στο παραγωγικό κύκλωμα και μετατροπή των ζυμώσιμων υλικών (οργανικό κλάσμα) σε compost μέσα από αερόβιες (περίπτωση ΕΜΑΚ) ή αναερόβιες συνθήκες.

Το ΕΜΑΚ είναι ικανό να δέχεται καθημερινά 1300 τόνους σύμμεικτα δημοτικά απορρίμματα τα οποία απομένουν από τα ανεπτυγμένα στο νομό Αττικής συστήματα διαλογής στην πηγή (ΣΔΠ, π.χ. πρόγραμμα μπλε κάδων) καθώς και όλες τις διαθέσιμες ποσότητες πράσινων απορριμμάτων που συλλέγονται στους Δήμους της Αττικής (κλαδιά, φύλλα κ.τ.λ.). Αυτά διαχωρίζονται σε τρία βασικά ρεύματα, προς περαιτέρω επεξεργασία: Το ξηρό ρεύμα με την παραγωγή τυποποιημένου στερεού καυσίμου (RDF: αποτελείται κυρίως από χαρτικά, δηλαδή βιομάζα η οποία θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας), το οργανικό ρεύμα με παραγωγή εδαφοβελτιωτικού υλικού (compost) και το ρεύμα των συναθροιζόμενων αχρήστων. Επίσης ανακτώνται υλικά συσκευασίας, σιδηρούχα και αλουμινούχα υλικά που οδηγούνται για ανακύκλωση. Τα υπολείμματα (20-25% επί των εισερχομένων απορριμμάτων) δεματοποιούνται και μεταφέρονται στον παρακείμενο ΧΥΤΑ για ταφή και χρησιμοποιούνται ως δομικό υλικό για την πλήρωση των κυττάρων του ΧΥΤΑ.

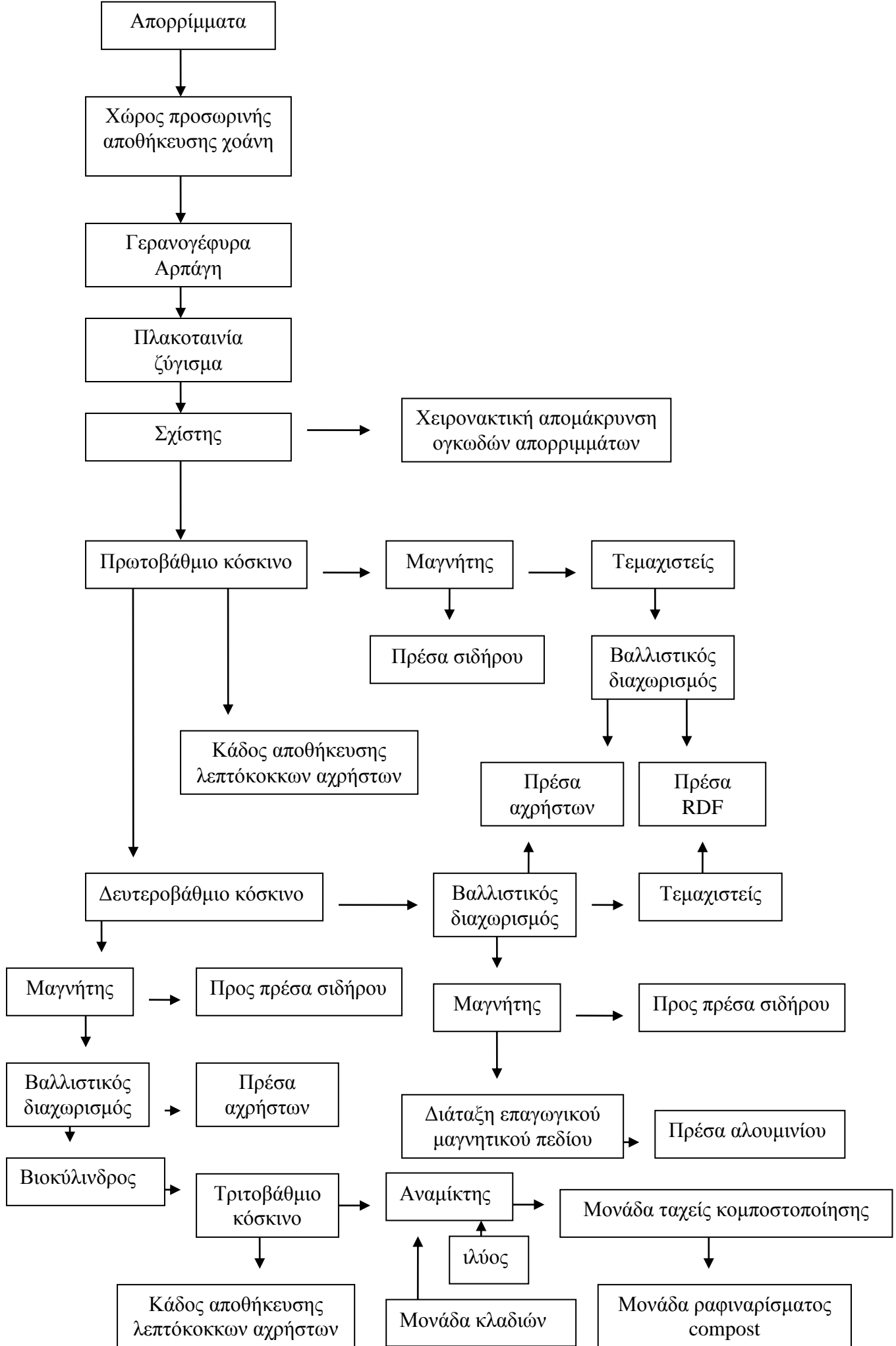
Λόγω της αυστηρότητας των εγκεκριμένων για το εργοστάσιο περιβαλλοντικών όρων, τα απαέρια από τις διεργασίες επεξεργάζονται, σε πλυντρίδες (scrubbers) και βιοφίλτρα ενώ έχει εγκατασταθεί και πλήρες σύστημα αποκονίωσης (βλέπε εικόνα 4.1.).



*Εικόνα 27: Στην πάνω μέρος της εικόνα φαίνεται η λευκή σωλήνα του συστήματος αποκονίωσης στην είσοδο του βιοκολίνδρου.*

Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί διάγραμμα όπου βλέπουμε τον σχεδιασμό λειτουργίας του εργοστασίου:





Διάγραμμα 4. Στο διάγραμμα φαίνεται ο σχεδιασμός λειτουργίας του ΕΜΑΚ στα Άνω Λιόσια

Το εργοστάσιο αποτελείται από τρεις πανομοιότυπες, ανεξάρτητες γραμμές παραγωγής, που μπορούν να δουλεύουν ανεξάρτητα η μια από την άλλη. Αλλά όλων αυτών τα προϊόντα καταλήγουν σε μια πρέσα αχρήστων, σε έναν κάδο αποθήκευσης λεπτόκοκκων αχρήστων (βλέπε εικόνα 4.2.), σε μια πρέσα μετάλλου, σε μια πρέσα αλουμινίου και το οργανικό καταλήγει τελικά όλο στην μονάδα ραφινάρισματος.



*Εικόνα 28: Κάδοι προσωρινής αποθήκευσης λεπτόκοκκων αχρήστων.*

### **3. Μονάδες και τμήματα εργοστασίου**

Το εργοστάσιο αποτελείται από έξι βασικές μονάδες οι οποίες με την σειρά τους χωρίζονται σε μικρότερα τμήματα.

Αυτές είναι:

1. Μονάδα υποδοχής απορριμμάτων
2. Μονάδα μηχανικής διαλογής
3. Μονάδα υποδοχής - τροφοδοσίας - ομογενοποιήσεις ιλύος/κλαδιών
4. Μονάδα ταχείας κομποστοποίησης - Δυναμικής ωρίμανσης
5. Μονάδα ραφινάρισματος compost
6. Μονάδα διαχείρισης υποπροϊόντων
7. Μονάδα αποθήκευσης – ωρίμανσης – τυποποίησης compost

Στην παρακάτω φωτογραφία από δορυφόρο (βλ. εικόνα 4.3.) φαίνεται το ΕΜΑΚ και είναι αριθμημένα με την ίδια αρίθμηση οι παραπάνω βασικές μονάδες.



***Εικόνα 29: ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων άποψη από δορυφόρο.***

Στα παρακάτω κεφάλαια της παρούσας εργασίας δίνεται αναλυτικά τα μέρη και η λειτουργία αυτών των μονάδων.

Το εργοστάσιο για να λειτουργήσει της παραπάνω βασικές μονάδες και τα τμήματα στα ποία αυτές διαιρούνται έχει ανάγκη ανθρώπινο δυναμικό, τόσο στην παραγωγής όσο και σε βοηθητικά τμήματα που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του εργοστασίου. Αυτά είναι:

Το τμήμα των χειριστών Γερανογέφυρας αρπάγης όπου τροφοδοτούν αδιάλειπτα την παραγωγή με υλικό ελέγχουν την τροφοδοτούμενη ποσότητα. Κατανέμουν ομοιόμορφα το υλικό στον προσωρινό χώρο αποθήκευσης (χοάνη) που εναποθέτουν τα απορριμματοφόρα των δήμων και τα φορτηγά διακομιδής.

Τα τμήματα χειριστών scada. Στην ουσία οι χειριστές αυτοί ελέγχουν μέσω υπολογιστών και καμερών παρακολούθησης όλα τα

στάδια της παραγωγής. Έλεγχου θερμοκρασίες, πιέσεις αέρα κ.α. ανάλογα με το στάδιο της παραγωγής. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας ενημερώνουν τον εργοδηγό παραγωγής για να παρέμβει.

Το τμήματα εργοδηγών παραγωγής είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία του εργοστασίου. Για την εκκίνηση και το σταμάτημα των διαφόρων τμημάτων του εργοστασίου. Για τον έλεγχο του ρυθμού παραγωγής, τον ποσοτήτων προϊόντων με βάση το ημερήσιο πλάνο παραγωγής, που τους έχει δώσει ο μηχανικός παραγωγής. Έχει την ευθύνη για τους εργάτες παραγωγής που έχει στο τομέα του. Επίσης έχει την ευθύνη να καλέσει τα αντίστοιχα τεχνικά τμήματα ηλεκτρολόγων, μηχανικών για να παρέμβουν.

Υπάρχουν ακόμα τρία τμήματα των ηλεκτρολόγων, των μηχανικών, και το συνεργείο οχημάτων. Το καθένα από αυτά έχει τον δικό του χώρο με εργαλεία και μηχανήματα και έχει την ευθύνη της συντήρησης μηχανημάτων και εγκαταστάσεων. Το καθένα στον τομέα που του αναλογεί και παρεμβαίνει και σε βλάβες κατά την παραγωγή όποτε του ζητηθεί.

Το τμήμα των εργαστηρίων όπου κάνουν καθημερινούς ελέγχους (χημικούς κ.ά.) για την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος (π.χ. περιεκτικότητα compost σε βαρέα μέταλλα).

Το τμήμα αποθήκης υλικού (αποθήκη ανταλλακτικών).

Τέλος το τμήμα του διευθυντικού και διοικητικού προσωπικού. Σε αυτούς εντάσσονται και ο γιατρός εργασίας και οι νοσηλεύτρια. Φύλακες κ.τ.λ.

#### **4. Κύρια προϊόντα**

Το ΕΜΑΚ ανακτά το συντριπτικό ποσοστό των οργανικών υλικών που εισέρχονται με την πρώτη ύλη, όπως κατέδειξαν και οι εκτενείς έλεγχοι κατά τη αποδοτική λειτουργία του έργου, ενώ

ανακυκλώνει σε εδαφοβελτιώτικό υλικό σημαντικές ποσότητες χαρτικών. Το compost που παράγεται, εκτός από την τήρηση των ορίων της κείμενης Ελληνικής νομοθεσίας, υπερκαλύπτει όλες τις προδιαγραφές ποιότητας για compost που παράγεται από αστικά απορρίμματα (grey compost). Μάλιστα αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα του παραγόμενου compost κυμαίνεται σε τέτοια επίπεδα ώστε να καλύπτει σε μεγάλο ποσοστό και τα ισχύοντα όρια για compost από διαλογή στην πηγή (green waste compost).

Βάσει των ισχυόντων ελληνικών ορίων αλλά και βάσει του τελευταίου σχεδίου οδηγίας της Ε.Ε., το compost που παράγεται στο ΕΜΑΚ είναι κατάλληλο για χρήση ως υλικό φυτοκάλυψης ΧΥΤΑ και λατομείων όπως επίσης και για άλλες μη βρώσιμες χρήσεις όπως για παράδειγμα στην ανθοκομία, την ανάπλαση χώρων και πάρκων, τις αναδασώσεις τη κατασκευή γηπέδων γκολφ, ποδοσφαίρου κλπ.

Επί του παρόντος, το compost χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό φυτόχωμα για τις ανάγκες φύτευσης των κυττάρων του ΧΥΤΑ Λιοσίων και Φυλής, αλλά και προωθείται σε φυτώρια όπου και χρησιμοποιείται στην ανθοκομία και κηποτεχνία. Επιπρόσθετα, σημαντική ζήτηση σε Compost αναμένεται να υπάρξει στο άμεσο μέλλον σε εφαρμογή της Απόφασης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Σχετικά με τη Θεματική Στρατηγική για την Προστασία του Εδάφους», και της προς έκδοση ομώνυμης Οδηγίας, στο σχέδιο της οποίας (2007) το Compost αναδεικνύεται σε βασικό παράγοντα για τη βελτίωση των εδαφών, τον εμπλουτισμό τους με οργανικές ύλες και την αντιμετώπιση της διάβρωσης και της απερίμωσης στη Νότια Ευρώπη.

Το RDF που παράγεται στις εγκαταστάσεις του ΕΜΑΚ χαρακτηρίζεται από υψηλή θερμογόνο δύναμη και χαμηλή περιεκτικότητα σε χλώριο, κατατάσσοντας το στη δεύτερη κατηγορία ποιότητας από τις πέντε που ορίζονται στο προσχέδιο του Ευρωπαϊκού Προτύπου CEN TC 343. Παράλληλα η χαμηλή περιεκτικότητα του σε βαρέα μέταλλα καθιστά το παραγόμενο στο

ΕΜΑΚ RDF **ασφαλές** προς το περιβάλλον καθώς υπερκαλύπτει τα αυστηρότερα όρια που έχει θεσπίσει ο Ευρωπαϊκός Σύνδεσμος των Εταιρειών Θερμικής Επεξεργασίας Ειδικών Αποβλήτων (EURITS). Για την αξιοποίηση του έχει υπογραφεί σύμβαση ανάμεσα στον ΕΣΔΚΝΑ, την ΑΓΕΤ Ηρακλής και την Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης, για την απορρόφηση αρχικά 30.000 τόνων ανά έτος και στο μέλλον 80.000 τόνων ανά έτος με την ταυτόχρονη υποκατάσταση ορυκτού καυσίμου στο εργοστάσιο τσιμέντου της ΑΓΕΤ στο Μηλάκι Ευβοίας, στα πλαίσια της απεξάρτησης της χώρας από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Παρόλα αυτά η επικείμενη χρήση του συναντά την αντίδραση της τοπικής κοινωνίας, λόγω και της ελλιπούς ενημέρωσης καθώς έχει επικρατήσει η αντίληψη ότι η χρήση του RDF δεν διαφέρει από την ρυπογόνο καύση αποβλήτων.

Τα υλικά συσκευασίας, δηλαδή το scrap σιδήρου και αλουμινίου, ανακυκλώνονται εξ ολοκλήρου καθώς πωλούνται άμεσα σε μονάδες χύτευσης.

## **5. Πλεονεκτήματα**

Το ΕΜΑΚ αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα εργοστάσια MBT στον κόσμο καθώς δέχεται πάνω από 270.000 τόνους απορριμμάτων ανά έτος.

Μειώνει δραματικά τον όγκο των απορριμμάτων που μεταφέρονται στον παρακείμενο ΧΥΤΑ και εύλογα παρατείνει κατά πολύ τη διάρκεια λειτουργίας του.

Εκμηδενίζει το ποσοστό των βιοδιασπώμενων απορριμμάτων που οδηγούνται στον ΧΥΤΑ και επομένως μειώνει την παραγωγή βλαβερών για το περιβάλλον λυμάτων και αερίων εκπομπών (διοξίνες, κλπ.), αλλά και συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη των εθνικών στόχων για την εκτροπή των οργανικών από την ταφή.

Είναι φιλικότερο προς το περιβάλλον εν συγκρίσει με άλλες τεχνολογίες κατεργασίας απορριμμάτων όπως η καύση.

## 6. Αναβάθμιση ΕΜΑΚ βάση των επιταγών της νέας εποχής

Μια εσφαλμένη αντίληψη που επικρατεί για το ΕΜΑΚ και για τα εργοστάσια τεχνολογίας MBT γενικότερα, είναι ότι η λειτουργία τους είναι συνυφασμένη με την παραγωγή RDF και την επιβάρυνση του συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων με δευτερογενή καύσιμα.

Η πραγματικότητα είναι ότι το RDF αποτελεί μόνο μία από τις επιλογές που υπάρχουν κατά τη φάση του αρχικού σχεδιασμού των εργοστασίων MBT και αυτή που προκρίθηκε στην περίπτωση του ΕΜΑΚ. Η τεχνολογία MBT είναι σε θέση να επεξεργάζεται αποδοτικά τα σύμμεικτα απορρίμματα τα οποία απομένουν από τα συστήματα διαλογής της πηγής μεγιστοποιώντας την ανάκτηση υλικών και ελαχιστοποιώντας ή και εξαλείφοντας την παραγωγή δευτερογενών καυσίμων (RDF). Σημαντικός αριθμός εργοστασίων MBT στην ΕΕ ακολουθούν το μοντέλο αυτό, με κοντινότερο παράδειγμα το ΕΜΑΚ Χανίων το οποίο δεν παράγει RDF και ανακτά περίπου 9000 τόνους ανακυκλώσιμα υλικά ετησίως από περίπου 20000 τόνους εισερχομένων αστικών απορριμμάτων με την παράλληλη παραγωγή 9000 τόνων compost (στοιχεία 2007).

Η δομή και ο σχεδιασμός του ΕΜΑΚ το καθιστούν ιδιαίτερα ευέλικτο. Το ΕΜΑΚ αποτελείται από επιμέρους μονάδες οι οποίες μπορούν να ρυθμίζονται ανάλογα με τη φύση του εισερχόμενου ρεύματος και του υλικού που απαιτείται να ανακτηθεί. Η ευελιξία του ΕΜΑΚ το καθιστά ικανό με μικρές αλλαγές και περιορισμένο κόστος να είναι σε θέση να ανακτήσει περισσότερα **ανακυκλώσιμα υλικά** και να μειώσει αντίστοιχα την παραγωγή RDF. Για παράδειγμα ήδη έχει κατασκευαστεί και είναι έτοιμη για λειτουργία γραμμή ανάκτησης πλαστικών μπουκαλιών και φιαλών (βλέπε εικόνες 4.4., 4.5. και 4.6.), η οποία θα μειώσει περαιτέρω τον όγκο των υπολειμμάτων που απομένουν από την επεξεργασία των απορριμμάτων από το ΕΜΑΚ και οδηγούνται προς τελική ταφή, αλλά και θα προσθέσει ένα επιπλέον σημαντικό έσοδο στο εργοστάσιο.



*Εικόνα 30. Σύστημα διαχωρισμού πλαστικών μπουκαλιών του ΕΜΑΚ*



*Εικόνες 32. και 33. Αποψη πρέσας πλαστικών μπουκαλιών ΕΜΑΚ*



Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόμοια και με μικρό κόστος μπορούν να ανακτηθούν υλικά όπως :

- χαρτόνι, από το ρεύμα ογκωδών υλικών της μονάδας μηχανικής διαλογής για ανακύκλωση
- πλαστικό, από το ρεύμα ογκωδών υλικών της μονάδας μηχανικής διαλογής για ανακύκλωση
- ανάμεικτο χαρτί και πλαστικά υλικά μέσω οπτικών διαχωριστών από το ελαφρύ κλάσμα των βαλλιστικών διαχωριστών και προώθηση του για ανακύκλωση
- αδρανή (γυαλί, κεραμικά κλπ) από τα υπολείμματα της μονάδας ραφιναρίας και προώθηση τους ως υποκατάστατα υλικά οδοστρωμάτων.

Υπάρχει έτυμη εκπονημένη μελέτη με στόχο την μεγιστοποίηση της ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών από το ΕΜΑΚ.

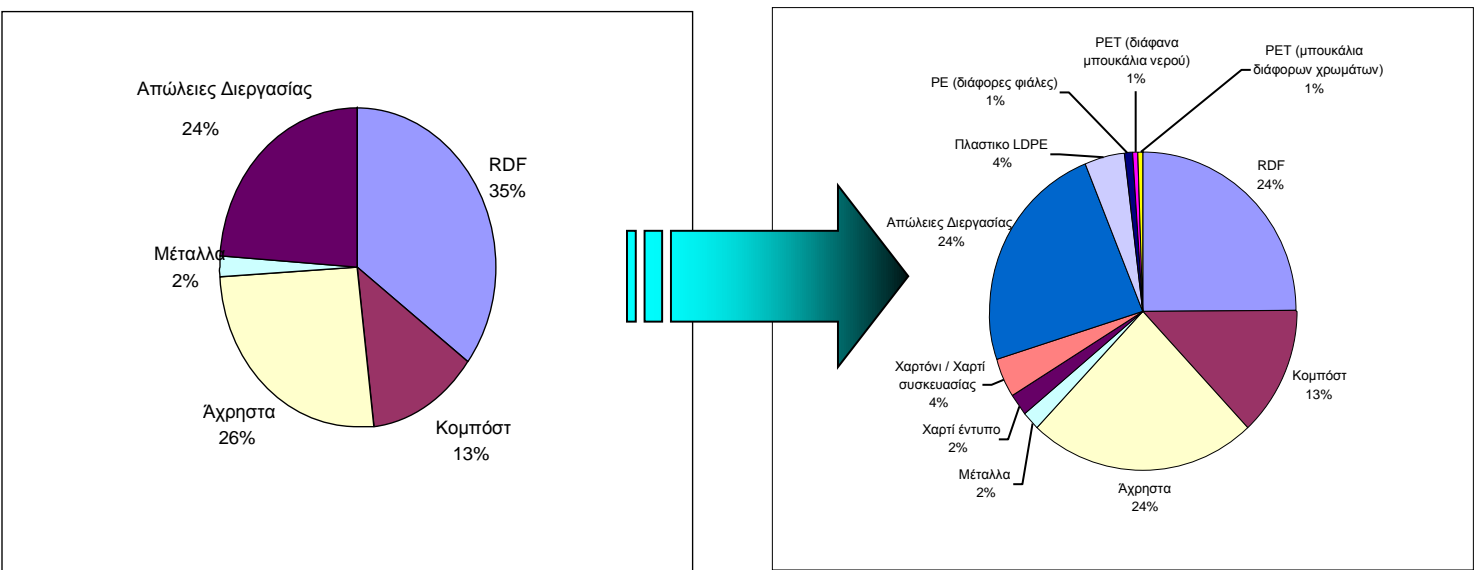
Τα χρήσιμα υλικά που παράγονται από το ΕΜΑΚ είναι :

- ♣ περίπου 145tn/d(τόνους/ημέρα) compost (13% επί των εισερχομένων),
- ♣ 380tn/d RDF (35% επί των εισερχομένων),
- ♣ 21tn/d σιδηρούχων και 0,8tn/d αλουμινίου (2% επί των εισερχομένων).

Τα υπολείμματα της επεξεργασίας οδηγούνται δεματοποιημένα στο ΧΥΤΑ, και ανέρχονται στο 26% των εισερχομένων απορριμμάτων.

Με την προτεινόμενες αλλαγές τα προϊόντα του ΕΜΑΚ θα διαμορφωθούν στα εξής (βλέπε σχήμα 4.1.) :

Compost	145tn/d
Μέταλλα σιδηρούχα	21tn/d (2%)
Μέταλλα αλουμινίου	0,8tn/d
RDF	280tn/d
Πλαστικο LDPE	44tn/d (4%)
PE (διάφορες	10tn/d (1%)
Χαρτόνι / Χαρτί	44tn/d
Χαρτί έντυπο	22tn/d
PET (διάφανα	5tn/d



*Διάγραμμα 5. Τα προϊόντα του ΕΜΑΚ πριν και μετά την εφαρμογή συστημάτων οπτικού διαχωρισμού για την ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών.*

Οι παραπάνω αλλαγές θα αύξαναν αφενός τα έσοδα του εργοστασίου, αφετέρου θα μείωναν τα έξοδα του εργοστασίου, μειώνοντας την ποσότητα του RDF το οποίο θα έπρεπε να οδηγηθεί προς τελική διάθεση (για ενεργειακή αξιοποίηση), ενώ η ποιότητα του καυσίμου θα παρέμεινε σταθερά υψηλή.

Επίσης, ο σχεδιασμός του εργοστασίου σε τρεις ανεξάρτητες γραμμές παραγωγής, του δίνει το πλεονέκτημα να επεξεργάζεται και διαφορετική πρώτη ύλη. Είναι λοιπόν εύκολο το εργοστάσιο να προσαρμοστεί κατάλληλα, ώστε να είναι σε θέση μια ή περισσότερες γραμμές παραγωγής να δεχτούν **οργανικά υλικά διαλεγμένα στην πηγή** και να τα επεξεργαστεί ξεχωριστά, παράγοντας ένα υψηλής ποιότητας και αξίας εδαφοβελτικωτικό υλικό. Το εργοστάσιο λοιπόν δίνει την δυνατότητα στα συστήματα διαλογής στην πηγή των οργανικών υλικών να αναπτυχθούν **άμεσα** εκτρέποντας ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες, από αυτές που ήδη εκτρέπει το ΕΜΑΚ, οργανικών υλικών από την ταφή συμβάλλοντας σημαντικά στην επίτευξη των εθνικών στόχων.

Γίνεται προφανές ότι η ύπαρξη αυτής της ευελιξίας σημαίνει ότι το ΕΜΑΚ θα είναι έτοιμο να ανταποκριθεί σε μελλοντικές αλλαγές στην ποιότητα και ποσότητα των εισερχομένων απορριμμάτων, ανάλογα με τις συνθήκες καθώς αναπτύσσονται τα νέα συστήματα διαλογής στην πηγή, αλλά και αλλάζουν οι καταναλωτικές συνήθειες των Ελλήνων, σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες (π.χ. θερμική επεξεργασία).

#### **4.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Υγειονομικής Ταφής.**

##### **Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων**

##### Πλεονεκτήματα

- Σχετικά χαμηλό κόστος.
- Υπάρχουν κατάλληλοι χώροι σε πολλές περιοχές.
- Παραγωγή βιοαερίου, το οποίο είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

- Η ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ προσφέρει κατάλληλους χώρους για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλες χρήσεις.
- Ένας καλοσχεδιασμένος ΧΥΤΑ δεν αλλοιώνει την ευρύτερη περιοχή.

### Μειονεκτήματα

Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ, η γη μπορεί να είναι ακατάλληλη για κάποιες χρήσεις, λόγω ρύπανσης. Η ευκολία και η ευελιξία της Υγειονομικής Ταφής δεν δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόσουν καινοτομικές λύσεις. Ανεξαρτήτως σχεδιασμού, υπάρχει πάντα ένας μικρός κίνδυνος ρύπανσης από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ.

Το βιοαέριο, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι επικίνδυνο (πυρκαγιά, έκρηξη, συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου). Η ανάκτηση ενέργειας από ΧΥΤΑ δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική. Μπορεί να υπάρξει όχληση λόγω θορύβου, οσμών, διέλευσης οχημάτων και αισθητικής υποβάθμισης, όπως με όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων.

Οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) είναι χώροι ειδικά διαμορφωμένοι στους οποίους γίνεται η ταφή των απορριμμάτων των πόλεων. Η διαμόρφωση του χώρου των ΧΥΤΑ προβλέπεται να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τοξικά, οργανικά και άλλα απόβλητα από το χώρο απόθεσης να μη διαφεύγουν στο γύρω περιβάλλον ή στον υδροφόρο ορίζοντα τυχόν κατοικημένων περιοχών που βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη στεγανοποίηση των απορριμμάτων με τσιμέντο, χώμα, πλαστικές μεμβράνες και άλλα υλικά.

Η απόθεση των απορριμμάτων μπορεί να διαρκέσει το πολύ 30 έτη. Έπειτα από την παρέλευση αυτού του χρονικού διαστήματος προβλέπεται το κλείσιμο των χώρων απόθεσης, και στα έτη που ακολουθούν γίνονται τα κατάλληλα έργα επαναφοράς του περιβάλλοντος στην αρχική του μορφή, με το θάψιμο των σκουπιδιών και τη στεγανοποίηση του χώρου με μεμβράνες, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση της περιοχής. Τα έργα αυτά μπορεί να διαρκέσουν έως και 20 χρόνια.

Η πολυπλοκότητα της διαχείρισης των στερών αποβλήτων οφείλεται στο ότι συνδυάζει και απαιτεί πολιτικές επιλογές, τεχνικό σχεδιασμό, κοινωνικές δράσεις, παιδεία και σημαντικούς οικονομικούς πόρους. Κάθε επιχείρηση μπορεί να ανακυκλώσει τουλάχιστον μερικά από τα απόβλητά της. Ξεκινήστε με τα αντικείμενα που παρουσιάζουν τις εξής ιδιαιτερότητες: ογκώδη αντικείμενα, αντικείμενα που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και συλλέγονται εύκολα καθώς επίσης και αντικείμενα για τα οποία είναι διαθέσιμες οι τοπικές εγκαταστάσεις ανακύκλωσης.

Όταν καθιερώσετε ένα σύστημα ανακύκλωσης, τότε είναι εύκολο να επεκτείνετε και το είδος των αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανακύκλωση.

## 5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 5.1 Η αξιοποίηση των απορριμμάτων για την παραγωγή ενέργειας.

#### Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά έργα για την ήδη επιβαρημένη περιοχή της Αττικής έχει ολοκληρωθεί με την εμπορική λειτουργία του Σταθμού συμπαραγωγής από βιοαέριο το οποίο αντλείται από τον όγκο των απορριμμάτων που εναποτίθενται στον χώρο διάθεσης απορριμμάτων ( ΧΔΑ ) Άνω Λιοσίων.

Ο σταθμός συμπαραγωγής των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους με καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως (13,9MW) και αποτελείται από 11 μονάδες γεννήτριας, ισχύος 1,255 kW η κάθε μία, οι οποίες βασίζονται στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος DEUTZ TBG 620V16K. Οι μονάδες είναι πλήρως αυτόνομες, τοποθετημένες σε container και δεν απαιτούν παρά ελάχιστες συνδέσεις.

Υπάρχει σημαντική δυνατότητα επέκτασης του σταθμού και αύξησης της ηλεκτρικής του ισχύος, ενώ έχει ήδη ενσωματωθεί εξοπλισμός για την ανάκτηση μέρους της θερμικής ενέργειας (9,5MW), από τα 16,5MW που είναι διαθέσιμα συνολικά (καυσαέρια και νερό ψύξης μηχανών εσωτερικής καύσης).

Η άντληση και συλλογή του βιοαερίου γίνεται μέσω συστήματος 243 κατακόρυφων φρεατίων και οριζοντίου δικτύου σωληνώσεων συνολικού μήκους 25.000 μέτρων περίπου. Τα 243 φρεάτια άντλησης ομαδοποιούνται σε 19 υποσταθμούς, για καλύτερο έλεγχο και ευκολότερη ρύθμιση (ροής και ποιότητας του βιοαερίου) κάθε φρεατίου ξεχωριστά. Το βιοαέριο που αντλείται σήμερα έχει μία μέση περιεκτικότητα σε καύσιμο (μεθάνιο) 52% περίπου και κάθε μονάδα γεννήτριας καταναλώνει περίπου 700m<sup>3</sup>/h βιοαέριο σε πλήρη ισχύ. Η παραγόμενη ηλεκτρική

ενέργεια πωλείται στην ΔΕΗ μέσω υπόγειας διπλής γραμμής διασύνδεσης 20 KV, μήκος 10km που καταλήγει στο ΚΥΤ Ασπροπύργου. Η θερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη για εφαρμογές εντός ή πλησίον του ΧΔΑ.

Το έργο αυτό συμβάλλει σημαντικά στην αναβάθμιση του επιβαρημένου περιβάλλοντος της Δυτ. Αττικής, αφού ελέγχει την ανεξέλεγκτη έκλυση βιοαερίου από τα απορρίμματα επιτυγχάνοντας έτσι την εξάλειψη των οσμών και την αποφυγή εκδήλωσης πυρκαγιών, μέσω της συλλογής και της καύσης του. Σύμφωνα δε και με τις αρμόδιες αρχές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Περιφέρεια Αττικής, Νομαρχία Δυτ. Αττικής) υπάρχει πλήρης συμμόρφωση του έργου με τους εγκριθέντες περιβαλλοντικούς όρους και το συνολικό περιβαλλοντικό ισοζύγιο από το έργο είναι σαφώς θετικό.

Τα κύρια συστατικά του βιοαερίου είναι το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα (σε αναλογία 50 – 40 αντίστοιχα κατά μέσο όρο). Και τα δύο είναι άχρωμα και άοσμα και δρουν επιβαρυντικά στο περιβάλλον, αφού συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με το μεθάνιο να είναι 31 φορές δραστικότερο από το διοξείδιο του άνθρακα.

Κατά συνέπεια, η καύση του μεθανίου και η μετατροπή του σε διοξείδιο του άνθρακα (ακόμη και σε εγκαταστάσεις πυρσών, χωρίς περαιτέρω αξιοποίησή του) συντελεί στην μείωση της δραστικότητας του βιοαερίου κατά 94%. Επιπρόσθετα, η αξιοποίησή του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το έργο αυτό συμβάλλει στην περαιτέρω αποφυγή εκπομπής 110.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως που θα προέρχονταν από την καύση λιγνίτη σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και παράλληλα εξοικονομεί πρωτογενείς εθνικούς ενεργειακούς πόρους (λιγνίτη) σε ποσότητα που ανέρχεται σε περίπου 200.000 τόνους ετησίως. Παράλληλα, η ενεργός άντληση του βιοαερίου συμβάλλει στην ταχύτερη ολοκλήρωση των διαδικασιών αποσύνθεσης και σταθεροποίησης των απορριμμάτων εντός του Χώρου Διάθεσης σπουδαιότητα αυτού του έργου για την τόσο ευαίσθητη περιοχή της Δυτ. Αττικής είναι προφανής, και

καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα που μπορεί να υπάρξει από την άψογη συνεργασία ιδιωτικών και δημοσίων φορέων.

## Τεχνική περιγραφή

Ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αποτελείται από 11 μονάδες, ηλεκτρικής ισχύος 1.255kWe και θερμικής ισχύος 1.650kWth έκαστη. Κάθε μονάδα τοποθετείται πάνω σε βάση από σκυρόδεμα και αποτελείται από 3 βασικά τμήματα: τον εξοπλισμό ισχύος, τον βοηθητικό εξοπλισμό και τα ψυγεία.

Κάθε μονάδα είναι τοποθετημένη σε τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια 12m (container), πλήρως αυτόνομη και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υποσυστήματα για την λειτουργία της (προσαγωγή αέρα καύσης και αερισμό, ψυγεία για την απαγωγή της θερμότητας από τα κυκλώματα ψύξης των μηχανών, ανεμιστήρα προσαγωγής καυσίμου, μετασχηματιστή και σύστημα ελέγχου). Ο σταθμός ακόμη περιλαμβάνει τρεις πυρσούς καύσης βιοαερίου για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων που έχουν τεθεί. Οι τρεις αυτοί πυρσοί είναι δυναμικότητας 4.500, 1.000 και 500m<sup>3</sup>/h και υπό κανονικές συνθήκες δεν θα βρίσκονται σε λειτουργία, παρά μόνο εάν δεν υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αστοχίας στον υποσταθμό της ΔΕΗ στον Ασπρόπυργο. Για την εξασφάλιση της λειτουργίας των πυρσών σε περίπτωση διακοπής της παραγωγής από τον σταθμό, υπάρχει βοηθητική ντιζελογεννήτρια 250kVA, η οποία αναλαμβάνει την εκκίνηση και την λειτουργία των πυρσών, καθώς και την ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων και του κέντρου ελέγχου του σταθμού. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι με την γεννήτρια αυτή μπορεί να εκκινήσει μια από τις μονάδες γεννήτριας του σταθμού (black start), η οποία κατόπιν αναλαμβάνει την εκκίνηση όλων των υπολοίπων.

Ο σταθμός περιλαμβάνει ακόμη σύστημα επεξεργασίας του καυσίμου, κτίρια διοίκησης και ενδιαιτήσεων, αποθήκη, μηχανουργείο και κτίριο ΔΕΗ. Ο εξοπλισμός και τα κτίρια είναι



εγκατεστημένα σε οικόπεδο εντός του ΧΔΑ επιφάνειας περίπου 2.500m<sup>2</sup>.

Εντός κάθε εμπορευματοκιβωτίου, τα οποία είναι κατάλληλα ηχομονωμένο, βρίσκονται, εκτός από την μηχανή, τα παρελκόμενά της και ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Γεννήτρια
- Μετασχηματιστής
- Ηλεκτρολογικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός προστασίας και ελέγχου
- Σύστημα εξαερισμού εξαναγκασμένης κυκλοφορίας
- Δεξαμενές ελαίου λίπανσης
- Φυσητήρας, σωληνώσεις και ασφαλιστικές διατάξεις για την τροφοδοσία του βιοαερίου στην μηχανή.

Επί της οροφής του είναι τοποθετημένος ο υπόλοιπος βοηθητικός εξοπλισμός, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Σύστημα σίγασης εξάτμισης και καμινάδα εξαγωγής καυσαερίων με υψηλή ταχύτητα.
- Ψυγείο για την απαγωγή της θερμότητας που μεταφέρει το ψυκτικό υγρό του κυκλώματος ψύξης της μηχανής, το οποίο αποτελείται από δύο ξεχωριστά ψυγεία, χαμηλής (για την ψύξη του μίγματος μετά τον υπερσυμπιεστή) και υψηλής θερμοκρασίας (για την ψύξη της ίδιας της μηχανής) και συστοιχία οκτώ ανεμιστήρων.
- Πίνακα που περιέχει συστήματα ελέγχου στροφών κινητήρων για τον φυσητήρα βιοαερίου, τους ανεμιστήρες εξαερισμού και τους ανεμιστήρες του ψυγείου.
- Σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής του ψυκτικού υγρού από την μηχανή στο ψυγείο και αντίστροφα και σωληνώσεις βιοαερίου με τα απαραίτητα ασφαλιστικά εξαρτήματα.

Σύστημα ανάκτησης θερμότητας από την απορριπτόμενη θερμότητα του νερού ψύξης της μηχανής.

Η διάταξη του εξοπλισμού της οροφής είναι τέτοια που είναι δυνατή η αποσυναρμολόγησή του και η τοποθέτησή του σε δύο

εμπορευματοκιβώτια θαλάσσιας μεταφοράς μήκους 6,1m (20ft) για να διευκολύνεται η μεταφορά του. Η εγκατεστημένη ισχύς του βοηθητικού εξοπλισμού κάθε μονάδας ανέρχεται σε 58kW.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε 400V / 50Hz και με την χρήση μετασχηματιστών ανύψωσης τάσης ανυψώνεται στα 20kV. Οι μονάδες δοκιμάζονται στο εργοστάσιο συναρμολόγησης ώστε να ελαχιστοποιηθούν κατά τις δοκιμές στον τόπο εγκατάστασης, τυχόν αστοχίες εξοπλισμού ή λανθασμένες συνδέσεις στο στάδιο της κατασκευής και επίσης να διευκολύνεται η επιτόπια συναρμολόγησή τους.

## **Περιγραφή τμήματος ισχύος**

### ***Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος***

Η βάση του τμήματος ισχύος είναι το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος DEUTZ TBG 620 V16K, ηλεκτρικής ισχύος 1.255kW με βιοαέριο. Η έναυση του μίγματος γίνεται με σπινθηριστές (μπουζί) ενώ το μίγμα προ της εισόδου του στον κύλινδρο συμπιέζεται σε υπερσυμπιεστή δύο βαθμίδων.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μηχανής έχουν ως εξής:

Αριθμός κυλίνδρων 16

Αριθμός βαλβίδων ανά κύλινδρο 4 ( 2 τροφοδοσίας, 2 εξαγωγής)

Διάταξη κυλίνδρων V, 90°

Λόγος συμπίεσης 11,7:1

Χωρητικότητα κυλίνδρων 70,82 L

Ταχύτητα περιστροφής 1500rpm

Θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης  $\leq 78^{\circ}\text{C}$

Θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξης  $\leq 92^{\circ}\text{C}$

Θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης εναλλάκτη χαμηλής θερμοκρασίας  $\leq 40^{\circ}\text{C}$

Πίεση τροφοδοσίας καυσίμου 50 – 100 mbar

Μέση κατανάλωση λιπαντικού 0,3 g/ kwh σε πλήρη λειτουργία λιπαντικού

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά της μηχανής**

#### **ΕΚΠΟΜΠΕΣ :**

##### **Θορύβου**

Αερομεταφερόμενος θόρυβος σε απόσταση 1m από την μηχανή 102 – 106 db(A)

Εξάτμιση μηχανής χωρίς σιγαστήρα 116 – 120 db(A)

Εκπομπές θορύβου Αέριων ρύπων

(συμβατές με κανονισμούς TA – Luft)

Όριο NOX  $\leq 500 \text{ mg/Nm}^3 @ 5\% \text{ O}_2$

Όριο CO  $\leq 650 \text{ mg/Nm}^3 @ 5\% \text{ O}_2$

#### **ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ:**

Κατανάλωση καυσίμου (σε πλήρες φορτίο)  $700 \text{ Nm}^3/\text{h}$  βιοαερίου (περιεκτικότητας σε μεθάνιο 52%)

Ανοχές (κατά ISO 3046) +5% στην τιμή κατανάλωσης

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος περιλαμβάνει ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου («TEM Evolution»), το οποίο ρυθμίζει τις παραμέτρους λειτουργίας της μηχανής στην βέλτιστη τιμή τους, ενώ μέσω ειδικών εντολών διακόπτει την λειτουργία σε περίπτωση βλάβης ή υπέρβασης κάποιων λειτουργικών παραμέτρων για την αποφυγή βλάβης.

Το σύστημα ελέγχου, εκτός από την επιτήρηση και έλεγχο της λειτουργίας του ζεύγους, παρέχει και τα ακόλουθα:

- Ένδειξη λειτουργικών παραμέτρων της μηχανής σε πραγματικό χρόνο.
- Προειδοποίηση των χειριστών μέσω κατάλληλων ενδείξεων συναγερμού.
- Παροχή διασυνδέσεων για την μεταφορά των σημάτων στο κεντρικό σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης.
- Τήρηση ημερολογίου συναγερμών, μηνυμάτων ή άλλων συμβάντων.
- Τήρηση αρχείου ιστορικού λειτουργίας.
- Η μηχανή είναι συνδεδεμένη με γεννήτρια κατασκευής STAMFORD, τύπου CGI734G2.

### Μετασχηματιστής

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στα 400V και η τάση ανυψώνεται στα 20 kV μέσω μετασχηματιστή ελαίου κατασκευής ABB. Ο μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης έχει ονομαστική ισχύ 1.500 / 1.750 kVA ONAN / ONAF, Dyn 11. Η ψύξη του γίνεται μέσω του κυκλώματος αερισμού του τμήματος ισχύος.

Ο μετασχηματιστής είναι τοποθετημένος εγκάρσια εντός του container, πάνω σε βάση με ειδικούς αποσβεστήρες ταλαντώσεων.

Η τροφοδοσία καυσίμου γίνεται μέσω ανεμιστήρα θετικής μετατόπισης με σιγαστήρες, τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδό του. Ο ανεμιστήρας προστατεύεται από υπερπίεση μέσω συστήματος ανακυκλοφορίας του καυσίμου.

Ο αέρας καύσης και ο αέρας που χρησιμοποιείται για την ψύξη του εξοπλισμού εντός του τμήματος ισχύος προσάγεται μέσω συστήματος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Το σύστημα αερισμού επίσης εξασφαλίζει την διάλυση των συγκεντρώσεων βιοαερίου που σχηματίζονται μέσα στο container.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας εισάγεται στο container μέσω χοανών εφοδιασμένων με εσχάρες και φίλτρα. Οι ανεμιστήρες ελέγχονται μέσω ηλεκτροκινητήρων που τροφοδοτούνται μέσω inverter μεταβλητής συχνότητας.

Καθώς οι μηχανές DEUTZ απαιτούν την εξασφάλιση παροχής αέρα καύσης σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15°C, υπάρχει σύστημα θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα το οποίο έχει τοποθετηθεί μετά την χοάνη εισόδου και χρησιμοποιεί θερμότητα από αυτήν που απορρίπτεται μέσω του κυκλώματος ψύξης των μηχανών.

### Τροφοδοσία και ανίχνευση αερίου

Η παροχή αερίου σε κάθε ηλεκτρογεννήτρια εξασφαλίζεται μέσω διάταξης βαλβίδων που περιλαμβάνει τόσο ηλεκτροπνευματικές όσο και χειροκίνητες. Ανίχνευση τυχόν διαρροών αερίου γίνεται μέσω κατάλληλα τοποθετημένων ανιχνευτών αερίου οι οποίοι διακόπτουν την λειτουργία του σταθμού εφόσον η συγκέντρωση του αερίου που ανιχνεύεται ξεπεράσει συγκεκριμένα όρια. Προηγουμένως, οι ανιχνευτές έχουν διακόψει την λειτουργία κάθε μονάδας εφόσον η συγκέντρωση του αερίου ξεπεράσει κάποιο όριο συναγερμού, ενώ οι ανεμιστήρες προσαγωγής αέρα λειτουργούν σε πλήρη ταχύτητα προκειμένου να απομακρύνουν το βιοαέριο από το τμήμα ισχύος.

Επίσης η διακοπή της λειτουργίας όλου του σταθμού γίνεται αυτόματα και στην περίπτωση που η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο στον κεντρικό σωλήνα τροφοδοσίας γίνει μικρότερη του 30% για την αποφυγή σχηματισμού εκρηκτικού μίγματος. Ο κεντρικός ανιχνευτής αερίου είναι του ίδιου τύπου με αυτούς που βρίσκονται μέσα σε κάθε μονάδα. Η πυρανίχνευση γίνεται μέσα σε κάθε τμήμα ισχύος μέσω τριών ανιχνευτών υπεριωδών ακτινών. Οι δύο από αυτούς βρίσκονται πάνω από την μηχανή και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του τμήματος ισχύος. Ο τρίτος ανιχνευτής είναι τοποθετημένος πάνω από το τμήμα που περιέχει τον μετασχηματιστή και τις υπόλοιπες ηλεκτρολογικές διατάξεις. Οι

ανιχνευτές λειτουργούν στα 24 V και έχουν γωνία ανίχνευσης 120°.

Οι ανιχνευτές συνδέονται με το κεντρικό σύστημα πυρανίχνευσης που βρίσκεται στο κέντρο ελέγχου.

### Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός εξοπλισμός είναι τοποθετημένος στην οροφή του container και περιλαμβάνει: τους σιγαστήρες εξάτμισης, τον πίνακα ελέγχου του βοηθητικού εξοπλισμού και τα κυκλώματα οδήγησης του νερού στα ψυγεία.

### Πίνακας ελέγχου βοηθητικών συστημάτων

Ο εν λόγω πίνακας περιέχει τους ελεγκτές στροφών μεταβλητής συχνότητας για:

- τον ανεμιστήρα αναρρόφησης καυσίμου,
- το σύστημα αερισμού,
- τους ανεμιστήρες απαγωγής θερμότητας των ψυγείων,
- καθώς και διατάξεις ασφαλειοδιακοπών για τον εξοπλισμό που είναι τοποθετημένος πάνω στο πλαίσιο του βοηθητικού εξοπλισμού.

### Κύκλωμα ψύξης

Το κύκλωμα ψύξης που βρίσκεται τοποθετημένο πάνω στο πλαίσιο του βοηθητικού εξοπλισμού αποτελείται από σωληνώσεις, θερμοστάτες, δοχεία διαστολής και τρίοδες βάνες ελέγχου της θερμοκρασίας του νερού ψύξης που επιστρέφει στην μηχανή. Τα ανωτέρω ισχύουν για κάθε ένα από τα δύο ανεξάρτητα κυκλώματα ψύξης, τόσο του νερού των χιτωνίων όσο και του νερού ψύξης χαμηλής ενθαλπίας του μίγματος αέρα – καυσίμου μετά τον υπερσυμπιεστή.

### Μονάδα ψυγείων

Τα ψυγεία βρίσκονται και αυτά τοποθετημένα πάνω στην οροφή κάθε αυτόνομης μονάδας. Ουσιαστικά πρόκειται για

εναλλάκτες νερού – αέρα, οι οποίοι αποτελούνται από δύο ανεξάρτητους πυρήνες. Ο πρώτος αφορά το κύκλωμα ψύξης των χιτωνίων της μηχανής και ο δεύτερος αφορά το κύκλωμα ψύξης του μίγματος αέρα – καυσίμου μετά τον υπερσυμπιεστή. Κάθε ανεξάρτητος πυρήνας είναι εφοδιασμένος με το δικό του δοχείο εξαέρωσης για να απομακρύνει τον αέρα που είναι παγιδευμένος εντός των σωληνώσεων.

Η απαγωγή της θερμότητας γίνεται μέσω 8 ανεμιστήρων, οι οποίοι ελέγχονται μέσω ρυθμιστή στροφών. Οι ανεμιστήρες προωθούν τον αέρα περιβάλλοντος κάθετα προς τις σωληνώσεις του νερού απάγοντας την θερμότητα. Η ταχύτητα των ανεμιστήρων εξαρτάται τόσο από το φορτίο της μηχανής όσο και από την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, για την οποία είναι σχεδιασμένο το σύστημα ψυγείων είναι 43°C.

Η συνολική θερμική ισχύς που απάγεται από το σύστημα ψυγείων κάθε μονάδας γεννήτριας είναι 900kW για το κύκλωμα ψύξης της μηχανής. Επίσης υπάρχει και η απορριπτόμενη θερμότητα από το νερό ψύξης του μίγματος αέρα – καυσίμου, το οποίο όμως είναι κύκλωμα χαμηλής ενθαλπίας και κατά συνέπεια ασύμφορο να αξιοποιηθεί.

### Σύστημα ανάκτησης θερμότητας

#### Ανάκτηση θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των μηχανών

Ο σκοπός του συστήματος ανάκτησης θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των 10 από των 11 μηχανών είναι η παραγωγή ζεστού νερού, θερμοκρασίας 85°C, και η μεταφορά του έως το όριο του οικοπέδου του σταθμού. Ο εξοπλισμός είναι κατάλληλος για λειτουργία σε διάλυμα αιθυλικής γλυκόλης σε νερό, περιεκτικότητας 35% κ.ό. σε θερμοκρασία σχεδιασμού 95°C και πίεση σχεδιασμού 400 kPa. Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας κάθε μονάδας γεννήτριας είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα αυτόνομο πλαίσιο, και περιλαμβάνει:

Ανοξείδωτο εναλλάκτη (AISI 316) θερμότητας νερού /νερού.  
Τα χαρακτηριστικάσχεδιασμού του εν λόγω εναλλάκτη είναι τα ακόλουθα:

- Πρωτεύον κύκλωμα: 84,7 m<sup>3</sup>/h γλυκολούχου υδατοδιαλύματος (35%) από 92°C σε 81°C, πτώση πίεσης 39,6kPa.
- Δευτερεύον κύκλωμα: 61,7 m<sup>3</sup>/h γλυκολούχου υδατοδιαλύματος (35%) από 70°C σε 85°C, πτώση πίεσης 24kPa.
- Συγκρότημα αντλίας.
- Δοχείο διαστολής μεμβράνης συνολικού όγκου 150l, μέγιστης πίεσης λειτουργίας 6bar.
- Τρίοδες βάνες, DN80, PN6 εξοπλισμένες με αισθητήριο θερμοκρασίας

Οι σωληνώσεις που προσάγουν το υγρό του κυκλώματος ψύξης στον εναλλάκτη και αυτές που οδηγούν το παραγόμενο ζεστό νερό στα όρια του οικοπέδου είναι εξοπλισμένες με χειροκίνητες βάνες τύπου πεταλούδας κατασκευής, διαμέτρου DN100 και DN125, κλάσης PN16, με ανοξείδωτο δίσκο και άξονα και έδρα με επίστρωση EPDM. Επίσης για την προστασία του εναλλάκτη έχει τοποθετηθεί φίλτρο τύπου Y, φλαντζωτό DN125, 150μm με ανοξείδωτο εσωτερικό, ενώ για την προστασία της αντλίας έχει τοποθετηθεί βαλβίδα αντεπιστροφής, διαμέτρου DN125.

Τα όργανα του συστήματος ανάκτησης θερμότητας από το νερό ψύξης περιλαμβάνουν μεταδότες θερμοκρασίας και πίεσης, μανόμετρα και θερμόμετρα. Το νερό του δευτερεύοντος κυκλώματος από κάθε μηχανή οδηγείται σε κεντρικό αγωγό μεταβαλλόμενης διαμέτρου και πάχους:

- Για τις μονάδες γεννήτριας 1 – 3 219,1 x 8,18mm
- Για τις μονάδες γεννήτριας 4 – 7 273,1 x 9,27mm
- Για τις μονάδες γεννήτριας 8-10 323,9 x 9,53mm

Όλοι οι αγωγοί είναι μονωμένοι, ούτως ώστε να μην υπάρχουν απώλειες μεγαλύτερες των 300kW με όλες τις μονάδες γεννήτριας να λειτουργούν σε πλήρες φορτίο.



Το δευτερεύον κύκλωμα κάθε εναλλάκτη και ο κεντρικός αγωγός θα αποτελούν ένα κλειστό κύκλωμα νερού το οποίο θα διατηρείται υπό πίεση μέσω κατάλληλης διάταξης συμπλήρωσης τυχόν απωλειών ψυκτικού διαλύματος. Για τον λόγο αυτό θα υπάρχει επί τόπου ένα δοχείο χωρητικότητας 1.000l, το οποίο με κατάλληλες αντλίες θα συμπληρώνει τις απώλειες και θα διατηρεί το κύκλωμα υπό πίεση.

#### Ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια

Κάθε μονάδα γεννήτριας είναι ικανή να παρέχει 6.695Kg/h καυσαερίων σε θερμοκρασία 495°C τα οποία ψυχόμενα έως τους 120°C μπορούν να δώσουν 755Kw θερμικής ενέργειας. Μέχρι στιγμής επειδή δεν υπάρχει κάποιος καταναλωτής θερμότητας πλησίον του σταθμού με γνωστές θερμικές απαιτήσεις (ποσότητα και συνθήκες - θερμό ή υπέρθερμο νερό ή ατμός) δεν έχει γίνει καμία πρόβλεψη για την εκμετάλλευση της θερμότητας αυτής, όμως το δυναμικό υπάρχει και είναι διαθέσιμο προς αξιοποίηση.

#### Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις Μέσης Τάσης

Η ηλεκτρική διασύνδεση των 11 μονάδων ηλεκτρογεννητριών με το δίκτυο μεταφοράς γίνεται μέσω δύο μονάδων Εξαγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΗΕ), οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τα κυκλώματα προστασίας του σταθμού από το δίκτυο μεταφοράς.

Οι αυτόνομες μονάδες ηλεκτρογεννητριών συνδέονται ανά πέντε και έξι αντίστοιχα σε μια μονάδα ΕΗΕ. Συγκεκριμένα οι μετασχηματιστές 400V / 20kV που βρίσκονται στο τμήμα ισχύος των αυτόνομων μονάδων συνδέονται με τρία μονόκλιμα μονωμένα καλώδια 95mm<sup>2</sup> 20kV XLPE με τους αντίστοιχους ασφαλειοδιακόπτες των 20kV.

Οι ασφαλειοδιακόπτες με τον αντίστοιχο εξοπλισμό προστασίας είναι δύο και καθένας τους βρίσκεται σε ξεχωριστό διαμέρισμα μέσα σε κάθε μονάδα ΕΗΕ.

#### Περιγραφή μονάδας ΕΗΕ

Κάθε μονάδα ΕΗΕ αποτελείται από ένα container θαλάσσιων μεταφορών ειδικά τροποποιημένο για την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού. Οι διαστάσεις του είναι 6,4×2,4×2,9 m (Μ×Π×Υ). Κάθε μονάδα είναι θερμομονωμένη και εξοπλισμένη με κλιματιστικό ώστε η εσωτερική θερμοκρασία να διατηρείται στους 25°C για τον εγκατεστημένο ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

### Πίνακες προστασίας και ελέγχου

Οι πίνακες αυτοί περιέχουν τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (PLC) και άλλον εξοπλισμό ελέγχου που απαιτείται για το σύστημα ελέγχου του σταθμού και για τον εξοπλισμό προστασίας ΜΤ. Το σύστημα ελέγχου σταθμού είναι εξοπλισμένο με συσκευές και ελεγκτές για την επίτευξη των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

- Παράλληλη λειτουργία πολλαπλών αυτόνομων μονάδων, με ταυτόχρονη μετάδοση δεδομένων εξαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε Α, V, W και VAr και ένδειξη κατάστασης ασφαλειοδιακόπτη για την παροχή εξωτερικών σημάτων στο σύστημα SCADA της ΔΕΗ.
- Ένδειξη αστοχίας σταθμού
- Δυνατότητα απομακρυσμένης σύνδεσης με τον σταθμό (dial – in) για την ανάγνωση στοιχείων λειτουργίας των αυτόνομων μονάδων και έλεγχό τους.
- Υπολογιστικό πρόγραμμα επιτήρησης και ελέγχου.

Ο πίνακας ελέγχου του σταθμού είναι το κεντρικό σημείο ελέγχου της όλης εγκατάστασης και αποτελείται από ένα PLC και άλλον ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Ο πίνακας αυτός επιτηρεί επίσης την λειτουργία κάθε αυτόνομης μονάδας και επίσης αποτελεί κεντρικό κόμβο ενός δικτύου σειριακής επικοινωνίας.

### Άλλα συστήματα προστασίας και ελέγχου

#### Σύστημα SCADA

Εντός της μίας μονάδας ΕΗΕ υπάρχει υπολογιστής με πρόγραμμα το οποίο επιτρέπει στους χειριστές να έχουν πρόσβαση συνεχούς ροής (on – line) στις λειτουργικές παραμέτρους του σταθμού και να τις τροποποιούν ενδεχομένως για την καλύτερη λειτουργία της εγκατάστασης. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα τόσο της επιτήρησης (monitoring) με συνεχή ροή δεδομένων, συναγερμών και προειδοποιητικών ενδείξεων, όσο και της επέμβασης στο σύστημα ελέγχου κάθε αυτόνομης μονάδας.

#### Κεντρικό σύστημα πυρανίχνευσης

Μέσα σε κάθε μονάδα ΕΗΕ υπάρχει σύστημα ένδειξης πυρκαγιάς το οποίο λαμβάνει συναγερούς από τους ανιχνευτές πυρκαγιάς υπεριωδών ακτινών που υπάρχουν μέσα τόσο στις αυτόνομες μονάδες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με την συγκεκριμένη μονάδα ΕΗΕ, όσο και εντός της συγκεκριμένης μονάδας ΕΗΕ. Ο τελευταίος είναι του ιδίου τύπου με αυτούς που είναι τοποθετημένοι εντός των ηλεκτρογεννητριών.

#### ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον σταθμό τροφοδοτείται στον Υ/Σ Ασπροπύργου (150 / 20kV) της ΔΕΗ στους ζυγούς των 20kV. Η διασύνδεση του σταθμού με τον Υ/Σ Ασπροπύργου γίνεται μέσω δύο όμοιων γραμμών μεταφοράς Μέσης Τάση (ΜΤ) 20kV, δυναμικότητας μεταφοράς 9MW εκάστη. Το μήκος κάθε γραμμής διασύνδεσης από τον οικίσκο της ΔΕΗ στον σταθμό έως τον Υ/Σ Ασπροπύργου ανέρχεται σε 10km.

Κάθε μία γραμμή διασύνδεσης αποτελείται από:

- Υπόγειο συνεστραμμένο καλώδιο ΜΤ 12 / 20 kV, διατομής 3 \* □240 + 75 mm<sup>2</sup> (XLPE) κατά Τεχνική Περιγραφή ΔΕΗ – ΔΜΚΛΔ 182/94.
- Τηλεφωνικό καλώδιο – πιλότο 50 ζευγών τύπου Α2ΥF(L)2Υ 50\*□2 \*□0,8 κατά VDE 0816.
- Κατάλληλα συστήματα μετρήσεων (εισερχόμενης – εξερχόμενης ενέργειας και ισχύος) στην αρχή και στο πέρας κάθε γραμμής.

- Συγκρότημα πινάκων (παροχή ΜΤ) στον οικίσκο της ΔΕΗ στον χώρο του σταθμού.
- Σύνδεση με το Κέντρο Κατανομής Φορτίου (ΚΚΦ) της ΔΕΗ.

Η τοποθέτηση των καλωδίων έγινε από την ΤΟΜΗ ΑΤΕ σύμφωνα με μελέτη και επίβλεψη της ΔΕΗ. Η γραμμή διασύνδεσης εκτείνεται κατά μήκος της Λεωφόρου ΝΑΤΟ και εισέρχεται στον Ασπρόπυργο έως ότου συναντήσει την Ν.Ε.Ο. Αθηνών – Κορίνθου, οπότε συνεχίζει κατά μήκος της έως τον Υ/Σ Ασπροπύργου.

#### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ

Η τοποθέτηση των φρεατίων αναρρόφησης είναι δυνατόν να γίνει τόσο σε ΧΔΑ των οποίων η λειτουργία έχει διακοπεί όσο και σε ΧΔΑ των οποίων η λειτουργία συνεχίζεται. Στην παρούσα περίπτωση η τοποθέτηση των φρεατίων έχει γίνει σε τμήμα του ΧΔΑ, η λειτουργία του οποίου έχει διακοπεί, ενώ ταυτόχρονα με την τοποθέτηση των φρεατίων γίνεται και αποκατάσταση της επιφάνειας του χώρου.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου συλλογής βιοαερίου, καθώς δεν αναμένονται επεμβάσεις από τρίτους για άλλες εργασίες κατά τις οποίες είναι δυνατόν να προκληθούν ζημιές στο δίκτυο.

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των πιθανοτήτων αστοχίας τμήματος του δικτύου που μπορεί να προκαλέσει μείωση της διαθέσιμης ποσότητας βιοαερίου στον σταθμό, καθώς και η ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα, που θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ανακτώμενης ποσότητας καυσίμου. Τέλος, εξασφαλίζεται ο μέγιστος δυνατός έλεγχος του δικτύου μέσω κατάλληλων διατάξεων δειγματοληψίας και μέτρησης παροχής και πίεσης.

Η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή του σταθμού αναμένεται να φτάνει τις 130GWh ετησίως σε ηλεκτρισμό και τις 137,7GWh σε θερμότητα, εφόσον χρησιμοποιηθεί σύστημα ανάκτησης και της θερμότητας των καυσαερίων. Όπως αναφέρθηκε, το τελευταίο θα είναι δυνατόν να εγκατασταθεί και εκ των υστέρων εφόσον

υπάρξει δυνατότητα χρήσης της θερμικής ενέργειας από καταναλωτές στην περιοχή. Η ηλεκτρική ενέργεια θα πωλείται στον Διαχειριστή του Συστήματος ο οποίος θα υποκαταστήσει την ΔΕΗ που έχει υπογράψει την σχετική σύμβαση αγοράς. Σε γενικές γραμμές μπορεί να επιτευχθεί διαθεσιμότητα παρόμοιων σταθμών άνω του 95%, συμπεριλαμβανομένων και των διαστημάτων τακτικής συντήρησης του εξοπλισμού.

Το υπόλοιπο 5% οφείλεται κυρίως σε εξωγενείς παράγοντες και κυρίως σε προβλήματα των ηλεκτρικών δικτύων μέσω των οποίων γίνεται η τροφοδοσία της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι χειριστές του σταθμού ανέρχονται σε 6 άτομα, ενώ η λειτουργία του σταθμού είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και ελέγχεται μέσω κατάλληλων συνδέσεων από απόσταση για την διάγνωση σφαλμάτων και αστοχιών του εξοπλισμού.

## ΚΑΥΣΙΜΟ

Στη μάζα των απορριμμάτων μέσα σε ένα χώρο διάθεσης συμβαίνουν πλήθος φυσικών και χημικών φαινομένων τα οποία αφορούν στην αποσύνθεση των απορριμμάτων και την μετατροπή τους σε σταθερές χημικές ενώσεις. Μεταξύ άλλων, παρατηρείται και το φαινόμενο της μεθανογένεσης, δηλ. της δημιουργίας και εκπομπής βιοαερίου. Η διαδικασία παραγωγής καθώς και η σύσταση του βιοαερίου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως: ποσότητα και σύσταση των στερεών αποβλήτων, ρυθμός αποδόμησης των οργανικών ενώσεων, πυκνότητα των στερεών αποβλήτων, κλιματολογικές συνθήκες, είδος επικαλύψεων των αποβλήτων, υγρασία, pH και θερμοκρασία του χώρου, λειτουργικά χαρακτηριστικά του χώρου, αρχική συμπίεση των αποβλήτων, βάθος στρώσεων, συνολικό βάθος του χώρου διάθεσης, μέση θερμοκρασία αέρος κ.λπ. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι να καθίσταται δύσκολη η πρόβλεψη του ρυθμού παραγωγής του, της ποσότητας (όγκου) του καθώς και της σύστασής του. Το μόνο στοιχείο που είναι δεδομένο είναι ότι η ποσότητα και ο ρυθμός παραγωγής του βιοαερίου αυξάνονται όσο προχωράει η ενηλικίωση του χώρου διάθεσης και κορυφώνονται κατά την περίοδο λήξης της απόθεσης των απορριμμάτων (20 έτη, ανάλογα με τον

προβλεπόμενο χρόνο ζωής του χώρου διάθεσης). Η δε παραγωγή του βιοαερίου συνεχίζεται, με μειωμένο ρυθμό για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση του χρόνου ζωής του χώρου απόθεσης. Με βάση την εμπειρία και τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η παραγωγή βιοαερίου κυμαίνεται μεταξύ 160-240 m<sup>3</sup>/ton απορριμμάτων, σε μια χρονική περίοδο 10-15 ετών.

Το παραγόμενο βιοαέριο χρειάζεται αρκετό καιρό μέχρι να φτάσει να έχει μια σταθερή σύσταση. Τις πρώτες εβδομάδες και μήνες μετά την ταφή των απορριμμάτων, ο χώρος διάθεσης λειτουργεί κάτω από αερόβιες συνθήκες και παράγεται κυρίως διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο που προκύπτει από το αερόβιο αυτό στάδιο περιέχει επίσης οξυγόνο και άζωτο. Όταν ο χώρος περάσει στην αναερόβια φάση αποδόμησης των απορριμμάτων, η ποσότητα του οξυγόνου πλησιάζει σχεδόν το μηδέν ενώ το άζωτο τείνει σε πολύ χαμηλό επίπεδο (λιγότερο από 1%). Τα βασικά αέρια, που είναι τα τελικά προϊόντα του αναερόβιου σταδίου, είναι διοξείδιο του άνθρακα και κυρίως μεθάνιο. Η διαδικασία παραγωγής του μεθανίου αυξάνεται όσο τα μεθανογενή βακτήρια αντικαθίστανται.

Το μεθάνιο δεν είναι τοξικό αλλά παράγεται σε μεγάλες ποσότητες και δημιουργεί ασφυκτικές συνθήκες για φυτά και ζώα. Το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες σχηματίζονται σε μικρές ποσότητες αλλά είναι υπεύθυνα για την δυσοσμία που αναπτύσσεται.

<b>Συστατικό</b>	<b>Περιεκτικότητα (% κ.ο., επί ξηρού)</b>
Μεθάνιο	45 – 60
Διοξείδιο του άνθρακα	40 – 60
Άζωτο	2 – 5
Οξυγόνο	0,1 – 1,0
Σουλφίδια, μερκαπτάνες, κλπ	0,0 – 1,0
Αμμωνία	0,1 – 1,0
Υδρογόνο	0,0 – 0,2

Μονοξείδιο του άνθρακα	0,0 – 0,2
Ιχνοστοιχεία	0,01 – 0,6
<b>Χαρακτηριστικά</b>	<b>Τιμή</b>
Θερμοκρασία (°C)	37,7 – 48,9
Ειδικό βάρος	1,02 – 1,06
Υγρασία	Κορεσμένο
Μέγιστη θερμογόνος δύναμη (kWh/Nm <sup>3</sup> )	4,14 – 5,17

Πίνακας: Σύνθεση και βασικά χαρακτηριστικά βιοαερίου

Κατά τη σταθεροποίηση του χώρου ταφής, το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (σε ποσοστό από 55-65%) και διοξείδιο του άνθρακα (σε ποσοστό από 35- 45%). Τα ποσοστά και η παρουσία άλλων συστατικών εξαρτάται άμεσα από το είδος των προς διάθεση αποβλήτων και τις συνθήκες ταφής. Η δε θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου βιοαερίου κυμαίνεται από 5000Kcal/m<sup>3</sup> (κατώτερη) έως 9300Kcal/m<sup>3</sup> (ανώτερη). Ο ρυθμός παραγωγής και η σύσταση του βιοαερίου εκτιμάται ότι σταθεροποιούνται με την πάροδο 2-3 ετών από την έναρξη λειτουργίας του χώρου.

Στο μεταβατικό στάδιο, κατά το οποίο η δράση στο χώρο από αερόβια γίνεται αναερόβια, υπάρχει αυξημένη παρουσία υδρογονοπαραγωγών, ενώ όταν η μεθανογένεση σταθεροποιείται, το υδρογόνο περιορίζεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

#### Συλλογή και απαγωγή του βιοαερίου

##### Συστήματα συλλογής και απαγωγής

Για τη συλλογή και απαγωγή του βιοαερίου χρησιμοποιούνται ανά περίπτωση τα εξής συστήματα:

- Παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας
- Σύστημα απαγωγής με οριζόντιους αγωγούς
- Αντληση βιοαερίου με κατακόρυφα φρεάτια

Το βιοαέριο εξέρχεται από το εσωτερικό του ΧΥΤΑ μέσα από τμήματα (παράθυρα) της επιφανειακής κάλυψης τα οποία

έχουν διαστρωθεί με οργανικό εδαφικό υλικό (βιόφιλτρα). Πρέπει να σημειωθεί, ότι το εδαφικό υλικό κάλυψης πρέπει να είναι πλούσιο σε βακτήρια, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν οι κατάλληλες βιοχημικές δράσεις αποδόμησης των οργανικών ενώσεων (εκτιμώμενος ρυθμός αποδόμησης:  $50 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^2$  επιφάνειας /έτος) και επιπλέον, να πραγματοποιείται δέσμευση αερίων. Στην περίπτωση ύπαρξης περιμετρικών τάφρων εξαέρωσης πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην στεγανοποίηση της απόληξης της τάφρου έτσι ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο όμβριων υδάτων στο χώρο διάθεσης.

#### Αντληση βιοαερίου με κατακόρυφα φρεάτια.

Τα κατακόρυφα φρεάτια συλλογής αερίων τοποθετούνται εντός του σώματος του ΧΥΤΑ, σε βάθος ίσο προς το 80-90% του συνολικού ύψους των αποβλήτων που έχουν αποθεθεί και απέχουν από τη μόνωση του πυθμένα τουλάχιστον 2 m. Οι κάθετοι αγωγοί τοποθετούνται εντός «φίλτρου» από αμμοχαλικώδες υλικό (μέγεθος κόκκων > 32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10%) και η διάμετρος τους πρέπει να είναι >200 mm. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατακόρυφων αγωγών δεν πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη των πενήντα (50) μέτρων. Επίσης, η ακτίνα επιρροής κάθε αγωγού να είναι μικρότερη ή ίση των εικοσιπέντε (25) μέτρων

Απαγωγή με οριζόντιους αγωγούς. Η τοποθέτηση των οριζόντιων αγωγών συλλογής γίνεται σε οριζόντιες τάφρους υψηλής διαπερατότητας (μέγεθος κόκκων αμμοχάλικου >32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10 % κ.β.) και πλάτους τουλάχιστον 0,5 m. Οι οριζόντιες τάφροι συλλογής των αερίων τοποθετούνται κάτω από τη μόνωση του ΧΥΤΑ και σε απόσταση μεταξύ τους περίπου 60 m. Η κλίση των αγωγών στα σημεία εξόδου πρέπει να είναι >7%. Στα σημεία αυτά εγκαθίσταται μονάδα συλλογής συμπυκνωμάτων (αφύγρανσης). Η διάμετρος των αγωγών συλλογής πρέπει να είναι > 250mm. Τα φρεάτια συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων από HDPE, που καταλήγει στον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Το βάθος των φρεατίων ποικίλλει ανάλογα με το βάθος του όγκου των



απορριμμάτων, το οποίο κυμαίνεται από 40 – 50m. Το οριζόντιο δίκτυο φέρει κατάλληλες διατάξεις για την απομάκρυνση του κύριου όγκου των συμπυκνωμάτων από το βιοαέριο και την επανεισαγωγή τους στον ΧΔΑ.

Οι σωληνώσεις που ξεκινούν από τα φρεάτια αυτά καταλήγουν ανά ομάδες σε συλλέκτες μέσω των οποίων το βιοαέριο οδηγείται στο πρωτεύον δίκτυο αγωγών και εν συνεχεία στο σταθμό.

Κατά την διάνοιξη των φρεατίων του βιοαερίου έχει γίνει καταγραφή του εξαγόμενου από τον ΧΔΑ υλικού, ούτως ώστε να υπάρχει αυτή την στιγμή μια πολύ καλή γνώση της κατανομής και της διαστρωμάτωσης των διαφόρων υλικών εντός του ΧΔΑ η οποία μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη κατά την φάση της λειτουργίας του σταθμού και την απόκτηση περαιτέρω εμπειρίας στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου

Η κατασκευή και λειτουργία του συστήματος συλλογής και απαγωγής των αερίων πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζει πλήρη ασφάλεια στο προσωπικό και στη λειτουργία του ΧΥΤΑ.

Πριν την έναρξη λειτουργίας του συστήματος συλλογής, απαγωγής και γενικότερα διαχείρισης των αερίων, συντάσσεται πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος.

Η εγκατάσταση της γενικής διαχείρισης των αερίων πρέπει να είναι έτοιμη για λειτουργία το αργότερο έξι μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Η ενδεικνυόμενη τεχνική συλλογής και απαγωγής των αερίων περιλαμβάνει τη χρήση οριζόντιων αγωγών και κατακόρυφων φρεατίων. Ο παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας «φίλτρου», επιτρέπεται μόνο όταν παράγονται πολύ μικρές ποσότητες αερίων τα οποία αποδεδειγμένα δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Ο σχεδιασμός διαχείρισης των αερίων γίνεται με βάση υπολογισμούς για την αναμενόμενη μέγιστη ποσότητα παραγωγής τους. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνεται και μελέτη πιθανής δυναμικής μετανάστευσης αερίων εκτός του ΧΥΤΑ καθώς και τα τεχνικά μέτρα για την αποτροπή της μετανάστευσης. Εκτός του ΧΥΤΑ διανοίγεται γεώτρηση ανίχνευσης αερίων. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης γίνεται με βάση ειδική έρευνα του χώρου.

Πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα:

- α) απομάκρυνσης υδάτων από τα συστήματα συλλογής και απαγωγής των αερίων
- β) καθαρισμού των αγωγών από τα συμπυκνώματα
- γ) αποφυγή εισόδου αέρα στο σύστημα και
- δ) ευχερούς και ασφαλούς πρόσβασης για διενέργεια ελέγχων και δειγματοληψιών

Το υλικό των αγωγών πρέπει να είναι από ανθεκτικό στις αναμενόμενες φυσικές, χημικές και βιολογικές καταπονήσεις – επιβαρύνσεις.

Η διάταξη των συστημάτων συλλογής και απαγωγής των αερίων γίνεται με τρόπο ώστε:

- α) να μην παρεμποδίζεται η ενεργητική απαγωγή των αερίων και
- β) να μηνεπιδρούν αρνητικά στα συστήματα μόνωσης του ΧΥΤΑ.

Ο συνδυασμός οριζόντιων και κάθετων συστημάτων συλλογής των αερίων είναι επιθυμητός.

Σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του ΧΥΤΑ η πίεση που εφαρμόζεται κατά την άντληση των αερίων πρέπει να είναι χαμηλή (υποπίεση).

Η ταχύτητα των αερίων εντός των αγωγών να είναι μικρότερη των 10 m/sec

Οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεταξύ τους όσο το δυνατόν λιγότερα σημεία σύνδεσης και οι συνδέσεις των αγωγών πρέπει να είναι ελαστικές.

Στις περιπτώσεις που κατά την απαγωγή διαπιστώνεται υπέρβαση ορίων απαιτείται η άμεση διακοπή της άντλησης.

## 6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 6.1 Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Στην περιοχή αυτή (Ασπρόπυργος, Άνω Λιόσια, Ελευσίνα και Μάνδρα) λειτουργούν αρκετές επιχειρήσεις με αντικείμενο τη συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών, το διαχωρισμό αυτών σε επιμέρους υλικά, την ανάκτηση αυτών και τη διαχείρισή τους. Συνήθεις τέτοιες δραστηριότητες είναι η διαχείριση παλαιών μετάλλων (σκραπ), η απόσυρση παλαιών ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, η ανακύκλωση χάρτου, η απόσυρση οχημάτων, η διαχείριση ελαστικών και καλωδίων και η διαλογή – διαχωρισμός απορριμμάτων (χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μεταλλικά υλικά) κλπ

Σύμφωνα με το αρχείο των επιχειρήσεων που τηρείται στην υπηρεσία του Κέντρου

Πρόληψης Επαγγελματικού Κινδύνου (ΚΕ.Π.Ε.Κ.) δυτικής Αττικής και Πελοποννήσου, στην περιοχή έχουν δραστηριοποιηθεί την τελευταία δεκαετία 60 επιχειρήσεις σε αυτόν τον κλάδο, αριθμός που μεταβάλλεται καθώς νέες επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται ή και άλλες κλείνουν. Η πλειονότητα των επιχειρήσεων είναι εγκατεστημένη στον Ασπρόπυργο. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δηλώνονται και καταγράφονται στους ελέγχους, αλλά και σύμφωνα με όσα δηλώνονται στα έντυπα αναγγελίας τεχνικού ασφάλειας και ιατρού εργασίας, η πλειονότητα των επιχειρήσεων αυτών απασχολεί έως έξι εργαζόμενους, ενώ 7 επιχειρήσεις απασχολούν πάνω από 50 εργαζόμενους. Ειδικότερα στο δείγμα των 60 αυτών επιχειρήσεων:

Οι 32 από αυτές τις επιχειρήσεις απασχολούν από 0 έως 6 εργαζόμενους

Οι 14 από αυτές απασχολούν από 7 έως 20 εργαζόμενους

Οι 7 από αυτές απασχολούν από 21 έως 50 εργαζόμενους

Οι 7 από αυτές απασχολούν από 51 και άνω εργαζόμενους

Από τους ελέγχους που πραγματοποιούνται στους χώρους εργασίας, παρατηρείται διαφοροποίηση στην εικόνα που παρουσιάζουν αυτές οι επιχειρήσεις. Δηλαδή, ενώ από τη μία πλευρά συναντά κανείς επιχειρήσεις με σύγχρονες κτιριακές εγκαταστάσεις και εξοπλισμό, από την άλλη πλευρά υπάρχουν και επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε χώρους που παρουσιάζουν πολλά προβλήματα, υπάρχει ελλιπής εξοπλισμός και εγκαταστάσεις που δεν συνάδουν με τις επιθυμητές συνθήκες εργασίας. Παρόλα αυτά, σε κάθε επιχείρηση παρουσιάζονται κίνδυνοι για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων που προκύπτουν από ελλείψεις ή αστοχίες στη λειτουργία και συντήρηση του εξοπλισμού εργασίας, από σφάλματα στην οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας, από ελλιπή συντονισμό και επίβλεψη της ορθής εφαρμογής των μέτρων ασφάλειας και υγείας, από τις ελλειπείς συνθήκες υγιεινής, από ελλείψεις στην εκπαίδευση και ενημέρωση των εργαζομένων.

Σύμφωνα με τα αρχεία της υπηρεσίας, στις παραπάνω επιχειρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί συνολικά 216 έλεγχοι, έλεγχοι που πραγματοποιούνται αναλόγως του μεγέθους, της επικινδυνότητας και των ατυχημάτων που συμβαίνουν στις επιχειρήσεις. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν σε προγραμματισμένους ελέγχους για τεχνικά και υγειονομικά θέματα, σε ελέγχους για διερεύνηση αιτίων εργατικών ατυχημάτων και διερεύνησης καταγγελιών. Η μεγάλη πλειονότητα των ελέγχων είναι προγραμματισμένοι τεχνικοί και υγειονομικοί έλεγχοι, ακολουθούν οι έλεγχοι για διερεύνηση ατυχημάτων, ενώ λίγες είναι οι καταγγελίες και επομένως λίγοι οι έλεγχοι που διενεργούνται για διερεύνηση των καταγγελλομένων

Οι πιο κοινές υποδείξεις που έχουν καταγραφεί στα δελτία ελέγχου που έχουν επιδοθεί στις επιχειρήσεις αυτού του κλάδου είναι οι ακόλουθες:

1) Τα μηχανήματα έργου (κλαρκ, φορτωτές, γερανοί κλπ) να τα χειρίζονται αδειούχοι χειριστές, βοηθοί χειριστή υπό την επίβλεψη αδειούχου ή για χαμηλής ιπποδύναμης ΜΕ να έχει πραγματοποιηθεί έγγραφη ανάθεση χειρισμού από τον εργοδότη κατόπιν εκπαίδευσης του εργαζόμενου.

2) Τα μηχανήματα έργου να φέρουν άδεια κυκλοφορίας, πινακίδα και αποδεικτικά ασφάλισης ή / και τελών χρήσης.

3) Τα ανυψωτικά μηχανήματα να φέρουν πιστοποιητικά καταλληλότητας από αναγνωρισμένο φορέα.

4) Να υπάρχει διευθέτηση κυκλοφορίας του αυτοκινούμενου εξοπλισμού εργασίας / μηχανημάτων έργου σε συνδυασμό με τις οδούς και διαδρόμους κυκλοφορίας των εργαζομένων.

5) Να μην γίνεται αιώρηση / μεταφορά φορτίων πάνω από θέσεις εργασίας και διαδρόμους κυκλοφορίας εργαζομένων.

6) Οι γερανογέφυρες να φέρουν πινακίδα με το ονομαστικό φορτίο ανυψωτικής ικανότητας.

7) Να υπάρχει ασφαλής συγκράτηση των μεταφερόμενων και ανυψούμενων φορτίων.

8) Τα μηχανήματα έργου να φέρουν φωτεινό ή/και ηχητικό σήμα προειδοποίησης

**Υποδείξεις για την ασφαλή χρησιμοποίηση του εξοπλισμού εργασίας (μηχανήματα, εργαλεία, συσκευές) (Π.Δ.395/94, Π.Δ.89/99, Π.Δ.95/78, Π.Δ.16/96)**

9) Να υπάρχει προστασία από κινούμενα μέρη μηχανών (ράουλα, ταινιόδρομους, ιμάντες, κοπτικά, σχιστικές μηχανές κλπ), δηλαδή να υπάρχουν προφυλακτήρες ή συστήματα που να διακόπτουν τη λειτουργία του εξοπλισμού πριν την πρόσβαση στις επικίνδυνες ζώνες

10)ο εξοπλισμός εργασίας να είναι εκτός λειτουργίας κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης (ρύθμισης ή και καθαρισμού) ή, εάν αυτό δεν είναι εφικτό, να μπορούν να ληφθούν μέτρα που να διασφαλίζουν την ασφάλεια των εργαζομένων,

11)ο χειρισμός του εξοπλισμού εργασίας να είναι ασφαλής, δηλαδή, ο χειριστής να μπορεί από τη θέση χειρισμού να διαπιστώσει εάν υπάρχουν εκτιθέμενοι εργαζόμενοι στις επικίνδυνες ζώνες, να υπάρχει σήμα προειδοποίησης πριν την έναρξη λειτουργίας / επανεκκίνησης του εξοπλισμού εργασίας κλπ), ώστε οι εκτιθέμενοι εργαζόμενοι να μπορούν να απομακρυνθούν με ασφάλεια

12)να υπάρχουν συστήματα / μηχανισμοί τοπικής διακοπής της λειτουργίας του εξοπλισμού εργασίας

13)Να υπάρχουν μέτρα προστασίας έναντι κινδύνου πτώσης από ύψος σε σημεία του εξοπλισμού εργασίας. Ιδιαίτερη αναφορά δίνεται στον κίνδυνο πτώσης πλησίον ανοιγμάτων σε πρέσες, σπαστήρες κλπ.

14)Ο εξοπλισμός εργασίας να είναι ευσταθής. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται κατά τη χρήση ικριωμάτων και φορητών κλιμάκων.

15)Να γίνεται τακτική συντήρηση των συστημάτων εξαερισμού, ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους π.χ. χώροι διαλογής

16)Να υπάρχει έλεγχος της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, σύμφωνα με τον Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων ή/και το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD384 και να μην υπάρχει κίνδυνος επαφής με στοιχεία υπό τάση π.χ. φθαρμένα καλώδια, ακάλυπτοι ηλεκτρικοί πίνακες, καλώδια που διέρχονται από ύδατα κλπ

17)Ο εξοπλισμός συγκόλλησης ή/και οξυγονοκοπής να είναι σε άριστη κατάσταση και ασφαλής. Ιδιαίτερα γίνονται υποδείξεις για την ύπαρξη φλογοπαγίδων και βαλβίδων αντεπιστροφής, την ύπαρξη μανόμετρων στις φιάλες, την σταθεροποίηση ή και πρόσδεση των φιαλών, τη διατήρηση των φιαλών σε στεγασμένο

χώρο και την ύπαρξη σωληνώσεων (λάστιχα) σε άριστη κατάσταση.

18)Οι εργασίες συγκόλλησης να πραγματοποιούνται από άτομα που έχουν κατάλληλη άδεια

19)Να λαμβάνονται μέτρα έναντι κινδύνου ανάφλεξης όπου πραγματοποιούνται εργασίες με τη χρήση φλόγας και ενδέχεται στο χώρο να υπάρχουν παράγοντες που να προκαλέσουν ανάφλεξη (π.χ. εταιρείες παλιών μεταλλικών αντικειμένων (σκραπ), απόσυρση οχημάτων κλπ)

20)Οι εργασίες συντήρησης να πραγματοποιούνται από εξειδικευμένο προσωπικό. Οι εργαζόμενοι να έχουν κατάλληλη ενημέρωση και πληροφόρηση για τους κινδύνους από τη χρησιμοποίηση του εξοπλισμού εργασίας.

**Υποδείξεις για τις προδιαγραφές των χώρων εργασίας (Π.Δ.16/96, Π.Δ.105/95)**

21)Οι έξοδοι κινδύνου και οι οδοί κυκλοφορίας να παραμένουν ελεύθερες εμποδίων

22)Να υπάρχει σήμανση (σήμανση για τη χρήση μέσων ατομικής προστασίας, εξόδων κινδύνου, οδών κυκλοφορίας, θέσεων μέσων πυρόσβεσης κλπ)

23)Να υπάρχουν προσιτά μέσα πυρόσβεσης και οι φορητοί πυροσβεστήρες να είναι αναγομωμένοι

24)Να αντικατασταθούν υαλοπίνακες σε χώρους εργασίας

25)Να υπάρχει καθαρισμός των δαπέδων των χώρων εργασίας, ιδιαιτέρως ώστε να προλαμβάνεται ο κίνδυνος ολίσθησης. Αυτό υποδεικνύεται ιδιαίτερα όπου υπάρχει κίνδυνος ολίσθησης πλησίον ανοιγμάτων επιφανειών, τάφρων κλπ

**Υποδείξεις για τη χορήγηση και επίβλεψη της χρήσης μέσων ατομικής προστασίας (Π.Δ.396/94, Ν.3850/2010, Π.Δ. 338/01, Π.Δ. 186/95)**



26) Να γίνεται χορήγηση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας (υποδήματα ασφάλειας, γάντια, φόρμες προστασίας βραχιόνων, μάσκες προστασίας αναπνοής κλπ). ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για μέσα ατομικής προστασίας έναντι κινδύνων που προκύπτουν από βιολογικούς, χημικούς και φυσικούς παράγοντες.

27) Να πραγματοποιείται διαρκώς επίβλεψη της ορθής χρήσης των μέσων ατομικής προστασίας

**Υποδείξεις για θεσμικά θέματα (Ν.3850/2010, Π.Δ. 338/01, Π.Δ. 186/95, θόρυβος, σκόνη)**

28) Να γίνει αναγγελία τεχνικού ασφάλειας ή/και ιατρού εργασίας με κοινοποίηση των απαιτούμενων δικαιολογητικών

29) Το ωράριο απασχόλησης και παρουσίας του τεχνικού ασφάλειας και του ιατρού εργασίας να αναγράφεται στην θεωρημένη και αναρτημένη κατάσταση προσωπικού

30) Να τηρείται θεωρημένο βιβλίο υποδείξεων τεχνικού ασφάλειας και ιατρού εργασίας

31) Ο εργοδότης να λαμβάνει ενυπογράφως γνώση των υποδείξεων που καταγράφουν ο τεχνικός ασφάλειας και ιατρός εργασίας στα θεωρημένα βιβλία υποδείξεων

32) Τα εργατικά ατυχήματα να αναγγέλλονται εντός 24 ωρών στην αρμόδια επιθεώρηση εργασίας

33) Να τηρείται βιβλίο καταγραφής των εργατικών ατυχημάτων

34) Να υπάρχει Γραπτή Εκτίμηση Επαγγελματικού Κινδύνου ή αυτή να είναι πλήρης και επικαιροποιημένη. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην πραγματοποίηση εκτίμησης ή/και μετρήσεων φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων

**Υποδείξεις για θέματα υγειονομικού ενδιαφέροντος (Ν.3850/2010, Π.Δ.186/95, Π.Δ.16/96, Π.Δ.397/94)**

- 35) Να υπάρχουν ατομικοί ιατρικοί φάκελοι των εργαζομένων, με τήρηση του απορρήτου, οι οποίοι θα περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα των διενεργηθέντων εξετάσεων υγείας
- 36) Να υπάρχουν βεβαιώσεις καταλληλότητας για τους εργαζόμενους
- 37) Να υπάρχει κατάλογος των εργαζομένων που εκτίθενται σε βιολογικούς παράγοντες
- 38) Να γίνονται απαραίτητοι εμβολιασμοί
- 39) Να υπάρχει παροχή πόσιμου νερού
- 40) Να υπάρχουν αποδυτήρια και αποχωρητήρια κατάλληλα προς χρήση (καθαριότητα, αδιαπότιστο υλικό στο δάπεδο και στους τοίχους)
- 41) Να υπάρχουν ιματιοφυλάκια
- 42) Να υπάρχουν χώροι εστίασης και ανάπαυσης των εργαζομένων
- 43) Να υπάρχει δυνατότητα για ολιγόλεπτη ανάπαυση των εργαζομένων
- 44) Να υπάρχει εκπαίδευση στα θέματα παροχής Α΄ βοηθειών
- 45) Να υπάρχει φαρμακείο και υλικά Α΄ βοηθειών
- 46) Να υπάρχει προστασία από τη θερμική καταπόνηση με τη λήψη τεχνικών και οργανωτικών μέτρων
- 47) Να λαμβάνονται μέτρα για τον περιορισμό της μυοσκελετικής καταπόνησης κατά τη χειρωνακτική διακίνηση φορτίων π.χ. εκπαίδευση, οργάνωση εργασίας κλπ

#### **ΕΠΙΒΛΗΘΕΙΣΕΣ ΚΥΡΩΣΕΙΣ**

Σε περιπτώσεις μη συμμόρφωσης ή και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες απειλείται άμεσος και σοβαρός κίνδυνος ή διαπιστώθηκε παράβαση που οδήγησε στην πρόκληση σοβαρού εργατικού

ατυχήματος, στις παραπάνω επιχειρήσεις έχουν επιβληθεί διοικητικές κυρώσεις, δηλαδή ποινή προστίμου.

Μια σταχυολόγηση των συνηθέστερων παραβάσεων που καταγράφηκαν σε 54 πράξεις προστίμου είναι:

**Η συνηθέστερη παράβαση είναι αυτή του εδαφίου 2.1 του παραρτήματος ΙΙ που αναφέρεται στο άρθρο 4 παράγραφος 4 του Π.Δ.395/94, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99 και σε συνδυασμό με τα άρθρα 2 και 4 του Π.Δ.31/90. Έτσι έχουν επιβληθεί κυρώσεις σε περιπτώσεις όπου έχουν βρεθεί, κατά τον έλεγχο, να χειρίζονται μηχανήματα έργου, όπως περονοφόρα ανυψωτικά, γεραμούς, φορτωτές, τσάπες, γερανογέφυρες εργαζόμενοι που δεν διαθέτουν άδεια χειρισμού, ή ο χειρισμός πραγματοποιείται από βοηθό χειριστή, χωρίς να υπάρχει στο χώρο εργασίας αδειούχος χειριστής που θα ασκεί την υπεύθυνη επίβλεψη του, ή ενώ στην επιχείρηση λειτουργούν και χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία τέτοια ΜΕ, δεν υπάρχει δηλωμένος στις καταστάσεις προσωπικού αδειούχος χειριστής και κανένας από τους εργαζόμενους δεν φέρει αντίστοιχη άδεια.**

Άλλες παραβάσεις σχετικές με τη λειτουργία των μηχανημάτων έργου είναι αυτή του άρθρου 4(α) του Π.Δ.395/94, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99 και σε συνδυασμό με την ΚΥΑ 15085/593/25-8-2003, που αφορά στη μη έκδοση πιστοποιητικών ελέγχου καταλληλότητας για τον ανυψωτικό εξοπλισμό (περονοφόρα, γερανογέφυρες, γερανοί, αρπάγες) και της παραγράφου 3.3 του παραρτήματος Ι του Π.Δ.395/94, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99 και το άρθρο 2 του Π.Δ.304/2000, που αφορά στη μη έκδοση για τα μηχανήματα έργου αδειών κυκλοφορίας, πινακίδων και ασφάλισης. Παραμένοντας στο θέμα των Μηχανημάτων Έργου, έχουν διαπιστωθεί και άλλες παραβάσεις που αφορούν στη λειτουργία αυτών. Ειδικότερα έχουν επιβληθεί κυρώσεις για παράβαση του άρθρου 4(α) του Π.Δ.395/94, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99 και σε συνδυασμό με την ΚΥΑ 15085/593/25-8-2003, που αφορά στη μη έκδοση πιστοποιητικών ελέγχου καταλληλότητας για τον

ανυψωτικό εξοπλισμό (περονοφόρα, γερανογέφυρες, γερανοί, αρπάγες) και για την παράβαση της παραγράφου 3.3 του παρατήματος Ι του Π.Δ.395/94, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99 και το άρθρο 2 του Π.Δ.304/2000, που αφορά στη μη έκδοση για τα μηχανήματα έργου αδειών κυκλοφορίας, πινακίδων και ασφάλισης.

Σχετικά με τους κινδύνους που προέρχονται από τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό εργασίας, τις διαδικασίες συντήρησης και επίβλεψης χρήσης αυτού του εξοπλισμού έχουν επιβληθεί για παραβάσεις διατάξεων του Π.Δ.395/94 ποινές που αφορούν σε ανασφαλείς διαδικασίες θέσης σε λειτουργία του εξοπλισμού εργασίας και στην επίβλεψη εργασιών συντήρησης υπό συνθήκες που δεν διασφαλίζουν την ασφάλεια των εργαζομένων.

Πολύ σημαντικές είναι και οι παραβάσεις που έχουν διαπιστωθεί στις επιχειρήσεις του κλάδου αυτού, σχετικά με την ύπαρξη κατάλληλων, οριοθετημένων διαδρόμων κυκλοφορίας για τον αυτοκινούμενο εξοπλισμό εργασίας και τους πεζούς εργαζόμενους και τη διευθέτηση της κυκλοφορίας, . Ειδικότερα έχουν επιβληθεί κυρώσεις που αφορούν σε περιπτώσεις όπου οι διάδρομοι κυκλοφορίας δεν είναι ελεύθεροι εμποδίων, καθώς σε αυτούς είναι τοποθετημένα υλικά, παλέτες κλπ, σε περιπτώσεις όπου οι διάδρομοι κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων δεν είναι οριοθετημένοι, δεν φέρουν τις προβλεπόμενες διαγραμμίσεις και σημάνσεις και γενικά σε περιπτώσεις που έχει διαπιστωθεί ότι οι εργαζόμενοι δεν είναι ασφαλείς, όταν βρίσκονται στις θέσεις εργασίας τους ή όταν κυκλοφορούν, εξαιτίας της κίνησης οχημάτων και αυτοκινούμενου εξοπλισμού εργασίας (κλαρκ, φορτωτές κλπ). (παραβάσεις διατάξεων του Π.Δ.16/96, του Π.Δ.105/95 και του Π.Δ.395/94 όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.89/99).

Παραβάσεις και ελλείψεις σε θέματα υγειονομικού ενδιαφέροντος επίσης έχουν οδηγήσει σε αρκετές περιπτώσεις στην επιβολή κυρώσεων. Συνήθεις τέτοιες παραβάσεις είναι η μη διαμόρφωση χώρου για παροχή Α΄ βοηθειών (σε επιχειρήσεις όπου ο αριθμός των εργαζομένων υπερβαίνει τους 100), η έλλειψη υλικών για Α΄

βοήθειες, η έλλειψη ή μη ύπαρξη κατάλληλου χώρου ανάπαυσης των εργαζομένων, η απουσία ιατρικού ελέγχου, εξετάσεων και εμβολιασμών, η μη καταγραφή των αποτελεσμάτων των ιατρικών εξετάσεων στους ατομικούς ιατρικούς φακέλους, η μη ύπαρξη βεβαιώσεων καταλληλότητας εργαζομένων και η μη κοινοποίηση τέτοιων στοιχείων στην υπηρεσία μας, όπως κοινοποίηση ανώνυμων αποτελεσμάτων εξετάσεων (Ν.3850/2010, Π.Δ.186/95).

Η μη σύνταξη Γραπτής Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου ή η ύπαρξη ελλείψεων στην ΓΕΕΚ είναι άλλος ένας τομέας που παρατηρούνται παραβάσεις. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου παρά τις υποδείξεις ο εργοδότης δεν διαθέτει κανενός είδους εκτίμηση των επαγγελματικών κινδύνων ή η εκτίμηση που διαθέτει είναι ελλιπής. Οι ελλείψεις στις περιπτώσεις αυτές αφορούν κυρίως στην εκτίμηση των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων που στις επιχειρήσεις αυτού του είδους ενδέχεται να ενέχουν ιδιαίτερο κίνδυνο (Ν.3850/2010, Π.Δ.186/95).

Η μη χρήση μέσων ατομικής προστασίας από τους εργαζόμενους είναι επίσης μία παράβαση για την οποία στις επιχειρήσεις αυτού του κλάδου έχουν επιβληθεί κυρώσεις. Οι παραβάσεις που διαπιστώνονται στο συγκεκριμένο θέμα αφορούν είτε στη μη χορήγηση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας στους εργαζόμενους (Π.Δ.396/94), είτε στην μη επίβλεψη της ορθής χρήσης των μέσων αυτών (Ν.3850/2010). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην χορήγηση και επίβλεψη της χρήσης μέσων ατομικής προστασίας που σχετίζονται με την έκθεση των εργαζομένων σε βιολογικούς και χημικούς παράγοντες, όπως π.χ. γάντια, φόρμες εργασίας κλπ, όπου η πιθανότητα έκθεσης σε παράγοντες είναι αυξημένη κατά της εργασίες διαχωρισμού απορριμμάτων. Επίσης προσοχή δίνεται και στη χρήση μέσων ατομικής προστασίας, όπως υποδήματα ασφάλειας και κράνη, που προφυλάσσουν τους εργαζόμενους από πλήγματα, πτώσης υλικών κατά τη μεταφορά κλπ.

Για παραβάσεις διατάξεων του Π.Δ.95/78 που αφορούν στις εργασίες και στον εξοπλισμό οξυγονοκοπής έχουν επιβληθεί επίσης Πράξεις Προστίμου. Η παραβάσεις σε αυτόν τον τομέα

εστιάζονται στην έλλειψη βαλβίδων αντεπιστροφής στα λάστιχα συσκευών οξυγονοκοπής και στην εσφαλμένη τοποθέτηση – αποθήκευση των φιαλών αερίων.

Για τη μη χρησιμοποίηση υπηρεσιών τεχνικού ασφάλειας έχει διαπιστωθεί παράβαση, όπως επίσης διοικητική κύρωση έχει επιβληθεί για τη μη αναγραφή του ωραρίου απασχόλησης του τεχνικού ασφάλειας και του ιατρού εργασίας στους πίνακες προσωπικού (παραβάσεις διατάξεων του Ν.3850/2010). Επίσης ποινή επιβλήθηκε, διότι ο εργοδότης δεν λάμβανε ενυπογράφως γνώση των υποδείξεων που καταχωρούσε ο τεχνικός ασφάλειας στο ειδικό θεωρημένο βιβλίο υποδείξεων.

Τέλος, ποινές έχουν επιβληθεί για μη αναγγελία εργατικών ατυχημάτων (παράβαση του άρθρου 43 παράγραφος 2(α) του Ν.3850/2010) και για τη μη καταγραφή εργατικού ατυχήματος στο ειδικό βιβλίο ατυχημάτων (παράβαση του άρθρου 43 παράγραφος 2(β) του Ν.3850/2010).

#### **ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΤΙΩΝ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ**

Στην υπηρεσία μας έχουν δηλωθεί 54 εργατικά ατυχήματα από τις επιχειρήσεις ανακύκλωσης και διαχείρισης απορριμμάτων. Είναι βέβαια γνωστό ότι γενικά ο αριθμός των δηλωθέντων εργατικών ατυχημάτων στο Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας είναι μικρότερος από τον αριθμό των ατυχημάτων που συμβαίνει στην πραγματικότητα. Κάτι τέτοιο ενδεχομένως ισχύει και για τη δήλωση των ατυχημάτων στο συγκεκριμένο κλάδο.

Η διερεύνηση των αιτίων των ατυχημάτων αυτών κατέληξε ότι σε 30 περιπτώσεις υπήρχε έλλειψη στα μέτρα ασφάλειας, επομένως η έκθεση αυτοψίας που συντάχθηκε επέχει θέση μηνυτήριας αναφοράς. Στις υπόλοιπες 24 περιπτώσεις ατυχημάτων δεν διαπιστώθηκε παράβαση διατάξεων της εργατικής νομοθεσίας (στις περιπτώσεις αυτές περιλαμβάνονται τα τροχαία ατυχήματα κατά την μετάβαση ή την αποχώρηση από την εργασία) ή λόγω της φύσης του ατυχήματος δεν απαιτείται η σύνταξη έκθεσης (μη

σοβαρά ατυχήματα). Τρία από τα παραπάνω ατυχήματα ήταν θανατηφόρα.

Μια μελέτη των αιτίων των σοβαρότερων ατυχημάτων καταδεικνύει ότι τα αίτια των ατυχημάτων αυτών μπορούν γενικά να ταξινομηθούν ως εξής :

**1) Οι θέσεις εργασίας και οδοί κυκλοφορίας των εργαζομένων βρίσκονται εντός του χώρου κυκλοφορίας και λειτουργίας μηχανημάτων έργου, όπως κλαρκ, φορτωτές, γερανοί κλπ.**

**Περίπτωση 1.** ο εργαζόμενος τη στιγμή που βρισκόταν σε θέση εργασίας (χειρισμός γραμμής παραγωγής), δέχτηκε κτύπημα από το φορτίο που μετέφερε διερχόμενο κλαρκ. Ο χειριστής του κλαρκ δεν είχε άδεια, αλλά ήταν δηλωμένος ως βοηθός χειριστή.

**Περίπτωση 2.** ο εργαζόμενος κτυπήθηκε από ανυψούμενο μεταφερόμενο φορτίο το οποίο προς στιγμή έχασε ύψος. Ο εργαζόμενος βρισκόταν στο χώρο κάτω από το φορτίο. Ο χειριστής του γερανού ήταν αδειούχος, όμως δεν είχε πλήρη ορατότητα του χώρου κίνησης του φορτίου. Το ατύχημα συνέβη, παρά το γεγονός ότι σύμφωνα με τις μαρτυρίες, υπήρχε εργαζόμενος που έδινε κατευθύνσεις στο χειριστή.

**Περίπτωση 3.** ο εργαζόμενος πιθανότατα συμπιέστηκε κατά την εκφόρτωση προϊόντων. Την εκφόρτωση πραγματοποιούσε αδειούχος χειριστής κλαρκ. Σύμφωνα με τις μαρτυρίες, κανείς δεν είδε τον εκτιθέμενο εργαζόμενο, ο οποίος κατά τα φαινόμενα βρισκόταν ανάμεσα στα φορτία που εκφορτώνονταν με το κλαρκ, στο χώρο κίνησης του κλαρκ.

**Περίπτωση 4.** πραγματοποιούνταν εργασίες μεταφοράς μεταλλικού ελάσματος με αρπάγη. Στην κατεύθυνση του φορτίου συμμετείχε και εργαζόμενος ο οποίος κρατούσε το μεταλλικό έλασμα και βρισκόταν δίπλα από αυτό. Το μεταλλικό έλασμα έπεσε από την αρπάγη και τον κτύπησε στο πόδι.

**Περίπτωση 5.** πραγματοποιούνταν μεταφορά ταινιόδρομου, πιθανώς με τη χρήση κλαρκ, αν και αυτό δεν επιβεβαιώθηκε. Ο

παθών βρισκόταν δίπλα από τον μεταφερόμενο εξοπλισμό, τον οποίο σύμφωνα με τις μαρτυρίες συγκρατούσε. Ο ταινιόδρομος ανατράπηκε και κτύπησε τον παθόντα. Στην επιχείρηση δεν απασχολούνταν χειριστής κλαρκ.

**2) Ο χειρισμός του αυτοκινούμενου εξοπλισμού εργασίας γίνεται από εργαζόμενους χωρίς την απαιτούμενη άδεια**

**Περίπτωση 1.** ο εργαζόμενος χωρίς να διαθέτει την απαιτούμενη άδεια χειρισμού χειριζόταν ανυψωτικό περονοφόρο και σκόπευε να μεταφέρει μεταλλικό σωλήνα. Ο χώρος στον οποίο κινούνταν το κλαρκ ήταν δύο επιπέδων μεταξύ των οποίων υπήρχε ράμπα. Κατά τους χειρισμούς του παθόντα με το κλαρκ, ο ένας τροχός βρέθηκε στο κενό, εκτός ράμπας, και το κλαρκ ανατράπηκε. Ο παθών τραυματίστηκε στην προσπάθειά του να πηδήξει από το κλαρκ.

**3) Οι εργασίες συντήρησης/ ρύθμισης / καθαρισμού του εξοπλισμού εργασίας γίνονται χωρίς αυτός να είναι ακινητοποιημένος, χωρίς να έχει διακοπεί η τροφοδοσία του ή να έχουν ληφθεί άλλα μέτρα προστασίας των εκτιθέμενων εργαζομένων.**

**Περίπτωση 1.** Εργαζόμενος εκτελούσε εργασία καθαρισμού τυμπάνου μεταφορικής ταινίας. Ο καθαρισμός γινόταν με τον εξοπλισμό σε λειτουργία. Την εργασία εκτελούσε με τη χρήση ειδικού εργαλείου (ξύστρα). Το εργαλείο παρασύρθηκε από το περιστρεφόμενο τύμπανο και μαζί παρασύρθηκε και το χέρι του με το οποίο κρατούσε την ξύστρα, το οποίο και εγκλωβίστηκε ανάμεσα στο τύμπανο και την ξύστρα.

**Περίπτωση 2.** Εργαζόμενος εργαζόταν σε μηχανήμα (σχιστικό καλωδίων), που έσχιζε το πλαστικό περίβλημα των καλωδίων για να ανακτηθεί ο χαλκός. Τα κινούμενα στοιχεία δεν έφεραν προστατευτικό κάλυμμα. Κάποια στιγμή παρουσιάστηκε εμπλοκή στο μηχανήμα. Ο χειριστής του μηχανήματος έθεσε την κίνηση των σχιστικών εργαλείων προς αντίστροφη φορά και ο παθών που κρατούσε το καλώδιο στην έξοδο του σχιστικού μηχανήματος δεν



πρόλαβε να απομακρύνει το χέρι το οποίο εγκλωβίστηκε στο σχιστικό μηχάνημα. Ο εργαζόμενος δεν ήταν δηλωμένος.

**Περίπτωση 3.** κατά την πραγματοποίηση εργασιών συντήρησης είχε διακοπεί η λειτουργία ολόκληρης της γραμμής παραγωγής. Ο παθών πραγματοποιούσε εργασία καθαρισμού εντός σπαστήρα, στο κατώτερο σημείο του οποίου υπάρχουν ψαλίδια. Ο παθών πατούσε πάνω στα ψαλίδια που ήταν ακινητοποιημένα. Ο χειριστής της μονάδας, χωρίς να έχει οπτική επαφή με το, έθεσε σε λειτουργία τη μονάδα. Το πόδι του παθόντα τραυματίστηκε σοβαρά από τον εγκλωβισμό ανάμεσα στα ψαλίδια. Στον σπαστήρα υπήρχε τοπικό σύστημα διακοπής λειτουργίας το οποίο δεν είχε χρησιμοποιηθεί. Αντικρουόμενες απόψεις υπήρξαν σχετικά με την οργάνωση της εργασίας, την παροχή οδηγιών, ενημέρωσης και κατάρτισης

**Περίπτωση 4.** Ο εργαζόμενος εισήλθε στο σημείο όπου γίνεται η περιτύλιξη των δεμάτων με σύρμα. Η δεματοποίηση κανονικά γίνεται αυτόματα, μέσω αυτόματου μηχανισμού, ο οποίος και περιτυλίγει το δέμα με σύρμα, όμως όταν παρουσιάζεται πρόβλημα αυτό, δηλαδή η σύνδεση των συρμάτων που συγκρατούν το δέμα, γίνεται χειρωνακτικά. Ο παθών εισήλθε στο σημείο της δεματοποίησης μέσω ανοίγματος στη γραμμή παραγωγής το οποίο ενώ έφερε πόρτα με πλέγμα, ο ασφαλιστικός μηχανισμός μέσω του οποίου όταν η θύρα άνοιγε διακόπτεται η λειτουργία του εξοπλισμού, φέρεται να είχε υποστεί βλάβη. Ενώ ο παθών βρισκόταν στο σημείο δεματοποίησης, ο αυτόματος μηχανισμός κινήθηκε και προκάλεσε τον θανάσιμο τραυματισμό του παθόντα.

**Περίπτωση 5.** Ο εργαζόμενος καθάριζε το χώρο περιμετρικά μιας πρέσας δεματοποίησης υλικών. Κατά την εργασία του ο παθών προσπάθησε να αφαιρέσει κάποια απορρίμματα από το εσωτερικό της πρέσας και μέσα από ένα άνοιγμα που υπήρχε. Καθώς το έμβολο κινήθηκε εγκλώβισε το χέρι του παθόντα. Ο χειριστής της πρέσας σταμάτησε το μηχάνημα και απεγκλώβισε το χέρι του παθόντα.

#### **4) Ακατάλληλα δάπεδα και χώροι εργασίας και κυκλοφορίας**

**Περίπτωση 1.** Για τη μεταφορά ανταλλακτικών εργαλείων στη γραμμή παραγωγής, είχαν αφαιρεθεί σχάρες από το δάπεδο εργασίας, ώστε τα ανταλλακτικά να μεταφερθούν μέσα από το άνοιγμα που δημιουργήθηκε. Οι σχάρες επανατοποθετήθηκαν, όμως δεν σταθεροποιήθηκαν. Ο παθών μετέβη στο σημείο για να ελέγξει τις εργασίες που είχαν πραγματοποιηθεί, και καθώς πάτησε πάνω στη μη σταθεροποιημένη σχάρα, αυτή υποχώρησε και ο παθών έπεσε από ύψος πέντε μέτρων.

**Περίπτωση 2.** Ο εργαζόμενος για να κερδίσει χρόνο δεν χρησιμοποίησε

προβλεπόμενη οδό κυκλοφορίας, αλλά χρησιμοποίησε κάθετη μεταλλική κλίμακα, παρά το γεγονός ότι κρατούσε σάρωθρο. Κατεβαίνοντας την κλίμακα, γλίστρησε. Όπως δήλωσε φορούσε υποδήματα ασφάλειας.

**Περίπτωση 3.** Ο εργαζόμενος καθώς βάδιζε σε διάδρομο κυκλοφορίας, κτύπησε από μεγάλο κομμάτι γυαλιού που προεξείχε από διπλανό, στο διάδρομο κυκλοφορίας, χώρο όπου γίνεται η αποσυναρμολόγηση και διαλογή αυτών των υλικών. Δεν υπήρχε επάρκεια χώρου για την διαλογή των υλικών σε συνδυασμό με τις οδούς κυκλοφορίας.

**Περίπτωση 4.** Ο εργαζόμενος κατέβαινε από κάθετη μεταλλική κλίμακα. Κρατούσε έναν ασύρματο, ενώ σύμφωνα με τις περιγραφές ο χώρος είχε αυξημένη υγρασία και σκόνη που καθιστούσαν τα μεταλλικά σκαλοπάτια ολισθηρά. Ο παθών έπεσε εντός του κλωβού της κάθετης κλίμακας. Φορούσε υποδήματα ασφάλειας.

#### **5) Εργασίες με κίνδυνο ανάφλεξης, χρήση οξυγονοκοπής, χρήση φλόγας**

**Περίπτωση 1.** Ο εργαζόμενος με τη χρήση συσκευής οξυγονοκοπής προσπάθησε να κόψει τμήμα αυτοκινήτου (σωλήνας) το οποίο περιείχε υπολείμματα βενζίνης. Προκλήθηκε ανάφλεξη με

αποτέλεσμα να υποστεί ο παθών έγκαυμα. Ο παθών ήταν αδήλωτος. Το ατύχημα δεν αναγγέλθηκε από τον εργοδότη.

**Περίπτωση 2.** Ο εργαζόμενος εργαζόταν μόνος του, σύμφωνα με τις μαρτυρίες, σε χώρο της επιχείρησης. Βρέθηκε να φλέγεται από συναδέλφους του που βρίσκονταν στο χώρο, καθώς είχε εκδηλωθεί πυρκαγιά στο χώρο που βρισκόταν. Στο σημείο υπήρχαν εύφλεκτα υλικά (βενζίνη, πλαστικά). Ο εργαζόμενος δεν ήταν δηλωμένος και το ατύχημα συνέβη ημέρα Κυριακή.

#### **6) Πτώση υλικών**

**Περίπτωση 1.** Αφού πραγματοποιηθεί διαλογή υλικών και συγκεκριμένα χαλκού, αυτός οδηγείται σε πρέσσα όπου και διαμορφώνεται σε μπάλες. Οι μπάλες χαλκού μέσω μεταφορικής ταινίας οδηγούνται και απορρίπτονται από ύψος περίπου τριών μέτρων σε χώρο απόρριψης, σχηματίζοντας στοίβα. Μία τέτοια μπάλα κατά την απόρριψή της στη στοίβα, κύλησε και τραυμάτισε τον παθόντα που περνούσε δίπλα από το χώρο απόρριψης. Υπήρχε διαγράμμιση οδού κυκλοφορίας εργαζομένων, όχι όμως κάποιο σταθερό σύστημα π.χ. κιγκλίδωμα, που να αποτρέπει την προσέγγιση εργαζομένων.

#### **7) Ανασφαλής πρόσβαση και παραμονή για την εκτέλεση εργασιών**

**Περίπτωση 1.** Η έξοδος χοάνης κόσκινου απορριμμάτων, σε ύψος δύο περίπου μέτρων, έφραξε. Για την απόφραξη κλήθηκαν δύο εργαζόμενοι οι οποίοι ανυψώθηκαν στο επιθυμητό ύψος πάνω σε παλέτα που προσαρμόστηκε σε κλαρκ. Με τον ίδιο τρόπο ανυψώθηκε και ο παθών για να επιβλέπει την εργασία. Η παλέτα έσπασε με αποτέλεσμα την πτώση του παθόντα. Η επιχείρηση διαθέτει ηλεκτροκίνητη ανυψωτική εξέδρα εργασίας, η οποία όμως τη στιγμή που χρειάστηκε ήταν αφόρτιστη.

#### **8) Μη χρήση κατάλληλων εργαλείων και μέσων ατομικής προστασίας**

**Περίπτωση 1.** Ο εργαζόμενος κατά τον καθαρισμό κοπτικών εργαλείων (μαχαίρια) τα οποία τεμαχίζουν τα απορρίμματα που περνούν ανάμεσά τους, προσπάθησε να τραβήξει ένα αντικείμενο που είχε παραμείνει ανάμεσα στα μαχαίρια και καθώς το τράβηξε αυτό αποκολλήθηκε απότομα και ο παθών τραυματίστηκε στα μαχαίρια. Αν και συνήθως ο παθών απομάκρυνε τα ανεπιθύμητα απορρίμματα με κάποιο γάντζο, τη στιγμή του ατυχήματος δεν έκανε χρήση κάποιου εργαλείου. Όπως δήλωσε φορούσε γάντια εργασίας.

**Περίπτωση 2.** Ο εργαζόμενος προσπάθησε να απομακρύνει ένα κομμάτι ξύλου που προκάλεσε εμπλοκή σε μεταφορική ταινία. Με τη δύναμη που άσκησε για να απομακρύνει το ξύλο, αυτό έσπασε και τραυμάτισε τον παθόντα. Δεν του είχε παρασχεθεί κάποιο εργαλείο.

**Περίπτωση 3.** Κατά την προσπάθεια καθαρισμού μεταφορικής ταινίας από απορρίμματα, ο παθών κτύπησε το χέρι του σε κάποιο σημείο του μεταλλικού φορέα της μεταφορικής ταινίας. Η μεταφορική ταινία ήταν ακινητοποιημένη. Ο παθών δεν φορούσε γάντια, ούτε χρησιμοποίησε κάποιο εργαλείο.

## **ΣΧΟΛΙΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Ο κλάδος των επιχειρήσεων ανακύκλωσης και διαχείρισης υλικών παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες ως προς τα προβλήματα στα θέματα ασφάλειας και υγείας στην εργασία που παρουσιάζονται. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται στις επιχειρήσεις αυτές, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω στοιχεία, εστιάζονται σε αυτά τα προβλήματα.

Ένα από τα χαρακτηριστικά προβλήματα προέρχεται από την διαχείριση των υλικών στους χώρους των επιχειρήσεων. Προβλήματα προκύπτουν στους χώρους εργασίας λόγω της υπερβολικής συγκέντρωσης υλικών, της ανασφαλούς στοίβαξης ή αποθήκευσης ή από το διασκορπισμό των υλικών πέρα από τους προβλεπόμενους χώρους. Έτσι δημιουργούνται εμπόδια στους διαδρόμους κυκλοφορίας και αυξημένη ολισθηρότητα, κίνδυνος

πρόσκρουσης σε αντικείμενα, ενώ στις περιπτώσεις διαχείρισης απορριμμάτων υψηλή συγκέντρωση εστιών ανάπτυξης μικροβίων και δημιουργία εξαιρετικά ανθυγιεινών συνθηκών.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό, όπως προκύπτει από το πλήθος των ατυχημάτων και τις σχετικές υποδείξεις που διαρκώς γίνονται, είναι η διευθέτηση της κυκλοφορίας των αυτοκινούμενων εξοπλισμών εργασίας σε χώρους όπου εργάζονται ή κινούνται πεζοί εργαζόμενοι. Δηλαδή, στο φαινόμενο της προαναφερθείσας στενότητας χώρου στις θέσεις εργασίας ή στους διαδρόμους κυκλοφορίας, λόγω της συγκέντρωσης υλικών, προστίθεται και το πρόβλημα ότι στους χώρους αυτούς κυκλοφορούν ταυτόχρονα και μηχανήματα έργου. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο αυξημένος κίνδυνος ο εργαζόμενος να δεχτεί πλήγμα ή να εγκλωβιστεί ή να συμπιεστεί από έναν εξοπλισμό εργασίας σε χώρους τοποθέτησης ή στοίβαξης υλικών, υπάρχει μειωμένη ορατότητα κατά τους χειρισμούς ενός μηχανήματος έργου ή της κατεύθυνσης ενός φορτίου κλπ.

Επίσης λόγω του μεγέθους των γραμμών παραγωγής (γραμμές παραγωγής με ταινιόδρομους, διαχωριστές, κόσκινα κλπ) είναι πολύ δύσκολο από την κύρια θέση χειρισμού, ο χειριστής να διαπιστώσει εάν υπάρχουν εκτιθέμενα άτομα σε επικίνδυνες ζώνες, δηλαδή κοντά σε κινούμενα μέρη μηχανών. Αυτό δημιουργεί αυξημένο κίνδυνο στο χειρισμό των γραμμών παραγωγής, αλλά ιδιαίτερα, όπως προκύπτει από το πλήθος των ατυχημάτων σε περιπτώσεις όπου γίνεται συντήρηση, όπου παρουσιάζεται κάποια βλάβη, όπου απαιτείται κάποιος πρόσκαιρος καθαρισμός ή ρύθμιση. Η ύπαρξη προφυλακτών, συστημάτων που να διακόπτουν αυτόματα τη λειτουργία του εξοπλισμού εργασίας πριν την πρόσβαση στις επικίνδυνες ζώνες, τοπικά συστήματα που να διακόπτουν τη λειτουργία του εξοπλισμού, η συντήρηση των συστημάτων αυτών αλλά και οι διαδικασίες εκπαίδευσης, ενημέρωσης και επίβλεψης των εργαζομένων κρίνονται απαραίτητες.

Ένα στοιχείο που χαρακτηρίζει τα εργατικά ατυχήματα που δηλώνονται στον κλάδο αυτό είναι ότι στην πλειοψηφία τους οι παθόντες είναι αλλοδαποί. Ιδιαίτερα αυτό συμβαίνει στα σοβαρά

ατυχήματα. Αυτό αντανακλά στο γεγονός ότι στον κλάδο αυτό και ιδιαίτερα στις βαριές εργασίες, απασχολούνται σε μεγάλο ποσοστό αλλοδαποί εργαζόμενοι οι οποίοι και πραγματοποιούν τις εργασίες όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πρόκλησης ατυχήματος. Επίσης η ύπαρξη πολλών ατυχημάτων σε βάρος αλλοδαπών εργαζόμενων κατά την εκτέλεση εργασιών χρησιμοποίησης και συντήρησης του εξοπλισμού εργασίας, αλλά και κατά την κατεύθυνση ή χειρισμό φορτίων καταδεικνύει προβλήματα που δημιουργούνται από τις προφανείς δυσχέρειες στην εκπαίδευση, στην ενημέρωση και στο συντονισμό των εργασιών (δυσκολία συνεννόησης).

Φυσικά, ιδιαίτερα σημαντικά, σε αυτού του είδους τις επιχειρήσεις, είναι τα υγειονομικά θέματα. Η εκτίμηση των χημικών, φυσικών και βιολογικών παραγόντων, η παρακολούθηση της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε αυτούς, τα προληπτικά μέτρα για τον περιορισμό της έκθεσης στους παράγοντες αυτούς, αλλά και η δημιουργία κατάλληλων υποδομών (χώρος ανάπαυσης, αποδυτήρια, ιματιοφυλάκια) είναι απαραίτητα στοιχεία για τη δημιουργία υγιεινού περιβάλλοντος εργασίας και αξιοπρεπών συνθηκών εργασίας.

Σε κάθε περίπτωση και στον κλάδο αυτό, υπάρχουν οι κίνδυνοι που μπορεί κάποιος να διαπιστώσει σε κάθε χώρο εργασίας, όπως π.χ. η μη χρήση μέσων ατομικής προστασίας, κίνδυνοι από επαφή με στοιχεία υπό τάση κλπ.

Ένα στοιχείο των μελλοντικών ελέγχων από τα ΚΕΠΕΚ θα είναι πλέον και ο έλεγχος της αδήλωτης εργασίας. Επομένως τόσο οι πίνακες προσωπικού, όσο και το Ειδικό Βιβλίο Καταχώρησης Νεοπροσλαμβανομένου Προσωπικού πρέπει να είναι διαθέσιμα κατά τον έλεγχο από τους Επιθεωρητές Ασφάλειας & Υγείας και πλήρως ενημερωμένα. Κάθε άλλο στοιχείο που αφορά στην πρόσληψη και απασχόληση κάθε εργαζόμενου που απασχολείται στην επιχείρηση πρέπει επίσης να είναι διαθέσιμο, όπως π.χ. αναγγελίας πρόσληψης, ιδιωτικά συμφωνητικά απασχόλησης κλπ.

Επίσης αυστηροποιείται το πλαίσιο για επιβολή κυρώσεων για συγκεκριμένες παραβάσεις. Ειδικότερα προβλέπεται η άμεση

επιβολή κυρώσεων σε περιπτώσεις μη ύπαρξης πιστοποιητικού καταλληλότητας ανυψωτικών μηχανημάτων, χειρισμού μηχανημάτων έργου από μη αδειούχους χειριστές, η μη χρήση μέσων ατομικής προστασίας. Στις περιπτώσεις αυτές η επιχείρηση δεν θα έχει καν τη δυνατότητα για παροχή εξηγήσεων. Αυτό σε συνδυασμό με τα νέα αντικειμενικά κριτήρια υπολογισμού του ύψους των επιβαλλόμενων προστίμων, ενδέχεται να επιφέρει μεγάλη επιβάρυνση στις επιχειρήσεις όπου διαπιστώνονται τέτοιες παραβάσεις, όμως μπορεί να αποτελέσει και κίνητρο για την αντιμετώπιση προληπτικά τέτοιων ελλείψεων. Για την προαγωγή της ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων, ειδικά σε αυτόν τον κλάδο δραστηριότητας που παρουσιάζει ειδικούς κινδύνους, απαιτείται διαρκής προσπάθεια, τόσο από την πλευρά μας μέσω των ελέγχων που πραγματοποιούμε, όπως επίσης και από όλους τους άλλους εμπλεκόμενους παράγοντες, δηλαδή τις επιχειρήσεις, τους εκπροσώπους των εργαζομένων, τους τεχνικούς ασφάλειας, τους ιατρούς εργασίας, καθώς και από τους ίδιους τους εργαζόμενους. Επομένως απαιτείται συνεχής επαγρύπνηση όλων, για τη διαρκή εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων ασφάλειας και τη μείωση των κινδύνων στις επιχειρήσεις αυτές.

Με όλα τα παραπάνω φαίνεται πως υπάρχει ένα νομοθετικό πλαίσιο που μπορεί να καλύψει τις ανάγκες, αλλά αν οι ίδιοι οι εργαζόμενοι δεν οργανωθούν πρώτα και κύρια στο χώρο δουλειάς τους δε θα το εφαρμόσει κανένας εργοδότης μιας και αυτά που χρειάζονται για πρόληψη τους στοιχίζουν περισσότερο από τις ζωές των εργαζομένων, για τις οποίες δε δίνουν δεκάρα.

## **6.2 ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ**

Ανακυκλώνοντας συμβάλλουμε στη μείωση των αστικών αποβλήτων, τα οποία συλλέγονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες του εκάστοτε Δήμου και μεταφέρονται στους δυσεύρετους Χώρους Υγειονομικής Ταφής. Έτσι μειώνουμε τον όγκο και το βάρος των απορριμμάτων και εξοικονομούμε χώρο. Επίσης, συνεισφέρουμε στην εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας (ανακυκλώνοντας

μισό κιλό PET πλαστικά μπουκάλια, εξοικονομεί κανείς ενέργεια αντίστοιχη με 12.000 BTU), που συνήθως είναι μη ανανεώσιμες (πετρέλαιο, μεταλλεύματα κλπ.). Με την ανακύκλωση μειώνεται η ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των υπόγειων υδάτων (ελαφρύνεται, έτσι, η επιβάρυνση του περιβάλλοντος) και ως εκ τούτου οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία.



### 6.3 Τα οικονομικά οφέλη της ανακύκλωσης

Η εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, παρέχει και οικονομικά οφέλη στην ελληνική κοινωνία που σε μεγάλο μέρος εισάγει πρώτες ύλες και ενέργεια. Επίσης, επιτυγχάνεται μακροπρόθεσμη πτώση (ή μη αύξηση) τιμών των προϊόντων, καθώς δεν απαιτείται εκ νέου παραγωγή πρώτης ύλης. Ακόμα, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας σε βιομηχανίες και προγράμματα ανακύκλωσης. Τέλος, σημαντική είναι η μείωση του κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων.



Τα οικονομικά οφέλη της ανακύκλωσης είναι τεράστια, αφού η πρώτη ύλη, τα ανακυκλώσιμα, είναι προϊόντα χωρίς κόστος αφού φαίνεται να έχει κλείσει ο κύκλος ζωής τους. Είναι όμως μια πηγή



τεράστιου πλούτου αφού από αυτά παράγονται νέα προϊόντα τα οποία οι επιχειρηματίες τα πουλούν πολύ πιο ακριβά από όσο τους κοστίζει να αναπαραχθούν.

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΛΥΣΕΙΣ

• Το θέμα των απορριμμάτων είναι πολύ σοβαρό και πρέπει να μας απασχολήσει πολύ σοβαρά όλους μας, μικρούς και μεγάλους.

Θα πρέπει να αλλάξουμε στάση και συμπεριφορά στο θέμα της διαχείρισης απορριμμάτων και της ανακύκλωσης.

Οι καλύτερες λύσεις νομίζουμε ότι είναι δύο:

### 1. Η μείωση των απορριμμάτων, που μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους:

#### a. Με την αποφυγή παραγωγής τους..

Πρέπει να αλλάξουν οι συνήθειες και οι επιλογές των καταναλωτών, με μάθημα περιβάλλοντος στα σχολεία, αλλά και περισσότερη προβολή και ενημέρωση. Επίσης η αλλαγή του τρόπου συσκευασίας των προϊόντων μπορεί να μειώσει αρκετά τον όγκο των απορριμμάτων

#### b. Με την επαναχρησιμοποίηση υλικών.

Πολλά υλικά που συνήθως τα πετάμε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούμε ενέργεια και χρήματα που θα ξοδεύαμε αν τα πετούσαμε ή ανακυκλώναμε. Στο σπίτι μπορούμε να ξαναχρησιμοποιήσουμε κουτιά από κονσέρβες, κουτιά από πλαστικό, το χαρτί περιτυλίγματος, μπουκάλια κ.ά.

Τα οφέλη που έχουμε από την επαναχρησιμοποίηση των υλικών είναι πολλά.

### 2. Η ανακύκλωση υλικών

Θα πρέπει όλοι μας να ενημερωθούμε περισσότερο για το θέμα της ανακύκλωσης και οι αρμόδιοι φορείς να ευαισθητοποιηθούν άμεσα και πιο ενεργά, τοποθετώντας περισσότερους κάδους ανακύκλωσης και ενισχύοντας πρωτοβουλίες γι' αυτήν.

Επιπλέον για να μπορέσει να λυθεί το ζήτημα προς όφελος του λαού θα πρέπει:

- Να σταματήσει κάθε παραπέρα ενέργεια για την κατασκευή των 4 μονάδων σύμμεικτων απορριμμάτων. Να διαμορφωθεί χωρίς άλλες καθυστερήσεις νέος Εθνικός (Κεντρικός) Σχεδιασμός και με βάση αυτόν να καταρτιστούν νέα Περιφερικά Σχέδια διαχείρισης μαζί και το ΠΕΣΔΑ Αττικής, που θα υλοποιηθούν με κεντρικούς δημόσιους πόρους και με προτεραιότητες:
- Τον αποκλεισμό της ιδιωτικοποίησης σε διαχείριση και αποκομιδή, την απόλυτη διασφάλιση σταθερής και μόνιμης εργασίας όλων των εργαζομένων με πλήρη δικαιώματα, στο υπόψη αντικείμενο ανεξάρτητα της σχέσης εργασίας τους,
- τη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων, την προώθηση της ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή σε συνδυασμό με το δραστικό περιορισμό του ρεύματος των σύμμεικτων και την ορθολογική μεταφορά μέσω σταθμών μεταφόρτωσης,
- την πλήρη αποκατάσταση των ανεξέλεγκτων χωματερών, τη δίκαιη και τεκμηριωμένη χωροθέτηση των σχετικών υποδομών. Ειδικότερα στην Αττική πρέπει να κλείσει άμεσα και οριστικά ο ΧΥΤΑ Φυλής και οι χωροθετήσεις των νέων μονάδων να αναζητηθούν εκτός του Θριασίου. Να αναζητηθούν και εκτός Αττικής περιοχές στο πλαίσιο της διαπεριφερειακής συνεργασίας.
- Άμεσα να προωθηθούν ουσιαστικές δράσεις ήπιας ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή, περιλαμβανομένων και των οργανικών αποβλήτων.

### Από δικτυακούς τόπους

- i. <http://www.paperonline.org>
- ii. Αγγουράκη Κλειώ, περιοδικό Ξύλο και Έπιπλο, άρθρο Η Βιομηχανία επεξεργασίας, Ξύλου, Χαρτιού και Επίπλου στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Αθήνα, 2002)
- iii. [www.deutsches\\_museum.de](http://www.deutsches_museum.de)
- iv. [www.biltpaper.com](http://www.biltpaper.com)
- v. [www.anakyklosi.com](http://www.anakyklosi.com)
- vi. [www.herrco.gr](http://www.herrco.gr)
- vii. [www.e.s.d.k.n.a.gr](http://www.e.s.d.k.n.a.gr)
- viii. [www.Alunet.gr](http://www.Alunet.gr)
- ix. [www.aluminium.gr](http://www.aluminium.gr)
- x. [www.elval.gr](http://www.elval.gr)
- xi. [www.aluminum.org](http://www.aluminum.org) [http://www.energia.gr/Meleti\\_icap](http://www.energia.gr/Meleti_icap)
- xii. [www.greenpower.gr](http://www.greenpower.gr)
- xiii. Ελληνικό ινστιτούτο υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας
- xiv. [www.rizospastis.gr](http://www.rizospastis.gr)
- xv. [www.902.gr](http://www.902.gr)
- xvi. [www.kke.gr](http://www.kke.gr)

### Από βιβλιογραφία

- i. Σκορδίλης Α. *Εισαγωγή στην επεξεργασία των απορριμμάτων Μηχανική διαλογή* Τ.Ε.Ε. Αθήνα, 1990.
- ii. Κούγκολος Γ. Α. *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2007.
- iii. Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α. *Περιβαλλοντική τεχνολογία*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2008.
- iv. Tchobanogous G., Kreith F. *Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων*, Μετάφραση: Κούγκολος Α., Καραγιαννίδης Α., Σαμαράς Π., Δεύτερη Έκδοση, Εκδόσεις McGraw-Hill, στα Ελληνικά Εκδόσεις Τζιόλα, 2010.

- v. Γαβριλάκης Κ. *ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ*, Εκδόσεις ΥΠΕΠΘ, Αθήνα, 2000.
- vi. Νόμπελης Ζ. Φ. *Χημεία για τεχνολόγους*, Δεύτερη Έκδοση, Έκδοση Μακεδονικές Εκδόσεις, 2001.