ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

ΘΕΟΔΟΣΟΥΛΗ ΑΝ. ΚΥΡΙΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΩΝ/ΝΟΣ ΣΑΒΒΑΚΗΣ

Αφιερώνεται στον Γιώργο,
που έφυγε νωρίς…

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί χωρίς την συμβολή και την πολύτιμη βοήθεια κάποιων ατόμων, τα οποία θέλω να ευχαριστήσω.

Κατ΄αρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Σαββάκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντας μου το θέμα και καθοδηγώντας με καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

Επίσης, θερμά ευχαριστώ και ευγνωμονώ τους γονείς μου και την αδερφή μου, οι οποίοι τόσα χρόνια με έχουν στηρίξει ψυχικά και οικονομικά.

Τέλος, να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους για τα όμορφα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε στο Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου. Χωρίς αυτούς η πορεία μου ως εδώ θα ήταν σίγουρα πολύ δυσκολότερη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Ιστορικό σημείωμα.....5
Εισαγωγή.....7

1ο Κεφάλαιο
1.1 Το πλαστικό υλικό και οι χρήσεις του.....8
1.2 Το πλαστικό είναι ένα πολυμερές.....9
1.3 Χαρακτηριστικά των πλαστικών.....11
1.4 Τύποι πολυμερών.....12
1.4.1 Θερμοπλαστικά.....12
1.4.2 Θερμοσκληρυνόμενα.....13
1.4.3 Ελαστομερή.....13
1.4.4 Πρόσθετες ουσίες στη δομή των πολυμερών.....14
1.5 Πλαστικά που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο.....16
1.6 Πλαστικό και περιβάλλον.....20
1.7 Αποικοδόμηση των πλαστικών προϊόντων..... 22

2ο Κεφάλαιο
2.1 Τι είναι η ανακύκλωση;.....23
2.2 Ανακυκλώσιμα προϊόντα.....23
2.3 Η ανακύκλωση των πλαστικών υλικών.....24
2.4 Πλαστικά που ανακυκλώνονται.....26
2.4.1 Η κωδικοποίηση των ανακυκλώσιμων πλαστικών προϊόντων.....26
2.4.2 Κατηγορίες ανακυκλώσιμων πλαστικών.....26
2.4.3 Παραλλαγές συμβόλων.....28
2.4.4 Πλαστικά προϊόντα που έχουν ήδη ανακυκλωθεί.....28
2.4.5 Πού βρίσκονται τα σύμβολα ανακύκλωσης;.....29

3ο Κεφάλαιο
3.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην ανακύκλωση πλαστικών – Γενικά..... 30
3.1.1 Πρωτογενής Ανακύκλωση.....31
3.1.1.1 Διαδικασία ανάκτησης των πολυμερών κατά τη βιομηχανική παραγωγή.....31
3.1.1.2 Ανακύκλωση παραγωγής σκάρτου υλικού.....33
3.1.2 Δευτερογενής Ανακύκλωση.....33
3.1.2.1 Δευτερογενής Ανακύκλωση - Πλαστικά απορρίματα νοικοκυριών.....34
3.1.3 Τριτογενής Ανακύκλωση.....58
3.1.4 Τεταρτογενής Ανακύκλωση.....62

3.2 Ανακύκλωση ανάμικτων πλαστικών και Τεχνολογίες.....63
3.2.1 Παραγωγή προϊόντων από ανάμικτα πλαστικά.....64
3.3 Ανακύκλωση Θερμοσκληρυνόμενων Πλαστικών.....65
3.4 Ανακύκλωση Ελαστικών.....65
3.5 Ανακύκλωση μη οικιακών πλαστικών - Ακρυλικών και Μηχανολογικών πλαστικών.....68
3.5.1. Ανακύκλωση Μηχανολογικών πλαστικών και Τεχνολογίες.....68
3.5.2 Ανακύκλωση Πλαστικών μη οικιακών εφαρμογών.....69
3.5.3 Ανακύκλωση Ακρυλικών.....69

4ο Κεφάλαιο
4.1 Τα πλαστικά προϊόντα σε επαφή με εδώδιμα.....71

5ο Κεφάλαιο
5.1 Η Ανακύκλωση των Πλαστικών στον Κόσμο και στην Ελλάδα.....72
5.2. Η Ανακύκλωση στον Νομό μας - Ηράκλειο Κρήτης.....82

6ο Κεφάλαιο
6.1 Τα περιβαλλοντολογικά οφέλη της ανακύκλωσης.....88
6.2 Τα οικονομικά οφέλη της ανακύκλωσης.....89

Πηγές Πληροφοριών
Βιβλιογραφία.....90
Sites.....90

Ιστορικό σημείωμα..

Για πρώτη φορά, γίνεται αναφορά σε ταφή
απορριμμάτων στο χώμα και μάλιστα
σε διαφορετικά επίπεδα,
το 3000 π.Χ. στην Κνωσσό 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. Η κατάσταση άλλαξε με την αλματώδη πρόοδο της βιομηχανίας που έκανε την ανακύκλωση πιο δύσκολη. 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 απορριμματοφόρο 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 σηματοδοτούνται τα ανακυκλώσιμα προϊόντα με λογότυπο. Το 2007 για την παραγωγή, για την αποθήκευση, για την ανακύκλωση και για την 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. Ο Μπαράκ Ομπάμα καθιέρωσε την '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

Σήμερα εκτός από γυαλί, πλαστικό και χαρτί, είναι εφικτή και η ανακύκλωση σκυροδέματος, μπαταριών, βιοδιασπασμένων αποβλήτων, ηλεκτρονικών συσκευών, μελανιών εκτύπωσης, σιδηρούχων και μη μετάλλων, ξυλείας, αυτοκινήτων και παλαιών πλοίων. Σε κάθε τομέα όμως χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι ανακύκλωσης των υλικών.

Εικ. Παγκόσμιο σήμα κατατεθέν της ανακύκλωσης.

Εισαγωγή

Η πτυχιακή αυτή, περιγράφει συνοπτικά τη διαδικασία της ανακύκλωσης. Μελετά την χρησιμότητα των πλαστικών, συγκρίνει τις διάφορες τεχνικών ανακύκλωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα και στον υπόλοιπο κόσμο, επίσης αναφέρει γιατί υπάρχουν άνθρωποι που απορρίπτουν την ιδέα της ανακύκλωσης...

Καθώς πληθαίνουν οι άνθρωποι στη Γη, αυξάνονται και οι ανάγκες τους. Ωστόσο σε πολλές κοινωνίες, ειδικά στον Δυτικό Κόσμο, η υπερκατανάλωση (η χρήση πολύ περισσότερων πόρων από όσους πραγματικά χρειαζόμαστε) παράγει πολύ μεγάλες ποσότητες σκουπιδιών και καταστρέφει το περιβάλλον. Η μείωση την κατανάλωσης αποτελεί λύση για το πρόβλημα αυτό. Όμως υπάρχει και μια άλλη λύση, που αντιμετωπίζει το πρόβλημα με διαφορετικό τρόπο. Πρόκειται για την ανακύκλωση.

Η ανακύκλωση είναι η επεξεργασία «άχρηστων» υλικών, με σκοπό την δημιουργία νέων προϊόντων. Η ανακύκλωση αποτρέπει τη συνεχή σπατάλη νέων πόρων, μειώνει την κατανάλωση πρώτων υλών και εξοικονομεί ηλεκτρική ενέργεια. Η ανακύκλωση είναι μια βασική έννοια της σύγχρονης διαχείρισης των αποβλήτων και είναι το τρίτο συστατικό της Ιεραρχίας των Αποβλήτων (Μείωση, Επαναχρησιμοποίηση, Ανακύκλωση). Τα υλικά που μπορούν να επεξεργαστούν με τη διαδικασία της ανακύκλωσης ονομάζονται «ανακυκλώσιμα» και περιλαμβάνουν το γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο, σίδηρο, πλαστικό, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα κ.ά..

«...Τα υπόλοιπα του παρελθόντος δεν
απορρίπτονται ούτε μένουν αναξιοποίητα, αλλά
λαμβάνουν μέρος στη διαμόρφωση του νέου...»
(Fayet R. 2003, 102)

1ο Κεφάλαιο

1.1 Το πλαστικό υλικό και οι χρήσεις του

Το πλαστικό αποτελεί πλέον το πιο διαδεδομένο υλικό για τις περισσότερες χρήσεις στην καθημερινότητά μας. Είναι μέρος των συσκευασιών, των υλικών μιας χρήσης κλπ., κάποιος θα έλεγε πώς είναι πλέον αναπόφευκτο να μην το χρησιμοποιούμε. Είναι αγαθό βιομηχανίας και όσο αυξάνεται ο πληθυσμός, όσο βελτιώνεται το βιοτικό επίπεδο και η τεχνολογία - αντικαθιστούμε τα παλιά υλικά με πλαστικά - αυξάνεται και η παραγωγή του.

Τα πλαστικά αποτελούνται από μια ευρεία ποικιλία συνθετικών ή ημισυνθετικών οργανικών στερεών υλικών. Κύριο συστατικό παρασκευής τους είναι οι συνθετικές ρητίνες που διακρίνονται σε "εποξειδικές" και "ακρυλικές". Υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλο πλήθος εντελώς διαφορετικών μεταξύ τους πλαστικών, ωστόσο μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τρία κατηγορίες. Τα θερμοπλαστικά, τα θερμοσκληρυνόμενα και τα ελαστομερή.

Εικ. Πλαστικά κουταλάκια μιας χρήσης

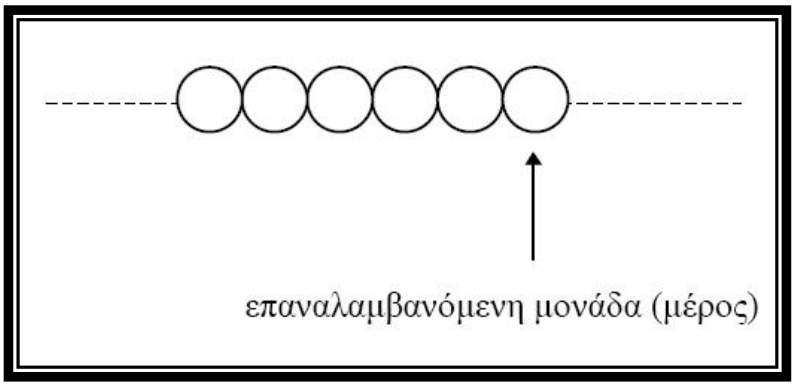
Εικ. Πλαστικές φιάλες

Εικ. Πλαστική τραπεζαρία κήπου

Εικ. Πλαστικό σανδάλι

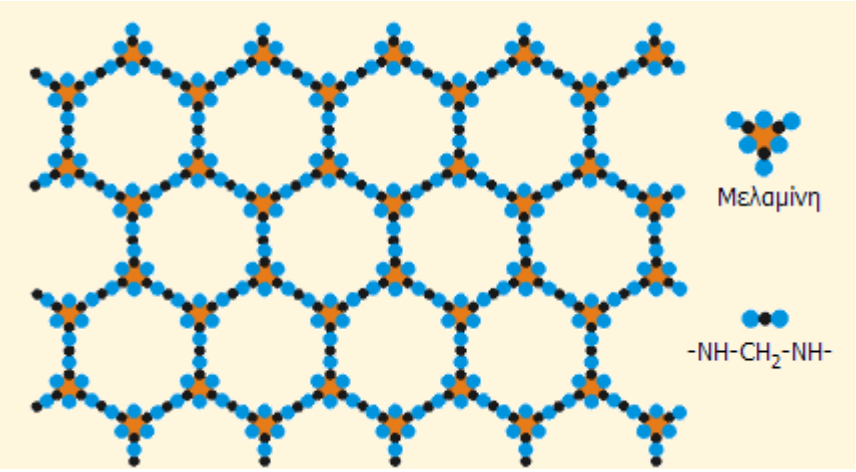
1.2 Το πλαστικό είναι ένα πολυμερές

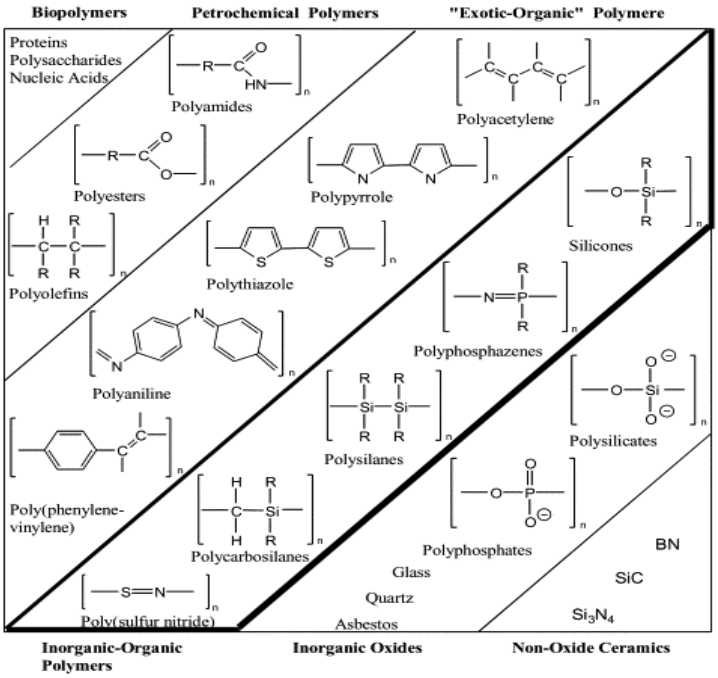
Το πλαστικό είναι ένα πολυμερές. Πολυμερή ονομάζονται οι χημικές ενώσεις με μεγάλα μόρια, τα λεγόμενα μακρομόρια που είναι και το κύριο χαρακτηριστικό τους και προκύπτουν από τη χημική αντίδραση των μονομερών, που ονομάζεται πολυμερισμός. Τα πολυμερή σχηματίζουν μακρές αλυσίδες. Αυτές αποτελούνται από επαναλαμβανόμενα τμήματα που ονομάζονται δομικές μονάδες και είναι μεταξύ τους ενωμένες με ομοιοπολικό δεσμό. Ο δεσμός αυτός δημιουργεί ένα σύνολο ιδιοτήτων, το οποίο παραμένει αμετάβλητο με την προσθήκη ή την αφαίρεση μίας ή περισσότερων δομικών μονάδων. Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των πολυμερών οφείλονται στη χημική και φυσική δομή του επαναλαμβανόμενου τμήματος των αλυσίδων. Ο όρος πλαστικό είναι η κοινή ονομασία που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια ευρεία ποικιλία συνθετικών ή ημισυνθετικών οργανικών στερεών υλικών. Τα πολυμερή αυτά χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη που στη συνέχεια με επεξεργασία μετατρέπεται σε προϊόν. Τα πλαστικά είναι πολυμερή μεγάλου μοριακού βάρους, εξ' ου και η σύνθετη ονομασία τους πολύ-μερή.



Εικ. Δομή του πολυμερούς

Εικ. Εξιδανικευμένη απεικόνιση τμήματος του μοριακού πλέγματος του πολυμερούς μελαμίνης - φορμαλδεΰδης





Εικ. Δεσμοί πολυμερών

Ο Αλεξάντερ Παρκς (Alexander Parkes) παρασκεύασε το πρώτο πλαστικό πολυμερές το 1855.

Ο Ουάλλας Κάροδερς (Wallace Carothers)
παρασκεύασε το συνθετικό πλαστικό "Νάυλον" (Nylon) το 1935
στα εργαστήρια της εταιρίας *DuPont*.

1.3 Χαρακτηριστικά των πλαστικών

Τα πλαστικά σαν υλικά έχουν κάποια χαρακτηριστικά τα οποία παρατίθενται παρακάτω σαν μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αυτών:

Τα μειονεκτήματα των πλαστικών είναι:

- Η μικρή αντοχή τους και η ακαμψία
- Τα θερμοκρασιακά όρια επεξεργασίας τους
- Η παραμόρφωση που παρουσιάζουν υπό την επίδραση εξασκούμενης δύναμης (έρπουν).

Τα πλεονεκτήματα των πλαστικών είναι:

- Η εύκολη μορφοποίησή τους και το ότι μπορούν να παίρνουν το σχήμα μητρών πολύπλοκης μορφής
- Η χαμηλή πυκνότητά τους, είναι δηλαδή προϊόντα χαμηλού ειδικού βάρους
- Είναι θερμικοί και ηλεκτρικοί μονωτές
- Οι άλλες χρήσιμες ειδικές ιδιότητες π.χ. μερικές φορές είναι διαφανή
- Νέοι τύποι πολυμερών και σύνθετων υλικών ενισχυμένων με συνθετικές ίνες παρουσιάζουν υψηλή απόδοση και μακρά διάρκεια χρήσης (χρησιμοποιούνται εκτενώς στην αεροπορική και διαστημική βιομηχανία)
- Το χαμηλό κόστος
- Η μη διαπερατότητα όσον αφορά το νερό και τα αέρια και
- Η δυνατότητα εκτύπωσης στην επιφάνειά τους

1.4 Τύποι πολυμερών

1.4.1 Θερμοπλαστικά

Τα θερμοπλαστικά είναι πολυμερή που αποκτούν μεγαλύτερη πλαστικότητα, δηλαδή ευκολία στο να παραμορφωθούν και να αποκτήσουν το σχήμα που επιθυμούμε, κάθε φορά που θερμαίνονται. Μπορούν να τήκονται με θέρμανση, να στερεοποιούνται με ψύξη, και να επανατήκονται. Τα θερμοπλαστικά είναι ευαίσθητα στη θερμοκρασία και τους διαλύτες.

Τυπικά θερμοπλαστικά είναι: Πολυαιθυλένιο (PE), πολυ(βινυλοχλωρίδιο) (PVC), πολυπροπυλένιο (PP), πολυστυρένιο (PS), πολυ(μεθακρυλικός μεθυλεστέρας) (PMMA), πολυακρυλονιτρίλιο (PAN), πολυ(τετραφθοροαιθυλένιο) (PTFE), πολυαμίδια (Nylon), κλπ.

Εικ. Σταθεροποιητικός Θωρακοοσφυϊκός κηδεμόνας τριών σημείων.
Κατασκευάζεται επάνω σε εκμαγείο από θερμοπλαστικό υλικό, συνήθως πολυπροπυλένιο με εσωτερική επένδυση από αφρώδες υλικό Plastazot. (www.spondylos.eu)

1.4.2 Θερμοσκληρυνόμενα

Τα θερμοσκληρυνόμενα στη ρευστή τους κατάσταση παρουσιάζονται σαν μόρια μακράς αλυσίδας αλλά με δυνατότητα να αντιδρούν και να σκληραίνουν, συνήθως υπό θέρμανση και πίεση, λόγω διασταυρώσεων. Στα θερμοσκληρυνόμενα κατά την πρώτη θέρμανση και ανάμιξη των συστατικών τους προκαλείται πολυμερισμός και σκλήρυνση κατά τρόπο μη αντιστρεπτό. Είναι άμορφα, σκληρά στερεά, άτηκτα και δεν επιδέχονται περαιτέρω κατεργασία.

Τυπικά θερμοσκληρυνόμενα είναι: Ρητίνες Φαινόλης- Φορμαλδεΰδες (φαινολοπλάστες ή βακελίτες), εποξυδικές ρητίνες, αμινοπλάστες, πολυεστέρες κλπ.

Polyvinyl acetate glue

1.4.3 Ελαστομερή

Τα ελαστομερή αποτελούνται από διασταυρούμενες δομές δικτύου με μεγάλη δυνατότητα παραμόρφωσης και πλήρη επανάκαμψη. Λόγω του μεγάλου βαθμού ευελιξίας των αλυσίδων έχουν τη δυνατότητα της υπερελαστικότητας, επιδέχονται δηλαδή πολύ μεγάλη παραμόρφωση και κατά την αποφόρτιση, ταχύτατη πλήρη επαναφορά.

Τυπικά ελαστικά: Συνθετικό και φυσικό καουτσούκ, συνθετικό πολυϊσοπρένιο, ελαστικό στυρένιο -βουταδιένιο, σιλικόνες, κλπ.

Τα ελαστομερή είναι τα επονομαζόμενα *ελαστικά* ενώ τα *θερμοπλαστικά* και τα θερμοσκληρυνόμενα λέγονται και *πλαστικά.*

1.4.4 Πρόσθετες ουσίες στη δομή των πολυμερών

Είναι λίγες οι φορές που θα χρησιμοποιηθούν καθαρά πολυμερή. Συνήθως αναμιγνύονται με άλλα υλικά. Αυτό γίνεται με τις διαδικασίες της μηχανικής ανάμειξης ή με ανάμειξη σε κατάσταση τήγματος. Έτσι αποκτούν μια μορφή η οποία είναι έτοιμη για χρήση από τον επεξεργαστή σε διάφορες φόρμες, όπως σβώλοι, κόκκοι, πούδρες, σκόνες, νιφάδες ή ακόμα και σε υγρή μορφή. Επίσης, οι ουσίες αυτές αποσκοπούν και στην όσο δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου των πλαστικών, στην αύξηση της ανθεκτικότητας και του χρόνου ζωής τους.

Οι διάφοροι συνδυασμοί που έχουν ευρεία χρήση είναι οι εξής:

1. Τα πρόσθετα
2. Τα πληρωτικά
3. Τα ενισχυτικά
4. Άλλα πολυμερή

1. Πρόσθετα

Τα πρόσθετα είναι πληρωτικά και ενισχυτικά υλικά τα οποία μπορεί να είναι ανόργανα ή οργανικά, φυσικά ή συνθετικά. Βελτιώνουν τη μηχανική αντοχή, την αντοχή στη θερμοκρασία και τη σταθερότητα των διαστάσεων.

Υλικά που χρησιμοποιούνται είναι:
Σκόνη (άλευρο ξύλου, σκόνη χαλαζιακής άμμου, σκόνη silica, γυαλί (ίνες, ψήγματα), τάλκης, άλλα πολυμερή κ.λ.π.. Μέγεθος σωματιδίων > 10nm.

- Πλαστικοποιητές:

Βελτιώνουν την πλαστικότητα και την ευκαμψία του υλικού. Ο πλαστικοποιητής δεν συνδέεται χημικά με το πλαστικό αλλά δρα σαν λιπαντικό ελαττώνοντας τις δυνάμεις Van der waals μεταξύ των μακρομορίων. Χωρίς πλαστικοποιητές θα ήταν αδύνατο να κατασκευαστούν φύλλα, φίλμς και άλλα εύκαμπτα πλαστικά προϊόντα.

- Υλικά: παχύρρευστα υγρά μικρού μοριακού βάρους, Φθαλικά, αδιπικός διεστέρας, πολυεστέρες, κ.λ.π..

- Σταθεροποιητές: Παρεμποδίζουν τη διάσπαση των ρητινών όταν κατά τη μορφοποίηση τους σε κατάσταση τήγματος υποβάλλονται σε υψηλές θερμοκρασίες ή επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής του τελικού προϊόντος.

Χρησιμοποιούνται υγροί σταθεροποιητές και άλατα Ba, Zn.

- Σταθεροποιητές στη UV ακτινοβολία.
- Αντιστατικά αντιδραστήρια.
- Επιβραδυντικά καύσης.
- Αφροποιητικά αντιδραστήρια.
- Λιπαντικά.
- Χρωστικές: Προσδίδουν χαρακτηριστικό χρώμα στο πολυμερές.

2. Πληρωτικά

Είναι ανόργανα υλικά που προστίθενται είτε για να μειώσουν το αναγκαίο ποσό του πολυμερούς ή για να βελτιώσουν τις μηχανικές του ιδιότητες.

3. Ενισχυτικά

Είναι υλικά όπως π.χ. ύαλος ή ίνες άνθρακα τα οποία προστίθενται για να αυξήσουν την αντοχή και την ακαμψία.

4. Άλλα πολυμερή

Μερικά άλλα πολυμερή προστίθενται σε πολυμερή για να παράγουν μίγματα ή κράματα προς επίτευξη συνδυασμού καλύτερων ιδιοτήτων.

- Σύμφωνα με τις μηχανικές τους ιδιότητες και τις χρήσεις τους τα πλαστικά υλικά χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

  - **Λειτουργικά Πλαστικά**: είναι τα πλαστικά τα οποία έχουν πολύ εξειδικευμένη χρήση

  - **Φθοροπλαστικά**: είναι τα πλαστικά τα οποία εμφανίζουν επιφανειακές ιδιότητες.

  - **Εμπορικά θερμοπλαστικά**: είναι τα πλαστικά που παρασκευάζονται σε μεγάλες ποσότητες (πλαστικά όγκου).

  - **Μηχανικά πλαστικά:** είναι τα πλαστικά τα οποία έχουν σταθερότερες μηχανικές ιδιότητες από τα εμπορικά πλαστικά.

  - **Υψηλής απόδοσης πλαστικά**: είναι μηχανικά πλαστικά με πιο βελτιωμένες ιδιότητες.

1.5 Πλαστικά που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο

1. **Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (High Density Polyethylene, HDPE)**
   - ❖ Χρησιμοποιείται για κιβώτια, δοχεία, σαν μονωτικό για σύρματα και καλώδια, για οικιακά είδη, κλπ.

2. **Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (Low Density Polyethylene, LDPE)**
   - ❖ Χρησιμοποιείται για δοχεία, φιλμ, σακκούλες ρούχων, σαν μονωτικό καλωδίων, για παιχνίδια, κλπ.

3. **Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (Linear Low Density Polyethylene, LLDPE)**
   - ❖ Χρησιμοποιείται για λεπτά φιλμ υψηλής αντοχής.

4. **Πολυβινυλο-χλωρίδιο (Polyvinyl Chloride, PVC)**
   - ❖ Το άκαμπτο PVC χρησιμοποιείται για σωλήνες, οικιακά είδη.
   - ❖ Το πλαστικοποιημένο PVC χρησιμοποιείται για εύκαμπτα φύλλα, ταπετσαρίες, κλπ.

5. **Πολυπροπυλένιο (Polypropylene, PP)**
   - ❖ Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εξαρτημάτων των αυτοκινήτων, σε οικιακά είδη, ίνες, αποσκευές, κλπ.

Εικ. Σύστημα σωλήνων και εξαρτημάτων από πολυπροπυλένιο (PP)

Πηγή:(www.ydravlikos.gr)

6. **Πολυστυρένιο (Polystyrene, PS)**

- ❖ Χρησιμοποιείται για συσκευασίες, κιβώτια, και σε συνδυασμό με καουτσούκ για είδη σπορ, έπιπλα για ράδιο και TV, εξαρτήματα αυτοκινήτων, κλπ.

Εικ. Πλαστικά ποτηράκια μιας χρήσης

7. NYLON-6 και NYLON-66 (πολυαμίδια)

- ❖ Χρησιμοποιείται σε εμπορικές πλαστικές και συνθετικές ίνες.

Εικ. Νάιλον ρολό διάφανο

8. Πολυτερεφθαλικό αιθυλένιο (Polyethylene Terephthalate, PET)

- ❖ Χρησιμοποιείται σε φιλμ, δοχεία, ίνες, κλπ.

Εικ. Πλαστικά δοχεία

Εικ. Φωτογραφικό φιλμ

9. Πολυκαρβονικά (Polycarbonate, PC)

- ❖ Χρησιμοποιούνται στους δίσκους Compact (CD), στις οπτικές ίνες, κλπ.

Εικ. Δίσκος CD

Εικ. Οπτικές ίνες

10. Διφαινόλη Α

- Διάφορα είδη πλαστικών που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων, μεταφέρουν επικίνδυνες τοξικές χημικές ουσίες, όπως την Διφαινόλη Α. Γιαυτό θα πρέπει να προσεχθεί με μεγαλύτερη ευθύνη η χρησιμοποίησή τους. Τα πλαστικά αυτά μπορούν να αναγνωριστούν από το σύμβολο PC, τον αριθμό 3,6 και 7, που αναγράφονται στις συσκευασίες των προϊόντων.
  Έρευνες έχουν αποδείξει ότι κάτω από ειδικές συνθήκες (θερμοκρασία), η Διφαινόλη Α μπορεί να εισχωρήσει στις τροφές και εν συνεχεία στον ανθρώπινο οργανισμό. Σε κανένα κράτος της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν υπάρχει ακόμα μία κατάλληλη νομοθεσία που να υποχρεώνει τις βιομηχανίες να αποδεικνύουν ότι τα προϊόντα τους είναι ασφαλή για τον άνθρωπο. Από βρεφικά μπιμπερό μέχρι φακούς, DVD και CD.

  Πέντε κιλά συντηρητικά αναλογούν σε κάθε Έλληνα και 73 σταθερές χημικές ουσίες εντοπίστηκαν στο αίμα των Ευρωπαίων πολιτών. Μεταξύ αυτών και η γνωστή και μη εξαιρετέα Διφαινόλη Α. Η οργανική αυτή ουσία χρησιμοποιείται στο εμπόριο εδώ και 50 χρόνια. Την συναντάμε συχνά σε πολλά υλικά και σκεύη από πλαστικό, όπως στα γυαλιά ηλίου, σε δοχεία για νερό και τρόφιμα, σε προθήκες δοντιών, σε αθλητικούς εξοπλισμούς, σε ιατρικές

συσκευές, σε φακούς επαφής, στα CD, σε οικιακά ηλεκτρικά σκεύη, σε παιδικά παιχνίδια, και στα θήλαστρα (μπιμπερό) των βρεφών.
Στις ΗΠΑ παράγεται το 50% περίπου της ουσίας αυτής, από την οποία το 72% ξοδεύεται για την κατασκευή πολυανθρακικών πλαστικών και το 21.5% για εποξικές ρητίνες.

Μην κοιτάζετε το περιεχόμενο... Αν είναι κάτι να σας βλάψει, αυτό θα είναι η συσκευασία!

11. Άλλα Πολυμερή

• Πολυμεθακρυλικό μεθύλιο (Polymethyl Methacrylate, PMMA)
• Ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρένιο (ABS)
• Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)
• Πολυαιθεροαιθεροκετόνη (PEEK)
• Πολυαιθεροσουλφόνη (PES)

1.6 Πλαστικό και Περιβάλλον

Τα πλαστικά υλικά είναι πολύ ανθεκτικά στη διάβρωση και συχνά ευρισκόμενα ανεξέλεγκτα στο φυσικό περιβάλλον προκαλούν αντιαισθητικό και δυσάρεστο αποτέλεσμα. Γνωστό είναι επίσης, πώς κάποια πλαστικά όταν καίγονται εκλύουν τοξικούς ατμούς. Η παραγωγή του πλαστικού υλικού γίνεται από το πετρέλαιο και έτσι η χρήση του επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον καθώς και η διάσπασή του στη θάλασσα απαιτεί δέκα με είκοσι χρόνια. Αν δεν ανακυκλώνονται, προκαλούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα πλαστικά απορρίμματα διακρίνονται σε κάποιες κατηγορίες ανάλογα με τις πηγές από τις οποίες προέρχονται:

- Βιομηχανικά (απόβλητα παραγωγής)
- Εμπορικά (πλαστικά από εμπορικά καταστήματα, υπηρεσίες κλπ.)
- Σπιτικά (υλικά συσκευασίας, οικιακά σκεύη)
- Πλαστικά από οικοδομές, κατασκευές (πλαστικά ηλεκτρικών εφαρμογών, πλαστικά πατώματα, ταπετσαρίες)
- Πλαστικά από εξειδικευμένες πηγές (δοχεία χημικών)

Τα πλαστικά επειδή έχουν έντονα χρώματα, διακρίνονται εύκολα από τους ανθρώπους, γεγονός που συντελεί άμεσα στο να κατηγορηθούν για το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος γενικά. Η πλαστική συσκευασία έχει τον κυριότερο λόγω στα πλαστικά απορρίμματα διότι είναι εύχρηστη και χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλούς τομείς της καθημερινότητας. Αξίζει να σημειωθεί σ’ αυτό το σημείο, ότι η πλαστική συσκευασία επινοήθηκε για την προστασία των αγαθών και την εξασφάλιση της σωστής μεταφοράς τους. Οι σύγχρονες συσκευασίες έχουν βοηθήσει στην εξάλειψη του ποσοστού των αλλοιωμένων τροφίμων. Η συσκευασία πρέπει να αποθηκεύσει σωστά το προϊόν, να το μεταφέρει σωστά, ώστε να προστατεύσει την ενέργεια που έχει σπαταληθεί στο περιεχόμενο καθώς επίσης και να το προστατέψει στη διανομή του (υπολογίζεται ότι χωρίς τα πλαστικά η συσκευασία θα ζύγιζε πολύ περισσότερο και συνεπώς θα χρειαζόταν περισσότερη ενέργεια κατά τη διανομή). Την ίδια στιγμή όμως, υπολογίζεται ότι περίπου 2.000 πλαστικές σακούλες και μπουκάλια ανευρίσκονται ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στη Μεσόγειο, ενώ χιλιάδες θαλασσοπούλια μπλέκονται με πλαστικές σακούλες και πνίγονται από αυτές. Περίπου 200 θαλάσσια είδη πεθαίνουν κάθε χρόνο γιατί καταπίνουν πλαστικές συσκευασίες. Οι πλαστικές σακούλες αποτελούν το 15% όλων των «σκουπιδιών» που εκβράζονται κάθε χρόνο στις παραλίες. Σύμφωνα με έρευνες, ένα πλαστικό μπουκάλι, του οποίου η χρήση περιορίζεται σε μερικά λεπτά της ώρας, κάνει μέχρι και 450 χρόνια να διασπαστεί ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Άρα η ενέργεια που περικλείουν, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να αξιοποιηθεί με κάποιο τρόπο εάν ανακυκλωθούν ή επαναχρησιμοποιηθούν.

1.7 Αποικοδόμηση των πλαστικών προϊόντων

Σαν αποικοδόμηση ορίζεται η χημική διάσπαση των νεκρών οργανισμών, ζωικών ή φυτικών με αποτέλεσμα να επιστρέφουν στο περιβάλλον τα συστατικά των οργανικών υλών. Επίσης ορίζεται σαν τη διεργασία που περιλαμβάνει σχάση των δεσμών ενός μακρομορίου με αποτέλεσμα τη μείωση της μοριακής του μάζας και την αλλαγή των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αποικοδόμησης πολυμερών όπως η θερμική, η μηχανική, η χημική κλπ.

Η πιο γνωστή και πιο οικονομική όμως από τις τεχνολογίες διάσπασης του πλαστικού υλικού είναι η Φωτο- Βιοαποικοδόμηση. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, μικρή ποσότητα "διασπαστή" προστίθεται στο πλαστικό και αλλάζει την συμπεριφορά τού πλαστικού.

2ο Κεφάλαιο

2.1 Τί είναι η ανακύκλωση;

Η διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα επαναχρησιμοποιούνται ή μετατρέπονται σε πηγές ενέργειας ή σε πρώτες ύλες λέγεται ανακύκλωση. 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. Άρα, ανακύκλωση είναι η διαδικασία της συστηματικής συλλογής, διαλογής και επαναφοράς των χρήσιμων υλικών από τα απορρίμματα στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο ζωής.

2.2 Ανακυκλώσιμα προϊόντα

- 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)
- Χαρτί
- Πλαστικό
- Αλουμίνιο
- Γυαλί
- Ελαστικά Αυτοκινήτων

2.3 Η ανακύκλωση των πλαστικών υλικών

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.

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

2.4 Πλαστικά που ανακυκλώνονται

Πώς αναγνωρίζουμε τα ανακυκλώσιμα πλαστικά

2.4.1 Η κωδικοποίηση των ανακυκλώσιμων πλαστικών προϊόντων

Όλα τα πλαστικά προϊόντα έχουν κάποιους τρόπους για να αναγωωρίζουμε σε ποιό είδος πλαστικού ανοίκουν και πώς νακυκλόνονται έκαστως. Τα είδη των κωδικών έχουν προταθεί από τους οργανισμούς α.International Standarization Organization (ISO), β. American Society for Testing and Materials (ASTM) και γ. Society of the Plastics Industry (SPI). Το σύμβολο αυτών των κωδικών έχει τρία μη συνεχόμενα βέλη διευθετημένα σε ένα τρίγωνο. Στη μέση του τριγώνου αυτού υπάρχει ένας αριθμός, με ή χωρίς την συντομογραφική ονομασία του εκάστοτε πλαστικού. Άλλος τρόπος αναγνώρισης του πλαστικου είναι και ο γραμμωτός κώδικας (barcode). Όλα αυτά έχουν σκοπό να διευκολύνουν τον καταναλωτή στην αναγνώριση του προϊόντος που έχει στα χέρια του. Αυτό το σύστημα κωδικοποίησης αναπτύχθηκε το 1988 στις ΗΠΑ από τη βιομηχανία πλαστικών για να διευκολύνει την ανακύκλωση των πλαστικών. Η χρήση αυτού του κώδικα αποτελεί ένα είδος προτύπου για κάποια πλαστικά προϊόντα που πωλούνται στην αγορά αλλά δεν είναι υποχρωτικός. Ο κώδικας προβλέπει εφτά κατηγορίες πλαστικών με βάση το βασικό υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένος κάθε τύπος πλαστικού και τα συνήθη προϊόντα για τα οποία χρησιμοποιείται.

2.4.2 Κατηγορίες ανακυκλώσιμων πλαστικών

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΕΙΔΟΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
	PET ή PETE	Τερεφθαλικός πολυεστέρας (Τερεφθαλικός εστέρας του πολυαιθυλενίου)	Μπουκάλια αναψυκτικών και δίσκοι με έτοιμο φαγητό για το φούρνο. Τα υπολείμματα του PET χρησιμοποιούνται για γέμισμα σε τζάκετ, υπνόσακους, μαξιλάρια, ταπετσαρίες επίπλων και χαλιά.
	HDPE	Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας	Μπουκάλια γάλατος, απορρυπαντικά για πιάτα, έπιπλα κήπου, ανθοδοχεία, παιχνίδια, κλπ.

	PVC	Χλωριούχο πολυβινύλιο	Δίσκοι φαγητού, διάφανες μεμβράνες, μπουκάλια για μεταλλικό νερό και σαμπουάν, δίσκοι μουσικής, κρεμάστρες, πλακάκια, κλπ.
	LDPE	Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας	Τσάντες για ψώνια και σακούλες σκουπιδιών
	P	Πολυπροπυλένιο	Δοχεία για μαργαρίνη και δίσκοι φαγητού για το φούρνο μικροκυμάτων
	PS	Πολυστυρόλιο ή πολυστυρένιο	Κεσεδάκια για γιαούρτι, συσκευασίες κρέατος ή ψαριού, συσκευασίες για χάμπουργκερ, αυγοθήκες, πλαστικά ποτήρια για καφέ από μηχανήματα, πλαστικά μαχαιροπίρουνα, προστατευτικές συσκευασίες για ηλεκτρονικά είδη και παιχνίδια.
	Όλα τα άλλα	Όλα τα άλλα πλαστικά που δεν ανήκουν σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες (όπως το Ακρυλονιτρίλιο, το Βουταδιένιο, το Στυρόλιο ABS, κλπ)	Διάφορες χρήσεις

2.4.3 Παραλαγές συμβόλων

Το σύμβολο της ανακύκλωσης μπορεί να εμφανιστεί και με άλλες παραλλαγές. Δηλαδή μπορεί να αλλάξει το σχήμα των βελών του τριγώνου ή η σειρά των αρχικών γραμμάτων του είδους του πλαστικού. Ένα παράδειγμα μπορεί να είναι το σύμβολο ανακύκλωσης για τα πλαστικά LDPE το οποίο μπορεί να εμφανιστεί ως εξής:

2.4.4 Πλαστικά προϊόντα που έχουν ήδη ανακυκλωθεί

Υπάρχουν και κάποια σύμβολα για τα πλαστικά προϊόντα που έχουν ήδη ανακυκλωθεί. Για να τα εντοπίζουμε υπάρχει το πρόθεμα R το οποιό υποδηλώνει ότι το προϊόν έχει κατασκευαστεί από αναγεννημένη πρώτη ύλη, δηλαδή από άλλα προϊόντα που έχουν ήδη ανακυκλωθεί. Μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:

2.4.5 Πού βρίσκονται τα σύμβολα ανακύκλωσης;

Η συλλογή της απορριπτόμενης συσκευασίας διευκολύνεται όπως προαναφέρθηκε με κάποιους κωδικούς, αυτοί αναγράφονται είτε στη βάση των προϊόντων, ή στο εσωτερικό τους είτε σε άλλα ευδιάκριτα σημεία τους. Όλα τα πλαστικά προϊόντα που ανακυκλώνονται φέρουν ένα ειδικό σύμβολο ανακύκλωσης που υποδηλώνει το είδος της ρητίνης από το οποίο έχουν κατασκευαστεί.

3ο Κεφάλαιο

«...Χρειάζεται να κάνεις μια μεταστροφή στο τρόπο σκέψης σου για να αρχίσουν να σου αρέσουν τα απορρίμματα ως υλικά...»
Taeke de Jong

(Ed van Hinte, 2007, 78)

3.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ανακύκλωση πλαστικών

Γενικά

Η επιλογή της καλύτερης μεθόδου και τεχνολογίας διαχείρισης αποβλήτων εξαρτάται κατά πολύ από τις τοπικές συνθήκες (αποστάσεις μεταφοράς, συστήματα συλλογής, αγορές για το υλικό που έχει περισυλλεγεί, νομοθεσία κ.λπ.). Σε άλλες χώρες, οι μέθοδοι συλλογής υπαγορεύονται είτε από το νόμο είτε από τις πολιτισμικές ιδιαιτερότητες. Ωστόσο, σε πολλές χώρες δεν υπάρχουν υποδομές για τη διαχείριση των οικιακών απορριμμάτων με χρήσιμο τρόπο και αυτά αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Θέλοντας μια αποδοτική τεχνολογία της ανακύκλωσης των πλαστικών απορριμμάτων θα πρέπει να έχουμε:

- Ανάπτυξη διαχωρισμού απορριμμάτων και συλλογικής μεθόδου
- Ανακάλυψη οικονομικότερων μεθόδων ανακύκλωσης
- Η εύρεση-ανάπτυξη αγορών ικανών, τέτοιων που να μπορούν να απορροφήσουν τα τελικά προϊόντα
- Έλεγχος της ποιότητας των ανακυκλωμένων υλικών βάση προτύπων

Οι τύποι των πλαστικών απορριμμάτων που ανακυκλώνονται χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Είδη πλαστικών μη αναμεμειγμένων με άλλα υλικά που μπορούν να επανέρθουν στην αρχική τους κατάσταση μέσω της παραγωγικής διαδικασίας από την οποία προήλθαν.
- Απορρίμματα πλαστικών μειγμάτων που γνωρίζουμε την σύστασή τους, χωρίς πλαστικές προσμίξεις.
- Οικιακά απορρίμματα, είτε βιομηχανικών είτε εμπορικών εφαρμογών, τα οποία δεν περιέχουν πλαστικές προσμίξεις.

Ανάλογα με το είδος της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας διεργασίας-ανακύκλωσης των πλαστικών απορριμμάτων διακρίνεται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Πρωτογενής ανακύκλωση
2. Δευτερογενής ανακύκλωση
3. Τριτογενής ανακύκλωση
4. Τεταρτογενής ανακύκλωση

3.1.1 Πρωτογενής Ανακύκλωση

Πρωτογενής, ή εσωτερική ή ανακύκλωση κλειστού βρόγχου είναι η ανατροφοδότηση του σκάρτου παραγωγής στις μονάδες, για την παραγωγή προϊόντων εφάμιλλων με τα υπόλοιπα υλικά.

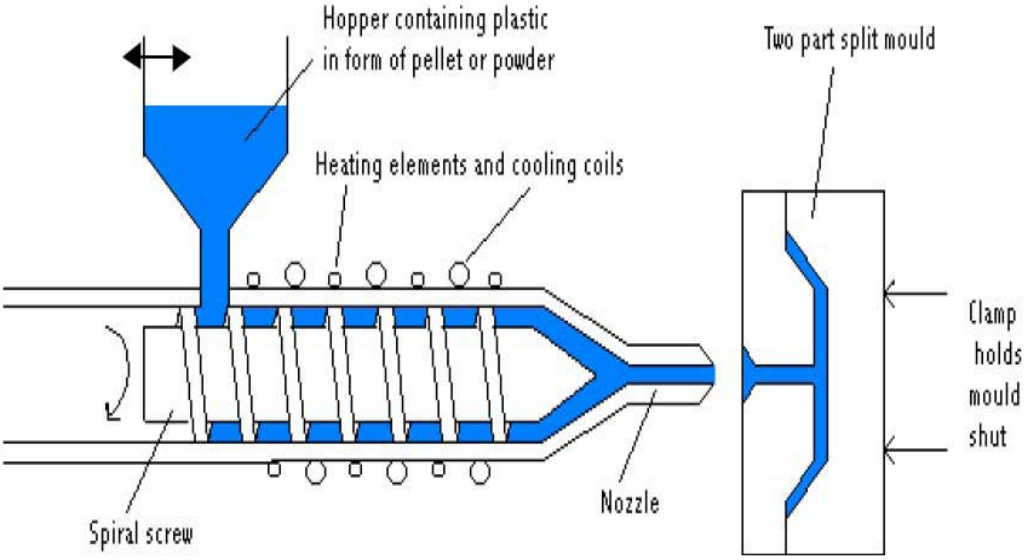
3.1.1.1 Διαδικασία ανάκτησης των πολυμερών κατά τη βιομηχανική παραγωγή

Τα εκτός προδιαγραφών αντικείμενα μιας μονάδας ή τα ελαττωματικά μέχρι πρόσφατα καίγονταν ή θάβονταν. Η μέθοδος αυτή, βασίζεται στην ανάκτηση των ελαττωματικών προϊόντων και υποπροϊόντων που προκύπτουν σε κάθε βιομηχανική διαδικασία παραγωγής. Αυτή η μέθοδος δίνει μεγαλύτερη ποσότητα ανακυκλωμένου υλικού από αυτή που προέρχεται μέσω των αστικών αποβλήτων και αφορά τόσο οργανικά όσο και ανόργανα βιομηχανικά υποπροϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας. Για την ανακύκλωσή τους εφαρμόζονται τώρα τρις διεργασίες:

- Μορφοποίηση με εξώθηση η οποία ομογενοποιεί και πλαστικοποιεί την τροφοδοσία . Η μέθοδος βασίζεται σε έναν ειδικά σχεδιασμένο αδιαβατικό εξωθητή ο οποίος τροφοδοτεί ένα σύστημα γραμμικών καλουπιών, σε συνεργασία με λουτρό ψύξης πληρωμένο με νερό. Το πολυμερές εισάγεται στη μηχανή με τη μορφή νιφάδων θερμαίνεται και στη συνέχεια περνά μέσα από τους κοχλίες όπου γίνεται πιο ομογενές και καταλήγει σε καλούπι όπου παίρνει την επιθυμητή μορφή. Ο χρόνος παραμονής του προς κατεργασία πλαστικού εντός του συστήματος εξώθησης είναι πολύ μικρός. Τα προϊόντα της διεργασίας υποκαθιστούν προϊόντα φτιαγμένα από ξύλο ή τσιμέντο.

- Μορφοποίηση με έγχυση (Injection molding). Αποτελεί την ευρύτερα χρησιμοποιούμενη τεχνική μορφοποίησης θερμοπλαστικών σε ασυνεχείς μορφές. Κατά αυτήν ένα θερμοπλαστικό πολυμερές εισάγεται με τη μορφή νιφάδων ή σκόνης όπου θερμαίνεται και τήκεται. Στη συνέχεια, το ρευστό πλέον θερμοπλαστικό εγχύεται υπό υψηλή πίεση μέσω κατάλληλου ακροφυσίου στο ψυχρό καλούπι όπου ψύχεται και στερεοποιείται.

- Μορφοποίηση με εμφύσηση (Blow molding). Η τεχνική της εμφύσησης χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την παραγωγή γυάλινων φιαλών και επεκτάθηκε η χρήση της για πλαστικές φιάλες ή γενικά κοίλα αντικείμενα. Σε αυτήν, το τήγμα του πολυμερούς διέρχεται μέσω κυλινδρικής μήτρας εκβολής για την παραγωγή ενός κυλινδρικού προ-μορφώματος (parison). Καθώς ο σωλήνας του προμορφώματος κατέρχεται, ένα εκμαγείο κλείνει τα άκρα του έτσι ώστε στο ένα άκρο του να έχει διεισδύσει ένα ακροφύσιο αέρα. Η εμφύσηση του αέρα μέσω του ακροφυσίου εξογκώνει το προμόρφωμα εξαναγκάζοντάς το να πάρει το σχήμα της κοιλότητας του εκμαγείου.



Σχήμα: Διαδικασία μορφοποίησης με εμφύσηση

3.1.1.2 Ανακύκλωση Παραγωγής Σκάρτου Υλικού

Τα ελαττωματικά προϊόντα (8-9% της παραγωγής) μπορεί να έχουν ελαττώματα στη σύνθεση ή στη μορφή τους. Αν το ελάττωμα είναι στη μορφή , ή πρόκειται για τεμαχίδια , τότε αυτό τεμαχίζεται και ανατροφοδοτείται στην μηχανή μορφοποίησης μαζί με το παρθένο πολυμερές. Η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε θερμοπλαστικά διότι οι επανειλημμένες θερμάνσεις μπορεί να προκαλέσουν θερμική αποσύνθεση και να μειωθούν οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού. Οι βιομηχανίες πλαστικών υποχρεούνταν, να ανακυκλώνουν το 20% της παραγωγής τους, είτε αυτή η ποσότητα είναι σκάρτη είτε όχι.

Αν το ελάττωμα είναι στη σύνθεση , τότε χρησιμοποιούνται τεχνικές ανακύκλωσης ανάμεικτων πλαστικών. Συνήθως παράγονται προϊόντα με υποδεέστερες μηχανικές ιδιότητες.

3.1.2 Δευτερογενής Ανακύκλωση

Αναφέρεται στην επεξεργασία απορριμμάτων που περιέχουν διάφορα πλαστικά σε τυχαίες συστάσεις προκειμένου να παραχθεί ένα προϊόν χαμηλότερης ποιότητας. Τα πλαστικά προς ανακύκλωση τα ξεχωρίζουμε σε δύο κατηγορίες:

- Πλαστικά απορρίμματα νοικοκυριών
- Άλλα πλαστικά απορρίμματα

3.1.2.1 Δευτερογενής Ανακύκλωση - Πλαστικά απορρίμματα νοικοκυριών

Η τεχνολογία δευτερογενούς ανακύκλωσης περιλαμβάνει ένα κοινό άξονα δραστηριοτήτων με διαφορές στην εφαρμογή από τόπο σε τόπο. Η πιο σημαντική είναι η συνεργασία Κράτους- Καταναλωτών – Βιομηχανίας Πλαστικών

<u>Α. Συλλογή / Διαλογή στην πηγή</u>

Η ανακύκλωση που πρέπει να συνδυάζεται με τη Διαλογή στην Πηγή ορισμένων κατηγοριών απορριμμάτων, είναι μία μέθοδος που μπορεί να μειώσει σημαντικά τον όγκο των παραγομένων απορριμμάτων. Τα πιθανά οφέλη από την ανακύκλωση είναι τα παρακάτω:

- Περιορίζεται ο όγκος της συλλογής των απορριμμάτων που πρέπει να μεταφερθούν στο χώρο υγειονομικής ταφής.
- Περιορίζεται ο όγκος της κατόρυξης
- Εξοικονομούνται πολύτιμες πρώτες ύλες (π.χ. χαρτί κ.λπ.).
- Υπάρχει κάποιο κέρδος από την πώληση των ανακυκλούμενων υλικών.
- Ικανοποιείται η περιβαλλοντική ευαισθησία των πολιτών.
- Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να βελτιωθεί και το ισοζύγιο πληρωμών .(π.χ. το χαρτί στην Ελλάδα είναι συνήθως εισαγόμενο.)
- Δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.

Με τον όρο «Διαλογή στην Πηγή» περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Η Διαλογή στην Πηγή μπορεί να θεωρηθεί ως ολοκληρωμένη, εναλλακτική λύση απέναντι στα συστήματα διάθεσης και κεντρικής ανάκτησης. Η βιωσιμότητά της εξαρτάται από παραμέτρους όπως η διαθεσιμότητα ανακυκλώσιμων υλικών, το κόστος των άλλων μεθόδων διαχείρισης και η ύπαρξη αγοράς για την απορρόφηση των ανακυκλωμένων υλικών. Οι γενικές προϋποθέσεις επιτυχίας ενός προγράμματος Διαλογή στην Πηγή είναι η ενημέρωση και συμμετοχή του κοινού, καθώς και το ξεπέρασμα των οργανωτικών δυσκολιών. Με την εφαρμογή της Διαλογή στην Πηγή δε λύνεται οριστικά το πρόβλημα. Απαιτείται σχεδιασμός για τη σφαιρική αντιμετώπιση του προβλήματος που θα περιλαμβάνει την εφαρμογή και άλλων μεθόδων παράλληλα με τη Διαλογή στην Πηγή.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Η επιτυχία του προγράμματος ανακύκλωσης οικιακών πλαστικών απορριμμάτων καθορίζεται από τη σωστή οργάνωση ενός προγράμματος Συλλογής/ Διαλογής στην πηγή όπου στο στάδιο αυτό απαιτείται η συνεργασία τριών φορέων: του Κράτους, του καταναλωτικού κοινού και της βιομηχανίας πλαστικών.

Το Κράτος είναι ο φορέας που θεσπίζει την απαραίτητη νομοθεσία που αφορά στην ανακύκλωση. Θα αναγκάσει τη βιομηχανία να ανακυκλώνει μέρος της παραγωγής της και αυτό θα το επιτύχει αυτό εάν οι βιομηχανίες πλαστικών συμμορφωθούν με τους κανόνες και τους νόμους, οι πολίτες έχουν κίνητρα για ανακύκλωση και ενημέρωση στον τρόπο λειτουργίας του συστήματος. Η βιομηχανία όπως προαναφέρθηκε πρέπει να υπακούει στους νόμους και επιπλέον να αναπτύξει οικονομικά συμφέρουσες διεργασίες ανακύκλωσης. Τέλος, το κοινό οφείλει ενημερωθεί από τα φυλλάδια για τους κώδικες ανακύκλωσης και να συνειδητοποιήσει την ανάγκη ανακύκλωσης ώστε να προστατευτεί το περιβάλλον. Για να γίνει όμως ένα σωστό πρόγραμμα συλλογής /διαλογής πρέπει να ακολουθηθεί ένα πλάνο.

Εφαρμόζονται δύο κατηγορίες συλλογής:

- Ενημέρωση καταναλωτών για τα πλαστικά αντικείμενα που διαχωρίζονται στα είδη τους ή απλώς διαχωρίζονται από τα άλλα ανακυκλώσιμα απορρίμματα
- Κωδικοποίηση των διαφορετικών υλικών συσκευασίας έπειτα από τη συλλογή από τον καταναλωτή σε χώρους ανάκτησης υλικών.

Εικ. Έντυπο ενημέρωσης

Το σύστημα περιλαμβάνει κατάλληλο εξοπλισμό για την προσωρινή αποθήκευση των απορριμμάτων (προσυλλογή) και τα οχήματα συλλογής και μεταφοράς τους (απορριμματοφόρα).

Μέσα προσυλλογής

- Πλαστικοί σάκκοι κωδικοποιημένοι με χρώματα και με προδιαγραφές (από υλικό το οποίο βιοαποικοδομείται ή ανακυκλώνεται).
- Ατομικοί κάδοι
- Κυλιόμενοι μεγάλοι κάδοι (μεταλλικοί ή πλαστικοί με χωρητικότητα από 50-1100 lt).
- Μεγάλα Containers.

Απορριμματοφόρα

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

Εικ. Απορριμματοφόρο όχημα τύπου πρέσας πλάγιας φόρτωσης.

Εικ. Απορριμματο-φόρο όχημα απλό ανύψωσης κάδου 1100 lt.

Εικ. Απορριμματο-φόρα οχήματα πλάγιας φόρτωσης

α) Συστήματα συλλογής όπου γίνεται ο διαχωρισμός κατά είδη του πλαστικού. Είναι γνωστά ως bring schemes – *συστήματα επιστροφής* και εφαρμόζονται στην Βρετανία από τον σύνδεσμο RECOUP. Σ' αυτά χρησιμοποιούνται κάδοι διάφορων τύπων. Παρακάτω περιγράφονται τα κυριότερα συστήματα συλλογής με επιστροφή που εφαρμόζονται σήμερα στην Βρετανία:

i. **Μέθοδος συλλογής**: κάδος που εκκενώνεται από όχημα εμπρόσθιας φόρτωσης. Η διαλογή των μπουκαλιών στα είδη τους είναι προαιρετική.
ii. **Μέθοδος συλλογής:** κάδος με τροχούς Wheelbin που εκκενώνεται από όχημα πλευρικής φόρτωσης. Η διαλογή των μπουκαλιών στα είδη τους είναι υποχρεωτική.
iii. **Μέθοδος συλλογής:** κελλιά με δίχτυα που εκκενώνονται από όχημα με γερανό. Η διαλογή των μπουκαλιών στα είδη τους είναι υποχρεωτική.

Η μέθοδος με την χαμηλότερη δαπάνη είναι η τελευταία. Οι παράγοντες βάσει των οποίων θα επιλεχθεί η καταλληλότερη μέθοδος είναι η τοποθεσία, ο αριθμός των διαθέσιμων χώρων για την εγκατάσταση των κάδων.

β) Συστήματα συλλογής όπου γίνεται ο διαχωρισμός των ανακυκλώσιμων προϊόντων από τον καταναλωτή. Είναι γνωστά ως– *συστήματα περισυλλογής από τον δρόμο* και μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεθόδους:

i. Τσάντα ανακύκλωσης

Ο εκάστοτε Δήμος είναι υποχρεωμένος να προμηθεύσει κάθε σπίτι με ένα πλαστικό δοχείο, είτε πλαστικές σακούλες χρώματος πράσινου ή μπλε. Τα προς ανακύκλωση υλικά τοποθετούνται από τους καταναλωτές σε αυτά και έπειτα στους κάδους. Τα δοχεία ανακύκλωσης τοποθετούνται σε κεντρικά σημεία, ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε αυτά. Στο όχημα που συλλέγει τα προς ανακύκλωση υλικά για να εξασφαλιστεί ο μέγιστος ικανοποιητικός βαθμός διαχωρισμού γίνεται ένας προκαταρτικός διαχωρισμός των υλικών στα είδη τους (γυαλί, χαρτί, πλαστικά κλπ.). Το βασικό πλεονέκτημα είναι ότι απαιτείται μικρή επένδυση σε κεφάλαιο και εργατικό δυναμικό. Τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν την έλλειψη έλεγχου, πιθανούς βανδαλισμούς, κλοπές και μολύνσεις.

Εικ. Τσάντα ανακύκλωσης

ii. Ολοκληρωμένη συλλογή

Εφαρμόζεται συνήθως με δύο τρόπους:

Περιλαμβάνει δύο κάδους εκ των οποίων ο ένας είναι για τα ανακυκλώσιμα και ο άλλος για μη ανακυκλώσιμα υλικά. Αντίθετα με το ότι οι κάδοι αυτοί είναι ακριβοί γίνεται μια μείωση στα έξοδα συλλογής διότι τα ανακυκλώσιμα υλικά περισυλλέγονται κατά εναλλασσόμενες εβδομάδες. Ο διαχωρισμός ανά είδος υλικού γίνεται στο όχημα οπίσθιας φόρτωσης

Μία δεύτερη μέθοδος είναι αυτή κατά την οποία οι καταναλωτές τοποθετούν τα ανακυκλώσιμα υλικά σε ανακυκλώσιμες τσάντες ενώ τα μη ανακυκλώσιμα σε τσάντες διαφορετικού τύπου. Η συλλογή γίνεται την ίδια εβδομάδα και για τα δύο είδη υλικών.

Τα προγράμματα περισυλλογής επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στα πλαστικά μπουκάλια γιατί:

- ✓ ανακυκλώνονται πιο εύκολα από τα άλλα πλαστικά απορρίμματα
- ✓ είναι σχετικά μεγάλα σε μέγεθος
- ✓ μπορούν να διατεθούν σε αρκετά καθαρή κατάσταση (δεν υπάρχει επιμόλυνση)
- ✓ αναγνωρίζονται ευκολότερα από όλα τα υπόλοιπα πλαστικά απορρίμματα λόγω των κωδικών που αναγράφονται στην εξωτερική τους επιφάνεια.

Εκτός όμως από τις προαναφερθείσες μεθόδους συλλογής υπάρχουν ακόμα δύο οι οποίες εφαρμόζονται λιγότερο:

- Container parks για πλαστικά και γυάλινα μπουκάλια.
- Μηχανήματα απόρριψης πλαστικών και αλουμινένιων ή μεταλλικών κουτιών έξω από τα πολυκαταστήματα (reserve – vending machines). Τέτοια συστήματα δέχονται και συνθλίβουν μπουκάλια προσφέροντας κάποιο παράβολο για το κάθε κομμάτι που επιστρέφεται.

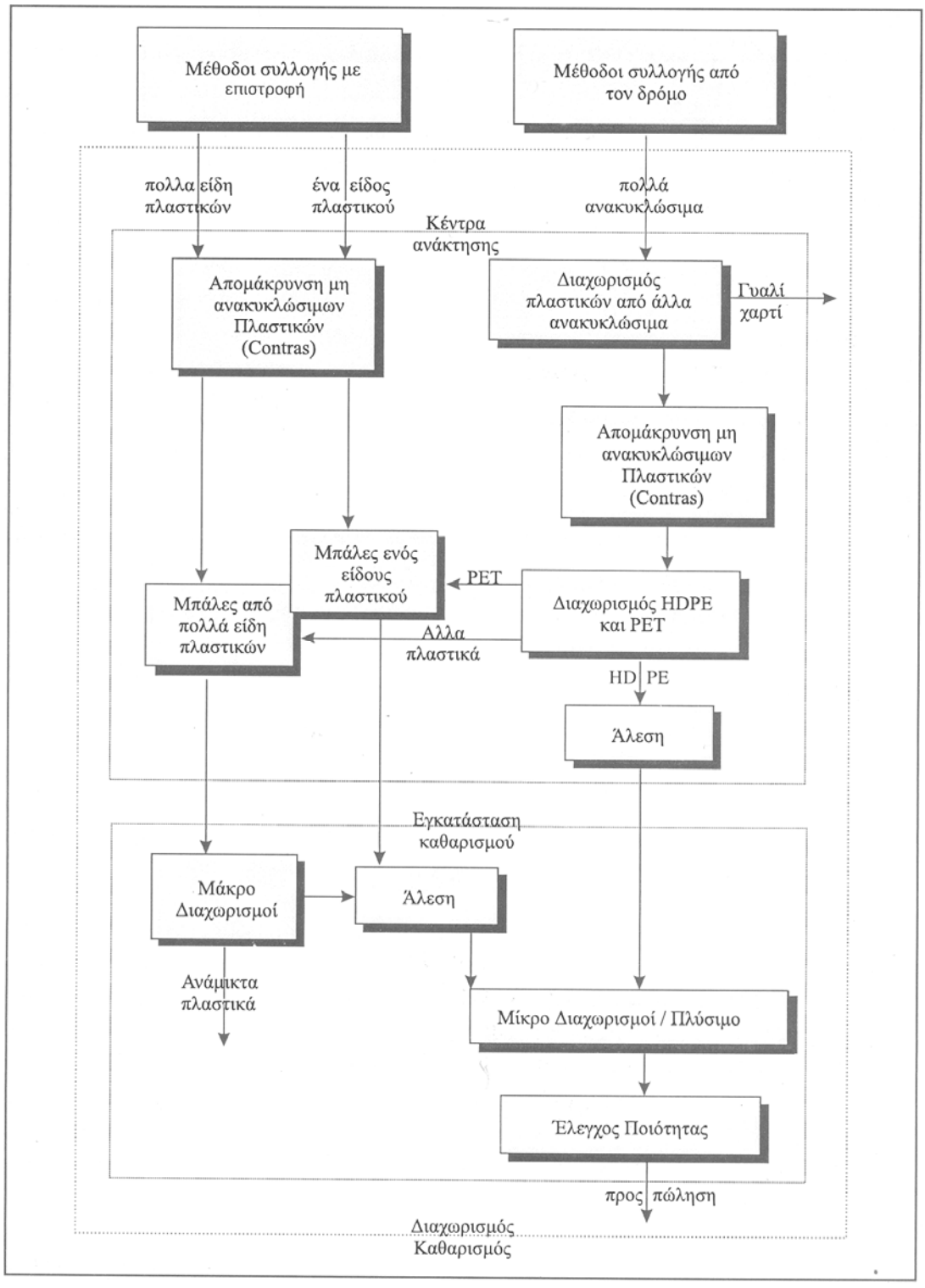
Β. Διαχωρισμός / Καθαρισμός

Σε αυτό το στάδιο τα πλαστικά απορρίμματα πλένονται για να απομακρυνθούν οι ρύποι/ ακαθαρσίες που πιθανόν να περιέχουν, και αναμορφώνονται σε νέα πλαστικά προϊόντα με καλύτερη ποιότητα στο τελικό προϊόν, καθώς επίσης και αποκτούν ανταγωνιστικές τιμές πώλησης στις βιομηχανίες ανακύκλωσης.

Αρχικά έχουμε τη μεταφορά του υλικού που έχει συλλεχθεί στα Κέντρα Ανάκτησης Υλικών MRFs. Ελέγχετε εάν πρόκειται για πλαστικά που προέρχονται από συστήματα συλλογής με επιστροφή , έπειτα στην συνέχεια περνάνε από λεπτομερή διαχωρισμό σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους ,χωρίζονται στα είδη τους και παράλληλα γίνετε έλεγχος, για την απομάκρυνση των μη ανακυκλώσιμων "contras". Αν όμως το υλικό έχει συλλεχθεί με μέθοδο περισυλλογής από το δρόμο ή με άλλη παρεμφερή μέθοδο τότε πρέπει πρώτα να γίνει διαχωρισμός των ανακυκλώσιμων υλικών μεταξύ τους και στη συνέχεια να οδηγηθούν στους χώρους διαχωρισμού ταξινομημένα κατά είδος.

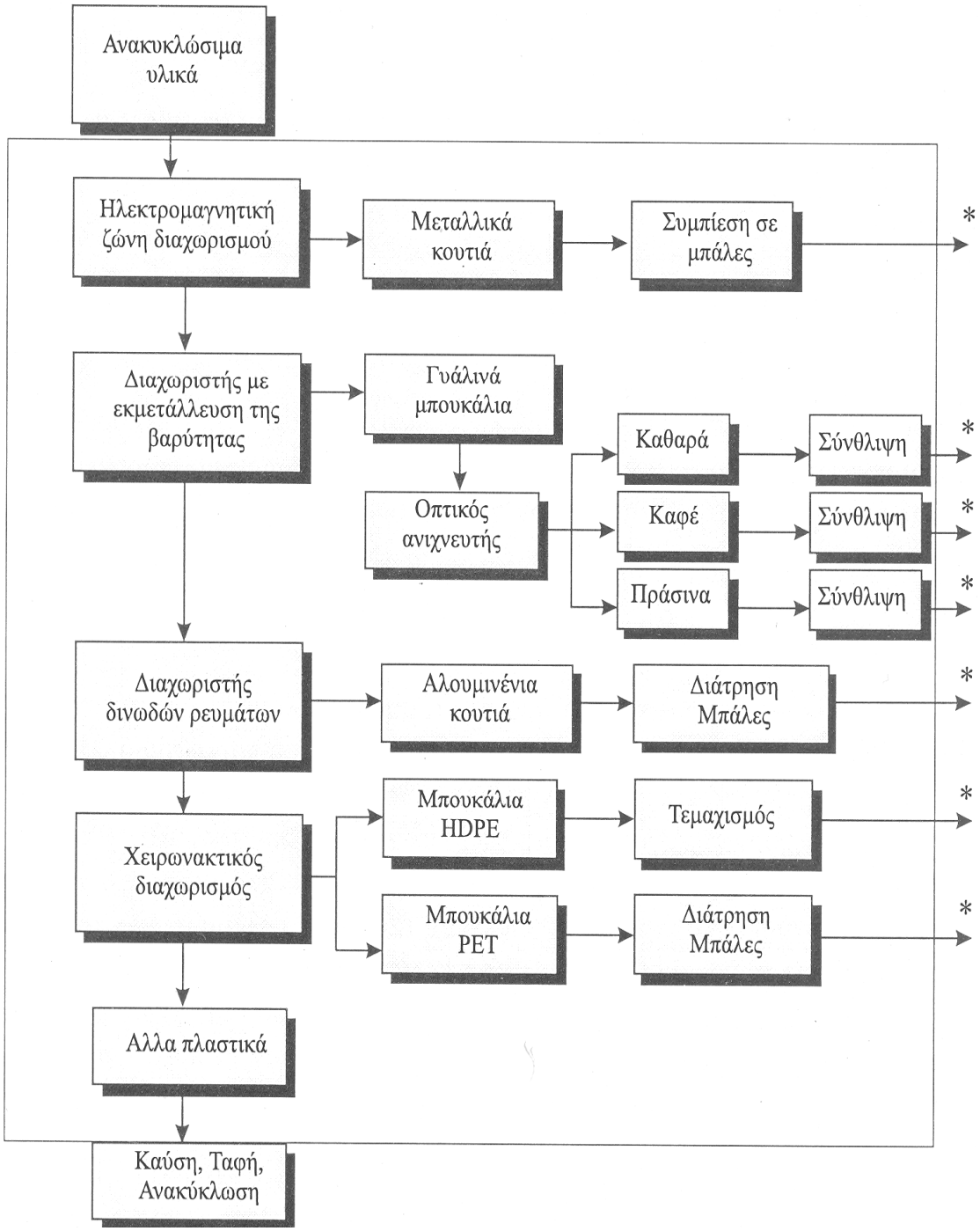
Τα πλαστικά που προέρχονται από συστήματα συλλογής με επιστροφή είναι συνήθως ενός είδους. Όταν περιέχει ένα είδος πλαστικού οδηγείται στα MRFs όπου αφού αφαιρεθούν χειρωνακτικά όλες οι μη ανακυκλώσιμες πλαστικές ύλες συμπιέζεται και δεματιάζεται σε μπάλες. Έπειτα αυτές οι μπάλες οδηγούνται σε εγκαταστάσεις καθαρισμού ("cleaning facilities") όπου γίνετε η άλεση. Στην συνέχεια γίνετε η απομάκρυνση των πλαστικών προσμίξεων (καπάκια, ετικέτες, βάσεις) μαζί με το πλύσιμο όλων των τεμαχιδίων (micro sorting/cleaning). Αφού γίνει έλεγχος για τα επίπεδα μολύνσεων των τεμαχιδίων πηγαίνουν στην ανακύκλωση.

Όταν περιέχουν πολλά είδη πλαστικών αφαιρούνται οι μη ανακυκλώσιμες πλαστικές ύλες συμπιέζονται και συσκευάζονται σε μπάλες που περιέχουν διάφορα πολυμερή. Οι μπάλες οδηγούνται σε ένα προκαταρτικό διαχωρισμό (macro sorting) των πλαστικών στα διάφορα είδη τους όπου πραγματοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις διαχωρισμού .



Εικ. Διάγραμμα εγκατάστασης Διαχωρισμού/Καθαρισμού

Πηγή: Το Βιβλίο "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001) Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος,Εκδόσεις Τζιόλας



Εικ. Μέθοδος διαχωρισμού Benzer

Πηγή: Το Βιβλίο "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001) Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος,Εκδόσεις Τζιόλας

Τα ανακυκλώσιμα υλικά που προέρχονται από συστήματα περισυλλογής από το δρόμο οδηγούνται στα MRF's όπου γίνεται διαχωρισμός στα είδη τους. Λόγω των προβλημάτων που υπάρχουν, οι προσπάθειες για ανάκτηση πλαστικού έχουν εστιασθεί στα είδη που ανακυκλώνονται ευκολότερα (PET και HDPE). Από PET (Polyethylene terepthalate) είναι κατασκευασμένες οι φιάλες που περιέχουν ανθρακούχα αναψυκτικά λοιπά μπουκάλια αναψυκτικών, ενώ από HDPE (High density polyethelane) είναι τα κουτιά γάλακτος, αναψυκτικών και εμφιαλωμένου νερού. Λόγω της χαρακτηριστικής σχέσης όγκου:βάρους, τα πλαστικά μπουκάλια θραύονται και δεματοποιούνται για την οικονομικότερη μεταφορά τους στη βιομηχανία, όπου κατά την επεξεργασία τους απομακρύνονται οι προσμίξεις. Τα μπουκάλια PET και HDPE δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια ως περιέκτες. Η ανακύκλωση στις μονάδες κατεργασίας πλαστικού είναι πιο εύκολη σε πολλές περιπτώσεις.

Κλειδί στην ανακύκλωση πλαστικού είναι η διάθεση ρητίνης γνωστού μοριακού βάρους χωρίς προσμίξεις. Εκτός των άλλων, αυτό αποτελεί κριτήριο για τη δυνατότητα της μετέπειτα ανακύκλωσής του. Ακριβώς λόγω των προβλημάτων που αναφέρθηκαν, η ανακύκλωση των πλαστικών βρίσκεται ακόμη σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

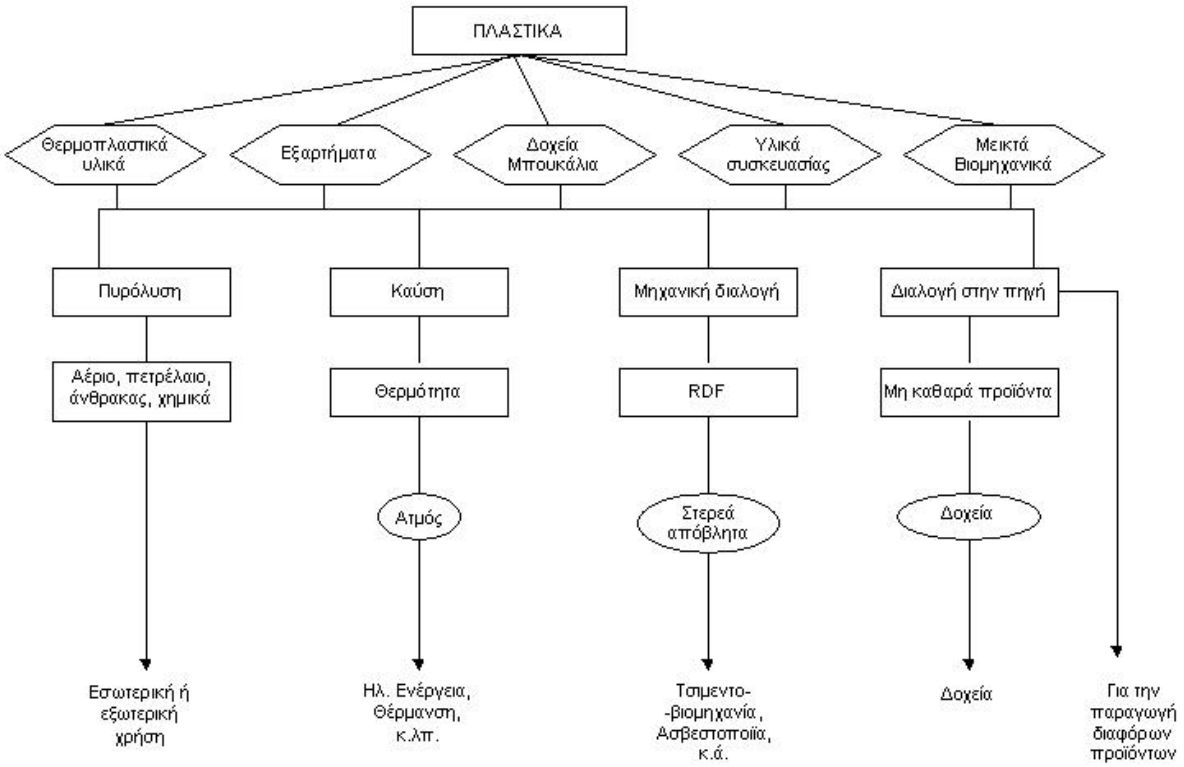
Αναλυτικά:

Αρχικά τα ανακυκλώσιμα υλικά διαχωρίζονται ώστε τα βαρύτερα μπουκάλια από γυαλί να πέσουν προς τα κάτω μέσω κλίσεων του ρεύματος ενώ τα ελαφρύτερα από πλαστικό και μέταλλο να μπορέσουν να περάσουν ελεύθερα. Τα μεταλλικά κουτιά απομακρύνονται μέσω ενός συστήματος μαγνητών, τα οποία στη συνέχεια συνθλίβονται Τα αλουμινένια κουτιά διαχωρίζονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών δινών, συνθλίβονται και φορτώνονται σε ειδικά οχήματα. Το γυαλί διαχωρίζεται ανάλογα με το χρώμα του, συνθλίβεται και πακετάρεται προς παραγωγή νέου γυαλιού. Επίσης διαδικασίες διαχωρισμού του γυαλιού είναι και οι φωτοηλεκτρικές μέθοδοι διαχωρισμού. Το πλαστικό τεμαχίζεται, αναμιγνύεται με παρθένους κόκκους (ρητίνες) και τήκεται στην κανονική διαδικασία κατασκευής πλαστικού. Σε πολλές περιπτώσεις, η επαναχρησιμοποίηση πλαστικού είναι πιο πολύπλοκη διαδικασία

Ο διαχωρισμός των ανακυκλώσιμων πλαστικών γίνεται σε τρία διαφορετικά ρεύματα:

i. Μπουκάλια σόδας από PET, που συνθλίβονται και μετατρέπονται σε μπάλες προς πώληση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης
ii. Μπουκάλια γάλακτος από HDPE, που κομματιάζονται και πακετάρονται προς πώληση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης..

iii. Όλοι οι υπόλοιποι πλαστικοί περιέκτες μπορούν να αξιοποιηθούν ως τροφοδοσία διεργασιών ανακύκλωσης ανάμικτων πλαστικών (commingled plastics) ή να διαχωριστούν περαιτέρω στα είδη τους στις εγκαταστάσεις πλύσης. Στη συνέχεια τα ρεύματα των χοντρικά διαχωρισμένων πλαστικών οδηγούνται στις εγκαταστάσεις καθαρισμού, όπου γίνεται λεπτομερής διαχωρισμός και πλύσιμο.



Σχήμα: Τεχνολογία ανακύκλωσης

Τα στάδια που ακολουθούνται στις εγκαταστάσεις καθαρισμού είναι:

❖ Μάκρο – διαχωρισμοί (Macro-sorting)

Ο διαχωρισμός των πλαστικών μπουκαλιών γίνεται συνήθως με δύο τρόπους, τον χειρωνακτικό και τον μηχανικό διαχωρισμό.

1. **Χειρωνακτικός (Manual)**: Με οπτική αναγνώριση των ειδών :διαφανή , αδιαφανές, ανάλογα με το χρώμα και ανάλογα με τους κωδικούς. Υπάρχει και ακριβής μέθοδος και μη ακριβής.
2. **Μηχανικός (Mechanical)**: Διαχωρισμός με βάση την πυκνότητα , την επίπλευσή τους στο νερό (PVC,PS,PET καταβυθίζονται, οι πολυολεφίνες επιπλέουν), το ιξώδες, τη διαλυτότητα, την τάση ατμών και τους τοξικούς διαλύτες που περιέχουν.
3. **Ηλεκτρομαγνητικός διαχωρισμός (Electromagnetic separation):** Πρόκειται για εξειδικευμένη μέθοδο που βασίζεται στην ανίχνευση πολικών μονάδων με ακτίνες Χ μέσω ενός ανιχνευτή. Τα πολικά μόρια φθορίζουν όταν δεχτούν ακτίνες Χ δηλαδή έχουμε μετατόπιση του ανακλώμενου φωτός.. Ο ανιχνευτής μετρά τα εκλυόμενα ποσά ενέργειας και θέτει σε λειτουργία το σύστημα διαχωρισμού των μπουκαλιών PVC στο μεταφορέα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να συνδυαστεί και με τη μέθοδο διαχωρισμού με βάση την πυκνότητα ώστε να διαχωριστούν στη συνέχεια το PET από το PE και το PP. Παρόλα αυτά έχουμε μικρή ικανότητα διαχωρισμού σε μείγματα με πολλά συστατικά που περιέχουν χλώριο.
4. **Διαχωρισμός με φασματοσκοπία (NIR):** Το κάθε πολυμερές έχει χαρακτηριστικό φάσμα υπερύθρου. Με την ανάλυση (on line) του φάσματος μπορεί να γίνει η αναγνώριση των συστατικών και ο διαχωρισμός του, μόνο σε αργά ρεύματα, σε ξεχωριστά αντικείμενα που έχουν πολύ διαφορετικά φάσματα.

Άλλοι μέθοδοι διαχωρισμού πλαστικών με μικρότερη εφαρμογή:

- Η φασματοσκοπία μάζας είναι μια μέθοδος η οποία εντοπίζει χρωματισμένα, μολυσμένα ή πλαστικά μπουκάλια με περιεχόμενο χρησιμοποιώντας ακτίνα λέιζερ που θερμαίνει το δείγμα ή ανιχνεύοντας κάποιο γραμμωτό κώδικα.
- Ηλεκτροστατικός διαχωρισμός που βασίζεται στο ότι τα διάφορα είδη πλαστικών συμπεριφέρονται διαφορετικά όταν εκτίθενται σε ηλεκτροστατικό πεδίο
- Με θέρμανση γύρω από το σημείο υαλώδους μετάπτωσης .Η μέθοδος διαχωρισμού του PVC από το PET βασίζεται στις διαφορές των σημείων αποσκλήρυνσης των πολυμερών

Μόλις ολοκληρωθεί ο μακρό-διαχωρισμός τα πλαστικά οδηγούνται σε ειδικούς μύλους και επιδέχονται μικρο-διαχωρισμούς και πλύσιμο.

❖ Μείωση μεγέθους

Η μείωση μεγέθους των άχρηστων πλαστικών υλικών διευκολύνει τη μεταφορά και το ζύγισμα και εξασφαλίζει την ομοιογένεια της τροφοδοσίας, μειώνει τον όγκο του υλικού και έτσι ελαχιστοποιούνται οι συνολικές δαπάνες. Αρχικά το σύνθετο υλικό υπόκειται σε τεμαχισμό ώστε η πλειονότητα των τεμαχιδίων να χωριστεί στα διάφορα είδη υλικών. Στη συνέχεια έχουμε την κοκκοποίηση τα ελαφρύτερα παρασύρονται ανοδικά ενώ τα βαρύτερα κινούνται καθοδικά μέσω κατάταξης με αέρα και την σύνθλιψη όπου κατατάσσονται με βάση τα χαρακτηριστικά των τεμαχιδίων όπως η πυκνότητα και η γεωμετρία. Συνήθως έχουμε πολλαπλά στάδια που μπορεί να διαχωριστούν και άλλα υλικά.

Τεχνικές μείωσης μεγέθους πλαστικών:

Τεχνικές τεμαχισμού

1. Μηχανήματα με δίσκους τεμαχισμού

Συνήθως έχουμε μηχανήματα με δίσκους τεμαχισμού δύο ή τέσσερις αντι-περιστρεφόμενους δίσκους που είναι εξοπλισμένοι με δίσκους τεμαχισμού και με κατάλληλους δακτυλίους διάκενων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται νιφάδες υλικού 50mm. Ο βαθμός τεμαχισμού καθορίζεται από των αριθμό των «αγκίστρων» καθώς και από το πλάτος του. Η απόδοση ενός μηχανήματος τεμαχισμού εξαρτάται από:

- την πυκνότητα, το σχήμα και τη φύση του πλαστικού
- τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του μηχανήματος δηλαδή πλάτος, αριθμός οδόντων, μέγεθος ανοίγματος δίσκου και διάμετρος οπών του κόσκινου στην έξοδο των τεμαχιδίων.

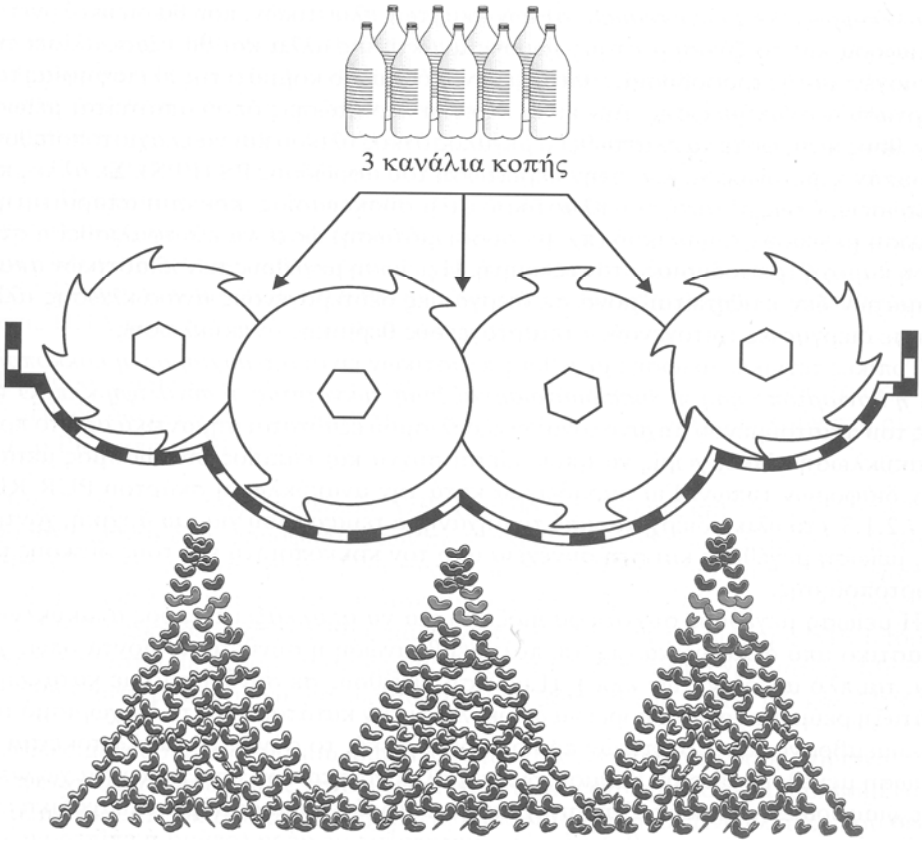
2. Περιδινώμενα μηχανήματα τεμαχισμού με μαχαίρια

Λέγονται αλλιώς και μαχαιρόμυλοι ή κοκκοποιητές διασταυρούμενων ψαλιδιών. Το άχρηστο πλαστικό υλικό περνάει στο χώρο κοπής και τεμαχίζεται από τη εναλλασσόμενη περιστροφή των μαχαιριών. Αυτά είναι τοποθετημένα με μικρή γωνία ανάμεσά τους ως προς τον άξονα του κινητήρα ενώ τα σταθερά τοποθετούνται με την ίδια γωνία επί του άξονα κατά αντίθετη κατεύθυνση. Για την καλύτερη απόδοση του μηχανήματος παίζει η ακριβής οριοθέτηση του διάκενου τεμαχισμού μεταξύ των μαχαιριών.

3. Μείωση μεγέθους πολυμεμβρανωδών πλαστικών συσκευασιών με Μηχανήματα διαχωρισμού

Είχαμε κάνει μια αναφορά προηγουμένως στις νιφάδες που καταλήγουν τα πολυμερή πλαστικά κατά την διαδικασία της άλεσης κάτι που καθιστά δύσκολο και δαπανηρό τον διαχωρισμό μεταξύ των διαφόρων πλαστικών. Έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα διαχωρισμού το οποίο βασίζεται στη διαφορετική συμπεριφορά από τα δομικά υλικά των πολυμεμβρανωδών πλαστικών συσκευασιών εφόσον αυτά πρώτα υποβάλλονται σε δράση στροβιλισμού και επιτάχυνσης με την χρήση κατάλληλης διάταξης.

Κάποιες τεχνικές τεμαχισμού που χρησιμοποιούνται επίσης είναι τα περιστρεφόμενα μηχανήματα άλεσης, τα μηχανήματα κοπής σε φέτες (slicers) και οι κοχλιωτοί κόπτες.



Εικ. Μηχάνημα τεμαχισμού τεσσάρων αξόνων

Πηγή: Το Βιβλίο "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001) Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος,Εκδόσεις Τζιόλας

Τεχνικές Συσσωμάτωσης / Αύξησης πυκνότητας

Οι τεχνικές συσσωμάτωσης χρησιμοποιούνται για να διευκολυνθεί η μεταφορά και η τροφοδοσία των υλικών στα ειδικά μηχανήματα. Χρησιμοποιούμε τριβή ανάμεσα στα τεμαχίδια για να αυξήσουμε τη θερμοκρασία και να μαλακώσουν χωρίς να φτάσει τη θερμοκρασία τήξης.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι :

- Μείωση αποθηκευτικού χώρου
- Οικονομική μεταφορά μεγάλου όγκου
- Καλύτερες ιδιότητες ροής
- Ευκολότερη μέτρηση ροής τροφοδοσίας
- Απουσία σκόνης κατά την κατεργασία αυτή

1. Δίσκοι συσσωμάτωσης

Το υλικό μετατρέπεται σε κόκκους, ίνες υψηλής πυκνότητας που κόβονται στην συνέχεια σε πελλέτες, περνώντας διαμέσου ειδικά σχεδιασμένων, με ακτινωτό τρόπο, δίσκων συσσωμάτωσης, τοποθετημένους έτσι ώστε να μειώνεται το διάκενο μεταξύ τους από το κέντρο τους προς την άκρη τους. (ελικοειδής εξώθηση από το κέντρο προς την περίμετρο με αυξανόμενη συμπίεση).

2. Συσσωμάτωση με συμπίεση

Το υλικό συμπιέζεται σε τέτοιο βαθμό που παράγονται συνεκτικές, σταθερές, πελλέτες με συνεχή τρόπο. Στο πρώτο στάδιο κόκκοι υλικού τροφοδοτούνται εντός διαμορφωμένου καλουπιού και δέχονται την επίδραση κάθετης, εξωτερικής πίεσης. Στο δεύτερο στάδιο μια σειρά κυλίνδρων συμπιέζει τη στοιβάδα αναγκάζοντάς την να περάσει μέσα από μια σειρά καναλιών που βρίσκονται στον πάτο του καλουπιού. Τελικά το υλικό βγαίνει ινοποιημένο από το καλούπι και κόβεται στην έξοδο καθώς συναντά το περιστρεφόμενο μηχάνημα κοπής.

3. Συσσωμάτωση με ανάδευση

Μια γρήγορη ανάδευση δημιουργεί ενέργεια από την τριβή και από το μαλάκωμα του πλαστικού. λόγω του υψηλού θερμικού φορτίου που παράγεται. Η θερμοκρασία του πλαστικού σκάρτου προσεγγίζει έτσι το σημείο τήξης του. Μόλις συμβεί αυτό το υλικό ψύχεται απότομα ερχόμενο σε επαφή με πίδακες ψυχρού νερού. Το νερό εξατμίζεται άμεσα και παράγεται συσσωμάτωμα.

Τεχνικές κονιορτοποίησης

1. Μηχανήματα κονιορτοποίησης με δίσκους

Τα μηχανήματα αυτά επιτυγχάνουν την μετατροπή του πλαστικού σε λεπτή σκόνη με άριστα χαρακτηριστικά ροής, ομοιογενή σύσταση και υψηλή πυκνότητα. Είναι κατάλληλα για πλαστικά ευαίσθητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Ο συνδυασμός αιχμηρότητας, υψηλών μηχανικών φορτίων, και σύγκρουσης εντός λεπτού διάκενου μεταξύ των δύο δίσκων, κονιορτοποιεί το πλαστικό. Σε αρκετές περιπτώσεις επιτρέπεται η είσοδος

αέρα στο χώρο κονιορτοπίησης για την αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών, συσσωμάτωσης και άρα αποικοδόμησης του πολυμερούς.

2. **Εξώθηση τυρβώδους στερεάς κατάστασης**

Είναι μία διεργασία ενός σταδίου που μετατρέπει το μετακαναλωτικό πλαστικό σκάρτο σε ομοιόμορφη σκόνη με κατανομή μεγέθους σωματιδίων 2000 – 20 μm. Υπάρχουν ειδικοί εκβολείς δίδυμων κοχλιών κατάλληλα τοποθετημένων κατά μήκος των αξόνων όπου πραγματοποιούν την εξώθηση σε στερεά κατάσταση μέσω της διάτμησης. Η θερμότητα λόγω τυρβώδους απομακρύνεται από το πολυμερές με εξωτερική ψύξη εντατικού ρυθμού: παγωμένο νερό κυκλοφορεί στα εξωτερικά τοιχώματα του χώρου εξώθησης.

3. **Σφυρόμυλοι**

Οι σφυρόμυλοι αποτελούνται από μια σειρά σφυριών που βρίσκονται τοποθετημένα έκκεντρα ως προς κεντρικό άξονα και αυτά στην συνέχεια κονιορτοποιούν την εισερχόμενη τροφοδοσία. Είναι μία σχετικά οικονομική μέθοδος και εύκολη στην συντήρησή της.

4. **Κρυογενική κονιορτοποίηση**

Αυτή η διεργασία χρησιμοποιείται για πολυμερή που είναι δύσκολα στην άλεση αλλά όμως είναι και θερμοευαίσθητα όπως τα πλαστικοποιημένα φύλλα PVC. Το σκάρτο πλαστικό προς άλεση μεταφέρεται στο χώρο ψύξης όπου και ραντίζεται με υγρό άζωτο (-196 ^{o}C). Το παγωμένο και εύθραυστο πολυμερές εισέρχεται στη συνέχεια στο μύλο άλεσης όπου και ραντίζεται με επιπλέον άζωτο.

Μίκρο - διαχωρισμοί (micro-sorting)

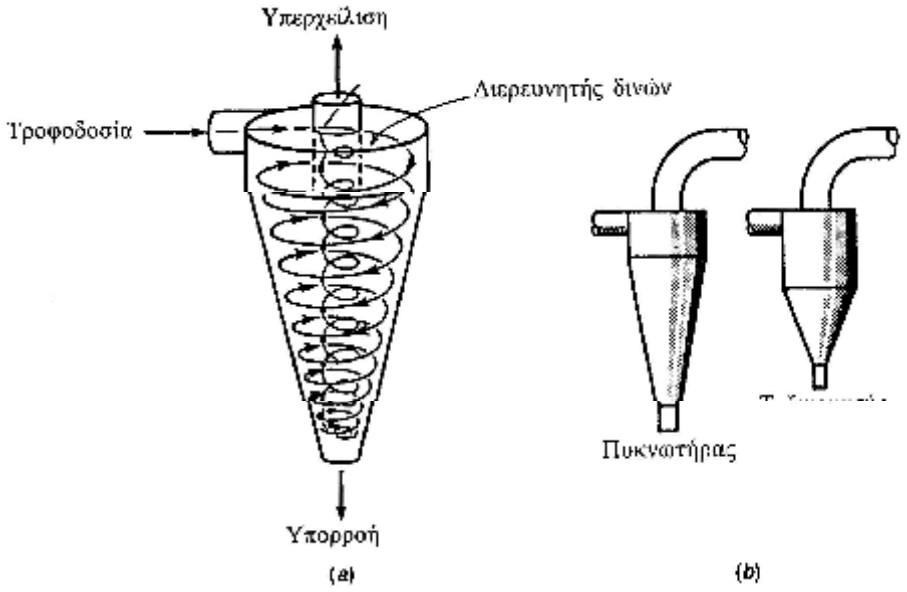
Ο διαχωρισμός γίνεται σε επίπεδο μικρών κομματιών (chips) αφότου τα κομμάτια έχουν συμπιεστεί και κομματιαστεί. Διαδέχεται συνήθως το μάκρο-διαχωρισμό αν και μπορεί να αποτελέσουν και το αρχικό στάδιο.

Μέθοδοι διαχωρισμού με βάση την πυκνότητα

1. **Διαχωρισμός με υδροκυκλώνα (Hydrocyclone):**

Ο διαχωρισμός συστημάτων στερεών-υγρών με τη βοήθεια φυγοκεντρικών δυνάμεων μπορεί να πραγματοποιηθεί με συσκευές οι οποίες δεν περιλαμβάνουν περιστρεφόμενα μέρη, δηλ. στους υδροκυκλώνες, που είναι κυκλώνες ειδικά σχεδιασμένοι για το διαχωρισμό στερεών από υγρά. Πρόκειται δηλ. για ειδική εφαρμογή της φυγοκεντρικής κατακάθισης. Η διαχωριστική τους ικανότητα εξαρτάται από τη διάμετρο του κυλινδρικού σχήματος, οπότε για το λόγο αυτό η διάμετρός τους ποικίλλει, ανάλογα με

τον προορισμό χρήσης τους. Όσο πιο λεπτομερή είναι τα προς διαχωρισμό σωματίδια, τόσο θα πρέπει να χρησιμοποιείται υδροκυκλώνας με μικρότερη διάμετρο. Στην περίπτωση που απαιτείται μεγάλη διαχωριστική ικανότητα και ταυτόχρονα μεγάλη παροχή υγρού, τότε χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση πολλαπλοί υδροκυκλώνες που λειτουργούν παράλληλα..



Εικ**.** Υδροκυκλώνας: (a) σχέδιο ροής, (b) σχήμα προσαρμοσμένο στο πεδίο εφαρμογής (λειτουργίας) του.

2. Διαχωρισμός με καταβύθιση:

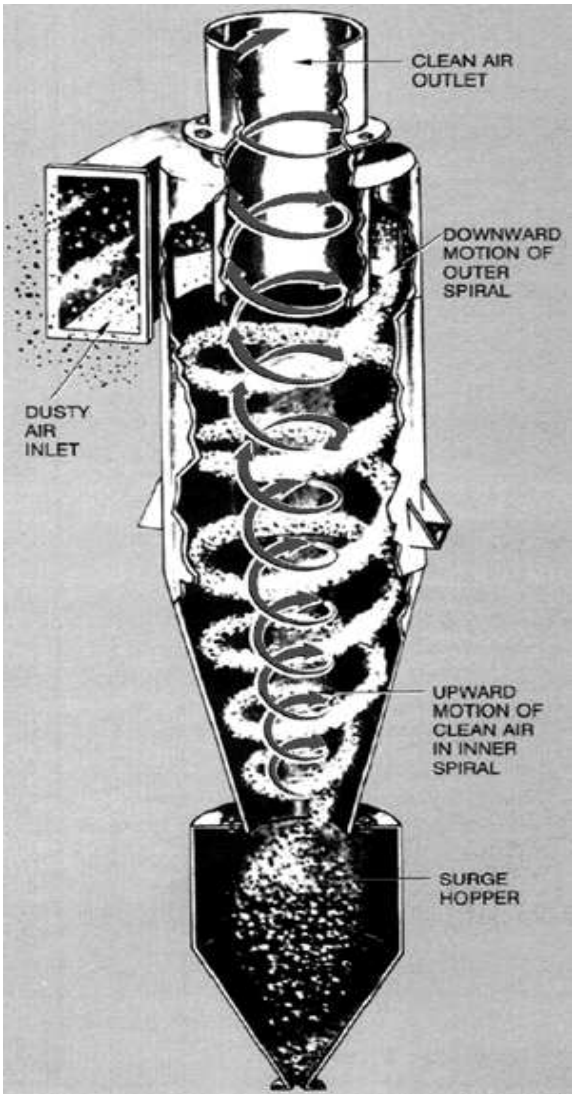
Πλαστικά τεμαχίδια με παρόμοιες πυκνότητες (PVC, PS) διαχωρίζονται σε λουτρό διαχωρισμού με την προσθήκη κροκιδωτικών παραγόντων.

Διαχωρισμός με αφρισμό

Χρησιμοποιείται σε υλικά που έχουν περίπου την ίδια πυκνότητα, σε συνδυασμό με την χρήση κατάλληλης επιφανειακής ενεργής ουσίας. Συνήθως αυτή η διαδικασία γίνετε μαζί με το πλύσιμο. Η μέθοδος εφαρμόζεται για να διαχωρίσει δύο τύπους πλαστικών με παρόμοιες πυκνότητες όπως είναι τα PVC και τα PET.

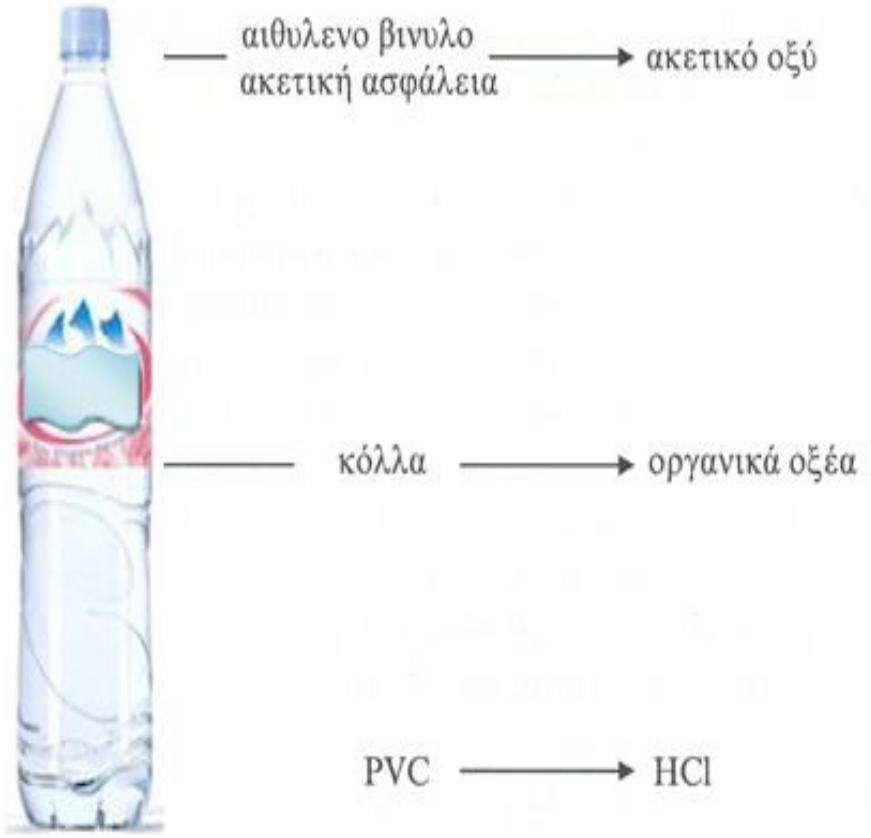
Κατάταξη διαχωρισμού με αέρα

Κυλινδροκωνικό δοχείο όπου το ρεύμα αερίου - σωματιδίων εισέρχεται εφαπτομενικά στο κυλινδρικό τμήμα, κατέρχεται ελικοειδώς σχηματίζοντας μια εξωτερική δίνη Τα στερεά σωματίδια εκτινάσσονται προς την περιφέρεια του κυκλώνα, από όπου πέφτουν, λόγω βαρύτητας. Στο κάτω μέρος του κωνικού τμήματος το ρεύμα του αερίου αλλάζει κατεύθυνση και ανέρχεται προς τον αγωγό εξόδου, σχηματίζοντας εσωτερική δίνη Το απαλλαγμένο από τα σωματίδια αέριο κατευθύνεται στον αγωγό εξόδου και απομακρύνεται από τον κυκλώνα



Αναλυτικά η διαδικασία πλύσης

Κατά τη διαδικασία της πλύσης, ένα μείγμα ζεστού νερού, καυστικής σόδας και ενός δραστικού μέσου μείωσης επιφανειακής τάσης διαβρέχει τα τεμαχίδια για αρκετή ώρα με ανάδευση. Στη συνέχεια τα τεμαχίδια ξεπλένονται με καθαρό νερό για την απομάκρυνση της καυστικής ουσίας και των προσμίξεων (κόλλες, άλλα πλαστικά) που έχουν αποκολληθεί από το πλαστικό. Το ζεστό νερό αποσκοπεί στην ελάττωση των μικροβίων.



Εικ. Επιμολυντές οι οποίοι δημιουργούν όξινα μείγματα που εμποδίζουν την υδρολυτική σχάση των δεσμών του PET.

❖ Μοριακός διαχωρισμός (Molecular sorting)

Ο μοριακός διαχωρισμός αφορά το διαχωρισμό των πολυμερών με χρήση επιλεκτικών διαλυτών. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ ακριβή γιατί χρειάζεται ανάκτηση του διαλύτη.

Το τελικό στάδιο σε μια εγκατάσταση διαχωρισμού πλαστικών γίνεται ο έλεγχος ποιότητας ώστε αν εξακριβωθεί η καθαρότητα των τεμαχιδίων σύμφωνα με ορισμένες προδιαγραφές. Στην συνέχεια ελέγχεται η παρουσία επιμολυντών όπως:

- Άλλα πλαστικά
- Χρωματισμένα πλαστικά
- Χαρτί
- Ξύλο ή γυαλί
- Αλουμίνιο και άλλα μέταλλα
- Μικρόβια και τοξίνες
- Κόλλες
- Υγρασίας
- Μοριακό βάρος

Γ. Κατεργασία

Το τρίτο στάδιο αφορά την ποιότητα του τελικού προϊόντος και τη διατήρηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του.

Δευτερογενής ανακύκλωση των πλαστικών

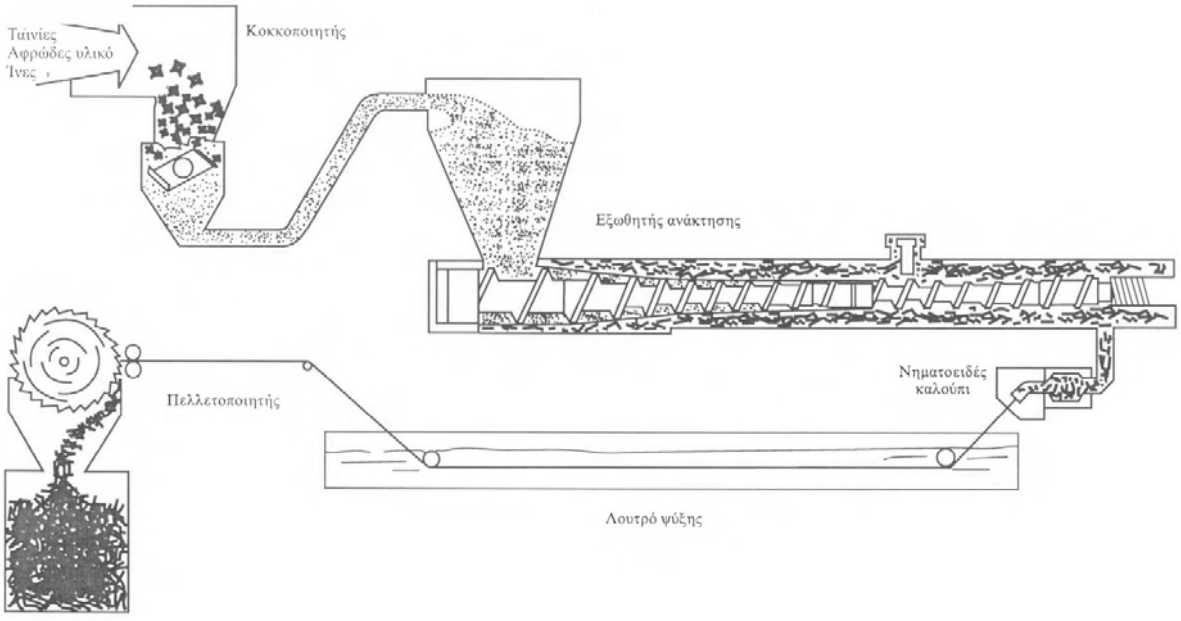
Εφαρμόζεται για την προκαταρκτική μορφοποίηση του ανακυκλωμένου πλαστικού σε πελέτες, για την πραγματοποίηση του χρησιμοποιείται εκβολέας μονού κοχλία.

Αυτή είναι μια επιτυχής τεχνολογία για πλαστικά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες πολυαιθυλένια και PET. π.χ. τεράστιες ποσότητες πολυαιθυλενίου χρησιμοποιείται σε πλαστικές σακούλες και σε μπουκάλια υγρών σαπουνιών και τροφίμων. Το υλικό αυτό ανακυκλώνεται σε σακούλες σκουπιδιών, σωλήνες, και καινούργιες σακούλες, φιλμ κάλυψης θερμοκηπίων κ.λπ. Τα μπουκάλια αναψυκτικών και νερού αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από PET, το οποίο ανακυκλώνεται στην παραγωγή μπουφάν από fleece, ίνες κ.λπ. Ένα μπουφάν παράγεται από περίπου 50 μπουκάλια νερού.

Η δευτερογενής ανακύκλωση μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε θερμοπλαστικά πολυμερή και όχι σε θερμοσκληρυνόμενα. Προβλήματα μπορούν να προέλθουν από πιθανές επιμολύνσεις στο υλικό και γι’ αυτό τα ανακυκλωμένα

πλαστικά δεν χρησιμοποιούνται συνήθως σε άμεση επαφή με τρόφιμα ή ποτά. Από τεχνολογική άποψη υπάρχουν δύο επιφυλάξεις:

- Πρώτον τα πολυμερή είναι οργανικά υλικά και η αναθέρμανσή τους για την δευτερογενή ανακύκλωση μπορεί να οδηγήσει σε μερική αποσύνθεση (υποβάθμιση με μείωση του μέσου μοριακού βάρους) και χειροτέρευση των ιδιοτήτων τους.
- Δεύτερον, διαφορετικά πολυμερή δεν μπορούν να αναμειχθούν εύκολα και τα απλά κράματά τους παρουσιάζουν χειρότερες ιδιότητες από τα συστατικά τους. Καθώς υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι πολυμερών που χρησιμοποιούνται (και απορρίπτονται) τα απορρίμματα πρέπει να μπορούν να διαχωρίζονται και να ταυτοποιούνται ανά τύπο πολυμερούς, με ακρίβεια, ταχύτητα και χαμηλό κόστος, ώστε η δευτερογενής ανακύκλωση να είναι οικονομικά κερδοφόρα ως διεργασία. Τα ανακυκλωμένα πολυμερή (θερμοπλαστικά, θερμοσκληρυνόμενα ή ελαστομερή) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως γομώσεις ή ενίσχυση σε άλλα υλικά. Και εδώ χρειάζεται πλύσιμο και κονιορτοποίηση και κατόπιν το ένα πολυμερές αναμιγνύεται με το άλλο για να δράσει ως αδρανές. Ή αναμιγνύεται με ανόργανα υλικά (π.χ. τσιμέντο). Το κονιορτοποιημένο πολυμερές δεν πρέπει να έχει αρνητικές επιπτώσεις στις ιδιότητες του υλικού της μήτρας. Οι κατασκευαστές του αφρού μπορούν με επιτυχία να κονιορτοποιούν τον αφρό από παλιά καθίσματα αυτοκινήτων και να τον ανακατεύουν ως πρόσθετο/ ενίσχυση στον νέο αφρό για καινούργια καθίσματα. Αυτός ο τρόπος δευτερογενούς ανακύκλωσης χρησιμοποιείται για πολλά ελαστομερή και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή που δεν μπορούν να λιώσουν και να ανα-μορφοποιηθούν.



Εικ. Εγκατάσταση δευτερογενούς ανακύκλωσης

Κατά την πρόσθεση σταθεροποιητών εξασφαλίζεται μεγαλύτερη αντοχή στο πλαστικό τόσο στην διάρκεια της διεργασίας όσο και κάτα την διάρκεια της εκ νέου ζωής του. Οι σταθεροποιητές που χρησιμοποιούνται είναι:

- Σταθεροποιητές διεργασίας (πρόκειται για τρισθενή φωσφορικά μίγματα και φαινολικά αντιοξειδωτικά που εξασφαλίζουν σταθερότητα τήγματος).
- Σταθεροποιητές προστασίας κατά την χρήση (περιλαμβάνουν σταθεροποιητές φωτός, μαζί με σταθεροποιητές διεργασίας που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν σταθερότηταη χρώματος και συνοχή της πολυμερικής μάζας).

Ο κοχλιωτός εξωθητής περιλαμβάνει :

- το χωνί τροφοδοσίας,
- τον κοχλία,
- τον σωλήνα
- τη μήτρα.

Το πλαστικό υλικό περνάει στο χωνί τροφοδοσίας το οποίο είναι τοποθετημένο στον σωλήνα μέσω ενός δονούμενου κεκλιμένου αγωγού φόρτωσης. Εξασφαλίζεται σταθερή τροφοδοσία. Δια μέσω του χωνιού εισέρχεται στον σωλήνα, η σκόνη του πλαστικού. Στο σωλήνα υπάρχει ο κοχλίας εξώθησης με σκοπό να μεταφέρει το υλικό να το ομοιογενοποιεί και να το εξαναγκάζει να περάσει από τη μήτρα. Το υλικό μεταφέρεται προς την έξοδο του σωλήνα. Το παχύρρευστο μείγμα πλαστικού αναγκάζεται να περάσει από τη νηματοειδή μήτρα και στη συνέχεια ψύχεται σε παγωμένο νερό, εκεί σταθεροποιείται και στη συνέχεια περνάει στον πελλετοποιητή. Στη συνέχεια, οι πλαραγόμενες πελλέτες οδηγούνται για έλεγχο ποιότητας. Η ποιότητα του τελικού προϊόντος εξαρτάται από το μέγεθος των διάκενων του φίλτροου. Όσο πιο μικρά είναι τα διάκενα τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι και οι επιμολύνσεις. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει και η ανάπτυξη της πίεσης επί της επιφάνειας του φίλτρου που σχετίζεται άμεσα με τα επίπεδα μόλυνσης.

Χαρακτηρισμός ποιότητας του ανακυκλώμενου υλικού. Οι πιο σηματνικές ιδιότητες που εξετάζονται είναι:

- Το μέτρο ελαστικότητας και αντοχής σε εφελκυσμό
- Η μέγιστη επιμήκυνση
- Το μέτρο καμπυλότητας –κάμψης του υλικού
- Η ανθεκτικότητα σε κρούση
- Η μέγιστη θερμοκρασία χρήσης
- Δείκτης ιξώδους

Ακολουθεί η ρύθμιση ιδιοτήτων ανάλογα με την επιθυμητή ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ιδιότητες που μπορούν εύκολα να ρυθμιστού είναι:

- Ανθεκτικότητα (με προσθήκη σωματιδίων ελαστομερών ή ινών)
- Το ιξώδες (με ανάμιξη ιδίων πολυμερών με χαμηλότερο μοριακό βάρος ή προσθήκη πλαστικοποιητή)
- Σκληρότητα (με προσθήκη πλαστικοποιητή)
- Χημική τροποποίηση για ανάκτηση μοριακού βάρους.

Δ. Εφαρμογές / Αγορές

Αυτό το στάδιο μας εξασφαλίζει τις εφαρμογές που πρέπει να γίνουν ώστε να έχουμε προώθηση στις αγορές στις οποίες θα διατεθεί το ανακυκλωμένο υλικό. Τα ανακυκλώμενα με δευτερογενείς διεργασίες πλαστικά συναντούν μεγάλο εύρος εφαρμογών

- Το υλικό που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην Ευρώπη σε θέματα ανακύκλωσης είναι το PVC και αυτό οφείλεται στην εκτεταμένη χρήση του κυρίως σε μπουκάλια μεταλλικού νερού.
- Τα πολυμερή PET και HDPE είναι δύο πολυμερή που ανακυκλώνονται στην Βόρεια Αμερική σε μεγάλες ποσότητες, αναγνωρίζονται και διαχωρίζονται εύκολα αλλά απαιτούν δαπανηρές μεθόδους ανάκτησης.
- Το PS σε στερεά και αφρώδη μορφή, ανακυκλώνεται επίσης στη Βόρεια Αμερική από σκάρτο πλαστικό υλικό και το νέο υλικό χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό μέσο .
- Το φιλμ του PE ανακυκλώνεται δύσκολα γιατί είναι δαπανηρή η μέθοδος κοπής, πλύσης και ανάκτησης του.

3.1.3 Τριτογενής Ανακύκλωση

Αυτή είναι η επεξεργασία του πολυμερούς με κατάλληλα χημικά αντιδραστήρια ώστε να σπάσει το μακρομόριο στα μονομερή του. Τα μονομερή αυτά καθαρίζονται και αναπολυμερίζονται για να σχηματίσουν νέα μη υποβαθμισμένα πολυμερή, έτοιμα για μορφοποίηση σε νέα προϊόντα. Πολλή έρευνα λαμβάνει χώρα για την τριτογενή ανακύκλωση θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών και ελαστομερών. Η παραγωγή νέων πολυμερών με αποπολυμερισμό και αναπολυμερισμό των μονομερών δεν γίνεται προς το παρόν σε ευρεία βιομηχανική κλίμακα γιατί δεν είναι οικονομική ακόμα, καθώς απαιτεί συνήθως μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Η πυρόλυση είναι μια άλλη μέθοδος για τη χημικό μετασχηματισμό των πολυμερών απορριμμάτων σε βιομηχανικά χρήσιμες χημικές ουσίες ή καύσιμα υψηλής ποιότητας και αξίας. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη θέρμανση μέρους των απορριμμάτων χρησιμοποιώντας την καύση των υπολοίπων ως πηγή

ενέργειας. Η τριτογενής ανακύκλωση περιλαμβάνει δύο κατηγορίες διεργασιών με βάση το είδος του πολυμερούς που ανακυκλώνεται:

- Τη Χημική ανακύκλωση και
- Τη Θερμική ανακύκλωση.

Χημική ανακυκλωση πλαστικών

Αφού συλλεχθούν και διαχωριστούν τα πλαστικά, αλέθονται και διοχετεύονται σε καθαρή μορφή στου χημικούς αντιδραστήρες όπου ξεκινούν οι χημικές αντιδράσεις του πολυμερισμού. Ο αντιδραστήρας επιτυγχάνει υψηλά ποσοστά παραγωγής επιθυμητών προϊόντων με μεγάλη ευκολία χειρισμού.

Οι χημικές διεργασίες αναγέννησης των δομικών μονάδων προβλέπουν την εφαρμογή της κατάλληλης σολβυτολιτικής αντίδρασης που θα προσδιορίσει τη φύση των λαμβανόμενων προϊόντων. Οι κυριότερες σολβυτολυτικές αντιδράσεις που εφαρμόζονται σήμερα είναι:

- η μεθανόλυση: με τις διεργασίες της μεθανόλυσης αποπολυμερίζονται τα τεμαχίδια του μετακαταναλωτικού PET προς μόρια DMT και EG.
- η υδρόλυση: οι διεργασίες υδρόλυσης συμβάλλουν στον ολοκληρωτικό αποπολυμερισμό του PET με χρήση νερού σε συνδυασμό με ένα όξινο καταλύτη ή βασικό καταλύτη.
- η γλυκόλυση: οι διεργασίες γλυκόλυσης συμβάλλουν στη σχάση πολυεστερικών αλυσίδων με τυπική διαδοχή 150 μονομερών προς παραγωγή ολογιμερών που επαναπολυμερίζονται εύκολα προς παρθένο πολυεστέρα.

Για να έχουμε αποτελεσματική χημική ανακύκλωση πρέπει να υπάρξει επαναπολυμερισμός των μονομερών και το νέο πολυμερές να είναι ισοδύναμο με το παρθένο ώστε να έχουμε ακριβή μέθοδος.

Ανακύκλωση μετακαταναλωτικών πλαστικών με χρήση συστήματος διαλύτη / μη διαλύτη

Η ανακύκλωση πλαστικών με χρήση διαλυτών βασίζεται στη διάλυση του πολυμερούς σε οργανικό διαλύτη και στη συνέχεια στην εκχύλιση και κατακρήμνισή του εντός της φάσως οργανικού μη διαλύτη του. Όπως :

- Υδρόλυση PET Προϊόντα: Τερεφθαλικό οξύ + Αιθυλενογλυκόλη. Μπορεί να ξανά πολυμερισθούν προς νέο PET.

- Μεθανόλυση PET Διάφορα προϊόντα. Η γλυκόλη μπορεί να πωληθεί σαν ψυκτικό αυτοκινήτων. Τα προϊόντα μπορούν να ξανά πολυμερισθούν (με συμπύκνωση) προς καινούργιο PET.
- Γλυκόλυση PET Προϊόντα: ενώσεις της γλυκόλης με τερεφθαλικό οξύ και αιθανογλυκόλη (από τη διάσπαση του PET)

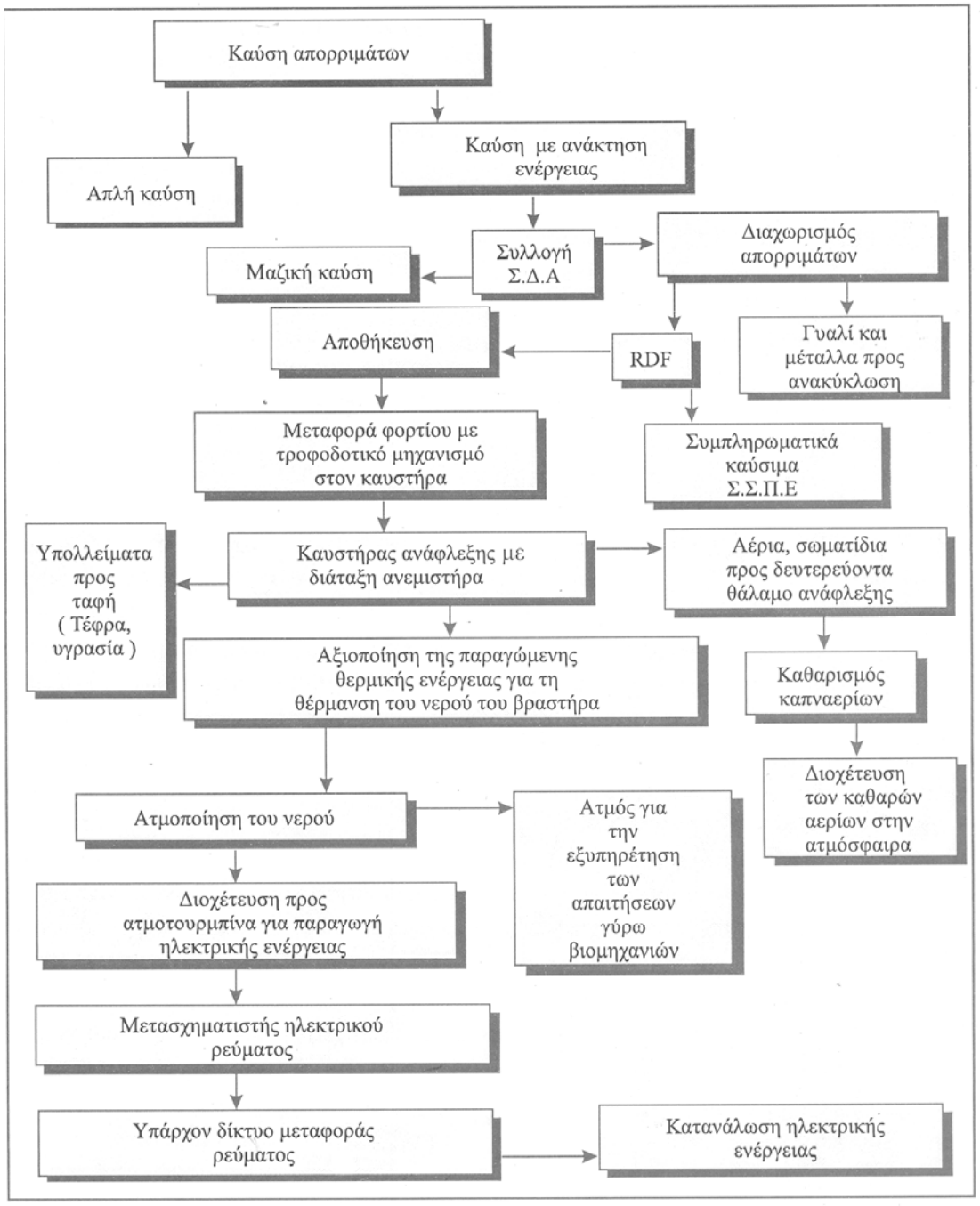
Η διεργασία αυτή, επιτυγχάνει την ανάκτηση της αξίας του παρθένου υλικού χωρίς να υποβιβάζει την ποιότητά του. Επίσης, η διάλυση του πλαστικού σε κατάλληλο διαλύτη προκαλέι σημαντική μείωση του όγκου του πλαστικού. Τέλος προσφέρεται η δυνατότητα απομάκρυνσης των αδιάλυτων επιμολυντών εων οποίων η παρουσία υποβιβάζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Θερμική ανακύκλωση πλαστικών

Στις διεργασίες αυτής της κατηγορίας έχουμε το σπάσιμο των πολυμερικών αλυσίδων σε απλές ουσίες σε καύσιμα. Δεν χρειάζεται καθορισμός ή διαλογή της μάζας των πλαστικών αλλά χρειάζεται πολλή ενέργεια και υψηλές θεοκρασίες για να επιτευχθεί αυτό. Τρία χαρακτηριστικά παραδείγματα θερμικής ανάκτησης πλαστικών είναι:

- η πυρόλυση
- η υδρογόνωση
- η αεριοποίηση των πολυμερών.

Οι διεργασίες κρίνονται κτάλληλες για την κατεργασία πολυμερών προσθήκης ενώ γενικά η πλαστική τροφοδοσία δεν είναι απαραίτητο να διατίθεται σε καθαρή μορφή.



Εικ Τεχνολογία τεταρτογενούς ανακύκλωσης πλαστικών και άλλων απορριμμάτων (ανάκτηση ενέργειας)

Πηγή: Το Βιβλίο "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001) Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος,Εκδόσεις Τζιόλας

3.1.4 Τεταρτογενής Ανακύκλωση

Τεταρτογενής ανακύκλωση λέγεται η αξιοποίηση πλαστικών απορριμμάτων σαν πηγή ενέργειας.

Σύγχρονες τεχνικές κλιβανισμού απορριμμάτων

Αυτή είναι η ελεγχόμενη καύση των πολυμερών απορριμμάτων σε ειδικά σχεδιασμένους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και η χρήση της θερμογόνου δύναμης τους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αστικής τηλεθέρμανσης. Τα περισσότερα πολυμερή έχουν θερμογόνο δύναμη υψηλότερη από τον άνθρακα και το αργό. Με τη μέθοδο αυτή, λοιπόν, χρησιμοποιούμε τα πλαστικά προϊόντα και ως αποταμιευτές ενέργειας.

Οι εγκαταστάσεις αυτές προηγμένης τεχνολογίας ελαχιστοποιούν το πρόβλημα εκπομπής τοξικών ουσιών στο περιβάλλον. Σύμφωνα με την τεταρτογενή ανακύκλωση τα οικιακά απορρίμματα μπορούν να θεωριθούν ως μίγμα καύσιμων, μη καύσιμων υλικών και υγρασίας. Έχει διαπιστωθεί ότι για οικονομικά συμφέρουσα καύση των απορριμμάτων θα πρέπει η σύστασή τους να είναι:

- Υγρασία λιγότερη από 50%
- Καύσιμα υλικά περισσότερα από 25%
- Μη καύσιμα υλικά λιγότερο από 60%

Η σύσταση των απορριμμάτων στη χώρα μας τα τοποθετεί εκτός των ορίων της αυτοδιατηρούμενης καύσης.

Τεχνικές αξιοποίησης πλαστικών σκάρτων υπό μορφή καύσιμης ύλης

Μετά τη ζωή τους ως πλαστικά προϊόντα ξανά παίρνουμε την ενέργεια που θα παίρναμε αν καίγαμε το πετρέλαιο από το οποίο παρήχθησαν. Το υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο των πλαστικών αποτελεί το αντικείμενο εκμετάλλευσης αυτών των τεχνικών. Η πλαστική καύσιμη ύλη πρέπει να πληροί κάποιες προδιαγραφές που συνήθως καθορίζονται από τον πελάτη. Τέτοιες προδιαγραφές περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά της καύσιμης ύλης όπως:

- περιεκτικότητα σε στάχτη, υγρασία, θείο, χλώριο και βαρέα μέταλλα,
- θερμική αξία
- μέγεθος πελλετών.

Οι αναγκάιες προϋποθέσεις για την εξασφάλιση της επιτυχούς εφαρμογής της τεχνολογίας PDF είναι:

- η εγγυημένη ποιότητα καύσιμης ύλης,
- η εγγυημένη και σταθερή παροχή για μεγάλο χρονικό διάστημα,
- η αποδοχή της τεχνολογίας απ' το άμεσα ενδιαφερόμενο κοινό
- η υψηλή θερμική της αξία.

3.2 Ανακύκλωση ανάμικτων πλαστικών και Τεχνολογίες

Τα περισσότερα ανάμικτα πλαστικά προέρχονται από τα οικιακά απορρίμματα ,από βιομηχανικούς χώρους νοσοκομεία κτλ. Έτσι προκύπτει το πρόβλημα της αξιοποίησης και ανακύκλωσης των ανάμικτων πλαστικών υλικών.

Τα ανάμικτα πλαστικά δεν ομογενοποιούνται και διαμορφώνουν τήγματα που είναι ασύμβατα μεταξύ τους και έτσι κατά τη στερεοποίηση του υλικού διαμορφώνονται δύο ή και περισσότερες φάσεις, που διαχωρίζονται μεταξύ τους με απότομες και διάχυτες διεπιφάνειες. Αυτό υποδηλώνει ότι υπάρχει μοριακή διείσδυση μεταξύ των φάσεων άρα αυτές οι περιοχές έχουν μικρή μηχανική αντοχή. Για τη βελτίωση αυτών των μηχανικών ιδιοτήτων γίνονται οι εξής ενέργειες:

- Τροποποίηση των συστημάτων με τεχνικές όπως εμβολιασμός ή συμπολυμερισμού για να γίνουν πιο συμβατά μεταξύ τους.
- Πρόκληση χημικής αντίδρασης επί της διεπιφάνειας που θα συνενώσει τα συστατικά.
- Προσθήκη ενός διασυνδετικού παράγοντα.

3.2.1 Παραγωγή προϊόντων από ανάμικτα πλαστικά

<u>Διεργασίες που βασίζονται στο σχεδιασμό Klobbie</u>

Ο εξωθητής μαλακώνει το πλαστικό υλικό και στη συνέχεια το αναγκάζει να περάσει μέσα από ένα καλούπι. Αφού γεμίσει το πρώτο καλούπι ο άξονας περιστρέφεται μία θέση έτσι ώστε να γεμίσει το δεύτερο καλούπι κ.ο.κ. Τελικά το γεμάτο καλούπι περνά κάτω από το επίπεδο του ψυκτικού νερού της

δεξαμενής όπου γίνεται η ψύξη και η στερεοποίηση του. Το στερεό υλικό απομακρύνεται και εισέρχεται στο διάκενο μεταξύ της επιφάνειας του προϊόντος και του εσωτερικού τοιχώματος του καλουπιού οπότε και πραγματοποιείται η διαδικασία της ψύξης.

Διεργασίες συνεχούς εξώθησης

Στη διάρκεια της παραγωγής γραμμικών κατατομών που χρησιμοποιούνται ανάμικτα πλαστικά απορρίμματα πρέπει να προσεχθούν τα εξής: α) το εξωθημένο υλικό ψύχεται για μεγάλο χρονικό διάστημα επειδή παράγονται προϊόντα μεγάλου πάχους, β) η εξέταση των πρώτων υλών από την άποψη της συνεκτικότητας των υλικών.

Διεργασία Reverzer

Στη διεργασία αυτή τα πλαστικά μαλακώνουν και στη συνέχεια αναμιγνύονται με τη βοήθεια κοχλία για προκύψει τελικά ένα ομοιόμορφο ρευστό πολυμερικής υφής. Υπάρχουν τρία συστήματα για τη μετατροπή της εξόδου της διεργασίας σε χρήσιμα προϊόντα:

- Μορφοποίηση ροής
- Μορφοποίηση με εξώθηση
- Μορφοποίηση με συμπίεση

3.3 Ανακύκλωση Θερμοσκληρυνόμενων Πλαστικών

Τα θερμοσκληρυνόμενα για να έχουν σταθερότητα πρέπει να υπακούουν σε κάποιες συνθήκες όπως: κατάλληλη θερμική μηχανική και χημική σταθερότητα Δεν μπορούν να τηχθούν αλλά πρέπει να υποστούν μια κατεργασία διαφορετικού τύπου. Στις μέρες μας η ανακύκλωση των θερμοσκληρυνόμενων εφαρμόζεται σε ευρεία κλίμακα για την μέγιστη αξιοποίηση των σκάρτων υλικών κυρίως για την ανάκτηση νέου υλικού από τους χώρους απόρριψης.

Οι τεχνικές ανακύκλωσης περιλαμβάνουν:

- Ενσωμάτωση αλεσμένου μετακαναλωτικού υλικού σε νέα θερμοπλάστικά ή θερμοσκληρυνόμενα συστήματα,
- Ανάκτηση των πρωτογενών υλικών μέσω διεργασιών υδρόλυσης ή γλυκόλυσης

- Ανάκτηση της χημικής ή θερμικής αξίας του μη λειτουργικού πλέον αντικειμένου μέσω πυρόλυσης και κλιβανισμού.

3.4 Ανακύκλωση Ελαστικών

Η τεχνολογία ανακύκλωσης ελαστικών αφορά μια μεγάλη ποικιλία ελαστομερών, εκ των οποίων το 94% είναι θερμοσκληρυνόμενα ελαστικά (ελαστικά αυτοκινήτων, λάστιχα ποτίσματος κλπ.) και το 6% είναι θερμοπλαστικά ελαστομερη.

Το πρόβλημα της ανακύκλωσης των φθαρμένων ελαστικών από αυτοκίνητα γίνεται φανερό από τη δημιουργία ογκώδων αποθεμάτων σκάρτου. Οι χώροι απόθεσης σκάρτων ελαστικών εγκυμονούν κινδύνους γα τη δημόσια υγεία. Περισσότερα από τρία δισεκατομμύρια λάστιχα αυτοκινήτων καταλήγουν σε χωματερές, αλλά και σε διάφορούς άλλους χώρους στην ύπαιθρο, κάθε χρόνο. Τα ελαστικά δεν αποσυντίθεται, είναι εύφλεκτα, ενώ κατά την καύση τους προκαλείται τεράστια ρύπανση στην ατμόσφαιρα. Έτσι η ανακύκλωση του ελαστικού, αλλά και των υπόλοιπων ανακυκλώσιμων υλικών, αποτελεί μονόδρομο για την αειφόρο ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος. Η διαδικασία επεξεργασίας είναι αρκετά σύνθετη, καθώς, στα ενδιάμεσα στάδια, τα μηχανήματα πρέπει να διαχωρίσουν όλα τα υλικά που συνθέτουν το προϊόν που ανακυκλώνεται. Από τα ελαστικά παράγονται τρία διαχωρισμένα καθαρά και επαναχρησιμοποιήσιμα υλικά:

- Το λάστιχο σε κόκκο
- Το ατσάλι
- Η πούδρα του ελαστικού

Που δημιουργούνται στα διάφορα στάδια της κοπής του. Σε μια ανεπτυγμένη χώρα, τα τρία τέταρτα των χρησιμοποιημένων ελαστικών θα ανακυκλωθούν, για να χρησιμοποιηθούν σαν πλαστική επίστρωση δαπέδου, ή θα καούν και θα καταλήξουν σε χωματερές. Όμως οι βιομηχανίες ελαστικών ευχαρίστως θα δώριζαν τα χρησιμοποιημένα λάστιχα, καθώς πρέπει να δαπανήσουν για την απόρριψη τους. Τα λάστιχα είναι πολύ γερά και παράλληλα ελαστικά. Η ελαστικότητα τους τα καθιστά ασταθή αν απλά τοποθετηθούν το ένα πάνω στο άλλο όπως είναι. Αλλά καθώς εσωτερικά είναι κενά, μπορούν να γεμίσουν με υλικά, όπως χώμα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός στοιχείου με μεγάλη αντοχή σε πιέσεις και καλή συσσώρευση θερμότητας. Δεν είναι κατάλληλα για κατασκευές με αυστηρές απαιτήσεις και μόνο με το συνδυασμό και άλλων υλικών τα λάστιχα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ελαστικές κατασκευές. Μπορούν εύκολα να κοπούν (αλλά σε συγκεκριμένα σημεία) και είναι ένα άριστο υλικό κάλυψης.

Η μείωση του μεγέθους των ελαστικών γίνεται από:

- ✓ μηχανήματα τεμαχισμού,
- ✓ κινητά οχήματα τεμαχισμού ελαστικών ή
- ✓ με μηχανική άλεση (τεμαχισμός-διαχωρισμός-κοκκοποίηση-ταξινόμηση) ή
- ✓ με κρυογενική άλεση (διαβρωχή με άζωτο).

Ανάκτηση και αποβουλκανισμός

Ο βουλκανισμός γίνεται με ειδική ανάμειξη θείου, ενώσεων του θείου και άλλων, σε διάφορους βαθμούς θέρμανσης και με αλλεπάλληλες εξατμίσεις.. Ο βουλκανισμός έχει ποικίλες μορφές, ανάλογα με τη χρήση και τα αντικείμενα που θα κατασκευαστούν από το υλικό. Η ανάκτηση και ο αποβουλκανισμός έχουν σκοπό τη μετατροπή του βουλκανισμένου ελαστικού σε μείγματα ελαστομερών μικρού μοριακού βάρους. Τα μίγματα αυτά μπορούν να επαναβουλκανιστούν .

Παραγωγή καύσιμης ύλης από ελαστικά

Ένα εξαιρετικής ποιότητας καύσιμο υλικό είναι και τα ελαστικά των αυτοκινήτων λόγω της υψηλής θερμικής αξίας των δομικών τους υδρογονανθράκων. Υπό ελεγχόμενες συνθήκες καύσης έχουμε χαμηλές εκπομπές ρύπων και αμελητέα παραγωγή στάχτης. Έχουμε δηλαδή υψηλή θερμική αξία με το σχετικά χαμηλό περιεχόμενο σε θείο.

Οι εφαρμογές των ανακυκλωμένων θερμοσκληρυνόμενων πλαστικών και αξιοποίηση των ελαστικών τεμαχιδίων:

Οι περισσότερες εφαρμογές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Στην κατηγορία Rebonding ανήκουν τα πλαστικά σε αλεσμένη μορφή σε συνδυασμό με κολλώδες συνδετικό υλικό.
- Στην κατηγορία Filling το αλεσμένο πλαστικό χρησιμοποιείται σαν πληρωτικό υλικό μιας θερμοσκληρυνόμενης μήτρας.

Στην κατασκευή ελαστικών αντικειμένων, χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά υλικά ελαστικά τεμαχίδια σχετικά χαμηλής πυκνότητας, και επίσης παράγοντες σκλήρυνσης για την παραγωγή ασφάλτου. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή πλακών πεζοδρομίου, για περίγυρους πισινών, και αθλητικών γηπέδων, για να έχουμε αύξηση του συντελεστή τριβής του εδάφους αλλά και να λειτουργεί ως αντικραδασμικά.

3.5 Ανακύκλωση μη οικιακών πλαστικών – Ακρυλικών και Μηχανολογικών πλαστικών (Engineering plastics)

3.5.1. Ανακύκλωση Μηχανολογικών πλαστικών και Τεχνολογίες

Μηχανολογικά πλαστικά λέγονται τα πολυμερή τα οποία μορφοποιούνται με σκοπό τη χρήση τους ως εξαρτήματα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών και μηχανολογικών συσκευών. Ένα οργανωμένο σύστημα ανακύκλωσης μηχανολογικών πλαστικών απαιτεί τη συγκρότηση κατάλληλης υποδομής για:

- Τη συλλογή των συσκευών
- Την αποσυναρμολόγηση των πλαστικών από μη πλαστικές ύλες
- Το λεπτομερή καθαρισμό τους
- Τη μεταφορά του υλικού
- Την οικονομικά και περιβαλλοντικά ασφαλή ανακύκλωση των πλατικών
- Τον εντοπισμό αγπρών ικανών να απορροφήσουν τα ανακυκλωμένα προϊόντα.

Επίσης απαιτείται η πρώτη ύλη να:

- Διατίθεται με ομαλή ροή και σε ποσότητα
- Κατασκευάζεται από ένα είδος πολυμερούς ανά συσκευή
- Υπάρχει σε εύκολα και γρήγορα αναγνωρίσιμη μορφή
- Προέρχεται από αξιόπιστο δίκτυο τροφοδοσίας

3.5.2 Ανακύκλωση Πλαστικών μη οικιακών εφαρμογών

Φύλλα θερμοκηπίων από LDPE

Το φιλμ καθώς συμπιέζεται διέρχεται μέσα από ένα ειδικό σύστημα πλύσης ώστε να απομακρυνθούν τα ξένα υλικά. Στη συνέχεια ακολουθεί και νέα συμπίεση μαζί με το πλύσιμο για να διαχωρισθεί η μικρή ποσότητα PVC που υπάρχει προσκολλημένη στα φύλλα του PE. Τα τεμαχίδια ξηραίνονται με αέρα ώστε να επιτευχθεί ο μέγιστος δυνατός βαθμός απομάκρυνσης της υγρασίας. Το φιλμ ανακτάται με μηχανική ανακύκλωση και συγκεκριμένα μορφοποιείται με συμπίεση.

Εικ. Ακρυλικά χρώματα

Μόνωση ηλεκτρικών καλωδίων

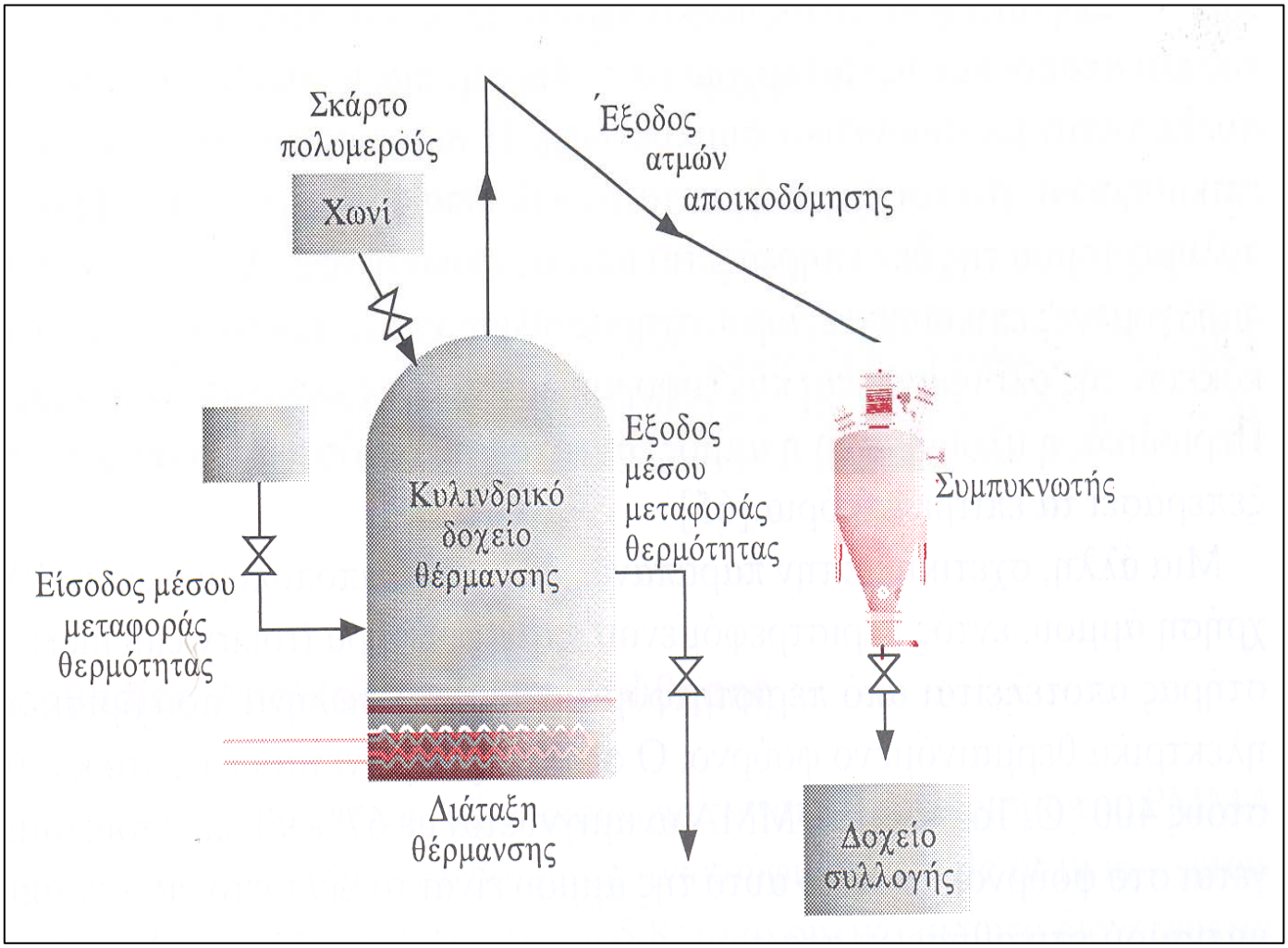
Αρχικά τα καλώδια κόβονται σε μικρά τεμαχίδια και στη συνέχεια το μέταλλο διαχωρίζεται από το πλαστικό με αέρα.

3.5.3 Ανακύκλωση Ακρυλικών

Τα ακρυλικά παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο σύνολο ιδιοτήτων που τα καθιστά κατάλληλα για πολλές εφαρμογές όπως ο εξοπλισμός οχημάτων, τη σήμανση των λεωφορείων και την υφαντουργία (ακρυλικές ίνες). Διαθέτουν οπτική καθαρότητα, σκληρότητα, αντίσταση σε χημικά και αντοχή σε καιρικές συνθήκες. Το ακρυλικό σκάρτο υλικό μπορεί να επαναλεσθεί . Η τεχνολογία αποπολυμερισμού του πολυμεθυλο μεθακρυλικού εστέρα PMMA (ακρυλικό) περιλαμβάνει τις εξής διεργασίες:

- Ξηρή απόσταξη
- Διεργασία υπέρθερμου ατμού ως παράγοντα μεταφοράς θερμότητας
- Διεργασία τηγμένου μετάλλου και άλατος μετάλολου ως μέσα μεταφοράς θερμότητας
- Διεργασία αποστακτικής στήλης
- Διεργασία ρευστοστερεάς κλίνης
- Διεργασίες εξώθησης υλικό

Εικ. Ποτήρι από ακρυλικό



Εικ. 48 Διάταξη θερμικής διεργασίας συνεχούς αποπολυμερισμού του PMMA με βαθμιαία τροφοδότηση του σκάρτου μέσω χωνίου και μέσω άμεσης επαφής του με το τήγμα του μετάλλου ή του άλατός του μέσο μεταφοράς θερμότητας.

Πηγή :Από Το Βιβλίο: "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001) Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος,Εκδόσεις Τζιόλας

Η τεχνολογία επαναάλεσης του PMMA περιλαμβάνει τις εξής διεργασίες:

- Διεργασίες ξηρού αποχρωματισμού
- Διεργασίες επαναπελλετοποίησης / επαναμορφοποίησης

4ο Κεφάλαιο

4.1 Τα πλαστικά προϊόντα σε επαφή με εδώδιμα

Ο οργανισμός FDA (Food Additives Amendment) ο οποίος είναι υπεύθυνος για το πόσο κατάλληλο είναι κάθε υλικό που έρχεται σε επαφή με τρόφιμα θέσπισε το 1958 το εξής διάταγμα: "Κάθε ουσία που χρησιμοποιείται ως συστατικό για την παρασκευή αντικειμένων τα οποία πρόκειται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα επιβάλλεται να εξετάζεται ως προς την επικινδυνότητά της για την υγεία των καταναλωτών πριν κριθεί κατάλληλη για την ορισμένη χρήση της". Γενικά, οι κατασκευαστές πλαστικών περιεκτών, οι οποίοι θα περιέχουν εδώδιμα είδη, πρέπει να επιβεβαιώνουν ότι το πολυμερές από το οποίο θα δημιουργηθεί η συσκευασία πληρεί όλες τις ισχύουσες προδιαγραφές και παρέχει όλες τις εγγυήσεις προστασίας των τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να επιβλέπεται η χημική επιμόλυνση του υλικού, η μικροβιακή επιμόλυνση καθώς και η δομική ακεραιότητα των πλαστικών περιεκτών που μπορεί να εξασφαλιστεί μέσω αναπτυγμένων και συστηματοποιημένων διεργασιών ανακύκλωσης (το όριο ολικής μετανάστευσης είναι 10 mg/dm2 πλαστικού υλικού ή 60 mg/kg τροφίμου).

Οι τεχνικές ανακύκλωσης πλαστικών προϊόντων που προορίζονται για επαφή με τρόφιμα είναι οι παρακάτω:

- Επαναχρησιμοποίηση πλαστικής συσκευασίας τροφίμων (μείωση στην πηγή)
- Πρωτογενής ανακύκλωση πλαστικών
- Δευτερογενής ανακύκλωση πλαστικών
- Τριτογενής ανακύκλωση πλαστικών

Μερικές αποδεκτές εφαρμογές των ανακυκλωμένων πλαστικών σε σχέση με τρόφιμα είναι:

- οι σακούλες του σούπερ-μάρκετ,
- οι αυγοθήκες από ανακυκλωμένο,
- τα καφάσια για τη μεταφορά της σοδειάς φυτειών και
- τα κεσεδάκια με φρούτα ή λαχανικά.

5ο Κεφάλαιο

5.1 Η Ανακύκλωση των Πλαστικών στον Κόσμο και στην Ελλάδα

Η διαδικασία της ανακύκλωσης των υλικών υπήρχε από την αρχαιότητα και έπαιζε σημαντικό ρόλο στην οικοδομική δραστηριότητα του ανθρώπου. Οι νεότεροι οικισμοί χτίζονταν στη θέση προγενέστερων, οι οποίοι είχαν εγκαταλειφθεί ή καταστραφεί, αξιοποιώντας και ενσωματώνοντας τα ερείπια των παλαιότερων. Έτσι εξοικονομούσαν πρώτες ύλες και χρόνο. Όσο αφορά στη λεκάνη της Μεσογείου μπορεί να λεχθεί, ότι μετά την κατάρρευση του αρχαίου κόσμου η δόμηση βασίζεται στην επανάχρηση οικοδομικών μελών. Η έκταση του φαινομένου διαπιστώνεται και από τις διαδοχικές επιστρώσεις που συνθέτουν το υπόστρωμα τω σημερινών πόλεων. Με αυτό τον τρόπο γινόταν μία φυσική ανακύκλωση των υλικών.

1. Ένας πλαστικός αιώνας

Η ανακύκλωση και η διαχείριση των απορριμμάτων είναι μια υπόθεση που δεν αφορά μόνο τις μεγάλες επιχειρήσεις και τους οργανισμούς . Καθένας μας μπορεί να έχει τη δική του μικρή αλλά πολύτιμη συμβολή σε αυτή την υπόθεση , συντελώντας στη μείωση της επιβάρυνσης του φυσικού περιβάλλοντος . Το μεγάλο χάσμα που υπάρχει από χώρα σε χώρα στο θέμα της ανακύκλωσης των σκουπιδιών καταδεικνύει έρευνα που πραγματοποίησε το BBC. Σε ότι αφορά τη χώρα μας, φαίνεται ότι η ανακύκλωση σχεδόν παραμένει μια άγνωστη έννοια. Στην έρευνα αναφέρεται ότι, σύμφωνα με υπολογισμούς το 60% των απορριμμάτων ενός νοικοκυριού θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν αλλά στη Βρετανία για παράδειγμα μόνο το 14,5% ανακυκλώνεται.

Η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση πλαστικών υλικών έχει αυξηθεί από 5.000.000 τόνους στη δεκαετία του '50 σε 100.000.000 τόνους στις μέρες μας. Μελέτες έδειξαν ότι η ανακύκλωση πλαστικών μπουκαλιών είναι τεράστια πηγή εξοικονόμησης ενέργειας καθώς η συνολική ενέργεια που χρειάζεται για να ανακυκλωθεί ένα πλαστικό μπουκάλι είναι μηδαμινή αν συγκριθεί με την ενέργεια που καταναλώνεται για την κατασκευή του. Επίσης τα δηλητηριώδη αέρια που διοχετεύονται στο περιβάλλον κατά την ανακύκλωση πλαστικών μπουκαλιών είναι ελάχιστα συγκρινόμενα με αυτά που εκπέμπονται κατα την εξ' αρχής κατασκευή τους. Η επαναχρησιμοποίηση του πλαστικού είναι προτιμότερη καθώς εκπέμπονται στο περιβάλλον λιγότερα χημικά και χρησιμοποιούνται λιγότεροι πόροι.

Ελβετία: Η Ελβετία είναι δικαιολογημένα περήφανη για τις επιδόσεις της. Ο μέσος Ελβετός δεν πετάει ποτέ γυαλί ή χαρτί. Υπάρχουν κάδοι για

μεταχειρισμένα μπουκάλια σε κάθε σούπερμαρκετ στα οποία παραδίδονται και οι μεταχειρισμένες άχρηστες μπαταρίες. Όσοι έχουν κήπους μπορούν να αφήνουν στο πεζοδρόμιο, όχι πεταμένα φυσικά, κλαδιά ή ξερά φύλλα τα οποία οι δημοτικές αρχές μαζεύουν δύο φορές το μήνα. Τα πλαστικά μπουκάλια που χρησιμοποιούνται στην Ελβετία προέρχονται κατά 80% από ανακύκλωση, ποσοστό πολύ υψηλότερο από το μέσο όρο στην Ευρώπη που είναι 20 ως 40%.

(Άρθρο του Τάσου Σαραντή στην Ημερησία, 28/06/2005)

Αγγλία: Στο Γιοκσάϊρ της Αγγλίας ανακυκλώνοντας πλαστικές φιάλες από PET για την κατασκευή παντελονιών. Μια άλλη μέθοδος είναι η εκ νέου επεξεργασία απορριμμάτων που περιέχουν πλαστικά, έτσι ώστε να κατασκευαστούν σβόλοι στερεών καυσίμων. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το εργοστάσιο καυσίμων στο Νιούπορτ της Βρετανίας. Το Μάιο του 1989 το Σέφιλντ κέρδισε το τίτλο της πρώτης πόλης ανακύκλωσης της Βρετανίας , σε μια μεγάλη καμπάνια της οργάνωσης, Φίλοι της Γης για την σωστή αξιοποίηση των απορριμμάτων. Κάποια δράση επίσης είχε αναπτυχθεί και στο Λίντς, με το πρόγραμμα Μπέρτι Μπότλ όπως και στο Κάρντιφ, που έγινε η δεύτερη πόλη της ανακύκλωσης το Μάιο του 1990. Αρκετές γνωστές επιχειρήσεις διαφημίζουν σ' όλο τον κόσμο της προσπάθειες τους για την προώθηση αποτελεσματικών προγραμμάτων ανακυκλώσης. Η Κόκα Κόλα για παράδειγμα συνεργάστηκε με άλλους οργανισμούς για να πραγματοποιηθεί ένα αποδοτικό πρόγραμμα ανακύκλωσης του PET.

Ελλάδα: Στην Ελλάδα τα πλαστικά αποτελούν περίπου το 7-8% του βάρους των σκουπιδιών. Από το 7% που ήταν το 1985 στην Αθήνα το 1990 έφτασαν στο 10,5%. Στη χώρα μας η ανακύκλωση πλαστικών από τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης συναντάει σημαντικές δυσκολίες. Η βασική δυσκολία είναι η ποικιλία των διάφορων κατηγοριών και η δυσκολία διαχωρισμού τους. Ο Σύνδεσμος Βιομηχανιών Πλαστικού Ελλάδος έχει ήδη προσανατολιστεί στην ανακύκλωση. Επίσης το 1990 ιδρύθηκε η Ελληνική Ένωση Ανακύκλωσης Πλαστικών από 20 εταιρίες. Τέλος αξίζει να σημειώσουμε ότι η ανάκτηση πλαστικού και η χρησιμοποίηση του ως καύσιμο δοκιμάζεται και στην Ελλάδα, στη πειραματική μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης και λιπασματοποίησης που λειτουργεί ο Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νόμου Αττικής στα Άνω Λιόσια.

Η Ελλάδα παραδέχεται ότι είναι 15 χρόνια πίσω από την υπόλοιπη Ευρώπη σε όλους τους τρόπους ανακύκλωσης και είναι πολύ απίθανο να πετύχει τους στόχους που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2006. Στην Αθήνα οι κάδοι ανακύκλωσης που υπάρχουν σε όλες τις ευρωπαϊκές πόλεις είναι σπάνιοι. Η ανακύκλωση δεν είναι στις προτεραιότητες ή συνήθειες του Αθηναίου. Οι σακούλες των σκουπιδιών περιέχουν χαρτιά, πλαστικά, μέταλλα και γυαλιά, υλικά που ενώ θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν καταλήγουν στις χωματερές που φυσικά είναι γεμάτες.

Το πιο περίεργο είναι ότι η Αθήνα διαθέτει μια από τις πιο σύγχρονες μονάδες ανακύκλωσης της Ευρώπης η οποία υπολογίζεται ότι κόστισε 75 εκατομμύρια ευρώ και η οποία δεν λειτουργεί… Και ο λόγος που δεν λειτουργεί είναι οι ζημιές που υπέστη από ένα βουνό σκουπίδια που έπεσε πάνω της.

(Πληροφορίες από το άρθρο του Τάσου Σαραντή στην Ημερησία, 28/06/2005)

Η Ελλάδα βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών στην ανακύκλωση απορριμμάτων. Το ποσοστό ανάκτησης στερεών αποβλήτων φτάνει μόλις 20%, ενώ το υπόλοιπο 80% των σκουπιδιών οδηγείται σε υγειονομική ταφή. Στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης το ποσοστό ανάκτησης φτάνει το 70% και περισσότερο. Ο κοινοτικός επίτροπος αρμόδιος για το Περιβάλλον, απαντώντας σε κοινοβουλευτικό έλεγχο σχετικά με τις επιδόσεις της Ελλάδας στην ανακύκλωση απορριμμάτων που άσκησε ο ευρωβουλευτής της ΝΔ, καθηγητής, Γιώργος Παπαστάμκος, τόνισε ότι απαιτείται αλλαγή νοοτροπίας: «Αντί τα απόβλητα να αντιμετωπίζονται μόνο ως πρόβλημα, να θεωρούνται δυνητικά πολύτιμος πόρος». Σύμφωνα με τη Eurostat, οι μέσοι όροι των 27 κρατών - μελών της Ε.Ε. το 2008 ήταν: 5,5% αποτέφρωση, 46% ανάκτηση, 48,5% διάθεση. Στην έκθεση για το 2011 προκύπτουν ανισότητες μεταξύ των χωρών. Πάντως, η ανακύκλωση των αστικών απορριμμάτων έχει διπλασιαστεί σε 10 χρόνια, από 19% σε 38% μεταξύ 1998-2007.

Τετάρτη, 20/04/2011 - Mediasoup

Ένα νέο σύστημα ανακύκλωσης αποβλήτων συσκευασιών εγκαινιάζεται από το ΥΠΕΧΩΔΕ, το οποίο θα λειτουργεί συμπληρωματικά με το ήδη υπάρχον σύστημα με τους μπλε κάδους. Το νέο σύστημα στηρίζεται στη μεθοδολογία της διαλογής των υλικών στην πηγή (πλαστικό, χαρτί, γυαλί), μέσω Κέντρων Ανταποδοτικής Ανακύκλωσης. Τα κέντρα αυτά θα παραλαμβάνουν και θα διαχωρίζουν τα υλικά και στη συνέχεια θα τα συμπιέζουν και θα τα τεμαχίζουν. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι όσοι ανακυκλώνουν θα παίρνουν μια απόδειξη με το ανάλογο ανταποδοτικό κίνητρο, που θα μπορούν να εξαργυρώσουν είτε σε συμβεβλημένα καταστήματα, είτε να δωρίσουν το ποσό του ανταποδοτικού κινήτρου για την ενίσχυση φιλανθρωπικών σκοπών. Στο πλαίσιο του νέου συστήματος προβλέπονται ειδικές δράσεις, όπως συλλογή αποβλήτων συσκευασίας από λαϊκές αγορές και από σημεία υψηλής καταναλωτικής κίνησης. Παράλληλα, θα μπορούν να συμμετέχουν η τοπική αυτοδιοίκηση και οι εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις που ανακυκλώνουν. Σήμερα στην Ελλάδα λειτουργούν 11 εγκεκριμένα συστήματα ανακύκλωσης και η ανακύκλωση οικιακών απορριμμάτων κατά τη διάρκεια του 2008 έφτασε το 25% από το 6% που ήταν το 2004. Στόχος είναι μέχρι το 2012 να φτάσει στο 33%, που αποτελεί και το μέσο επίπεδο ανακύκλωσης των 15 κρατών-μελών της Ε.Ε.

http://www.tvxs.gr/news, Τετ 21/01/2009,

ΗΠΑ: Το 1973 η πόλη του Berkeley στη Καλιφόρνια των Η.Π.Α. ήταν από τις πρώτες πόλεις που εφάρμοσαν πρόγραμμα ανακύκλωσης εφημερίδων. Σήμερα το 28% των σκουπιδιών στις ΗΠΑ ανακυκλώνονται. Συγκεκριμένα, ανακυκλώνεται το 42% των χαρτιών, το 40% των πλαστικών μπουκαλιών, το 55% των κουτιών μπύρας και αναψυκτικών από αλουμίνιο, το 52% όλων των ηλεκτρικών ειδών. Το 1987 το απορριμματοφόρο πλοίο Mobro 4000 μετέφερε τα απορρίμματα από τη Νέα Υόρκη στη βόρεια Καρολίνα, όπου δεν τα δέχτηκαν. Εστάλη έπειτα στην Μπελίζ, όπου επίσης απορρίφθηκε. Τελικά το πλοίο επέστρεψε στη Νέα Υόρκη και τα απορρίμματα αποτεφρώθηκαν. Το γεγονός οδήγησε στις έντονες συζητήσεις για τη διάθεση και την ανακύκλωση των απορριμμάτων. Πριν από 20 χρόνια υπήρχε ένα μόνο πρόγραμμα συλλογής για ανακύκλωση, το 1998 υπήρχαν 9.000 και 12 χιλιάδες κέντρα ανακύκλωσης. Σήμερα, έχουν δημιουργηθεί γύρω στις 480 μονάδες ανακύκλωσης υλικών.

(Πληροφορίες από το άρθρο του Τάσου Σαραντή στην Ημερησία, 28/06/2005)

Δανία: Τα σκουπίδια δεν είναι απλά σκουπίδια. Αυτή είναι η φιλοσοφία μιας από τις πιο «πράσινες» χώρες της Ευρώπης. Εδώ και δεκαετίες η Δανία θεωρεί τα σκουπίδια ως υλικά. Οι εκάστοτε κυβερνήσεις χαράζουν την αυστηρή πολιτική, αλλά οι δημοτικές αρχές είναι αυτές που συλλέγουν τα σκουπίδια των νοικοκυριών. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία, το 31% των σκουπιδιών των νοικοκυριών ανακυκλώνεται, το 62% καίγεται και το 6% καταλήγει σε χωματερές.

Γερμανία: Σε κάθε αυλή πολυκατοικίας υπάρχουν τουλάχιστον πέντε διαφορετικοί κάδοι για τα διαφορετικά σκουπίδια που προορίζονται για ανακύκλωση. Θεωρητικά, ο γερμανικός νόμος υποχρεώνει τους πολίτες να πηγαίνουν τα «ιδιαίτερα τους σκουπίδια», μπαταρίες, χημικές ουσίες κ.λ.π. σε ειδικά κέντρα ανακύκλωσης. Ο νόμος δεν υποχρεώνει τους πολίτες να ξεχωρίζουν τα σκουπίδια τοςυ αλλά το 90% των Γερμανών το κάνουν αδιαμαρτύρητα.

Ιταλία: Οι κανονισμοί για τη συλλογή και επεξεργασία απορριμμάτων διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Στη Ρώμη οι κανονισμοί είναι αυστηροί από τις αρχές του μήνα. Όσοι δεν χωρίζουν σε κατηγορίες τα σκουπίδια τους και δεν τα βάζουν στους σωστούς κάδους αντιμετωπίζουν πρόστιμο 619 ευρώ, αν υπάρχουν κάδοι ανακύκλωσης σε απόσταση 500 μέτρων από την εξώπορτα τους. Οι δημοτικές αρχές έχουν παραγγείλει 2.500 νέους κάδους που θα φέρουν διαφορετικά χρώματα για τα διαφορετικά σκουπίδια. Στη νότια Ιταλία οι πολιτικοί της περιοχής ισχυρίζονται ότι η συλλογή και ανακύκλωση των σκουπιδιών ελέγχεται από το οργανωμένο έγκλημα.

(Άρθρο του Τάσου Σαραντή στην Ημερησία, 28/06/2005)

«...Όπως ο βασιλιάς Μίδας μετέτρεπε ότι άγγιζε σε χρυσό, έτσι κι εμείς πρέπει να μετατρέψουμε όλα αυτά τα σκουπίδια της σύγχρονης κοινωνίας σε όφελος μας, να μετατρέψουμε το άχρηστο σε χρήσιμο....»
Rem Koolhas

(el croquis OMA/Rem Koolhaas 1987-1993 τεύχος 53,19)

Τί Γίνεται Στην Ευρώπη...

2. Ανακύκλωση κατά 40% στην Ευρώπη

Σύμφωνα με την Eurostat, το 19% των απορριμμάτων της Ευρώπης καταλήγει σε καύση, το 40% ανακυκλώνεται και το 41% καταλήγει σε ΧΥΤΑ. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, η αποτέφρωση χρησιμοποιούνταν για το 17% των αστικών αποβλήτων το 2004 και είναι πιθανό να αυξηθεί σε 25% μέχρι το 2020. Σε ό,τι αφορά το ποσοστό των σκουπιδιών που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, αυτό αναμένεται να φτάσει το 35% μέχρι το 2020. Και για το ίδιο διάστημα, η ποσότητα των αστικών αποβλήτων αναμένεται να αυξηθεί κατά 25%, που με απλά λόγια σημαίνει ότι το 2020 κάθε άτομο θα παράγει 680 (500 είναι σήμερα) κιλά σκουπιδιών τον χρόνο! Στο Βέλγιο, την Ολλανδία και τη Δανία για κάθε τόνο αποβλήτων που καταλήγει σε ΧΥΤΑ επιβάλλεται ειδικός φόρος από 55 έως 80 ευρώ. Ανάλογο αντικίνητρο για την ταφή υλικών με ενεργειακό περιεχόμενο ισχύει και για τη Γαλλία, την Ιταλία και την Αγγλία, όπου εκεί ο φόρος κυμαίνεται από 30 έως και 50 ευρώ. Στην Αυστραλία η καύση των σκουπιδιών απαγορεύεται διά νόμου. Ομως, ίσως είναι η μοναδική χώρα στον κόσμο που διαθέτει πολύ καλό σύστημα ανακύκλωσης, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό σκουπιδιών, σε ποσοστό που ξεπερνά το 90%, να κομποστοποιείται. Αντιθέτως, στην Ιαπωνία κυριαρχεί η καύση των απορριμμάτων. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, από την επεξεργασία 60 εκατομμυρίων τόνων απορριμμάτων σε 440 μονάδες καύσης σκουπιδιών σε Σκανδιναβία, Γαλλία, Γερμανία και Ελβετία, τροφοδοτούνται με ρεύμα και θερμότητα 22 εκατομμύρια νοικοκυριά. Στην Αμερική το 85% των σκουπιδιών καταλήγει σε ΧΥΤΑ, όπου θάβονται με τη μέθοδο του βιοαντιδραστήρα. Παράλληλα, ένα σημαντικό ποσοστό σκουπιδιών (35%) ανακυκλώνεται. Και αντί επιλόγου... αν

απλώναμε στο έδαφος όλα τα αστικά απόβλητα που θα παράγονται στην Ε.Ε. το 2020 (340 εκατομμύρια τόνοι), θα κάλυπταν μία έκταση ίση με το Λουξεμβούργο με πάχος 30 εκ. ή ίση με τη Μάλτα με πάχος 2,5 μέτρα!

Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία,12/07/2009

3. Η Ανακύκλωση Συσκευασιών στην Ευρώπη

Τα δεδομένα της ανακύκλωσης συσκευασιών, πανευρωπαϊκά, παρουσίασε ο γενικός διευθυντής της Pro Europe, Joachim Quoden, σε ειδική εκδήλωση, που οργάνωσε η Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) στην Αθήνα, για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και του τρόπου δράσης των Ευρωπαϊκών Συστημάτων Διαχείρισης Απορριμμάτων στις μεγαλύτερες εταιρείες που παράγουν ή εισάγουν προϊόντα συσκευασίας στην ελληνική αγορά. Η ΕΕΑΑ, που οργανώνει το σύστημα ανακύκλωσης συσκευασιών στη χώρα μας, με τους γνωστούς μας μπλε κάδους, από την αρχή της λειτουργίας της έγινε μέλος της Pro Europe (Packaging Recovery Organization Europe), που αποτελεί τον ευρωπαϊκό συλλογικό οργανισμό που διαχειρίζεται το πανευρωπαϊκό σήμα ανακύκλωσης, γνωστού ως «green dot - πράσινο σήμα». Στην εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε, ο Joachim Quoden εστίασε στα θετικά αποτελέσματα των Συστημάτων Διαχείρισης Απορριμμάτων - μελών της Pro Europe, σε συνδυασμό πάντα με τις επιταγές της Ευρωπαϊκής Ενωσης. Συγκεκριμένα, αναφέρθηκε στα σημαντικά βήματα προόδου που έχουν γίνει σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, η οποία οφείλει να καλύψει τους στόχους της ευρωπαϊκής Οδηγίας μέχρι το τέλος του 2011, ενώ επισήμανε τις μελλοντικές προκλήσεις στην αγορά μέχρι το 2020.

<u>Δηλώσεις</u>

Ο Joaquim Quoden, γενικός διευθυντής της Pro Europe, κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης, δήλωσε ότι «τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα μάς κάνουν να αισιοδοξούμε ότι, αν συνεχιστεί απρόσκοπτα η πορεία ανάπτυξης του μπλε κάδου, η Ελλάδα θα επιτύχει τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ενωσης, που έχουν τεθεί για το τέλος του 2011. Προς αυτή την κατεύθυνση εργαζόμαστε σταθερά και συστηματικά με την ΕΕΑΑ».

Παράλληλα, ο Γιάννης Ραζής, γενικός διευθυντής της ΕΕΑΑ, επεσήμανε τη συνεισφορά της εταιρείας στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί, τονίζοντας ότι «το μοντέλο ανακύκλωσης συσκευασιών στην Ελλάδα, που εφαρμόζει η ΕΕΑΑ, ανταποκρίνεται πλήρως, τόσο στις συνήθειες των Ελλήνων πολιτών όσο και τα χωροταξικά δεδομένα των αστικών κέντρων και της περιφέρειας. Οι συνεχώς αυξανόμενες ποσότητες των αποβλήτων, που αξιοποιούνται από την ΕΕΑΑ και το σύστημα, κάθε χρόνο αποδεικνύουν ότι οι

πολίτες έχουν αγκαλιάσει και ενσωματώσει στην καθημερινότητά τους τη διαλογή των οικιακών αποβλήτων και τη χρήση του μπλε κάδου».

Πρακτικές και τεχνογνωσία

Ο κ. Quoden, γενικός διευθυντής της Pro Europe, παρουσίασε τις βέλτιστες πρακτικές και την τεχνογνωσία που εφαρμόζουν όλα τα συστήματα - μέλη της Pro Europe, με στόχο να επιτύχουν την αύξηση των ποσοτήτων της συσκευασίας, που αξιοποιούνται ετησίως στην Ευρώπη. Στο πλαίσιο αυτό, έγινε ειδική αναφορά στο Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης της ΕΕΑΑ που εφαρμόζεται σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ενωσης και ανταποκρίνεται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες των πολιτών και στους στόχους που έχουν τεθεί από την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία.

Από την εφημερίδα Η ΝΑΥΤΕΜΠΟΡΙΚΗ, 21/12/2009

4. Τι κάνει η Ευρωπαϊκή Ένωση

Ο ρόλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να συμβάλει στην πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και στην προώθηση της ανακύκλωσης, ενημερώνοντας τους καταναλωτές, υποστηρίζοντας την έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη νέων και φιλικότερων προς το περιβάλλον αγαθών, και προωθώντας τρόπους παροχής προϊόντων και υπηρεσιών με χρήση λιγότερων πόρων. Ο δεσμός μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και αύξησης της ποσότητας αποβλήτων πρέπει να σπάσει. Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να έχει μειωθεί έως το 2010 η τελική διάθεση αποβλήτων κατά 20 %, σε σύγκριση με το 2000, και κατά 50 % έως το 2050. Για να τον επιτύχει, έχει καταρτίσει στρατηγική με τις εξής προτεραιότητες :

* Πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων.

* Ανάκτηση των αποβλήτων μέσω επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης ενέργειας.

* Βελτίωση των συνθηκών επεξεργασίας.

* Ρύθμιση του θέματος της μεταφοράς τους.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δρα σύμφωνα με τέσσερις βασικές αρχές :

* Την αρχή της πρόληψης: περιορισμός των αποβλήτων στην πηγή και ενθάρρυνση της βιομηχανίας να παράγει - και των καταναλωτών να επιλέγουν - προϊόντα κι υπηρεσίες που δημιουργούν λιγότερα απόβλητα. Επίσης, ανάπτυξη και προώθηση μιας πανευρωπαϊκής στρατηγικής για την ανακύκλωση των αποβλήτων.

* Την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει": αυτοί που δημιουργούν ρύπανση πρέπει να καλύπτουν το κόστος αντιμετώπισής της. Κατά συνέπεια, πρέπει να εντοπίζονται οι επικίνδυνες ουσίες και όσοι ρυπαίνουν πρέπει να είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή, την επεξεργασία και την ανακύκλωση των αποβλήτων που παράγουν.

* Την αρχή της προφύλαξης: όταν διαφαίνεται ενδεχόμενος κίνδυνος, πρέπει να γίνονται προσπάθειες πρόληψής του.

* Την αρχή της εγγύτητας: διευθέτηση των αποβλήτων όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή δημιουργίας τους.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί την καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων κι ενθαρρύνει τους καταναλωτές να κάνουν επιλογές που προστατεύουν το περιβάλλον. Προσπαθεί να επηρεάσει τις αποφάσεις των παραγωγών και των καταναλωτών με:

* τη χρήση οικολογικών σημάτων

* την αντικατάσταση των επικίνδυνων ουσιών

* τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων

* τις εκτιμήσεις για τον κύκλου ζωής

* την ανάπτυξη καθαρότερων τεχνολογιών

* πληροφοριακά φυλλάδια

* εκστρατείες ευαισθητοποίησης

* κατευθυντήριες αρχές

* κανονισμούς και φορολογία.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εγκρίνει νομοθετικές πράξεις (οδηγίες) σχετικά με τα απόβλητα.

* Ήδη από το 1975, η οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα απαιτούσε από τα κράτη μέλη να μεριμνούν για την πρόληψη της παραγωγής τους και για τη διάθεσή τους με τρόπο φιλικό για το περιβάλλον.

* Η οδηγία για τα επικίνδυνα απόβλητα του 1991 καθόρισε τους κανόνες για τη διάθεσή τους.

* Το 1992, η Ευρωπαϊκή Ένωση καθιέρωσε το οικολογικό σήμα για να βοηθήσει τους καταναλωτές να αναγνωρίζουν τα "πράσινα" προϊόντα τα οποία πληρούν έναν αριθμό οικολογικών κριτηρίων.

* Το 1994, η οδηγία για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασιών έθεσε στόχους για την ανάκτηση και την ανακύκλωση, που οδήγησαν στην επιτυχή επιλεκτική συλλογή απορριμμάτων σ' όλη την Ευρώπη. Ο στόχος για το 2008 είναι να γίνεται ανακύκλωση του 55-80% των απορριμμάτων και ανάκτηση τουλάχιστον του 60%.

* Όσον αφορά τα προληπτικά μέτρα για τα απόβλητα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έλαβε πολλές αποφάσεις για τον περιορισμό των τοξικών αποβλήτων. Για παράδειγμα, μειώθηκαν τα βαρέα μέταλλα στις μπαταρίες.

* Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε ως στόχο τη μείωση των διοξινών, οι οποίες είναι εξαιρετικά τοξικές χημικές ουσίες, κατά 90 % μεταξύ 1985 και 2000. Επίσης, μία νέα οδηγία τέθηκε σε ισχύ το 2005, για τον περιορισμό των διοξινών που εκπέμπονται κατά την αποτέφρωση .

* Σύμφωνα με την οδηγία του 1999, είναι πλέον υποχρεωτική η συλλογή και η επεξεργασία του μεθανίου που εκπέμπεται από τους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Για το διάστημα 2006-2016 είχε τεθεί ως στόχος η μείωση κατά 65 % των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής .

* Υπάρχουν πολλοί άλλοι νόμοι σχετικά με τις μπαταρίες, τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και διάφορα άλλα επικίνδυνα υλικά .

* Η Ευρωπαϊκή Ένωση απαγόρευσε την εξαγωγή ορισμένων επικίνδυνων αποβλήτων σε χώρες εκτός του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης.

Τον Δεκέμβριο 2005, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μία νέα θεματική στρατηγική για την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων. Η μακροπρόθεσμη αυτή στρατηγική αποβλέπει στη μετατροπή της ΕΕ σε μια κοινωνία ανακύκλωσης, κοινωνία που θα περιορίζει την παραγωγή αποβλήτων και θα τα χρησιμοποιεί ως πόρο. Σαν πρώτο βήμα, η Επιτροπή προτείνει την αναθεώρηση της οδηγίας πλαίσιο για τα απόβλητα, του 1975, την καθιέρωση προτύπων ανακύκλωσης και την υποχρέωση των κρατών μελών να αναπτύξουν εθνικά προγράμματα πρόληψης της παραγωγής αποβλήτων.

http://ec.europa.eu/environment/youth/waste/waste_what_the_eu_does_el.html

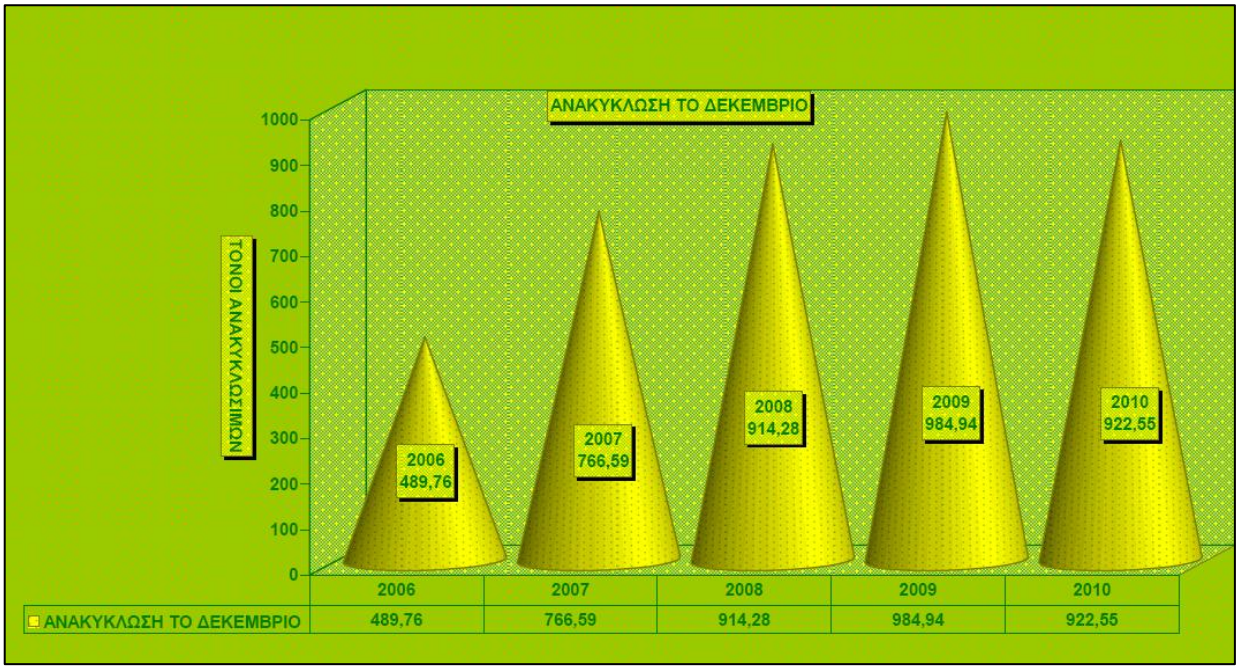
5.2 Η Ανακύκλωση στον Νομό μας - Ηράκλειο Κρήτης

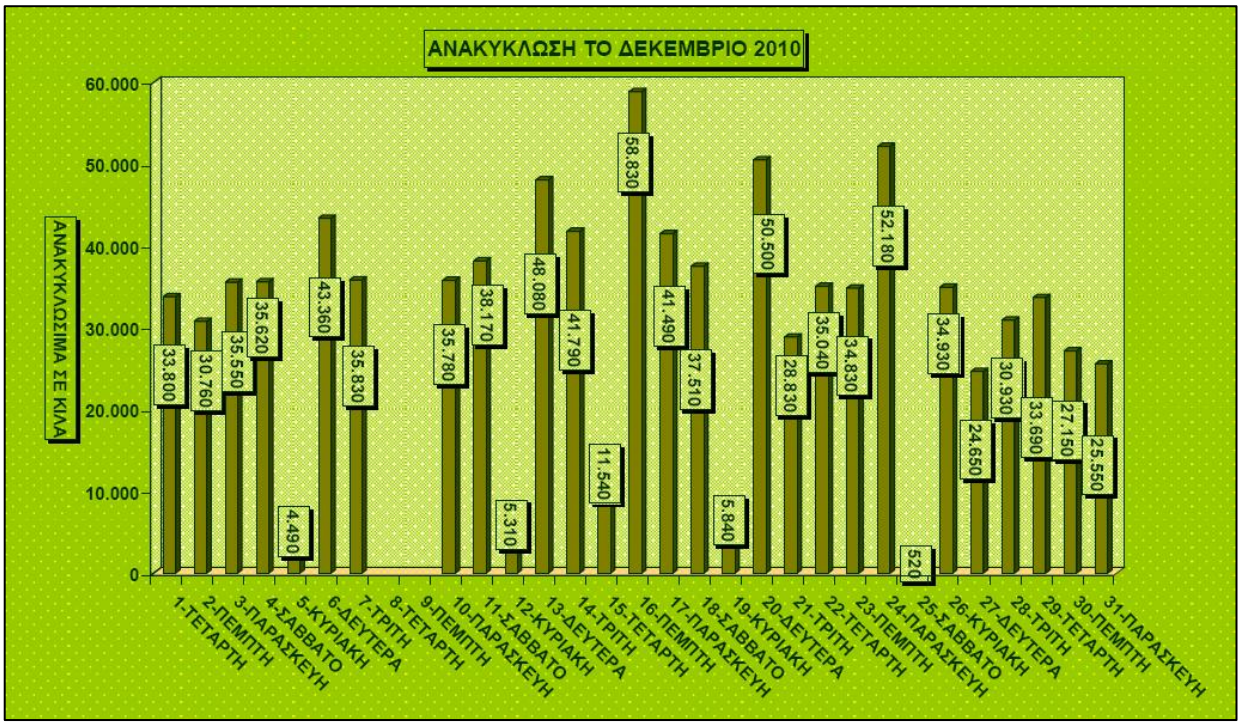
Σύμφωνα με δελτίου τύπου στις η διαδικασία περισυλλογής και ανακύκλωσης στο Ηράκλειο Κρήτης άρχισε στις 7/11/06. Η διαδικασία για τη δημιουργία Κέντρου Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών ξεκίνησε το 2003 με την παράχωρηση ενός οικοπέδου 8,5 στρεμμάτων από το Δήμο Ηρακλείου για την κατασκευή του. Για τη συλλογή και μεταφορά των ανακυκλώσιμων υλικών παραχωρήθηκαν επίσης από το Δήμο Ηρακλείου 4 απορριμματοφόρα και 1151 ειδικοί μπλε κάδοι για την ανακύκλωση των υλικών πλαστικού, γυαλιού, αλουμινίου, μετάλλου και χαρτιού και αμέσως ξεκίνησε και η καμπάνια ενημέρωσης των κατοίκων καθως και η διανομή τσαντών ανακύκλωσης και ενημερωτικού υλικού.

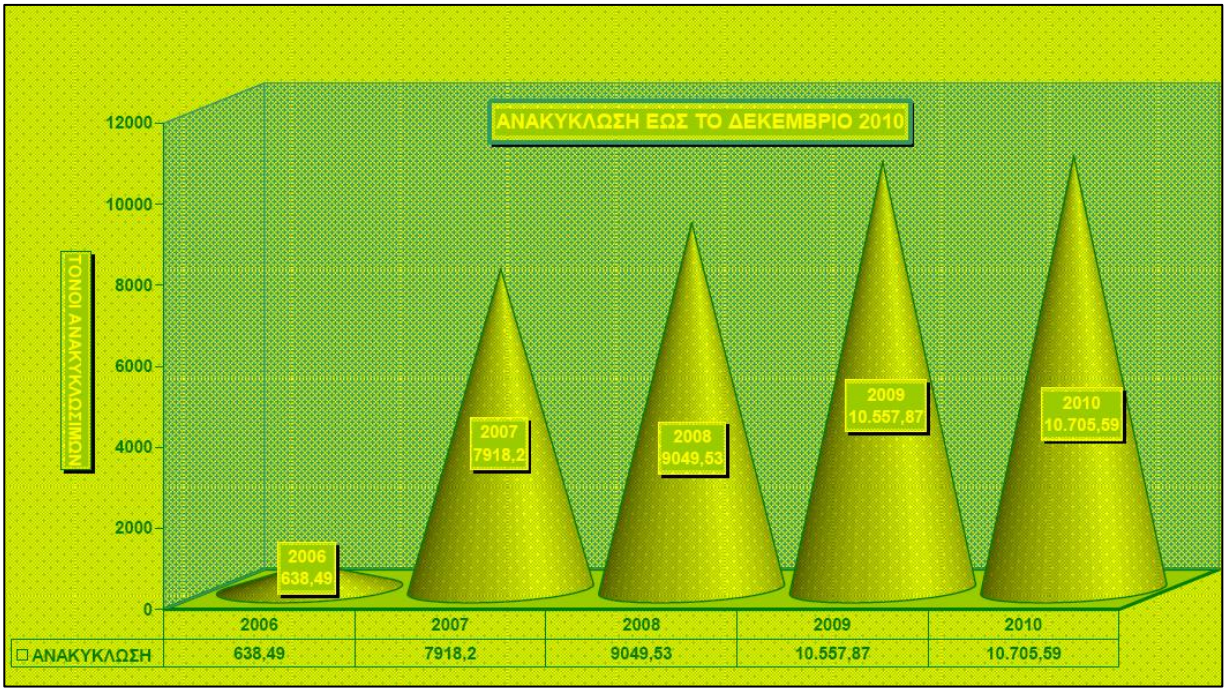
Στατιστικά Στοιχεία Ανακύκλωσης 'Ετους 2010Η εφαρμογή του προγράμματος της ανακύκλωσης στο Δήμο μας από τις 9/11/2006 μας δίνει τη δυνατότητα να παραθέσουμε μερικά στατιστικά στοιχεία. Η ποσότητα των απορριμμάτων, των γαλάζιων κάδων της ανακύκλωσης , που έχει περισυλλεγεί από τις 9/11/2006 έως τις 31/12/2010 ανέρχεται στους 38.869,68 τόνους. Η παραπάνω ποσότητα αναλύεται σε 638,49 τόνους για το 2006 , σε 7.918,2 τόνους για το 2007, σε 9.049,53 τόνους για το 2008, σε 10.557,87 τόνους για το 2009 και σε 10.705,59 τόνους για το 2010.

ΧΡΟΝΟΣ	ΤΟΝΟΙ	ΧΡΟΝΟΣ	ΤΟΝΟΙ	ΧΡΟΝΟΣ	ΤΟΝΟΙ	ΧΡΟΝΟΣ	ΤΟΝΟΙ	ΧΡΟΝΟΣ	ΤΟΝΟΙ
Νοε-06	148,73	Ιαν-07	514,94	Ιαν-08	658,79	Ιαν-09	802,48	Ιαν-10	867,61
Δεκ-06	489,76	Φεβ-07	442,18	Φεβ-08	642,51	Φεβ-09	738,32	Φεβ-10	787,23
		Μαρ-07	628,60	Μαρ-08	283,54	Μαρ-09	794,09	Μαρ-10	957,66
		Απρ-07	599,80	Απρ-08	757,17	Απρ-09	830,59	Απρ-10	867,10
		Μαϊ-07	659,14	Μαϊ-08	721,67	Μαϊ-09	832,22	Μαϊ-10	881,80
		Ιουν-07	648,00	Ιουν-08	751,24	Ιουν-09	913,92	Ιουν-10	903,87
		Ιουλ-07	687,97	Ιουλ-08	846,62	Ιουλ-09	920,86	Ιουλ-10	785,36
		Αυγ-07	704,21	Αυγ-08	758,50	Αυγ-09	842,90	Αυγ-10	854,73
		Σεπ-07	737,69	Σεπ-08	965,11	Σεπ-09	988,45	Σεπ-10	805,309
		Οκτ-07	803,73	Οκτ-08	898,04	Οκτ-09	985,13	Οκτ-10	1039,65
		Νοε-07	725,35	Νοε-08	852,06	Νοε-09	923,97	Νοε-10	1032,72
		Δεκ-07	766,59	Δεκ-08	914,28	Δεκ-09	984,94	Δεκ-10	922,55

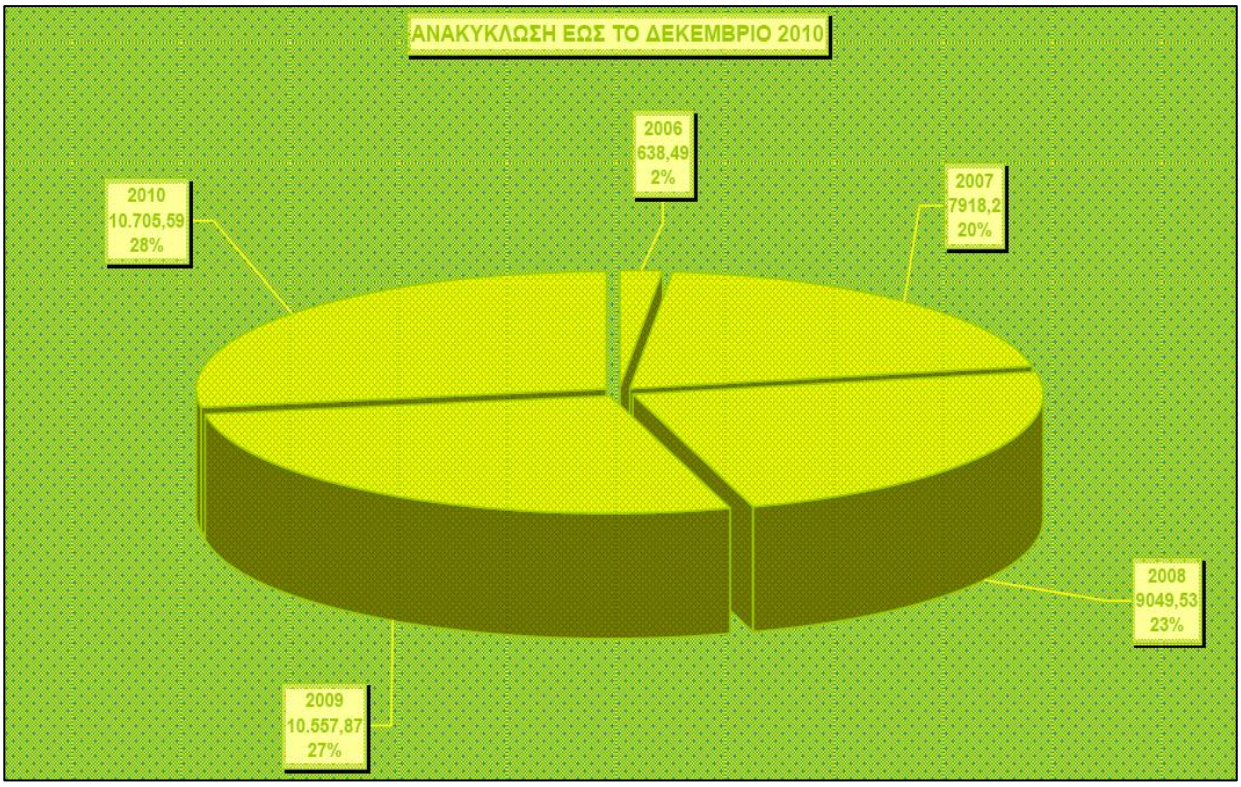
Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ					
ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2006	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2007	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2008	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2009	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2010	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ % ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ 2010 ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ 2009
489,76	766,59	914,28	984,94	922,55	6,33

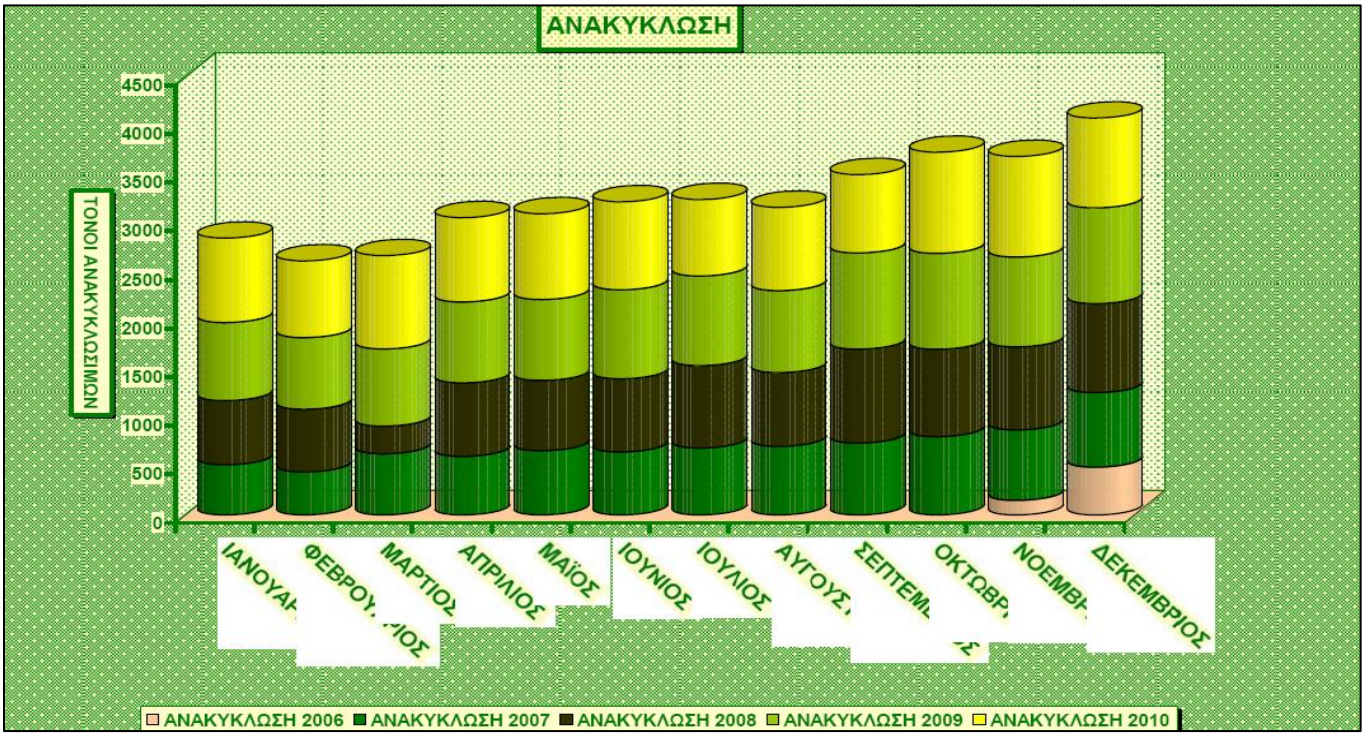




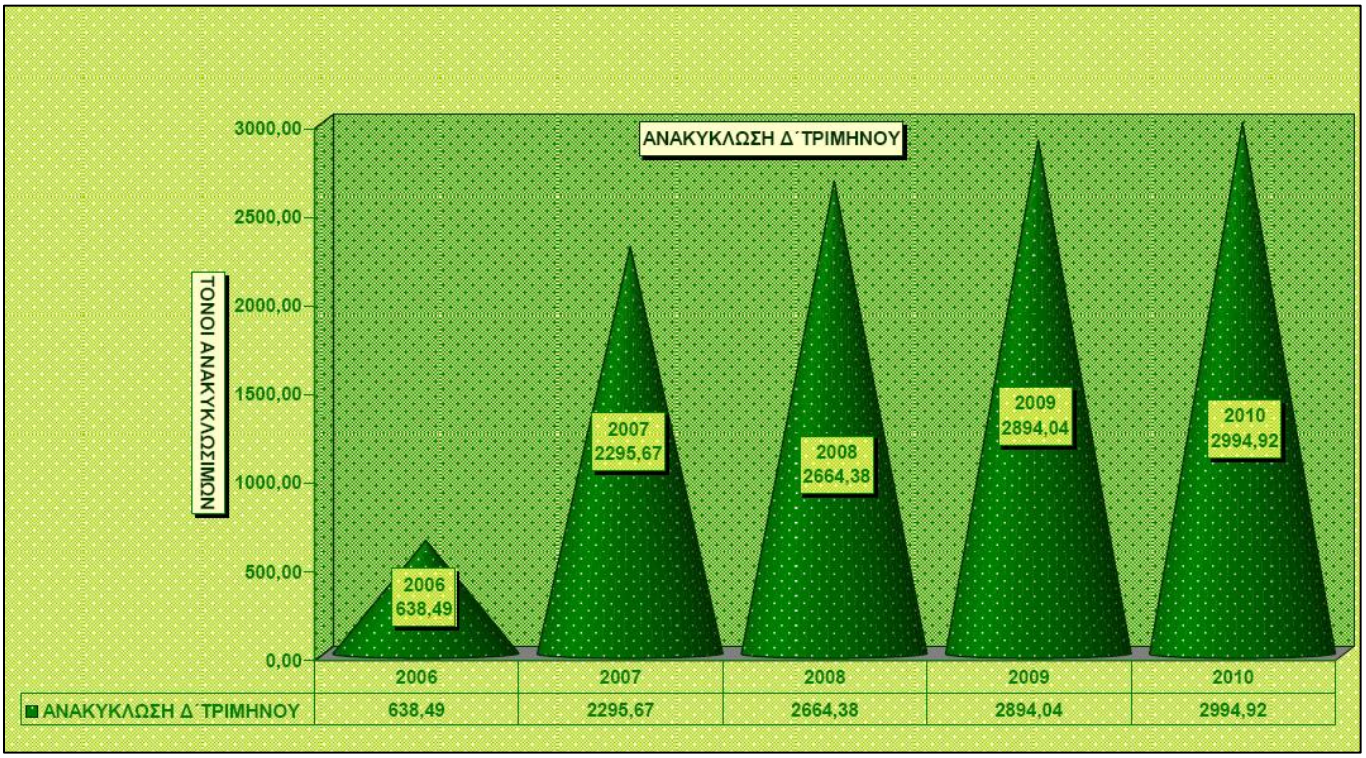


ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ					
2006	2007	2008	2009	2010	ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ 2010 ΕΝΑΝΤΙ 2009
638,49	7918,2	9049,53	10557,87	10.705,59	1,40

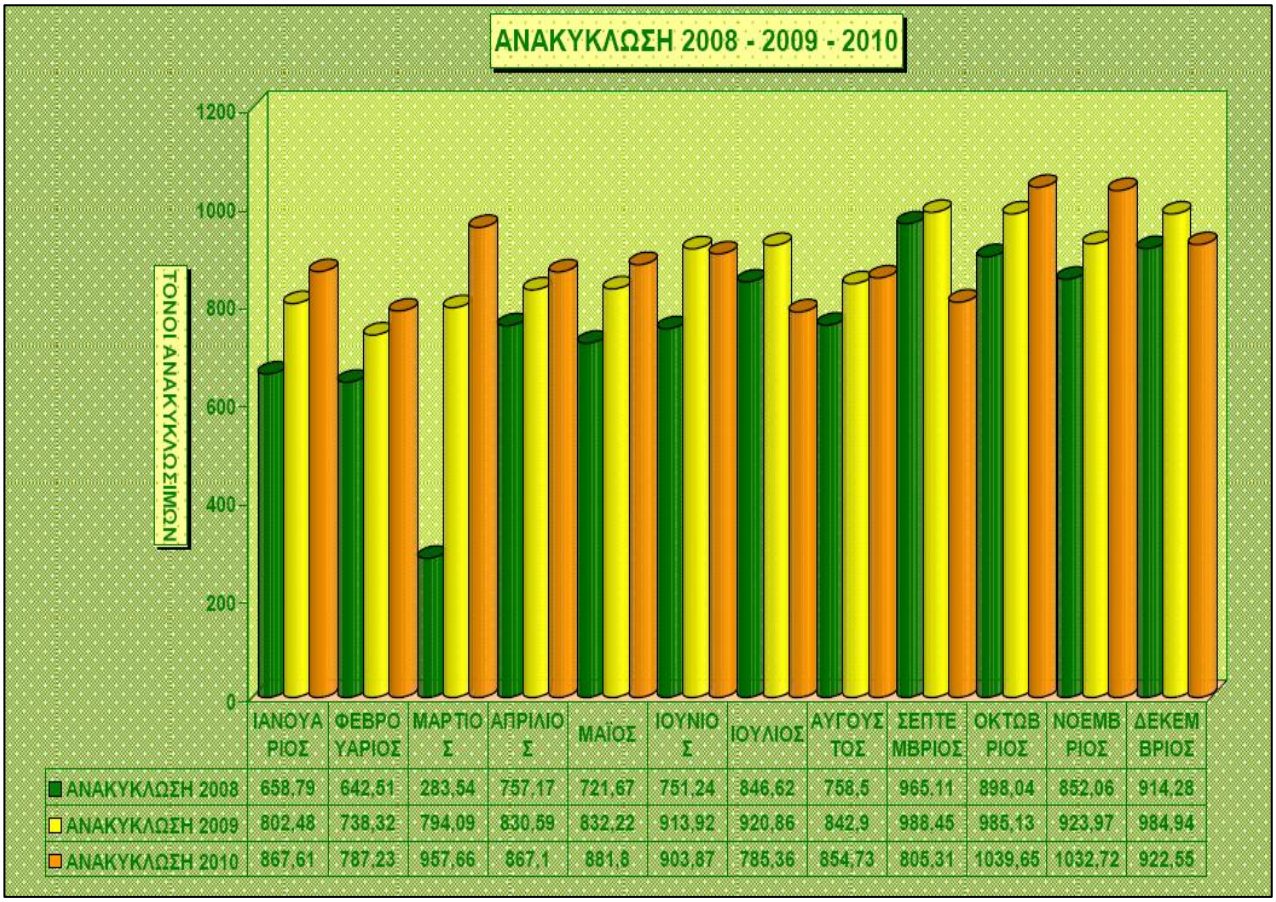




ΤΡΙΜΗΝΟ	2006	2007	2008	2009	2010	ΑΥΞΗΣΗ ΕΠΙ ΤΙΣ % Δ΄ΤΡΙΜΗΝΟΥ 2010 ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ 2009
Οκτ-Νοε-Δεκ	638,49	2295,67	2664,38	2894,04	2994,92	3,49



	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2006											148,73	489,76
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2007	514,94	442,18	628,6	599,8	659,14	648	687,97	704,21	737,69	803,73	725,35	766,59
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2008	658,79	642,51	283,54	757,17	721,67	751,24	846,62	758,5	965,11	898,04	852,06	914,28
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2009	802,48	738,32	794,09	830,59	832,22	913,92	920,86	842,9	988,45	985,13	923,97	984,94
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2010	867,61	787,23	957,66	867,1	881,8	903,87	785,36	854,73	805,31	1039,65	1032,72	922,55



	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2008	658,79	642,51	283,54	757,17	721,67	751,24	846,62	758,5	965,11	898,04	852,06	914,28
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2009	802,48	738,32	794,09	830,59	832,22	913,92	920,86	842,9	988,45	985,13	923,97	984,94
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ 2010	867,61	787,23	957,66	867,1	881,8	903,87	785,36	854,73	805,31	1039,65	1032,72	922,55

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΤΟΝΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ
1200
1000
800
600
400
200
0
Νοε-06
Δεκ-06
Ιαν-07
Φεβ-07
Μαρ-07
Απρ-07
Μαϊ-07
Ιουν-07
Ιουλ-07
Αυγ-07
Σεπ-07
Οκτ-07
Νοε-07
Δεκ-07
Ιαν-08
Φεβ-08
Μαρ-08
Απρ-08
Μαϊ-08
Ιουν-08
Ιουλ-08
Αυγ-08
Σεπ-08
Οκτ-08
Νοε-08
Δεκ-08
Ιαν-09
Φεβ-09
Μαρ-09
Απρ-09
Μαϊ-09
Ιουν-09
Ιουλ-09
Αυγ-09
Σεπ-09
Οκτ-09
Νοε-09
Δεκ-09
Ιαν-10
Φεβ-10
Μαρ-10
Απρ-10
Μαϊ-10
Ιουν-10
Ιουλ-10
Αυ-10
Σεπ-10
Οκτ-10
Νοε-10
Δεκ-10

6ο Κεφάλαιο

6.1 Τα περιβαλλοντολογικά οφέλη της ανακύκλωσης

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.

6.2 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) των 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.

Πηγές Πληροφοριών

Βιβλιογραφία

1. Λεζκίδου Ματρώνα, Μπούντινας Κωνσταντίνος, "Ανακύκλωση Πλαστικών" (2001)

Sites

1. www.anakyklosi.com

2. www.arcadianrecycle.gr

3. www.schools.ac.cy

4. www.aix.meng.auth.gr

5. www.greenpower.gr

6. www.el.wikipedia.org

7. www.herrco.gr

8. www.ec.europa.eu

9. www.herakion.gr