

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΚΥΚΛΟΥΜΕΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΓΟΥΡΔΟΥΠΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΜΟΙΡΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΜΑΪΟΣ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΠΡΟΛΟΓΟΣ (σελ.4)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ (σελ.6)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ (σελ.7)

- i. Αειφορεία – Αειφόρος Ανάπτυξη (σελ.7)
- ii. Ανακύκλωση (σελ.10)
- iii. Αναγκαιότητα ανακύκλωσης (σελ.10)
- iv. Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης (σελ.12)
- v. Η ανακύκλωση στην Ευρώπη (σελ.13)
- vi. Η αρχή της ανακύκλωσης των μπαζών (σελ.13)
- vii. Η ανακύκλωση σήμερα - και η νομοθεσία (σελ.15)
- viii. Η νομοθεσία στην Ελλάδα (σελ.17)

2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (σελ.20)

- i. Ιστορία του σκυροδέματος (σελ.21)
- ii. Ανάγκη για ανακύκλωση (σελ.23)
- iii. Διαδικασία ανακύκλωσης σκυροδέματος (σελ.24)
- iv. Πρώτο στάδιο ανακύκλωσης (σελ.25)
- v. Δεύτερο στάδιο ανακύκλωσης (σελ.27)
- vi. Τρίτο στάδιο ανακύκλωσης (σελ.30)

3. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΧΑΛΥΒΑ (σελ.34)

- i. Χαρακτηριστικά του χάλυβα (σελ.36)
- ii. Αναγκαιότητα για ανακύκλωση (σελ.37)
- iii. Διαδικασία ανακύκλωσης χάλυβα (σελ.38)

4. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (σελ.42)

- i. Η ιστορία του αλουμινίου (σελ.43)
- ii. Ιδιότητες (σελ.45)
- iii. Παραγωγή αλουμινίου (σελ.47)
- iv. Διαδικασία ανακύκλωσης αλουμινίου (σελ.49)

5. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΥ (σελ.53)

- i. Ιστορία της ασφάλτου (σελ.54)
- ii. Ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος (σελ.55)
- iii. Διαδικασία ανακύκλωσης ασφάλτου (σελ.56)

- iv. Επιτόπια ανακύκλωση (σελ.57)
- v. Ανακύκλωση σε κεντρική εγκατάσταση (σελ.60)

6. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ (σελ.61)

- i. Η ιστορία του γυαλιού (σελ.62)
- ii. Εμφάνιση και εξέλιξη του αρχιτεκτονικού υαλοπίνακα (σελ.63)
- iii. Σύνθεση – Παραγωγή – Φυσικά χαρακτηριστικά (σελ.67)
- iv. Φυσικές ιδιότητες του γυαλιού (σελ.68)
- v. Διαδικασία ανακύκλωσης γυαλιού (σελ.70)

7. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΞΥΛΟΥ (σελ.74)

- i. Το ξύλο ως δομικό υλικό (σελ.75)
- ii. Ξύλο και αειφορεία (σελ.75)
- iii. Προϊόντα ξύλου (σελ.77)
- iv. Ανάγκη για ανακύκλωση (σελ.78)
- v. Επαναχρησιμοποίηση ξύλου-άμεση ανακύκλωση (σελ.80)
- vi. Διαδικασία ανακύκλωσης ξύλου (σελ.82)

8. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (σελ.83)

- i. Ανακύκλωση κεραμικών δομικών υλικών (σελ.84)
- ii. Χρήσεις ανακυκλωμένων κεραμικών δομικών υλικών (σελ.85)

9. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ (σελ.90)

- i. Ιστορία του πλαστικού (σελ.91)
- ii. Διαδικασία ανακύκλωσης πλαστικών HDPE και LDPE (σελ.92)
- iii. Η εξέλιξη του συμβόλου της ανακύκλωσης (σελ.95)

10.ΕΠΙΛΟΓΟΣ (σελ.96)

- i. Συμπεράσματα – Προτάσεις (σελ.97)

11.Βιβλιογραφία (σελ.101)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο όρος oekologie δημιουργήθηκε στα 1866 από τον Γερμανό Βιολόγο Ernest Haeckel στο έργο του Generelle Morfologie der Organismen, από τις ελληνικές λέξεις «οίκος» και «λόγος» και σημαίνει κυριολεκτικά «μελέτη του φυσικού οίκου».

Η οικολογία είναι ο κλάδος των βιολογικών επιστημών που ερευνά τις σχέσεις των ζωντανών οργανισμών με το περιβάλλον τους. Δεν παύει όμως να είναι και η ιδεολογία που στοχεύει στην όσο το δυνατόν καλύτερη ισορροπία ανάμεσα στον άνθρωπο και στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος αυτού. Αναμφίβολα, το περιβάλλον ενός οργανισμού αποτελείται τόσο από τις φυσικές ιδιότητες, όπως είναι το κλίμα και η γεωλογία όσο και από τα υπόλοιπα όντα – οργανισμούς τα οποία μεταξύ τους αλληλοεπηρεάζονται.

Το έδαφος, ο αέρας και το νερό είναι χωρίς αμφιβολία απαραίτητοι παράγοντες ώστε να συσταθεί το αποκαλούμενο «φυσικό περιβάλλον» και ο άνθρωπος είναι εκείνος που κυρίως βρίσκεται σε θέση να το εκμεταλλευτεί και μέσω αυτού να προοδεύσει. Το φυσικό λοιπόν περιβάλλον μετατρέπεται σε ένα ανθρωπογενές περιβάλλον που όλα εξαρτώνται από τις επιταγές του ίδιου του ανθρώπου. Κατά την ιστορική εξέλιξη του ανθρώπου, ιδιαίτερα από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα με την εκμετάλλευση του υπεδάφους και των υδάτων υπήρξε αλματώδης ανάπτυξη της οικονομίας και της βιομηχανίας με αποτελέσματα όμως και αρνητικά σε ότι περιβάλλει τον ίδιο.

Πολλά τα προβλήματα που έχουν προκύψει με καταστρεπτικές επιπτώσεις εμφανής ακόμα και τη σύγχρονη εποχή. Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι

- Το ενεργειακό πρόβλημα με την αλόγιστη ενεργειακή κατανάλωση.
- Η ατμοσφαιρική ρύπανση που μεταφράζεται με την τρύπα του όζοντος, την όξινη βροχή, τις κλιματικές αλλαγές και τα ακραία καιρικά φαινόμενα.
- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του νερού λόγω κυρίως των αποβλήτων αστικών ή βιομηχανικών σε θάλασσες και γενικότερα σε όλον τον υδροφόρο ορίζοντα.
- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του εδάφους με την όλο και αυξανόμενη υλοτόμηση σε τροπικά δάση.

Οι αιτίες είναι πολλές και κυρίως η άγνοια, η αδιαφορία και η ανευθυνότητα που επιδεικνύουν κάποιοι και αλόγιστα καταστρέφουν το φυσικό πλούτο. Επίσης η κρίση των φορέων αγωγής και συγκεκριμένα της οικογένειας και του σχολείου δεν προσφέρουν στα άτομα ανθρωπιστική παιδεία, ώστε να διαμορφώσουν από τη νεαρή ηλικία οικολογική συνείδηση. Επιπροσθέτως τα Μ.Μ.Ε. και η διαφήμιση προβάλλουν υπερκαταναλωτικά πρότυπα και στρέφουν μικρούς και μεγάλους στην εκμετάλλευση της φύσης με γνώμονα το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος. Τέλος οι ίδιοι οι πολιτικοί ηγέτες ασκούν με τεχνοκρατισμό την εξουσία, οπότε δεν ενδιαφέρονται τόσο για την ποιότητα της

ζωής των πολιτών, που είναι συνυφασμένη με τη φύση, όσο για την ευημερία των αριθμών και την οικονομική ανάπτυξη.

Λύσεις σίγουρα υπάρχουν πολλές είτε που εξαρτώνται από το ίδιο το άτομο είτε από την οικογένειά του είτε από το κράτος είτε και από οργανώσεις που τα τελευταία χρόνια όλο και πληθαίνουν. Συγκεκριμένα χρειάζεται ενημέρωση, ευαισθητοποίηση και άσκηση πιέσεων σε κυβερνήσεις για τη λήψη μέτρων. Μετάδοση σεβασμού για το περιβάλλον, κυρίως μέσα από επισκέψεις στη φύση και από το προσωπικό παράδειγμα των γονιών. Να δοθούν νέα σχολικά βιβλία για το οικολογικό πρόβλημα και εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ώστε να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές τις ευθύνες τους απέναντι στη φύση. Να υπάρξει προβολή πνευματικών ανθρώπων, που θα ευαισθητοποιήσουν το κοινό σχετικά με τα οικολογικά ζητήματα. Ακόμα το κράτος οφείλει να αναδιαρθρώσει την οικολογική πολιτική, με τη δημιουργία ενός αυστηρού νομοθετικού πλαισίου και την παραδειγματική τιμωρία των καταχραστών του φυσικού πλούτου. Τέλος και το πιο σημαντικό να προωθηθεί ακόμα περισσότερο ανακύκλωση υλικών, ώστε να αποφεύγεται η απομύζηση πρώτων υλών και να προωθηθεί η αειφορική ανάπτυξη.

Με τον όρο ανακύκλωση αποκαλούμε τη διαδικασία με την οποία επαναχρησιμοποιείται εν μέρει ή ολικά οτιδήποτε αποτελεί έμμεσα ή άμεσα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και το οποίο στην μορφή που είναι δεν αποτελεί πλέον αγαθό για τον άνθρωπο. Στην διαδικασία αυτή συνήθως τα απορρίμματα μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα αγαθά. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ομαλότερα η επανένταξή τους στο φυσικό περιβάλλον το οποίο ουσιαστικά ολοκληρώνει την διαδικασία την ανακύκλωσης με φυσικό τρόπο.

Από την άλλη πλευρά αειφορική ανάπτυξη σημαίνει εξασφάλιση παραγωγής τροφής, άρα προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Επίσης σημαίνει ελαχιστοποίηση έως κατάργηση χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων καθώς επίσης και αποτελεσματική χρήση γεωργικής γης και αποθεμάτων νερού και αύξηση των αποδόσεων με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Επιπροσθέτως, δηλώνει τη μείωση της ρύπανσης του αέρα και του νερού και εν τέλει την προστασία όλων των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητάς τους. Τέλος, θεωρείται αναγκαία η προστασία του περιβάλλοντος από μεγάλες αλλαγές στη σύσταση της ατμόσφαιρας με ανάλογες συνεπαγόμενες αλλαγές του παγκοσμίου κλίματος, οι οποίες θα χειροτέρευαν το κληροδότημα «Γη» για τις επόμενες γενεές.

Σύμφωνα με την παρούσα εργασία η διαδικασία της ανακύκλωσης καθώς και ο ρόλος της σε υλικά σε σχέση με τη ίδια την οικολογία έχει ιδιαίτερη βαρύτητα. Συγκεκριμένα μιλώντας για απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΚΚ) αναφερόμαστε σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα υλικών. Σε ότι έχει να κάνει με την προέλευση τους αυτά χωρίζονται επιγραμματικά σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια της μελέτης:

- Υλικά εκσκαφών και κτιριακών κατασκευών, δηλαδή όλα τα άχρηστα υλικά που προκύπτουν από εκσκαφές και κτιριακές κατασκευές και εμφανίζονται σε κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα.
- Υλικά οδοποιίας, δηλαδή τα άχρηστα υλικά που μπορεί να προκύψουν από εργασίες ανακαίνισης, συντήρησης δρόμων ή επιδιόρθωσης εγκαταστάσεων σε κατοικημένες περιοχές (χαλίκι, άμμος, σκύρα).
- Υλικά κατεδαφίσεων (μπάζα), δηλαδή τα υλικά που προκύπτουν από την εξ ολοκλήρου ή επιμέρους κατεδάφιση κτιριακών κατασκευών. Ταξινομούνται δε ως εξής:
 - α) αδρανή κοκκώδη υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα, άσφαλτος, γυαλί, κ.λπ.)
 - β) απορρίμματα ξυλείας,
 - γ) χάλυβας, σίδηρος και μη σιδηρούχα μέταλλα,
 - δ) λοιπά υλικά όπως χαρτί, αλουμίνια, πλαστικά, κ.α.
- Απόβλητα από εργοτάξια, δηλαδή οτιδήποτε προκύπτει από τη λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης κτιριακών κατασκευών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή θα παρουσιαστεί η διαδικασία ανακύκλωσης των δομικών υλικών. Συγκεκριμένα θα μελετηθούν υλικά όπως:

- Αλουμίνιο (π.χ. κουφώματα)
- Ξύλο(π.χ. καλούπια)
- Πλαστικό (π.χ. σωλήνες)
- Άσφαλτος
- Χάλυβας
- Σκυρόδεμα
- Κεραμικά δομικά υλικά

Τα συνηθέστερα στάδια επεξεργασίας ΑΚΚ(απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων) περιλαμβάνουν κοσκίνιση, μαγνητικό διαχωρισμό, θραύση, αεροδιαχωρισμό, εσχарισμό κ.α. Αυτό σημαίνει ότι το εύρος των πιθανών τεχνολογικών λύσεων που μπορούν να εφαρμοσθούν στην ανακύκλωση των ΑΚΚ είναι πολύ μεγάλο και περιλαμβάνει από ένα απλό κινητό θραυστήρα για το ανόργανο κλάσμα των ΑΚΚ μέχρι κεντρικές μονάδες ανακύκλωσης. Σε κάθε περίπτωση, ο πυρήνας όλων των τεχνολογιών ανακύκλωσης των αδρανών αποβλήτων βασίζεται στις διεργασίες θραύσης-κοσκίνισης.

Εν τέλει οδηγούμαστε σε μία επαναχρησιμοποίηση των ίδιων υλικών και αναμφίβολά μέσω των εφαρμογών της ανακύκλωσης υπάρχει όλο και περισσότερος σεβασμός στο περιβάλλον το οποίο ευνοεί τον ίδιο τον άνθρωπο. Τα υλικά με αυτόν τον τρόπο παύουν να έχουν έναν πεπερασμένο χρόνο ύπαρξης, δεν επιβαρύνεται η φύση ενώ ταυτόχρονα εξοικονομείται ενέργεια και αποκαθίσταται η φυσική ισορροπία που είναι δεδομένο πως έχει πολλές φορές διαταραχθεί.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΑΕΙΦΟΡΙΑ – ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Το έδαφος, το νερό, ο αέρας και κάθε μορφή ζωής εμπεριεχόμενη σ' αυτά βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση μεταξύ τους, συνθέτοντας το σύστημα «φυσικό περιβάλλον». Ο άνθρωπος, ως «έλλογος» περιβαλλόμενος, διαμορφώνει, αναπτύσσει και εξελίσσει το ανθρωπογενές περιβάλλον (κοινωνικό, τεχνητό, ιστορικό), με διαρκή συρρίκνωση του αμιγώς φυσικού περιβάλλοντος.

Ειδικά τα τελευταία διακόσια χρόνια, η αλματώδης ανάπτυξη και εξέλιξη της βιομηχανίας και της οικονομίας, σχετίζεται με την εμφάνιση, ανάπτυξη και εξέλιξη μεγάλων Περιβαλλοντικών προβλημάτων από τις επιπτώσεις των οποίων διακυβεύεται η βιωσιμότητα του περιβάλλοντος στο σύνολό του. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι δεν υπήρξαν και στο μακρινό παρελθόν περιστατικά περιβαλλοντικής υποβάθμισης συγκρίσιμης σε μέγεθος με αυτήν του 20ου αιώνα όπως π.χ. η ερημοποίηση στην ευρύτερη περιοχή της Βαβυλώνας, η οποία προέκυψε από την έντονη γεωργική εκμετάλλευση της Μεσοποταμίας κατά την πρώιμη αρχαιότητα. Επίσης, στην αρχαία Ελλάδα είχαμε την αποψίλωση των δασών της Αττικοβοιωτίας προς χάρη της δημιουργίας του περίφημου Αθηναϊκού στόλου και το «φάγωμα» των βουνών για την εξόρυξη των περίφημων μαρμάρων.

Τα σπουδαιότερα περιβαλλοντικά προβλήματα προκύπτουν από την υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων και την περιβαλλοντική ρύπανση. Οι δύο αυτοί κίνδυνοι για το Περιβάλλον συνδέονται με τις καθημερινές ανθρωπογενείς δραστηριότητες, (όπως τις μεταφορές, τη θέρμανση και τον κλιματισμό, τη βιομηχανία, την αστική κατανάλωση, τη γεωργική δραστηριότητα, τον τουρισμό), οι οποίες προκαλούν διάφορα είδη αποβλήτων (στερεά, υγρά, αέρια). Φυσικοί αποδέκτες τους είναι η ατμόσφαιρα, τα επιφανειακά και υπόγεια νερά και το έδαφος.

Ως εκ τούτου, τα σπουδαιότερα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι:

- Το ενεργειακό πρόβλημα, που επήλθε κυρίως από την αλόγιστη ενεργειακή κατανάλωση. Συνιστώσες του είναι η εξάντληση των μη ανανεώσιμων

ενεργειακών πόρων (κυρίως πετρελαίου και λιθανθράκων), η αβεβαιότητα ενεργειακής τροφοδοσίας, η άνοδος των τιμών ενέργειας.

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση με συνεπακόλουθες επιπτώσεις την όξινη βροχή, την τρύπα του όζοντος, την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και εν τέλει, την κλιματική αλλαγή και τα ακραία καιρικά φαινόμενα.
- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του νερού.
- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του εδάφους (κυρίως από την εντατικοποίηση αλλά και επέκταση των καλλιεργειών σε βάρος πεδινών και τροπικών δασών).
- Τα απορρίμματα και απόβλητα (αστικά και βιομηχανικά).
- Ο θόρυβος. Διακρίνεται σε οδικό/κυκλοφοριακό, βιομηχανικό, θόρυβο εγκαταστάσεων, σιδηροδρομικό και αεροπορικό.
- Η οπτική/αισθητική ρύπανση. Τα ανθρώπινα έργα, πολλές φορές, χαρακτηρίζονται από τη διάχυση στο περιβάλλον αντιαισθητικών εικόνων εγκατάλειψης «άχρηστων» πραγμάτων. Οι επιπτώσεις αφορούν κυρίως τον ψυχισμό των κατοίκων.

Η εμφάνιση των παραπάνω περιβαλλοντικών προβλημάτων και των επιπτώσεών τους, που θέτουν σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη, επιβάλλει εδώ και πολύ καιρό την υιοθέτηση ενός άλλου τρόπου ζωής και ανάπτυξης, με βασικό δομικό στοιχείο την «αιφορεία».

Σύμφωνα με τον Σακιώτη, 2003: «Ο όρος “αιφόρος” αναφέρεται για πρώτη φορά στο Σοφοκλή και έχει υιοθετηθεί από τη δασοπονία, όπου σημαίνει μια συγκεκριμένη μέθοδο διαχείρισης του δάσους, κατά την οποία “όταν αφαιρείται από το δάσος ... όγκος ξύλου ίσος ή και λιγότερος με αυτόν που έχει παραχθεί κατά το θεωρούμενο διάστημα, λέγεται ότι το δάσος αιφορεί”» .

Η WCED (World Commission for the Environment and Development - Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη), με την έκθεση Brundtland, όρισε ως Αειφόρο ανάπτυξη «[...] αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους» .

Συμπληρωματικός του παραπάνω ορισμού είναι αυτός των IUCN (International Union for Conservation of Nature - Διεθνής Ένωση για την

Προστασία της Φύσης), UNEP (United Nations Environmental Programme - Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών), WWF (World Wildlife Fund - Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση): «Η ανάπτυξη είναι αειφόρος όταν βελτιώνει την ποιότητα ζωής στο πλαίσιο των ορίων που θέτει η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή» .

Από καθαρά περιβαλλοντική άποψη, αειφορική ανάπτυξη σημαίνει εξασφάλιση παραγωγής τροφής, άρα προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, ελαχιστοποίηση έως κατάργηση χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, αποτελεσματική χρήση γεωργικής γης και αποθεμάτων νερού και αύξηση των αποδόσεων με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Επίσης, μείωση της ρύπανσης του αέρα και του νερού και προστασία όλων των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητάς τους. Τέλος, θεωρείται αναγκαία η προστασία του περιβάλλοντος από μεγάλες αλλαγές στη σύσταση της ατμόσφαιρας με ανάλογες συνεπαγόμενες αλλαγές του παγκοσμίου κλίματος, οι οποίες θα χειροτέρευαν το κληροδότημα «Γη» για τις επόμενες γενεές .

Εξ' ορισμού λοιπόν, η αειφορική ανάπτυξη απαιτεί τη στήριξή της στη γνώση της πολυπλοκότητας που διασύνδεει τα οικοσυστήματα του πλανήτη και στην αντίληψη των ορίων αντοχής τους. Επίσης, στην απόκτηση κοινωνικών δεξιοτήτων και στη διαμόρφωση οικουμενικών αξιών, που μάλλον εξασφαλίζουν το «ανεξίτηλο» των ανθρώπινων δικαιωμάτων «παντού» και «πάντα». Οι κοινωνικές δεξιότητες είναι αυτές που χαρακτηρίζουν τον ενεργό πολίτη και οι οικουμενικές αξίες αναφέρονται κυρίως στην κοινωνική δικαιοσύνη, την αλληλεγγύη, το σεβασμό και αποδοχή του άλλου.

Η **αειφόρος ανάπτυξη** ή **βιώσιμη ανάπτυξη** αναφέρεται λοιπόν στην οικονομική ανάπτυξη που σχεδιάζεται και υλοποιείται λαμβάνοντας υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιωσιμότητα. Γνώμονας της αειφορίας είναι η μέγιστη δυνατή απολαβή αγαθών από το περιβάλλον, χωρίς όμως να διακόπτεται η φυσική παραγωγή αυτών των προϊόντων σε ικανοποιητική ποσότητα και στο μέλλον. Η βιώσιμη ανάπτυξη προϋποθέτει ανάπτυξη των παραγωγικών δομών της οικονομίας παράλληλα με τη δημιουργία υποδομών για μία ευαίσθητη στάση απέναντι στο φυσικό περιβάλλον και στα οικολογικά προβλήματα (όπως ορίζουν παραδοσιακές επιστήμες σαν τη γεωγραφία). Η βιωσιμότητα υπονοεί ότι οι φυσικοί πόροι υφίστανται εκμετάλλευση με ρυθμό μικρότερο από αυτόν με τον οποίο ανανεώνονται, διαφορετικά λαμβάνει χώρα περιβαλλοντική υποβάθμιση.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Η ανακύκλωση είναι μια διαδικασία όπου τα απορριπτόμενα υλικά συλλέγονται, ταξινομούνται και μετατρέπονται σε πηγές ενέργειας ή πρώτες ύλες και στην συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Μέρος της διαδικασίας της ανακύκλωσης είναι και η μετατροπή βλαβερών για το περιβάλλον υλικών σε λιγότερο ή και καθόλου βλαβερά. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ομαλότερα η επανένταξή τους στο φυσικό περιβάλλον το οποίο ουσιαστικά ολοκληρώνει την διαδικασία την ανακύκλωσης με φυσικό τρόπο.

Το βασικό όφελος που προκύπτει από την ανακύκλωση είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Σε μερικές περιπτώσεις η ανακύκλωση απαιτεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας και είναι μια ρυπογόνος διαδικασία. Ωστόσο θεωρείται ως μία πολύ σημαντική πρακτική αν την συγκρίνουμε με την ενέργεια που απαιτείται και την μόλυνση που παράγεται κατά την παραγωγή των πρωτογενών υλικών.

ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Η ανακύκλωση είναι μία απόπειρα να μιμηθεί ο άνθρωπος τους κύκλους της φύσης, οι οποίοι γενικά αποτελούν θετικά παραδείγματα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας. Πραγματικά οι φυσικοί κύκλοι δε χρειάζονται τροφοδότηση με πρώτες ύλες και δεν δημιουργούν απόβλητα.

Η φύση δεν παράγει απορρίμματα και απόβλητα. Έχει από μόνη της φροντίσει να διαθέτει ένα μηχανισμό, την σαπροβιοτική αλυσίδα, η οποία μεριμνά για την φυσική ανακύκλωση της απορριφθείσας ύλης των διαφόρων οργανισμών. Στα φυσικά οικοσυστήματα αυτό που θεωρείται απόβλητο από έναν οργανισμό, αποτελεί χρήσιμη ύλη για κάποιον άλλον κι έτσι και συνεχίζεται αρμονικά ο κύκλος της ζωής και τίποτα δε χάνεται.

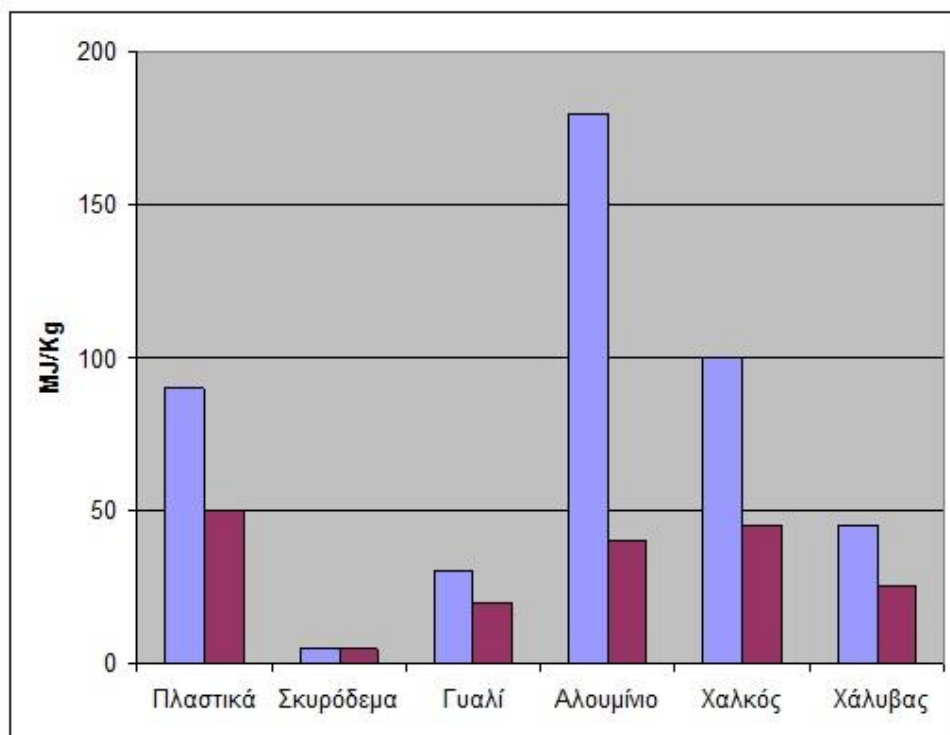
Η συνεχής δημογραφική αύξηση όμως, σε συνδυασμό με την τεχνολογική εξέλιξη και την κατασπατάληση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο, έχει απορυθμίσει το μηχανισμό αυτό, σε βαθμό που αυτή η φυσική διεργασία, από μόνη της, δεν μπορεί πλέον να αποκαταστήσει την φυσική ισορροπία. Τεχνητά έργα και ανθρωπογενείς κατασκευές επιβαρύνουν κατά πολύ το περιβάλλον. Η ενεργειακή και περιβαλλοντική κρίση είναι τα σημαντικότερα προβλήματα στη σύγχρονη εποχή. Είναι λοιπόν αναγκαία η παρέμβαση της οργανωμένης και θεσμοθετημένης ανακύκλωσης για να επανέλθει η ισορροπία στο οικοσύστημα. Οι προσπάθειες που άρχισαν πριν από πολλά χρόνια για την παραγωγή ενέργειας, οικονομικής και παράλληλα μη επιβαρυντικής για το περιβάλλον, συνεχίζονται μέχρι και σήμερα. Οι προσπάθειες αυτές οδήγησαν σε δύο βασικές κατευθύνσεις: την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, το νερό κι η βιομάζα, καθώς και την εξοικονόμηση

ενέργειας, που επιτυγχάνεται κυρίως με την επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωση υλικών, όπως χαρτί, γυαλί, πλαστικό, κλπ.

Ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία, τη μεταφορά του προϊόντος που παρασκευάζεται αφορούν στην ενσωματωμένη ενέργειά του.

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας καθότι υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν γενικά κατά διαδικασία παραγωγής μεγάλες εκπομπές CO₂ και θερμική ρύπανση.

Το διάγραμμα που ακολουθεί και αναφέρεται στην ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών είναι ποιοτικού χαρακτήρα μιας και η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει πολλές μεταβλητές παραμέτρους για κάθε διαφορετική περίπτωση αλυσίδας παραγωγής ενός υλικού.



Ενσωματωμένη ενέργεια πρωτογενούς παραγωγής

Ενσωματωμένη ενέργεια λόγω ανακύκλωσης

Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης

- Εξοικονόμηση των φυσικών πόρων . Η τεχνολογική εξέλιξη στις διαδικασίες ανακύκλωσης έχει βελτίωση πολύ την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών . Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι έχει επεκταθεί η ποικιλία των δευτερογενών αντικειμένων που μπορούν να παραχθούν από ανακυκλώσιμα υλικά . Αντί λοιπόν να υποβαθμίζουμε το φυσικό περιβάλλον με την συνεχή εξαγωγή των πρώτων υλών , μπορούμε να μειώσουμε την συγκεκριμένη επίδραση μετατρέποντας μερικά από τα απόβλητα σε πρώτη ύλη .

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

	Μείωση ρύπανσης αέρα	Μείωση ρύπανσης νερού
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	95%	97%
ΧΑΛΥΒΑ	85%	76%
ΧΑΡΤΙΟΥ	75%	35%
ΓΥΑΛΙΟΥ	20%	-

- Εξοικονόμηση πρώτων υλών . Με την εξαγωγή μέσω της ανακύκλωσης καθαρής πρώτης ύλης , έτοιμης προς χρήση. Ενδεικτικά, σε επίπεδο παραγωγής προϊόντων το ενεργειακό όφελος είναι 23-77% για το χαρτί , 31% για το γυαλί , 95% για το αλουμίνιο και 85-90% για τα πλαστικά .
- Εξοικονόμηση ενέργειας , να μειώσουμε τη ρύπανση και τις ανάγκες μεταφοράς σε σύγκριση φυσικά με την παραγωγή που προκύπτει από τις πρώτες ύλες . Το ανακυκλωμένο αλουμίνιο παραδείγματος χάριν απαιτεί μόνο το 5% της ενέργειας που χρειάζεται από την αρχική παραγωγή του.
- Μείωση της ποσότητας των αποβλήτων και του κόστους διάθεσης . Με την ανακύκλωση των ογκωδών υλικών όπως το γυαλί , την συσκευασία και την κομποστοποίηση.

Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗ ΕΥΡΩΠΗ

Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΜΠΑΖΩΝ

Η TVG ιδρύθηκε το φθινόπωρο του 1945 από τον δήμο της Φρανκφούρτης, τις οικοδομικές εταιρείες Philipp Holzmann, Wayss & Freytag, Metallgesellschaft και την θυγατρική εταιρεία Lurgi. Ήταν εταιρεία κοινής ωφελείας με στόχο την ανακύκλωση των κατεστραμμένων οικοδομικών υλικών. Νομικό πλαίσιο των εργασιών της TVG ήταν η απόφαση „Trümmerbeschlagnahme-Anordnung“ της 20ης Δεκεμβρίου 1945, η οποία προέβλεπε την κατάσχεση όλων των μπαζών από τα βομβαρδισμένα κτίρια στην περιοχή της Φρανκφούρτης, συμπεριλαμβανομένων και των κτιρίων εκείνων που είχαν υποστεί ζημιές περισσότερο των 70%. Η απόφαση αυτή ήταν νομικά αμφισβητήσιμη και πολλοί κάτοχοι κατεστραμμένων κτηρίων αντέδρασαν. Τέσσερα χρόνια αργότερα, στις 4 Οκτωβρίου 1949 και κατόπιν ιδρύσεως της Ομοσπονδιακής Γερμανίας ακολούθησε ο νόμος του κρατιδίου της Έσσης που βασικά επιβεβαίωσε την αρχική απόφαση.

Οι εργασίες καθαρισμού ξεκίνησαν το 1946 στο σχεδόν ολοκληρωτικά κατεστραμμένο κέντρο της πόλης. Ο νεοεκλεγμένος δήμαρχος Dr. Walter Kolb (1902–1956) και οι υπόλοιποι δημόσιοι υπάλληλοι της πόλης πήραν στα χέρια τους κομπρεσέρ, αξίνες και φτυάρια και άρχισαν να δουλεύουν χειρωνακτικά, ως δείγμα ενός καινούργιου ξεκινήματος και αναδόμησης. Άλλα εργαλεία δεν υπήρχαν. Τα μπάζα τα έσπαζαν με την αξίνα και το σφυρί, για να μπορέσουν να τα φτυαρίσουν. Οι δρόμοι ήταν αρχικά αδιάβατοι και φορτηγά ήταν αδύνατο να περάσουν. Μέχρι το τέλος του 1947 είχαν απελευθερωθεί 26 χιλιόμετρα δρόμοι στο κέντρο της πόλης, ενώ τα μπάζα συσσωρεύονταν προσωρινά σε διάφορες περιοχές. Ένα τεράστιο βουνό από μπάζα βρισκόνταν στο πρώην γήπεδο της Άιντραχτ Φρανκφούρτης, το οποίο είχε γίνει χώρος για μπάζα από τον Νοέμβριο του 1943 και ονομάστηκε





«Μόντε Σερμπελίνο» (Όρος Μπάζα). Όπως και σε άλλες περιοχές, συσσωρεύονταν εκεί τα μπάζα και χρησίμευαν έτσι για χρόνια ως οικοδομική ύλη ή για την κατασκευή μπετόν. Στο σημείο αυτό κτίστηκε ένα μεγάλο εργοστάσιο

οικοδομικών υλικών, που λειτουργούσε μέχρι το 1964 και κατεδαφίστηκε το 1965.

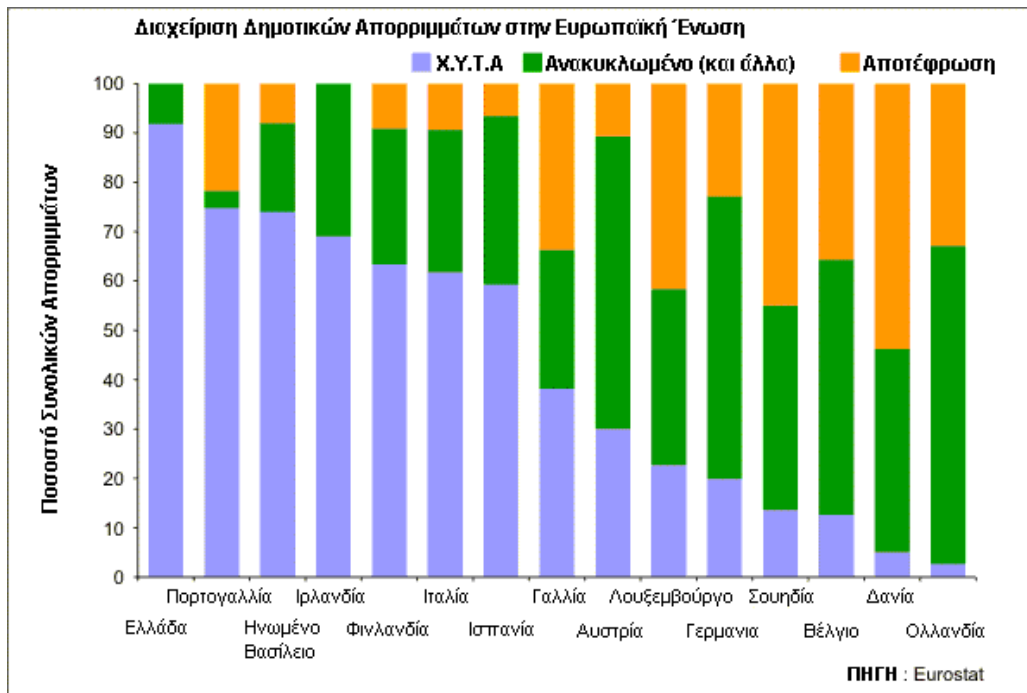
Για την μεταφορά των μπάζων είχε γίνει και ειδική σιδηροδρομική γραμμή, το «Trümmerexpress» (το εξπρές των μπάζων). Η κατασκευή έγινε το 1946 και η σιδηροδρομική γραμμή άρχισε να λειτουργήσει τον ίδιο χρόνο κιόλας, μεταφέροντας τόνους μπάζων μέχρι το 1948, ενώ μετά ανέλαβαν φορτηγά, αφού οι δρόμοι έγιναν και πάλι βατοί. Για φορτηγά χρησίμευαν παλιά αμερικάνικα στρατιωτικά οχήματα που είχαν μετατραπεί για τον λόγο αυτό και παρέμειναν σε χρήση μέχρι το 1954.

Στην πάροδο μιας δεκαετίας, η εταιρεία TVG μετακίνησε 19.000 τόνους μπάζα, 120 εκατομμύρια τούβλα και 8.500 τόνους ατσάλι από τα ερείπια της κατεστραμμένης πόλης, συνολικού όγκου 10 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων.

Η TVG τερμάτισε την λειτουργία της το έτος 194 κατόπιν απόφασης της 29ης Απριλίου 1963.

Η ανακύκλωση των μπαζών γινόταν αρχικά σε προσωρινά γιαπιά. Μέχρι το φθινόπωρο του 1947 είχαν κατασκευαστεί 300.000 τούβλα και 400.000 κεραμίδια. Το 1949 κτίστηκε στην περιοχή «Μόντε Σερμπελίνο» το μεγαλύτερο εργοστάσιο ανακύκλωσης οικοδομικών υλικών της μεταπολεμικής Γερμανίας. Τα μπάζα ανακυκλώνονταν και γίνονταν καινούργια τούβλα, κεραμίδια και μπετόν. Ο ποιοτικός έλεγχος της παραγωγής ήταν στα χέρια της δημόσιας υπηρεσίας εποπτείας οικοδομών ης Φρανκφούρτης σε συνεργασία με το υπουργείο εσωτερικών της Έσσης .

Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ



Σε πολλές χώρες της Ευρώπης και Αμερικής η ανακύκλωση εφαρμόζεται με νόμο. Αν το ποσοστό των χρησιμοποιούμενων αδρανών υλικών από ανακύκλωση είναι μικρότερο από το νομοθετημένο ποσοστό σε σχέση με το συνολικό όγκο σκυροδέματος, η άδεια οικοδομήσεως αφαιρείται. Το ποσοστό αυτό κυμαίνεται σήμερα μεταξύ 20 και 30%, θα αυξηθεί όμως σύντομα.

Η ανακύκλωση έχει πολλά πλεονεκτήματα, έτσι ώστε με την αυξημένη ευαισθησία για την προστασία του περιβάλλοντος, τους αυστηρότερους περιβαλλοντολογικούς νόμους και την προσπάθεια να ελαχιστοποιηθεί το κόστος των κατασκευών, να αποτελεί αναγκαιότητα και καθήκον. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της ανακύκλωσης είναι η παραγωγή άμμου ελεγχόμενης κοκκομετρικής διαβάθμισης και ποσοστού παιπάλης, το οποίο οφείλεται στις σύγχρονες μεθόδους πλύσεως του λεπτόκοκκου υλικού.

Τελευταία οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προδιαγράφει ποσοστό ανακύκλωσης από διάφορες κατασκευές και κατεδαφίσεις μέχρι το 2020 της τάξεως του 70% (Αναφορά: “Building the future with CDE”).

Οι περιοριστικές διατάξεις προστασίας του περιβάλλοντος για την εγκατάσταση νέων λατομείων δυσχεραίνουν το πρόβλημα της παραγωγής αδρανών υλικών για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών. Το αποτέλεσμα είναι η παραβίαση των νομοθετημένων διατάξεων και η ανεπανόρθωτη καταστροφή του περιβάλλοντος ακόμη και σε

«προστατευόμενες» περιοχές. Είναι ανεπανάληπτες οι πληγές που δημιουργούν τα υπαίθρια λατομεία σε όλα τα βουνά της χώρας, ακόμη και κοντά σε πόλεις, τουριστικά θέρετρα και αρχαιολογικά κέντρα. Είναι γνωστό ότι τα λατομεία αυτά δημιουργούν τεράστια προβλήματα, τα οποία δεν αντιμετωπίζονται με νομοθετικά διατάγματα ή ευχολόγια από οργανώσεις περιβαλλοντολογικής προστασίας. Ιδιαίτερα για το Ελληνικό περιβάλλον οι καταστροφές που γίνονται είναι πέραν πάσης λογικής.

Η σύγχρονη τεχνολογία προσφέρει αξιόλογες λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Μία από αυτές είναι η παραγωγή εμπορεύσιμων αδρανών υλικών από παλαιά σκυροδέματα, που προέρχονται από κατασκευές και κατεδαφίσεις, και από την απόπλυση υπολειμμάτων σκυροδέματος των εγκαταστάσεων παραγωγής. Τα υλικά από την ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων, μπορούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά, εφάμιλλα προς τα πρωτογενή παραγόμενα υλικά και σε πολλές περιπτώσεις ακόμη καλύτερα.

Το Ηνωμένο Βασίλειο, το οποίο θεωρείται πρωτοπόρο στην Ευρώπη στον τομέα της ανακύκλωσης, από αρκετά χρόνια εφαρμόζει με νόμο την ανακύκλωση αδρανών υλικών από πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 2005, περίπου 275 εκατομμύρια τόνοι αδρανών υλικών χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο ως πρώτη ύλη στις δομικές κατασκευές. Από αυτά μόνο 75 εκατομμύρια τόνοι (περίπου 23 %) προς το παρόν προέρχονται από ανακύκλωση ή δευτερεύουσες πηγές. Η Αγγλική κυβέρνηση μελετά προγράμματα αυξήσεως της παραγωγής ανακυκλωμένων υλικών από παλαιά σκυροδέματα κατά 20 εκατομμύρια τόνους ετησίως μέχρι το 2013.

Σύμφωνα με στατιστική της Ευρωπαϊκής Ένωσης το έτος 2000 πετάχτηκαν 60 εκατομμύρια τόνοι αδρανών υλικών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στις κατασκευές. Τέτοια υλικά είναι δευτερογενή προϊόντα από λατομεία, υψικάμινες ή τέφρα εργοστασίων επεξεργασίας λιγνίτη, σκυροδέματα από κατεδαφίσεις και άλλα. Με βάση εργαστηριακές μετρήσεις η αντοχή του ανακυκλωμένου σκυροδέματος είναι περίπου 10% κατώτερη της αντίστοιχης του κανονικού. Το ποσοστό 10% μπορεί να ελαττωθεί με την εφαρμογή των συγχρόνων βελτιωμένων μεθόδων παραγωγής των αδρανών υλικών από ανακύκλωση σε οργανωμένα κέντρα παραγωγής. Η έρευνα για την εκπόνηση σοβαρού σχεδιασμού πρέπει να αναφέρεται στην προσπάθεια ελαχιστοποίησης των υλικών που απορρίπτονται ως ακατάλληλα.

Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αριθμ. 36259/1757/Ε103 (2)

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄

ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Άρθρο 1

Με τη παρούσα απόφαση αποσκοπείτε η εφαρμογή της παραγράφου 4 του άρθρου 17 του ν. 2939/2001, όπως τροποποιήθηκε με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του ν.3854/2010, καθώς των άρθρων 16, 17, 18,19,20,21 και 24 του ν. 2939/2001, όπως ισχύουν, ώστε με την κατά προτεραιότητα πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων από οικοδομικές εργασίες, έργα τεχνικών υποδομών, εκσκαφές, φυσικές και πάσης φύσεως καταστροφές και επιπροσθέτως την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και τις άλλες μορφές αξιοποίησης, να μειώνεται η ποσότητα και η επικινδυνότητα των προς διάθεση αποβλήτων σύμφωνα με τους στόχους και τις γενικές αρχές του Ν. 2939/2001 (άρθρα 1 και 4), καθώς και να βελτιώνεται η περιβαλλοντική επίδοση όλων των οικονομικών παραγόντων που συμμετέχουν σε οικοδομικές εργασίες και τεχνικά έργα και κυρίως των φορέων που συμμετέχουν άμεσα στη διαχείριση των υλικών αυτών.

Άρθρο 2

Πεδίο εφαρμογής- Εξαιρέσεις

1. Η παρούσα απόφαση εφαρμόζεται στα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ), ανεξάρτητα από τη μορφή τους, τον όγκο, το βάρος ή τα επιμέρους υλικά από τα οποία συντίθενται, καθώς και σε στερεά απόβλητα που προκύπτουν από την κοπή μαρμάρων που προορίζονται για οικοδομικές εργασίες και περίσσεια σκυροδέματος, εφόσον δεν καλύπτονται από άλλες νομοθετικές πράξεις.

2. Η παρούσα απόφαση εφαρμόζεται με την επιφύλαξη της ισχύουσας εθνικής και κοινοτικής νομοθεσίας σχετικά με τις απαιτήσεις ασφαλείας και υγείας, τις εκπομπές στον αέρα και τους ελέγχους θορύβου, καθώς και την προστασία του εδάφους και των νερών.

3. Εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής της παρούσας:

α) Τα ΑΕΚΚ τα οποία, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 2 της υπ' αριθ. 13588/725/2006 κοινή υπουργική απόφαση, χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα. Η διαχείριση των αποβλήτων αυτών πραγματοποιείται σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων.

β) Υλικά εκσκαφών και κατεδαφίσεων που προέρχονται από βιομηχανικές ή άλλες περιοχές και έχουν ρυπανθεί σε προηγούμενη χρήση από επικίνδυνες

ουσίες ή ύλες και χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα, σύμφωνα με τους όρους και τη διαδικασία του άρθρου 6 της κοινής υπουργικής απόφασης 13588/725/2006, η διαχείριση των οποίων καθορίζεται από τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για τα επικίνδυνα απόβλητα.

γ) Τα απόβλητα που προκύπτουν από εργασίες έρευνας, εξαγωγής, επεξεργασίας και εναποθήκευσης των μεταλλευτικών πόρων και των βιομηχανικών ορυκτών, καθώς και από την εκμετάλλευση των λατομείων.

δ) Χώμα και άλλα φυσικά υλικά που έχουν εκσκαφθεί κατά τη διάρκεια κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, εφόσον είναι βέβαιο ότι τα υλικά αυτά θα χρησιμοποιηθούν στη φυσική τους κατάσταση στο χώρο από τον οποίο έγινε η εκσκαφή.

Άρθρο 3

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης νοούνται ως:

1. «Απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)», κάθε υλικό ή αντικείμενο από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις που θεωρείται ως απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 2 (στοιχείο α) της υπ' αριθ.50910/2003 (ΦΕΚ Β' 1909) κοινής υπουργικής απόφασης σε συνδυασμό με την παρ. 4 του άρθρου 2 του Ν. 2939/2001 και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι του άρθρου 17 της παρούσας απόφασης.

2. «Αδρανή απόβλητα» τα μη επικίνδυνα απόβλητα που δεν υφίστανται καμία σημαντική φυσική, χημική ή βιολογική μετατροπή. Τα αδρανή απόβλητα δεν διαλύονται, δεν καίγονται ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις, δεν βιοδιασπώνται ούτε επιδρούν δυσμενώς σε άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή κατά τρόπο ικανό να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος ή να βλάψει την υγεία του ανθρώπου. Η συνολική αποπλυσιμότητα και περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων πρέπει να είναι σύμφωνη με την απόφαση 2003/33/ΕΚ του Συμβουλίου Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕΛ 11/27/2003) και την υπ' αριθ. 29407/3508/02 κοινή υπουργική απόφαση και να μη θέτει σε κίνδυνο την ποιότητα των επιφανειακών ή και υπογείων υδάτων.

3. «Οικοδομικές εργασίες» ανεγέρσεις, κατεδαφίσεις, ανακαινίσεις, επισκευές, περιφράξεις και περιστοιχίσεις ατομικών κατοικιών ή/και κτιριακών συγκροτημάτων.

4. «Έργα τεχνικών υποδομών» κατεδαφίσεις, κατασκευές ή και επιδιορθώσεις δρόμων, γεφυρών, σηράγγων, αποχετευτικών δικτύων, πεζοδρομίων και αναπλάσεις χώρων.

5. «Πρόληψη» τα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της παραγόμενης ποσότητας των αποβλήτων που προέρχονται από εκσκαφές, κατεδαφίσεις, οικοδομικές εργασίες και τεχνικά έργα, καθώς και των υλικών και των ουσιών που περιέχουν και στον περιορισμό των κινδύνων που συνεπάγονται για το περιβάλλον.

Η διαδικασία αυτή προβλέπει μαζί με τα υπόλοιπα δικαιολογητικά ότι θα πρέπει να κατατίθεται στις πολεοδομίες και σχετικό έγγραφο του σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων, από εγκεκριμένο για τη συγκεκριμένη εργασία φορέα. Μετά το τέλος των εργασιών, και σε διάστημα 30 ημερών, ο διαχειριστής ή ιδιοκτήτης του έργου υποχρεούται να καταθέτει στην Πολεοδομία 'Βεβαίωση Εγκεκριμένου Συστήματος', που θα πιστοποιεί την εκπλήρωση των συμβατικών υποχρεώσεων ως προς την αποκομιδή, αξιοποίηση και ανακύκλωση των αποβλήτων.

Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» συνιστά κατευθυντήρια αρχή σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Πάρα ταύτα στην Ελλάδα η νομοθεσία αυτή δεν έχει βρει ακόμα την εφαρμογή της λόγω κολλήματος στα «γρανάζια» της γραφειοκρατίας.





ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Ιστορία του σκυροδέματος



ασβέστη και πέτρες και χρονολογείται το 7000 π.Χ. Μια πιο εξελιγμένη μορφή του σκυροδέματος επινόησαν οι Ρωμαίοι την περίοδο 300 π.Χ-476 μ.Χ..



Το σκυρόδεμα είναι ένα μείγμα αδρανών υλικών και μίας κατάλληλης συνδετικής “πάστας”. Η πιο αρχαία μορφή του συναντάται στην νότια Γαλιλαία, ως συνδετικό υλικό, αποτελείτο από



Οι οποίοι χρησιμοποίησαν ποζολάνες από την πόλη Pozzuoli η οποία βρισκόταν κοντά στο ηφαίστειο Βεζούβιος για να χτίσουν την Απία Οδό, τα ρωμαϊκά λουτρά, το Κολοσσαίο, το Πάνθεον της Ρώμης και τον αγωγό νερού στο Pont du Gard στην νότια Γαλλία.

Ο επόμενος αξιοσημείωτος σταθμός στην εξέλιξη του σκυροδέματος είναι το 1793. Ο John Smeaton ανακαλύπτει ότι η ασβεστοποίηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων που περιέχουν άργιλο παράγει ασβέστη που σκληραίνει κάτω από την επιφάνεια του νερού. Χρησιμοποιεί το υλικό αυτό για να ξαναχτίσει τον **φάρο στο Eddystone της Κορνουάλλης.**



Την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης ο Άγγλος **Joseph Aspdin** ανακαλύπτει το τσιμέντο τύπου Portland. Θερμαίνει λεπτά τριμμένη κιμωλία και άργιλο σε κλίβανο ασβεστοποιίας ώσπου να φύγει το διοξείδιο του άνθρακα από το μείγμα. Το κρυσταλλωμένο παράγωγο της διαδικασίας αλέθεται στην συνέχεια και λαμβάνει την ονομασία τσιμέντο Portland. Η ανακάλυψη αυτή επέφερε ριζική αλλαγή στον τρόπο δόμησης των οικοδομικών και τεχνικών έργων. Το σκυρόδεμα παύει να έχει απλά τον ρόλο του συνδετικού υλικού και ανάγεται στο κύριο υλικό δόμησης.

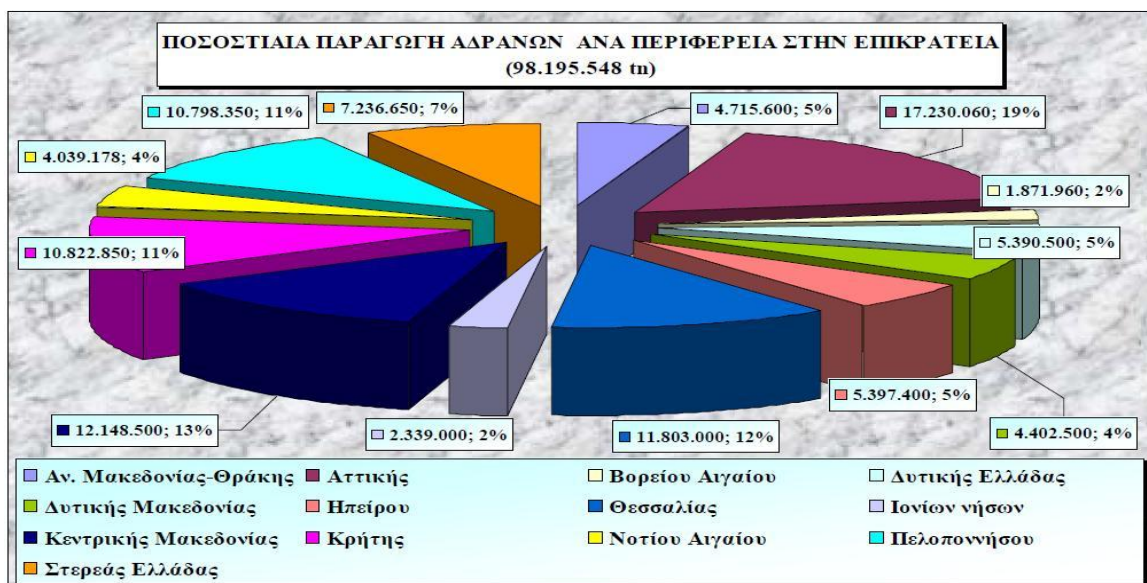


Το έτος 1849 γέμισε ο Γάλλος κηπουρός **Joseph Monier** μεγάλες γλάστρες φυτών με μπετόν, στο οποίο τοποθέτησε μέσα ένα πλέγμα από βέργες σιδήρου. Στόχος του ήταν να σταθεροποιήσει τις γλάστρες που παρασύρονταν από τους δυνατούς ανέμους. Αυτός ο συνδυασμός, μπετόν με μεταλλικές βέργες, δημιούργησε ένα στέρεο σύνολο και ακριβώς αυτή η ιδέα αποτέλεσε το πρώτο βήμα για το λεγόμενο σήμερα «οπλισμένο σκυρόδεμα».



Με αυτό το οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά οι σκελετοί των σύγχρονων κτηρίων. Οι τοίχοι από τούβλα ή πέτρες έπαψαν να φέρουν πια το βάρος της οικοδομής, ενώ ο σκελετός από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει και την ελαστικότητα που απαιτείται ώστε να αντέξει ένα κτίριο στις καταπονήσεις από σεισμούς.

Η σημερινή του μορφή αποτελείται από την ανάμειξη αδρανών υλικών, τσιμέντου, νερού και πρόσθετων(για βελτίωση των ιδιοτήτων του κατά την παραγωγή και χύτευση αλλά και όταν σκληρυνθεί). Στην Ελλάδα είναι το κυρίαρχο υλικό στον τομέα των κατασκευών και απασχολεί την συντριπτική πλειοψηφία των μηχανικών, έχει δε το μεγάλο πλεονέκτημα σαν υλικό να χρησιμοποιεί εγχώριες πρώτες ύλες (τσιμέντο και αδρανή) με αποτέλεσμα να είναι οικονομικό ενώ παράλληλα είναι ανθεκτικό, αποτελεσματικό και αξιόπιστο.



Γράφημα με τη ποσοστιαία παραγωγή αδρανών υλικών ανά Περιφέρεια στην επικράτεια.

Ανάγκη για ανακύκλωση

Το σκυρόδεμα είναι το 2^ο πιο διαδεδομένο δομικό υλικό παγκοσμίως, με παραγωγή πάνω από 6.5 δις m³ ετησίως σε όλο τον κόσμο. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί περίπου σε 2.5 τόνους σκυρόδεμα ανά άτομο ανά έτος, με μόνο το νερό να χρησιμοποιείται περισσότερο και αυτό γιατί ξεπλένεται. Ενώ όμως είναι το σπουδαιότερο δομικό υλικό, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σαν φιλικό προς το περιβάλλον, αφού για την παρασκευή του καταναλώνονται μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι. Το 40% της παγκόσμιας κατανάλωσης σε ανόργανα υλικά (άμμος, χαλίκια, ασβέστης) διατίθενται στην κατασκευή κτιρίων. Επειδή δε τα αδρανή καταλαμβάνουν το 60 με 80% του όγκου του σκυροδέματος, η μεγάλη αυτή κατανάλωση θα προκαλέσει μεγάλες καταστροφές στο περιβάλλον.



Η τόσο εκτεταμένη χρήση του δεν είναι τυχαία! Θεωρείται το οικονομικότερο και ασφαλέστερο οικοδομικό υλικό, με εξαιρετική σχέση κόστους-παρεχόμενων ιδιοτήτων. Είναι εξαιρετικά εύπλαστο υλικό, αφού μπορεί, όταν είναι νωπό, να λάβει οποιαδήποτε μορφή, χαρακτηρίζεται δε από ιδιαίτερες ιδιότητες που προσφέρουν ανθεκτικότητα και προστασία από διάφορα επιθετικά περιβάλλοντα έκθεσης. Χάρη στην μεγάλη ευελιξία του είναι το πιο εύχρηστο δομικό υλικό. Για όλους τους παραπάνω λόγους είναι αναντικατάστατο.

Στην συνείδηση του απλού ανθρώπου το σκυρόδεμα ή μπετόν, όπως συνηθίζεται να αποκαλείται, έχει συνδεθεί με την έννοια της καταστροφής του



περιβάλλοντος, κάτι που δεν απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Η παραγωγή τσιμέντου από ασβέστη με προσθήκη άμμου και πηλού καταναλώνει πολλή ενέργεια αφού απαιτεί θερμοκρασίες ως και 2000°C, ενώ ταυτόχρονα απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης, η εξόρυξη του αμμοχάλικου οδηγεί στην όλο και μεγαλύτερη εξάπλωση των υπαίθριων

λατομείων με αποτέλεσμα την τεράστια καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος.

Οι περιοριστικές διατάξεις προστασίας του περιβάλλοντος για την εγκατάσταση νέων λατομείων δυσχεραίνουν το πρόβλημα της παραγωγής αδρανών υλικών για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών.

Το αποτέλεσμα είναι η παραβίαση των νομοθετημένων διατάξεων και η ανεπανόρθωτη καταστροφή του περιβάλλοντος ακόμη και σε

«προστατευόμενες» περιοχές. Είναι ανεπανάληπτες οι πληγές που δημιουργούν τα υπαίθρια λατομεία σε όλα τα βουνά της χώρας, ακόμη και κοντά σε πόλεις, τουριστικά θέρετρα και αρχαιολογικά κέντρα. Είναι γνωστό ότι τα λατομεία αυτά δημιουργούν τεράστια προβλήματα, τα οποία δεν αντιμετωπίζονται με νομοθετικά διατάγματα ή ευχολόγια από οργανώσεις περιβαλλοντολογικής προστασίας. Ιδιαίτερα για το Ελληνικό περιβάλλον οι καταστροφές που γίνονται είναι πέραν πάσης λογικής. Είναι λοιπόν φανερό πόσο σημαντική για το περιβάλλον είναι η μείωση της παραγωγής σκυροδέματος μέσω της ανακύκλωσης.

Η ανακύκλωση του σκυροδέματος είναι μία εξελισσόμενη μέθοδος, η οποία αξιοποιεί τα παλαιά σκυροδέματα, που προέρχονται από κατεδαφίσεις, σεισμούς ή άλλες καταστρεπτικές ενέργειες. Είναι απαραίτητη από οικονομική αλλά και περιβαντολογική άποψη. Συνήθως στο παρελθόν τα μπάζα των οικοδομών μεταφερόντουσαν σε χωματερές ως υλικό πληρώσεως, με τα γνωστά προβλήματα λόγω ελλείψεως χώρων αποθήσεως.

Σε πολλές χώρες της Ευρώπης και Αμερικής η ανακύκλωση εφαρμόζεται με νόμο, εδώ και χρόνια. Αν το ποσοστό των χρησιμοποιούμενων αδρανών υλικών από ανακύκλωση είναι μικρότερο από το νομοθετημένο ποσοστό σε σχέση με το συνολικό όγκο σκυροδέματος, η άδεια οικοδομήσεως αφαιρείται. Το ποσοστό αυτό κυμαίνεται σήμερα μεταξύ 20 και 30%, θα αυξηθεί όμως σύντομα.

Η σύγχρονη τεχνολογία προσφέρει αξιόλογες λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Μία από αυτές είναι η παραγωγή εμπορεύσιμων αδρανών υλικών από παλαιά σκυροδέματα, που προέρχονται από κατασκευές και κατεδαφίσεις, και από την απόπλυση υπολειμμάτων σκυροδέματος των εγκαταστάσεων παραγωγής. Τα υλικά από την ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων, μπορούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά, εφάμιλλα προς τα πρωτογενή παραγόμενα υλικά και σε πολλές περιπτώσεις ακόμη καλύτερα.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



Η διαδικασία της ανακύκλωσης του σκυροδέματος αποτελείται από δύο κύρια στάδια (διαλογής - θραύσης). Το παλιό μπετόν που παίρνουμε ύστερα από μία κατεδάφιση το οποίο πρόκειται να ανακυκλωθεί, βρίσκεται αναμειγμένο με δομικά υλικά και άλλα. Γι' αυτό τον λόγο τα μπάζα στέλνονται αρχικά σε μία

μονάδα ανακύκλωσης σκουπιδιών ,όπου εκεί με διάφορες μεθόδους γίνεται ο διαχωρισμός των υλικών ώστε να μείνουν μόνο τα στοιχεία από σκυρόδεμα χωρίς άλλες προσμίξεις. Έπειτα τα μάζα μεταφέρονται στην μονάδα ανακύκλωσης αδρανών υλικών και μέσα από μία σειρά επεξεργασιών παράγουμε αδρανή υλικά έτοιμα για επαναχρησιμοποίηση.

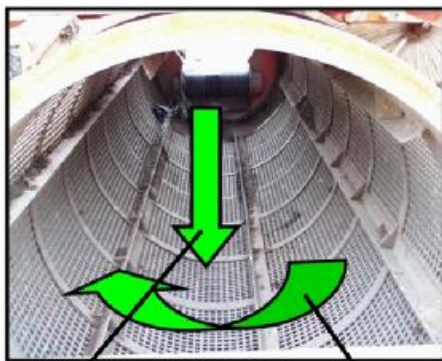
ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ



Τα μάζα που βρίσκονται στο εργοτάξιο συλλέγονται με την βοήθεια ενός εκσκαφέα και τοποθετούνται σε ένα φορηγό αυτοκίνητο όπου μεταφέρονται στην μονάδα ανακύκλωσης σκουπιδιών.

Το περιστροφικό κόσκινο (Trommel) είναι το πρώτο μηχάνημα που συναντάται στην μονάδα αυτή. Το Trommel είναι συνηθισμένη μορφή πρωτογενούς κοσκινίσματος. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι το τύμπανο (κύλινδρος). Οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού είναι η διάμετρος, η ταχύτητα περιστροφής, το μήκος της σχάρας, το μέγεθος και το σχήμα της οπής. Χρησιμοποιούν ένα περιστρεφόμενο κόσκινο για να διαχωρίσει τα λεπτά υλικά από ένα προϊόν και όπως φαίνεται παρακάτω μπορεί να είναι:

Τα Trommel έχουν κόσκινο από πλέγμα ή από διάτρητη πλάκα που συνδέεται με ένα κυλινδρικό σκελετό από χάλυβα. Το κόσκινο είναι είτε προσαρμοσμένο σε κεντρικό άξονα είτε σε ένα σύνολο κυλίνδρων.



Κατεύθυνση υλικού

Τροχιά περιστροφής
κόσκινου

Ένας φορτωτής μεταφέρει τα μάζα στο Trommel. Τα μάζα αφού πέσουν σε ένα σιλό προφόρτωσης τροφοδοτούνται με μια μεταφορική ταινία στο κυλινδρικό κόσκινο. Το υλικό μπαίνει στον περιστρεφόμενο κύλινδρο, ανυψώνεται και πέφτει από την περιστροφική κίνηση του κυλίνδρου. Τα λεπτά υλικά περνούν μέσα από το πλέγμα και τα υπερμεγέθη υλικά μεταφέρονται κατά μήκος του κυλίνδρου με τη βοήθεια της

βαρύτητας. ανάλογα με το μέγεθος των οπών απομακρύνονται διάφορα υλικά και σκουπίδια (π.χ. χώμα). Μετά το κοσκίνισμα μια μεταφορική ταινία προωθεί τα μάζα από το Trommel στον αεροδιαλογέα (wind shifter).

Ο αεροδιαλογέας είναι μια τουρμπίνα διαχωρισμού. Ενεργειακά αποδοτικές δονητικές δράσεις, υψηλές ταχύτητες και χαμηλή πίεση ρευμάτων αέρα λειτουργούν αλληλένδετα ώστε να "ρευστοποιήσουν" και να διαστρωματώσουν διαπλεγμένα υλικά ανάλογα με τις διαφορές στην ταχύτητα των σωματιδίων του τερματικού σταθμού. Το αποτέλεσμα: γρήγορη, αποτελεσματική απομάκρυνση των ελαφρών υλικών όπως αλουμίνιο, χαρτί, πλαστικό και ξύλο από τα βαρέα υλικά. Μια μεταφορική ταινία απομακρύνει τα ελαφρά υλικά και μια άλλη μεταφέρει τα βαριά στο επόμενο στάδιο, την «διαλογή». Για τη διαλογή ανάμικτων υλικών και την απομάκρυνσή των ακατάλληλων χρησιμοποιείται οπτικό σύστημα ή χειροδιαλογή.

Το οπτικό σύστημα εντοπίζει τα ακατάλληλα υλικά, όπως ξύλα, χαρτιά, πλαστικά υλικά, PVC, γύψος, χώμα και άλλα, και τα διαχωρίζει, έτσι ώστε στην μονάδα ανακύκλωσης αδρανών υλικών να τροφοδοτούνται καθαρά υλικά. Για οικονομικούς λόγους όμως οι περισσότερες μονάδες δεν το χρησιμοποιούν και προτιμούν την μέθοδο της χειροδιαλογής. Στην μέθοδο αυτή τα μάζα περνούν από μια μεταφορική ταινία με πολύ χαμηλή ταχύτητα. Ζευγάρια εργατών που βρίσκονται αντικριστά στις πλευρές της ταινίας απομακρύνουν υλικά που τους έχουν ανατεθεί, π.χ. ένα ζευγάρι απομακρύνει τα ξύλα, κάποιο άλλο τα πλαστικά. Τα υλικά τα οποία απομακρύνθηκαν στο στάδιο της διαλογής ανακυκλώνονται.



Τέλος, τα καθαρά μάζα δηλαδή το σκυρόδεμα μαζί με τον οπλισμό, μεταφέρονται με φορτηγά οχήματα στο επόμενο στάδιο της ανακύκλωσης, την θραύση.

ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

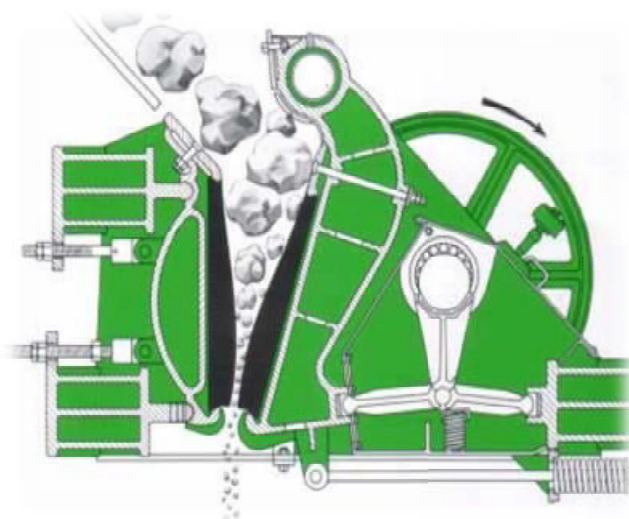


Σε αυτό το στάδιο γίνεται η θραύση των μπαζών με την βοήθεια του σιαγωνοφόρου σπαστήρας (ή σιαγώνα) και του ρότορα.

Οι **σιαγωνοφόροι σπαστήρες** παίρνουν μεγάλα μπάζα (>70cm) και τα σπάνε σε μικρότερα κομμάτια για να τα επεξεργαστούν καλύτερα οι άλλοι σπαστήρες και να αυξηθεί η παραγωγικότητα του συγκροτήματος. Όσο πιο μικρό σε μέγεθος υλικό τροφοδοτούμε σε ένα σπαστήρα τόσο μεγαλώνει η παραγωγικότητα του και αντίστροφα. Ο σπαστήρας αυτός χρησιμοποιεί «συμπιεστική» δύναμη για να μικρύνει τα μπάζα πιέζοντας τα μέχρι να σπάσουν.



Οι σιαγώνες χρησιμοποιούνται σε πρωτογενείς εφαρμογές και ορίζονται από το μεγαλύτερο μέγεθος πέτρας που μπορούν να δεχθούν καθώς και τη μέση παραγωγική τους ικανότητα. Το προϊόν που παράγεται είναι «πλατύ» και έχει ποσοστό μείωσης 5-7:1.



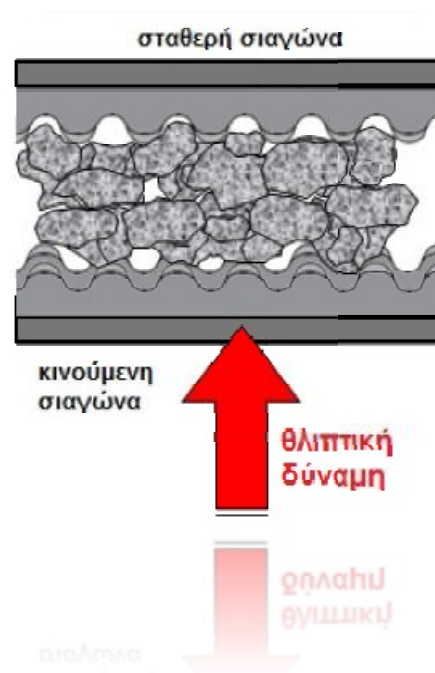
Μία σιαγώνα μπορεί να επωφεληθεί από τη θραύση με την εσωτερική τριβή των πετρωμάτων μέσα στο θάλαμο θραύσης γι' αυτό είναι καλό να υπάρχει συνεχής και πλήρης τροφοδοσία. Η θραύση με την εσωτερική τριβή συμβαίνει όταν υπάρχει θραύση μεταξύ των κομματιών της πέτρας μέσα στο θάλαμο θραύσης καθώς και μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση του σχήματος του τελικού προϊόντος.

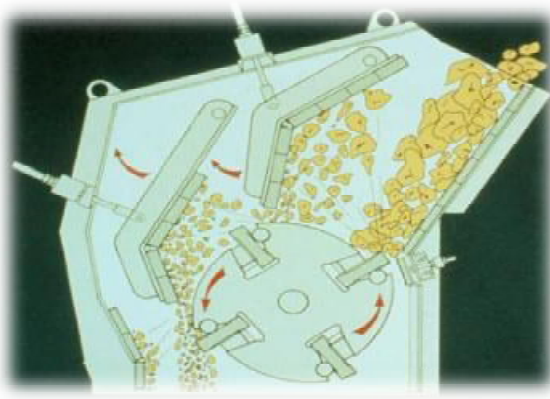
Για να καθορίσουμε το μέγιστο μέγεθος υλικού τροφοδοσίας μιας σιαγώνας παίρνουμε το 85% του ανοίγματος τροφοδοσίας (π.χ. εάν το άνοιγμα τροφοδοσίας είναι 760mm τότε το μέγιστο μέγεθος τροφοδοσίας είναι περίπου 650mm). Για την βελτίωση της παραγωγής αφαιρούμε όσο περισσότερο λεπτόκοκκο υλικό μπορούμε από το υλικό τροφοδοσίας πριν μπει στο θάλαμο θραύσης. Για αυτό το λόγο οι κινητοί θραυστήρες έχουν ενσωματωμένο προδιαλογέα ο οποίος με δόνηση αφαιρεί το λεπτόκοκκο υλικό και το βγάζει από την πλαϊνή ταινία.



Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πρωτογενείς σπαστήρες σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολύ μαλακό ασβεστόλιθο έως γυαλιστερή πέτρα ή ποταμίσιο γαρμπίλι. Πρέπει να γνωρίζουμε ότι όσο πιο σκληρό είναι ένα υλικό τόσο μεγαλύτερες φθορές θα έχουμε στο μηχάνημα. Πολύ σημαντικό ρόλο στην επιλογή του σπαστήρα παίζει η χημική ανάλυση του υλικού για να δούμε τη σκληρότητα (Los Angeles) την περιεκτικότητα σε πυρίτιο κλπ. Από τη χημική ανάλυση μπορούμε να δούμε εάν θα χρησιμοποιήσουμε τον ρότορα ως πρωτογενή θραυστήρα ή ως δευτερογενή.

Η σιαγώνα αποτελείται από 2 μεταλλικές πλάκες, η μια είναι σταθερή και η άλλη κινείται σε ελλειπτική τροχιά. Οι δύο πλάκες μεταξύ τους σχηματίζουν οξεία γωνία με μεγαλύτερο άνοιγμα επάνω για μεγαλύτερη τροφοδοσία ενώ το κάτω άνοιγμα ορίζει το μέγιστο μέγεθος των παραγόντων. Κάτω από το θάλαμο θραύσης μπορεί να υπάρχει μία σχάρα εάν το θελήσουμε αλλά δεν το προτιμάμε λόγω μείωσης της παραγωγικότητας και μια ταινία μεταφοράς των παραγόμενων υλικών. Στη διαδικασία θραύσης τη σιαγώνα ακολουθεί ένα άλλο είδος σπαστήρα, ο ρότορας.





Οι **ρότορες** μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πρωτεύουσα ή δευτερεύουσα θέση σε ένα κύκλωμα θραύσης και έχουν ποσοστό μείωσης 15-18:1 καθώς χρησιμοποιούν την κινητική ενέργεια για να σπάσουν την πέτρα. Οι ρότορες μπορούν να παράγουν μεγάλο ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού και με πολύ καλό σχήμα. Οι ρότορες μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε πρωτογενή θραύση εφόσον το μέγιστο επιτρεπτό μέγεθος τροφοδοσίας δεν ξεπεραστεί και η σκληρότητα του πετρώματος ληφθεί υπόψη και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε φθοροποιά υλικά. Οι ρότορες προσφέρουν υψηλή απόδοση παραγωγής καθώς μπορούν να παράγουν διάφορα προϊόντα μέσω μόνο ενός επιπέδου θραύσης.

Το **60%** της θραύσης γίνεται από το μαχαίρι που χτυπάει την πέτρα, το **30%** της θραύσης γίνεται από την πέτρα που χτυπάει στην ποδιά θραύσης ενώ το **10%** της θραύσης γίνεται από την πέτρα που χτυπάει την πέτρα.

Οι ρότορες είναι εξοπλισμένοι με μαχαίρια και σταθερά τοιχώματα. Το υλικό που τροφοδοτείται συντρίβεται από ιδιαίτερα απότομες συγκρούσεις που προέρχονται από τη γρήγορη περιστροφική κίνηση των μαχαιριών που βρίσκονται στερεωμένοι στο ρότορα. Τα σωματίδια που παράγονται στη συνέχεια συνθλίβονται περαιτέρω μέσα στο θάλαμο, καθώς συγκρούονται στα τοιχώματα και μεταξύ τους, παράγοντας ένα λεπτότερο, καλύτερα σχηματισμένο προϊόν όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Σε όλες τις εφαρμογές ανακύκλωσης και κατεδάφισης που μπορεί να βρεθεί οπλισμός σκυροδέματος πρέπει να γίνει προετοιμασία πριν μπουν στο θάλαμο θραύσης του ρότορα. Ο οπλισμός σκυροδέματος δεν πρέπει να ξεπερνά σε διάμετρο τα 25mm ή να είναι μακρύτερος από 500mm.

ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Στο τελικό στάδιο της ανακύκλωσης συναντάται το **κόσκινο**, στο οποίο το καθαρό υλικό διέρχεται μέσα από κόσκινα διαβαθμισμένων οπών με τη βοήθεια των οποίων διαχωρίζεται σε κλάσματα σύμφωνα με το μέγεθος τους.

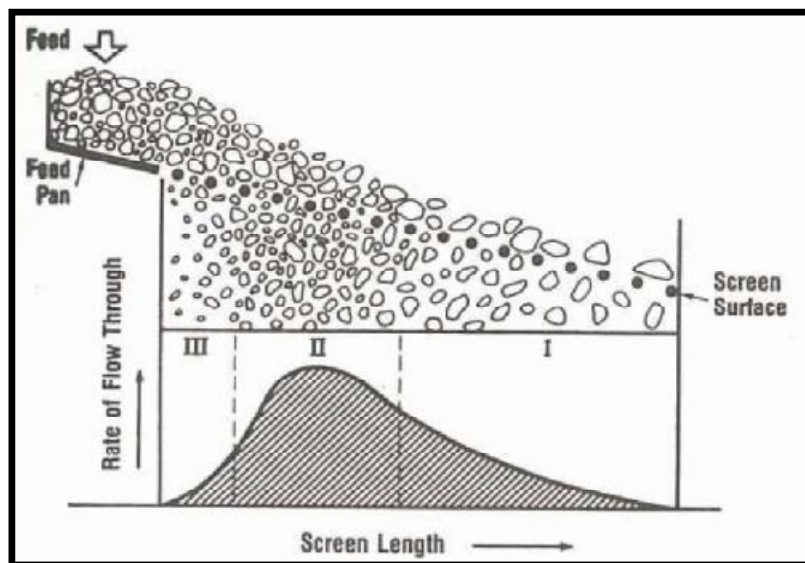


Η διαδικασία κοσκινίσματος είναι τόσο «Τέχνη» όσο είναι και «Επιστήμη» και μπορεί να προβλεφθεί, αλλά μέχρι να λειτουργήσει η εγκατάσταση το αποτέλεσμα δεν θα είναι πλήρως γνωστό. Αυτό βασίζεται στους ποικίλους διαφορετικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του κόσκινου όπως:

- Περιεκτικότητα σε υγρασία - υψηλή υγρασία μπορεί να προκαλέσει "τύφλωση".
- Η διακύμανση της τροφοδοσίας - η υπερτροφοδοσία μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας διαστρωμάτωσης.
- Η ανεπαρκής τροφοδοσία - επιτρέπει στο υλικό να αναπηδήσει τις οπές του κόσκινου ενώ θα έπρεπε να περνά μέσα από αυτές.
- Η ποσότητα υλικού με παρόμοιο μέγεθος.



Κόσκινα δονούνται για να μετακινηθεί μια στρώση υλικού πάνω από ένα κόσκινο. Η ενέργεια αυτή προκαλεί "Διαστρωμάτωση", που είναι όταν τα μεγάλα σωματίδια ανεβαίνουν στην κορυφή και τα λεπτά υλικά πέφτουν προς τα κάτω. Το λεπτό υλικό είναι τότε σε θέση να περάσει μέσα από το κόσκινο. Η διαδικασία της διαστρωμάτωσης επιτρέπει για ένα μεγάλο ποσοστό των λεπτών υλικών (άνω του 75%) να περάσει μέσα από το πρώτο 30% του μήκους του κόσκινου. Ο βραδύτερος διαχωρισμός των προϊόντων με παρόμοιο μέγεθος συμβαίνει στο υπόλοιπο μέρος του κόσκινου. Το παρακάτω σχήμα δείχνει αυτό γραφικά.



Αποδοτικότητα διαλογής είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει πόσο ακριβής ένα κόσκινο είναι στον διαχωρισμό των διαφόρων ομάδων μεγεθών από τον συνολικό όγκο που τροφοδοτείται.

Σε τελικό έλεγχο αυτή η αποτελεσματικότητα πρέπει να είναι όσο πιο ψηλά γίνεται με σκοπό την παραγωγή ενός προϊόντος, κατά τις προδιαγραφές πρότυπο της βιομηχανίας.

Η αποδοτικότητα εκφράζεται ως ποσοστό % και αναφέρεται στο % μικρών μεγεθών από τον αρχικό όγκο το οποίο έχει περάσει μέσα από την οπή.

Επικλινή κόσκινα

Τα κεκλιμένα κόσκινα ακολουθούν κυρίως κυκλικές κινήσεις για να προωθήσει το υλικό κατά μήκος του κόσκινου. Η κυκλική ρίψη έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Απαιτείται χαμηλή κατανάλωση ενέργειας διότι η βαρύτητα χρησιμοποιείται για να μετακινηθεί το υλικό κατά μήκος του κόσκινου.
- Ανθεκτική σε συμφόρηση και συγκράτηση υλικών.

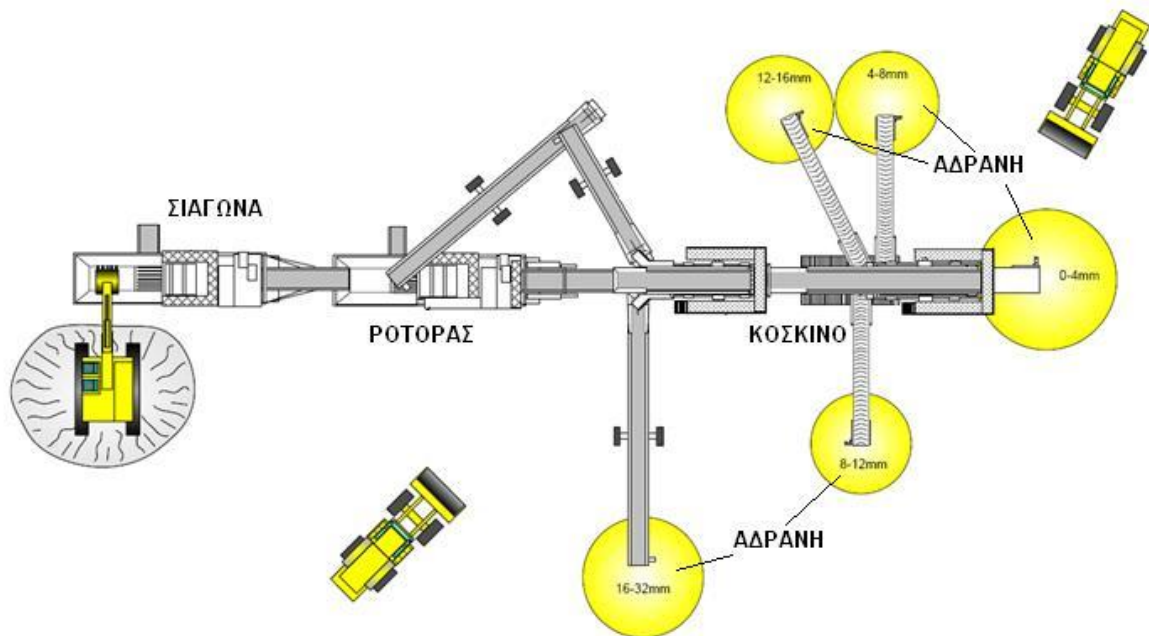
Οριζόντια κόσκινα

Λόγω της Οριζόντιας κίνησης τα κόσκινα έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα και ακρίβεια. Οι υψηλές οριζόντιες δυνάμεις καθιστούν τα οριζόντια κόσκινα ικανά να αποκολλήσουν λεπτά υλικά από τα χονδρόκοκκα υλικά. Οι μεγάλες οριζόντιες δυνάμεις αποτρέπουν την συμφόρηση.

Στο σημείο αυτό τελειώνει η παραγωγική διαδικασία με τελικό προϊόν πλέον (σχεδόν) τελείως καθαρό. Τα διάφορα κλάσματα όπως προκύπτουν από την κυρίως διαλογή και κοσκίνισμα είναι απαλλαγμένα από πρόσμικτα (γυαλί, πλαστικά, χαρτί, σίδηρο) χωρίς σχεδόν καθόλου χώμα. Η διεργασία παράγει πέντε εμπορεύσιμα προϊόντα: άμμος <5 mm, 5-10 mm, 10-20 mm, 20-40 mm 40-100 mm, τα οποία ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές παραγωγής σκυροδέματος. Τα υλικά που θα εναποτεθούν στον χώρο ετοιμών προϊόντων από την παραγωγική διαδικασία της ανακύκλωση αδρανών είναι 3A ,σκύρα, άμμος κτλ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Το παρακάτω σχήμα δείχνει την διάταξη των μηχανημάτων σε μια μονάδα ανακύκλωσης.





Χάλυβας



Ο όρος χάλυβας στην ουσία προσδιορίζει μία κατηγορία υλικών, που είναι όλα κράματα του σιδήρου με άνθρακα. Γενικά, οι χάλυβες διακρίνονται σε μαλακούς (< 0,25%), μέσης (0,25 - 0,45%) και υψηλής περιεκτικότητας (0,45 - 1,5%) σε άνθρακα. Το ποσοστό του άνθρακα, καθώς και η θερμική επεξεργασία που έχει υποστεί προσδιορίζουν τις ιδιότητες και επομένως τις δυνατότητες χρήσεις

ενός τύπου χάλυβα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα, προστίθενται και άλλα μέταλλα, κυρίως νικέλιο, χρώμιο και μολυβδαίνιο, με αποτέλεσμα να υπάρχει μία μεγάλη γκάμα κραμάτων χάλυβα με διαφορετικές ιδιότητες και ποικίλες χρήσεις.

Ο χάλυβας είναι ένα κράμα που αποτελείται κυρίως από σίδηρο και έχει περιεκτικότητα σε άνθρακα μεταξύ 0,2% και 2,1% κατά βάρος, ανάλογα με την τάξη. Ο άνθρακας είναι το πιο κοινό πρόσμικτο υλικό για το σίδηρο, αλλά χρησιμοποιούνται και διάφορα άλλα στοιχεία κράματος όπως μαγγάνιο, χρώμιο, βανάδιο, και βολφράμιο. Ο άνθρακας και άλλα στοιχεία ενεργούν ως σκληρυντικά μέσα, για την πρόληψη εξάρθρωσης στο κρυσταλλικό πλέγμα των ατόμων του σιδήρου και την ολίσθηση μεταξύ των ατόμων. Η διαφοροποίηση της ποσότητας των στοιχείων κράματος και η μορφή της παρουσίας τους στο χάλυβα, ελέγχει ιδιότητες του χάλυβα όπως η σκληρότητα, η ολκιμότητα και η αντοχή εφελκυσμού. Χάλυβας με μειωμένη περιεκτικότητα σε άνθρακα, ο οποίος χρησιμοποιείται στις κατασκευές, μπορεί να γίνει πιο όλκιμος από το σίδηρο αλλά λιγότερο σκληρός και ισχυρός.

Τα κράματα με περιεκτικότητα σε άνθρακα μεγαλύτερη από 2,1% είναι γνωστά ως χυτοσίδηρος, λόγω του χαμηλού σημείου τήξεως του και την καλή του χύτευση. Ο χάλυβας διαφοροποιείται από το σφυρήλατο σίδηρο, το οποίο περιέχει μια πολύ μικρή ποσότητα άνθρακα αλλά περιλαμβάνεται στην μορφή εγκλωβισμένης σκωρίας. Δύο παράγοντες που διακρίνουν τον χάλυβα είναι η αυξημένη αντίσταση στην οξείδωση και η καλύτερη συγκολλησιμότητα.

Η σύγχρονη ιστορία του χάλυβα άρα και των μεταλλακτών (converters) αρχίζει στα μέσα του 19ου αιώνα, όταν ο άγγλος εφευρέτης Henry Bessemer, ανακάλυψε πώς να μετατρέπει το τηγμένο χυτοσίδηρο σε χάλυβα με εμφύσηση αέρα (δηλ. οξυγόνου) σε έναν κάδο επενδυμένο με βασικά πυρίμαχα τούβλα, ο οποίος ονομάζεται μεταλλάκτης Bessemer. Την ίδια εποχή ανακαλύφθηκε η μετατροπή του χυτοσίδηρου σε χάλυβα σε μεταλλάκτες ανοικτής εστίας (Open-

hearth furnace ή μεταλλάκτης Siemens-Martin). Σήμερα οι μεταλλάκτες αυτοί έχουν εγκαταλειφτεί σαν μέθοδοι παραγωγής χάλυβα.

Χαρακτηριστικά του χάλυβα

Ο χάλυβας κατέχει την υψηλότερη αναλογία ισχύος έναντι βάρους από οποιοδήποτε άλλο δομικό υλικό. Οι κατασκευές με μεταλλικό σκελετό από χάλυβα είναι ασφαλέστερες, έχουν λιγότερες ανάγκες συντήρησης, και πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τις συνηθισμένες κατασκευές από μπετόν.

Παρουσιάζει σημαντική αντοχή στην φυσική φθορά και τις καιρικές συνθήκες. Είναι ιδανικό για χρήση σε σεισμογενείς περιοχές καθώς απορροφά τις σεισμικές δονήσεις χάριν της ελαφρότητας και ελαστικότητάς του.

Ο χάλυβας είναι άφλεκτο υλικό και εμποδίζει την εξάπλωση πυρκαγιών. Η μέθοδος κατασκευής του, με βιδωτούς αντί για καρφωτούς συνδέσμους, του προσφέρει μεγάλη ανθεκτικότητα σε ανέμους. Διατηρεί τις διαστάσεις του αφού δεν προσβάλλεται από την συστολή και διαστολή που προκαλεί η υγρασία. Επειδή είναι ανόργανο υλικό, δεν σαπίζει, δεν σκεβρώνει, δεν ραγίζει, και δεν ολισθαίνει όπως άλλα υλικά. Επίσης δεν επηρεάζεται από μύκητες και παράσιτα όπως το σαράκι, έτσι προσφέροντας πολλαπλά πλεονεκτήματα στο νέο κτίσμα. Η ποιότητά του είναι απόλυτα ομοιόμορφη και χωρίς αποκλίσεις, καθώς παράγεται με αυστηρή τήρηση των κρατικών προδιαγραφών.

Η χρήση του μεταλλικού σκελετού στην κατασκευή κτιρίων βοηθά στην αποφυγή των συνηθισμένων και χρονοβόρων εκκρεμοτήτων και τα μερεμέτια, όπως και τα προβλήματα σχεδιασμού. Επιτρέπει γρηγορότερη περάτωση έργων αφού δεν υπάρχει χρόνος αναμονής όπως με το μπετόν. Εγγυάται ακριβείς ευθείες, τετράγωνες γωνίες και λεία κουφώματα, εξασφαλίζοντας την ομαλή εφαρμογή και κίνηση σε πόρτες και παράθυρα.

Είναι ελαφρύτερο και ευκολότερο στην συναρμολόγηση από άλλα υλικά κατασκευής σκελετού, και δεν χρειάζεται να γίνει διαχωρισμός καθώς η ποιότητα είναι ενιαία. Έτσι οι απώλειες είναι λιγότερες (2% για τον χάλυβα, 20% για τη ξυλεία), προσφέροντας πιο επικερδείς κατασκευές και παρέχοντας ένα προϊόν φιλικότερο στο περιβάλλον – σημείο που αναδεικνύει μια οικολογική αντίληψη και την εμπορευσιμότητα του κτίσματος.



Παρόλο που ο χάλυβας παραγόταν από διάφορες αναποτελεσματικές μεθόδους πολύ πριν την Αναγέννηση, η χρήση του έγινε πιο συχνή μιας και πιο αποδοτικές μέθοδοι παραγωγής σχεδιάστηκαν τον 17ο αιώνα. Με την εφεύρεση της διαδικασίας Bessemer στα μέσα του 19ου αιώνα, ο χάλυβας έγινε ένα

ανέξοδο υλικό μαζικής παραγωγής. Περαιτέρω βελτιώσεις στη διαδικασία, όπως τους φούρνους οξυγόνου (BOS), μείωσε το κόστος παραγωγής, αυξάνοντας παράλληλα την ποιότητα του μετάλλου. Σήμερα, ο χάλυβας είναι ένα από τα πιο κοινά υλικά στον κόσμο, με πάνω από 1,3 δισεκατομμύρια τόνους να παράγονται ετησίως. Είναι ένα σημαντικό συστατικό στα κτίρια, τις υποδομές, τα εργαλεία, τα πλοία, αυτοκίνητα, μηχανές, συσκευές και όπλα. Ο σύγχρονος χάλυβας προσδιορίζεται γενικά από διάφορες ποιότητες που ορίζονται από διάφορους οργανισμούς τυποποίησης.

Αναγκαιότητα για ανακύκλωση

Ο χάλυβας είναι ένα από τα πιο οικολογικά δομικά υλικά και για το λόγο αυτό μεγάλη συζήτηση γίνεται τα τελευταία χρόνια για την οικολογική του συμπεριφορά και τη χρήση του έναντι άλλων υλικών όπου αυτό καθίσταται δυνατό. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ο χάλυβας είναι υλικό 100% ανακυκλώσιμο και διατηρεί τις ιδιότητες του αναλλοίωτες ακόμη και μετά από πολλούς κύκλους ανακύκλωσης. Οι μαγνητικές του ιδιότητες βοηθούν στο διαχωρισμό του από τις προσμίξεις στα στάδια ανακύκλωσης ενώ βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Τα τελευταία χρόνια η παραγωγή χάλυβα μέσω της ανακύκλωσης είναι φαινόμενο συνηθισμένο. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην Γαλλία η παραγωγή του χάλυβα από την ανακύκλωση αγγίζει το 40% ενώ από την ανακύκλωση του χάλυβα εξοικονομείται περίπου το 60% της ενέργειας που χρειάζεται για την παραγωγή του από πρώτες ύλες. Για την παραγωγή χάλυβα είναι απαραίτητος ο οπτάνθρακας (κοκ) και το σιδηρομεταλλεύματα, η διαδικασία εξόρυξης του οποίου, επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον. Παράλληλα, κατά την διαδικασία παραγωγής του, παράγονται αέρια, τα οποία συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής.

Είναι γεγονός ότι στην Ευρώπη το 6% των εκπομπών CO₂ προέρχονται από την σιδηρουργία και αποτελούν το 99% των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στη συγκεκριμένη βιομηχανία. Τα τελευταία χρόνια οι εκπομπές αυτές έχουν μειωθεί σημαντικά, μέχρι και 50%, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας. Από το 1990 η ευρωπαϊκή σιδηρουργία έχει μειώσει τις εκπομπές αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 18%. Τα προγράμματα ανακύκλωσης του χάλυβα διαφυλάσσουν τους φυσικούς πόρους και ελαττώνουν σημαντικά την παραγωγή αποβλήτων.

Η χαλυβουργία έχει ενεργά πάνω από 150 χρόνια ανακύκλωσης χάλυβα σε μεγάλο βαθμό επειδή είναι συμφέρον από οικονομική άποψη να το πράξει. Είναι φθηνότερο να ανακυκλώνουν χάλυβα από το να εξορύσσουν σιδηρομεταλλεύματα και να το χειριστούν μέσω της παραγωγικής διαδικασίας για τη δημιουργία νέου χάλυβα. Ο χάλυβας δεν χάνει καμία από τις εγγενείς φυσικές του ιδιότητες κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης, και έχει μειώσει δραστικά την ενέργεια και το υλικό που απαιτείται σε σύγκριση με το προϊόν

από τα σιδηρομεταλλεύματα. Η ενέργεια που εξοικονομείται από την ανακύκλωση μειώνει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας της βιομηχανίας κατά περίπου 75%, η οποία είναι αρκετή για να τροφοδοτήσει δεκαοκτώ εκατομμύρια σπίτια για ένα χρόνο.

Η ανακύκλωση ενός τόνου (1.000 κιλά) χάλυβα εξοικονομεί 1.100 κιλά σιδηρομεταλλεύματος, 630 κιλά άνθρακα, και 55 κιλά ασβεστόλιθου.



Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις άμεσης ανακύκλωσης του χάλυβα όπως η γέφυρα τρένου που επαναχρησιμοποιήθηκε στο Άμστερνταμ και το Big Dig House.



Λιαδικασία ανακύκλωσης χάλυβα

Συλλογή

Τα απορρίμματα μετάλλων τα οποία έχουν διαχωριστεί στη μονάδα ανακύκλωσης σκουπιδιών συλλέγονται και αποστέλλονται στη μονάδα ανακύκλωσης μετάλλων. Εκεί με τη βοήθεια μαγνητών απομακρύνεται ο χάλυβας από τα υπόλοιπα μέταλλα.

Τήξη

Η μονάδα ανακύκλωσης μετάλλων πραγματοποιεί μια γενική επισκόπηση της ποιότητας ελέγχου για τα παλιοσίδηρα που δέχεται, για να βεβαιωθεί ότι το μέσο διαλογής έχει διαχωρίσει σωστά τους τύπους των μετάλλων. Μετά την επιθεώρηση, ο χάλυβας θερμαίνεται σε μια υψικάμινο μια συσκευή ικανή να λιώσει μέταλλα σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η υψικάμινος είναι το πρώτο βήμα για την παραγωγή χάλυβα από οξείδια του σιδήρου. Η πρώτη υψικάμινος εμφανίστηκε τον 14ο αιώνα και παράγει ένα τόνο ανά ημέρα. Ο εξοπλισμός υψικαμίνων βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη και μοντέρνοι, γιγάντιοι φούρνοι παράγουν 13.000 τόνους ανά ημέρα. Ακόμα κι αν ο εξοπλισμός διαρκώς βελτιώνεται και μπορούν αν επιτευχθούν υψηλότερα ποσοστά παραγωγής, η διαδικασία στο εσωτερικό της υψικαμίνου παραμένει η ίδια.

Ο χάλυβας λιώνει σε 1538 βαθμούς Κελσίου. Τη στιγμή που ο χάλυβας είναι πλήρως λιωμένος, τοποθετείται σε καλούπια και αφήνονται να κρυώσουν.

Χρήσεις

Ο χάλυβας έπειτα διανέμεται στις βιομηχανίες και τήκεται ξανά για να μετατραπεί σε διαφορετικά προϊόντα είτε σε βασικούς φούρνους οξυγόνου (BOF, BOP ή LD) είτε σε φούρνους ηλεκτρικών τόξων (EAF).

Οι φούρνοι οξυγόνου (BOS) χρησιμοποιούν μεταξύ 25 και 35% ανακυκλωμένο



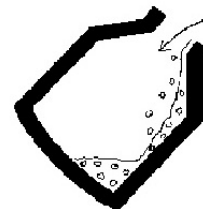
χάλυβα για να φτιάξουν νέο χάλυβα. Ο BOS χάλυβας περιέχει συνήθως χαμηλότερες συγκεντρώσεις των υπόλοιπων στοιχείων, όπως χαλκό, νικέλιο και μολυβδαίνιο και είναι επομένως πιο ελατό από φούρνους ηλεκτρικού τόξου (EAF) και χρησιμοποιείται για οποιοδήποτε προϊόν που απαιτεί ψυχρή επεξεργασία όπως την κατασκευή φτερών αυτοκινήτων, βιομηχανικά βαρέλια κλπ. Η EAF χαλυβουργία χρησιμοποιεί σχεδόν το 100% ανακυκλωμένο χάλυβα. Αυτός ο χάλυβας περιέχει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις υπολειμματικών

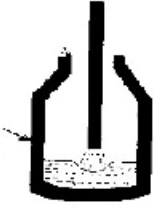
στοιχείων που δεν μπορούν να αφαιρεθούν μέσω της εφαρμογής του οξυγόνου και του ασβέστη. Χρησιμοποιείται στη κατασκευή διαρθρωτικών δοκών, πλακών, οπλισμού και άλλων προϊόντων που απαιτούν λιγότερη κρύα επεξεργασία.

Βασικός φούρνος οξυγόνου (BOF, BOP ή LD) όπου τα άχρηστα ρινίσματα και ο λειωμένος σίδηρος αναμιγνύονται με χημικό ασβέστιο ώστε να αφαιρεθεί το πυρίτιο. Ο καθαρισμός του άνθρακα γίνεται από εγγεόμενο οξυγόνο.

Η μέθοδος BOP μπορεί να περιγραφεί πολύ χονδρικά με τα παρακάτω βήματα: Η μέθοδος εφαρμόζεται σε μία κάμινο που είναι μια ειδικά σχεδιασμένο χαλύβδινο δοχείο το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα (Basic Oxygen Furnace). Η κάμινος είναι επενδυμένη με πυρίμαχα υλικά όπως δολομίτης ($MgCO_3$ / $CaCO_3$) και μαγνησίτης ($MgCO_3$). Η πυρίμαχη επένδυση διαρκεί έως 2 εβδομάδες πριν χρειασθεί αντικατάσταση.

1) Scrap χάλυβας τοποθετείται στον μεταλλάκτη ακολουθούμενος από διάλυρο σίδηρο υψικαμίνου.





2) Ο μεταλλάκτης στέκεται κατακόρυφα και μέσω υδρόψυκτων ακροφυσίων οξυγόνο εμφυσάτε στην επιφάνεια του φορτίου με μεγάλη ταχύτητα. Ο άνθρακας στον χυτοσίδηρο οξειδώνεται σε CO και CO₂.

3) Μετά από μερικά λεπτά η εμφύσηση οξυγόνου διακόπτεται. Κονιοποιημένα φθοριούχο ασβέστιο (CaF₂) και άσβεστος (CaO) προστίθενται στην συνέχεια. Αυτή η προσθήκη προκαλεί την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων Si and P, τα προϊόντα των οποίων δημιουργούν την σκουριά. Το μαγγάνιο οξειδώνεται, αλλά παραμένει στο σίδηρο, θείο διαλύεται στο σκουριές και έχει αφαιρεθεί.

4) Ακολουθεί δεύτερη εμφύσηση οξυγόνου και στη συνέχεια τα περιεχόμενα του μεταλλάκτη αναλύονται για να αποφασισθεί αν το βήμα 3 θα πρέπει να επαναληφθεί. Αν οι μετρήσεις είναι OK τότε:

5) Ο μεταλλάκτης περιστρέφεται και ο χάλυβας εκρέει καθώς βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της σκουριάς.



6) Η σκουριά απομακρύνεται με περιστροφή του μεταλλάκτη κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Όλος ο κύκλος διαρκεί περίπου 45 min.

Φούρνος ηλεκτρικών τόξων (EAF)
όπου το άχρηστο υλικό ή το μέταλλευμα ή και τα δύο λιώνουν από τον εναλλασσόμενο ή συνεχές ηλεκτρικό τόξο, μαζί με το χημικό ασβέστιο (ασβεστίτης ή ασβεστίτης μαζί με δολομίτη) που περιέχει μαγνήσιο και ασβέστιο.





ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ



Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Το αλουμίνιο είναι ένα νέο και σύγχρονο μέταλλο που ανακαλύφθηκε το 1820. Μετά τον σίδηρο είναι το μέταλλο που χρησιμοποιούμε περισσότερο από όλα τα άλλα. Ας δούμε όμως με μια γρήγορη ματιά πως εξελίχθηκε η παραγωγή του μετάλλου από τις αρχές του 19ου αιώνα:

- **1808:** Ο Βρετανός **Davy** ανακαλύπτει την ύπαρξη του μετάλλου, ο οποίος και του έδωσε το όνομα αρχικά «αλούμιο» και αργότερα «αλουμίνιο», αφού το στοιχείο προερχόταν από το οξειδίο του, την αλουμίνα.



- **1821:** Ο P. Berthier ανακαλύπτει κοντά στο χωριό Les Baux στην Γαλλία μια σκληρή, κοκκινωπή ουσία που περιέχει 52 % αλουμίνιο και την ονομάζει Βωζίτη.

- **1825:** Ο Δανός **Hans Christian Oersted** παράγει μια μικρή ποσότητα αλουμινίου χρησιμοποιώντας διάλυμα ποτάσας. Ο Hans Christian Oersted ήταν ο πρώτος επιστήμονας που παρήγαγε καθαρό αλουμίνιο το 1825, με την χρήση χλωριδίου του αλουμινίου (AlCl_3) και αμάλαμα ποτάσας, ένα κράμα δηλαδή ποτάσας και ψευδαργύρου. Ο Oersted ανεβάζοντας την θερμοκρασία του μίγματος, σε κατάσταση χαμηλής πίεσης πέτυχε την απομάκρυνση του ψευδαργύρου, το εναπομείναν δε υλικό ήταν το αλουμίνιο. Η ανακάλυψη αυτή δεν δημιούργησε παρά "ένα πολύτιμο" μέταλλο, μιας και ήταν πολύ δύσκολη και ακριβή η παραγωγή του.



- **1827:** Ο Γερμανός Friedrich Wohler ανακοινώνει την ανακάλυψή του για την παραγωγή αλουμινίου μέσω της αντίδρασης ποτάσας με άνυδρο χλωρίδιο του αλουμινίου.
- **1845:** Ο Wohler ανακάλυψε και κατέγραψε την πυκνότητα του αλουμινίου και μία από τις βασικές του ιδιότητες, την ελαφρότητα.

- **1854:** Ο Γάλλος Henri Saite-Claire Deville βελτιώνει την μέθοδο του Wohler και παράγει βιομηχανικά αλουμίνιο, για πρώτη φορά στην ιστορία. Η τιμή του μετάλλου ξεπερνά αυτή του χρυσού και της πλατίνας.
- **1855:** Μία ράβδος αλουμινίου εκτίθεται στην Διεθνή Έκθεση των Παρισίων μαζί με άλλα πολύτιμα μέταλλα.
- **1886:** Δύο νέοι και άγνωστοι επιστήμονες, ο Γάλλος Paul Louis Toussaint Heroult και ο Αμερικάνος Charles Martin Hall, εφευρίσκουν την μέθοδο παραγωγής αλουμινίου μέσω της ηλεκτρόλυσης διαλύματος αλουμίνας. Οι δύο επιστήμονες εργάστηκαν ξεχωριστά, χωρίς να ξέρουν ο ένας την εργασία του άλλου.
- **1888:** Οι πρώτες εταιρίες παραγωγής αλουμινίου γεννήθηκαν στην Γαλλία, την Ελβετία και τις ΗΠΑ.
- **1889:** Ο Αυστριακός Friedrich Bayer, γιος του ιδρυτή της περίφημης εταιρίας χημικών ουσιών, εφευρίσκει την μέθοδο παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων αλουμίνας από τον βωξίτη.
- **1900:** Η ετήσια παραγωγή αλουμινίου σπάει κάθε ρεκόρ, φτάνοντας τους 8 τόνους σε ετήσια βάση.

Το μέταλλο από το οποίο παράγεται το αλουμίνιο είναι ο **βωξίτης**.

Ο βωξίτης, η βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή πρωτόχυτου αλουμινίου υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στο υπέδαφος της ελληνικής επικράτειας. Με βεβαιωμένα αποθέματα 120 εκατ. τόνων, η Ελλάδα κατέχει παγκοσμίως την 8η θέση των περιοχών με τα μεγαλύτερα αποθέματα βωξίτη (πρώτη



ύλη για παραγωγή αλουμίνας) και πρακτικώς είναι η μόνη χώρα παραγωγός βωξίτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, το έτος 2002 παρήχθησαν 2.492.000 τόνοι βωξίτη παρουσιάζοντας ετήσια αύξηση 21% σε σχέση με το 2001.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του Ελληνικού βωξίτη είναι:

- Πλούσιος σε περιεκτικότητα αλουμίνας
- Δύσκολα κοιτάσματα ορυκτού (υψηλή σκληρότητα)
- Μικρά και διασκορπισμένα κοιτάσματα

- Υψηλότερο κόστος εξόρυξης από αυτό άλλων παραγωγών χωρών (Αυστραλίας, Τζαμάικας, Ινδιών, Βραζιλίας), όπου το βάθος εξόρυξης ξεκινά στο ένα μέτρο του υπεδάφους, πολλές φορές.

Η αλουμίνα είναι το βασικό ενδιάμεσο προϊόν για τη μεταλλουργία αλουμινίου. Το οξείδιο του αργιλίου παράγεται με επεξεργασία Βωξίτη, ενώ απαντάται και ως Κορούνδιο. Αποτελεί ενδιάμεση ουσία για την παραγωγή αλουμινίου, το οποίο προκύπτει με ηλεκτρόλυση του οξειδίου. Όπως σε όλο τον κόσμο, έτσι και στην Ελλάδα, το 90% της παραγωγής αλουμίνας, χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλουμινίου και το υπόλοιπο στη χημική βιομηχανία

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Αλουμίνιο: Το υλικό του 21ου αιώνα

Το 3ο σε περιεκτικότητα στοιχείο στον φλοιό της γης, το αλουμίνιο ικανοποιεί πλήρως τις απαιτήσεις της αειφόρου δόμησης. Ανακυκλώνεται επ' άπειρον χωρίς να υποβαθμίζονται οι ιδιότητες του.

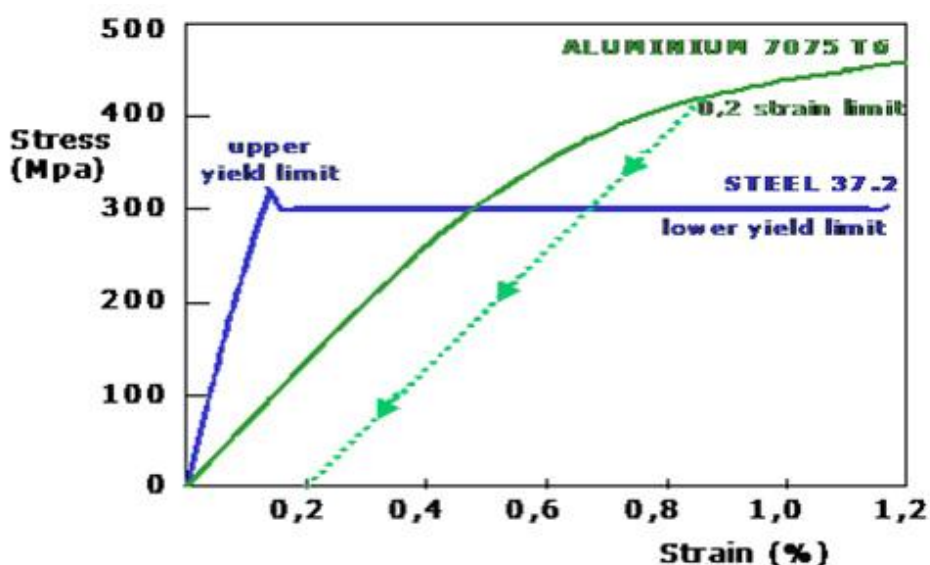
Το αλουμίνιο είναι ένα μαλακό, ανθεκτικό, ελαφρύ, όλκιμο και ελατό μέταλλο με εμφάνιση που κυμαίνονται από ασημί σε θαμπό γκρι, ανάλογα με την τραχύτητα της επιφάνειάς του. Το αλουμίνιο δεν μαγνητίζεται και δεν αναφλέγεται εύκολα. Ένα νέο φύλλο αλουμινίου λειτουργεί ως ένας καλός ανακλαστήρας, περίπου 92%, του ορατού φωτός και ένας εξαιρετικός ανακλαστήρας, έως και 98%, των μεσαίων και μακρινών υπέρυθρων ακτινοβολιών. Η απόδοση αντοχής του καθαρού αλουμινίου είναι 7-11 MPa, ενώ τα κράματα αλουμινίου έχουν αντοχή που κυμαίνεται από 200 MPa έως 600 MPa. Το αλουμίνιο έχει περίπου το ένα τρίτο της πυκνότητας και της ακαμψίας του χάλυβα. Η αντοχή του στη διάβρωση είναι εξαιρετική λόγω ενός λεπτού επιφανειακού στρώματος οξειδίου του αργιλίου που σχηματίζεται όταν το μέταλλο εκτίθεται στον αέρα, προλαμβάνοντας αποτελεσματικά περαιτέρω οξείδωση. Τα ισχυρότερα κράματα αλουμινίου είναι λιγότερο ανθεκτικά στη διάβρωση, λόγω της γαλβανικής αντίδρασης με κράμα χαλκού.

Το αλουμίνιο είναι ένας καλός θερμικός και ηλεκτρικός αγωγός, έχοντας το 59% της αγωγιμότητας του χαλκού, θερμικά και ηλεκτρικά. Το αλουμίνιο είναι σε θέση να είναι ένα υπεραγωγός, με υπεραγώγιμο κρίσιμη θερμοκρασία 1,2 Kelvin (-271.95 C) και ένα κρίσιμο μαγνητικό πεδίο περίπου 100 Gauss.

Η ενέργεια που απαιτείται για την ανακύκλωση του είναι το 5% εκείνης που χρειάζεται για την ηλεκτρόλυση του. Ενώ η μέθοδος ηλεκτρόλυσης (από αλουμίνα – βωξίτη) απαιτεί σήμερα περίπου 14 KWh για κάθε κιλό αλουμινίου ενώ η ανακύκλωση χρειάζεται 0.7KWh, απομυθοποιώντας την άποψη ότι έχει μεγάλη «ενσωματωμένη» ενέργεια. Στις ΗΠΑ η παραγωγή ανακυκλωμένου αλουμινίου ξεπέρασε την πρωτογενή παραγωγή από ηλεκτρόλυση για πρώτη φορά το 1997, ενώ το Ευρωπαϊκό δομικό αλουμίνιο παράγεται σήμερα κατά 85% από ανακύκλωση. Τα δομικά κράματα αλουμινίου μορφοποιούνται είτε με την διέλαση σε φορείς (προφίλ) είτε με την έλαση σε ταινίες και φύλλα.

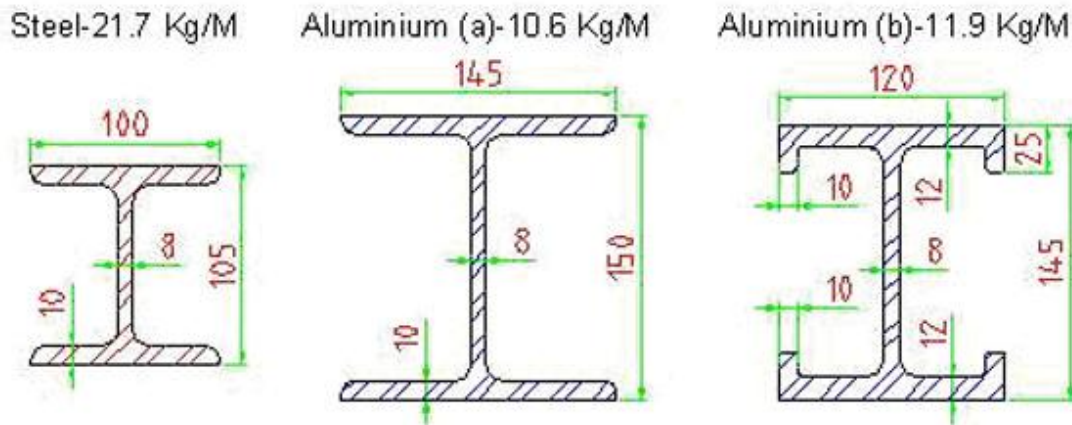
Η χρήση του αλουμινίου και των κραμάτων του εξασφαλίζουν σε κάθε περίπτωση πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του, καθιστούν το αλουμίνιο ένα ιδανικό υλικό για την κατασκευή μεταφορικών μέσων λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται. Για αυτό τον λόγο τα τελευταία 50 χρόνια η χρήση δομικών στοιχείων και συστημάτων από αλουμίνιο παρουσιάζει συνεχή ανοδική πορεία. Οι βασικότεροι λόγοι είναι ότι το αλουμίνιο και τα κράματα του έχουν μεγάλο πραγματικό χρόνο ζωής με χαμηλό έως καθόλου κόστος συντήρησης. Εξ' άλλου, η υψηλή τιμή του λόγου μηχανικής αντοχής/προς ίδιο βάρος (strength to weight ratio) ικανοποιεί τις κατασκευαστικές μηχανικές προδιαγραφές ελαχιστοποιώντας το βάρος των δομικών συστημάτων.

Τα σύγχρονα κράματα αλουμινίου συναγωνίζονται σήμερα σε χαρακτηριστικά τους κοινούς χάλυβες κατασκευών (σχήμα 1).



Σχήμα 1: Κοινό διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων κοινού χάλυβα κατασκευών St 37.2 και κράματος αλουμινίου 7075 - T6.

Η απαραίτητη ακαμψία $E \times I$ για τους στατικούς φορείς καλύπτεται είτε με ποικίλες μορφές διελάσεως είτε με απλές διεργασίες διαμόρφωσης φύλλων η ταινιών.



Κλασική εφαρμογή διαμόρφωσης είναι τα αυλακωτά φύλλα ή sandwich panel αλουμινίου με θερμομονωτικό υλικό που ως στοιχεία στέγης η πλαγιοκάλυψης δίνουν μεγάλες δυνατότητες φόρτισης σε πίεση χιονιού καθώς και σε ανεμοπιέσεις.

Τέλος, η σταθερά υψηλή χρηματιστηριακή τιμή του μετάλλου καθιερώνει το δομικό αλουμίνιο στα κτήρια ως «κατάθεση» για τις επόμενες γενιές.

Η αειφόρος λογική σχεδίασης προβλέπει και εξασφαλίζει την ευκολία απόσπασης των δομικών στοιχείων αλουμινίου στο τέλος ζωής ενός κτιρίου. Έτσι είναι δυνατή η τυχόν επαναχρησιμοποίηση του δομικού στοιχείου ή η ανακύκλωσή του.

Το αλουμίνιο στην οικοδομή αποτελεί ένα από τα βασικά υλικά. Είναι αδιάβρωτο από καιρικούς παράγοντες και δίνει μοναδικές λύσεις στην κατασκευή μοντέρνων κτιρίων, στην ανακατασκευή, την ανακαίνιση ή συντήρηση παλαιών κτιρίων με ιστορική και αρχιτεκτονική αξία.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Η παραγωγή του αλουμινίου είναι δαπανηρή και επιβαρυντική για το περιβάλλον διότι η εξόρυξη του βωξίτη καταστρέφει τη φυσική βλάστηση και απογυμνώνει το έδαφος που γίνεται ευάλωτο στη διάβρωση. Τα τροπικά ζώα, τα πουλιά και τα έντομα χάνουν το φυσικό τους περιβάλλον και αυτό έχει πολύ αρνητικές συνέπειες για τον πληθυσμό και την ποικιλία των ζωντανών οργανισμών. Επίσης κατά την εξόρυξη του βωξίτη παράγονται μεγάλες

ποσότητες σκουριάς που ρυπαίνουν το έδαφος και τις ακτές .Εκτός από αυτό , επειδή για την απομόνωση του αλουμινίου από βωξίτη απαιτούνται χημικές διεργασίες , μολύνεται η ατμόσφαιρα από ρύπους. Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι τα κοιτάσματα βωξίτη θα εξαντληθούν στα επόμενα 50 ή το πολύ 100 αν συνεχίσουμε τις εξορύξεις με τους σημερινούς ρυθμούς.

Το αλουμίνιο ανακυκλώνεται επ' άπειρον με χρήση λιγότερης ενέργειας από το σίδηρο , λόγω του χαμηλού σημείου τήξης , διατηρώντας τις φυσικές του ιδιότητες και την αξία του. Σε σύγκριση με την ενέργεια που απαιτεί η πρωτογενής παραγωγή του αλουμινίου (ηλεκτρόλυση από την αλουμίνα περίπου 14kwh/kg) η ανακύκλωση χρειάζεται μόλις το 5% εξασφαλίζοντας μεγάλη οικονομία αλλά , έμμεσα και καθαρότερο περιβάλλον (**έμμεση ανακύκλωση**). Είναι χρήσιμο να τονιστεί η παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου από ηλεκτρόλυση , χρησιμοποιείται σε ποσοστό 60% υδροηλεκτρική ενέργεια και όχι ενέργεια από καύση ορυκτών καυσίμων που ευθύνεται άμεσα για την εκπομπή «αερίων θερμοκηπίου».

Την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές τεχνικές ανακύκλωσης , προσαρμοσμένες στις διάφορες μορφές ανακυκλώσιμου αλουμινίου , π.χ. άλλη για άβαφο και χοντρού πάχους αλουμίνιο άλλη για βαμμένο αλουμίνιο.

Το αλουμίνιο δικαίως χαρακτηρίζεται σαν το 'πράσινο' μέταλλο , ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις τεχνολογικές αλλά και οικολογικές απαιτήσεις . Η διεθνής παραγωγή αλουμινίου είναι από τους βασικούς πρωταγωνιστές στην προσπάθεια για μείωση ενέργειας για παραγωγική διεργασία , περιορισμό και έλεγχο εκπομπών ρύπων και διατήρηση τουλάχιστον της ποιότητας του περιβάλλοντος .Η ανακύκλωση του αλουμινίου είναι το σημαντικότερο μέσο για την οικονομία ενέργειας και τη μείωση εκπομπών ρύπων.

Η Διεθνής προσπάθεια που καταβάλλεται προς την κατεύθυνση αυτή , αποδεικνύεται και με το 'κλείσιμο' ορυχείων βωξίτη ,ενώ πολλές μονάδες ηλεκτρόλυσης (πάνω από 60% παγκοσμίως) τροφοδοτούνται με ενέργεια από υδροηλεκτρικά έργα (καθαρότερη ενέργεια , χωρίς εκπομπές καπναερίων).Η επαναφορά του τοπίου των σκαμμένων ορυχείων είναι καθιερωμένη και τα Ηνωμένα Έθνη έχουν βραβεύσει την αναδάσωση παλαιών ορυχείων μεγάλης εταιρίας στην Αυστραλία.Η προσπάθεια για οικονομικότερη διεργασία ηλεκτρολύσεως έχει ήδη διεθνώς αποδώσει , επιτυγχάνοντας μείωση ενέργειας 30% σε σχέση με εκείνη που χρειαζόταν προ 30ετίας. Καταβάλλεται προσπάθεια –μέσω ενημέρωσης- για να επικρατήσει ο όρος χρησιμοποίηση αλουμινίου αντί για κατανάλωση αλουμινίου , ώστε το κοινό να εξοικειωθεί με τις έννοιες περισυλλογής ,διαχωρισμού και ανακύκλωσης.

Η διατήρηση της αξίας του μετάλλου , παράλληλα με την επ' άπειρον δυνατότητα ανακύκλωσης του αλουμινίου , αποτελούν εξαιρετικά ελκυστικά χαρακτηριστικά που ενισχύουν το προφίλ οικολογίας του αλουμινίου. Υπογραμμίζεται η δεδομένη σήμερα διατήρηση της ίδιας ποιότητας μετάλλου μετά την ανακύκλωση του.

Η τεχνολογία των κραμάτων σε συνδυασμό με την ευκολία υποβιβασμού του πάχους με την έλαση , δίνει νέα διάσταση σε δυνατότητας οικονομίας μετάλλου στις κατασκευές (σκληρότερα κράματα-χαμηλότερο πάχος).

Η ανακύκλωση σαν εφαρμοσμένη βιομηχανική μέθοδος παραγωγής αλουμινίου , έχει ιστορία ζωής στην Ευρώπη από το 1920 περίπου.

Το σκράπ που προκύπτει κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας στα εργοστάσια παραγωγής, ανακυκλώνεται αμέσως δίνοντας αντίστοιχες κραματικές ποσότητες πλακών από το χυτήριο. Από την άλλη , οι κάθε είδους κατασκευές και προϊόντα αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν μετά το τέλος της διάρκειας ζωής τους.

Αυτό βέβαια προϋποθέτει την περισυλλογή , τον κρατικό διαχωρισμό και την ανακύκλωσή τους. Εκτεταμένα δίκτυα περισυλλογής , διαχωρισμού , προεπεξεργασίας και εμπορίας , λειτουργούν ήδη σε όλο τον κόσμο.

Τέλος , το δομικό αλουμίνιο παράγεται στο μεγαλύτερο ποσοστό από ανακυκλωμένο μέταλλο , ενώ οι Σκανδιναβικές χώρες έχουν φτάσει επίπεδα ανακύκλωσης 95% για την παραγωγή δομικού αλουμινίου (φύλλα και προφίλ).

Διαδικασία ανακύκλωσης αλουμινίου



Το φύλλο αλουμινίου ανακυκλώνεται στη δευτεροβάθμια βιομηχανία αλουμινίου, με άλλα απορρίμματα αλουμινίου όπως τα πλαίσια παραθύρων και οι λαβές από πόρτες.

Το αλουμίνιο πρώτα τοποθετείται σε έναν ιμάντα τροφοδοσίας και χωρίζεται από τα αστικά απόβλητα, συνήθως μέσω ενός διαχωριστή δινορευμάτων. Έπειτα κόβεται σε μικρά, ίσα κομμάτια για να ελαττωθεί ο όγκος του και να το καταστήσει ευκολότερο για τις μηχανές που το διαχωρίζουν.

Κατά μήκος της ίδιας ζώνης μεταφορέων, το αλουμίνιο περνά μέσω μερικών μεγάλων μαγνητών. Αυτό αφαιρεί οποιοδήποτε χάλυβα και μερικά άλλα μέταλλα μεταξύ του αλουμινίου. Αυτό πρέπει να γίνει επειδή άλλα μέταλλα πρέπει να ανακυκλωθούν με διαφορετικούς τρόπους.

Το αλουμίνιο φορτώνεται έπειτα σε έναν φούρνο που είναι σχεδιασμένος για να αφαιρέσει όλο το χρώμα και την βρώμα από αυτό. Ο φούρνος θερμαίνεται έως ότου το χρώμα και τα επιστρώματα απομακρυνθούν από το αλουμίνιο, και απορροφούνται από το φούρνο από ισχυρούς ανεμιστήρες. Τα κομμάτια του αλουμινίου κυβοτοποιούνται για την ελαχιστοποίηση των απωλειών οξείδωσης όταν θα λιώσουν. Η επιφάνεια του αλουμινίου οξειδώνεται εύκολα σε οξείδιο του αλουμινίου όταν εκτίθεται σε οξυγόνο. Οι κύβοι φορτώνονται στο φούρνο και θερμαίνονται στους $750\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ μέχρι το αλουμίνιο να λιώσει εντελώς.

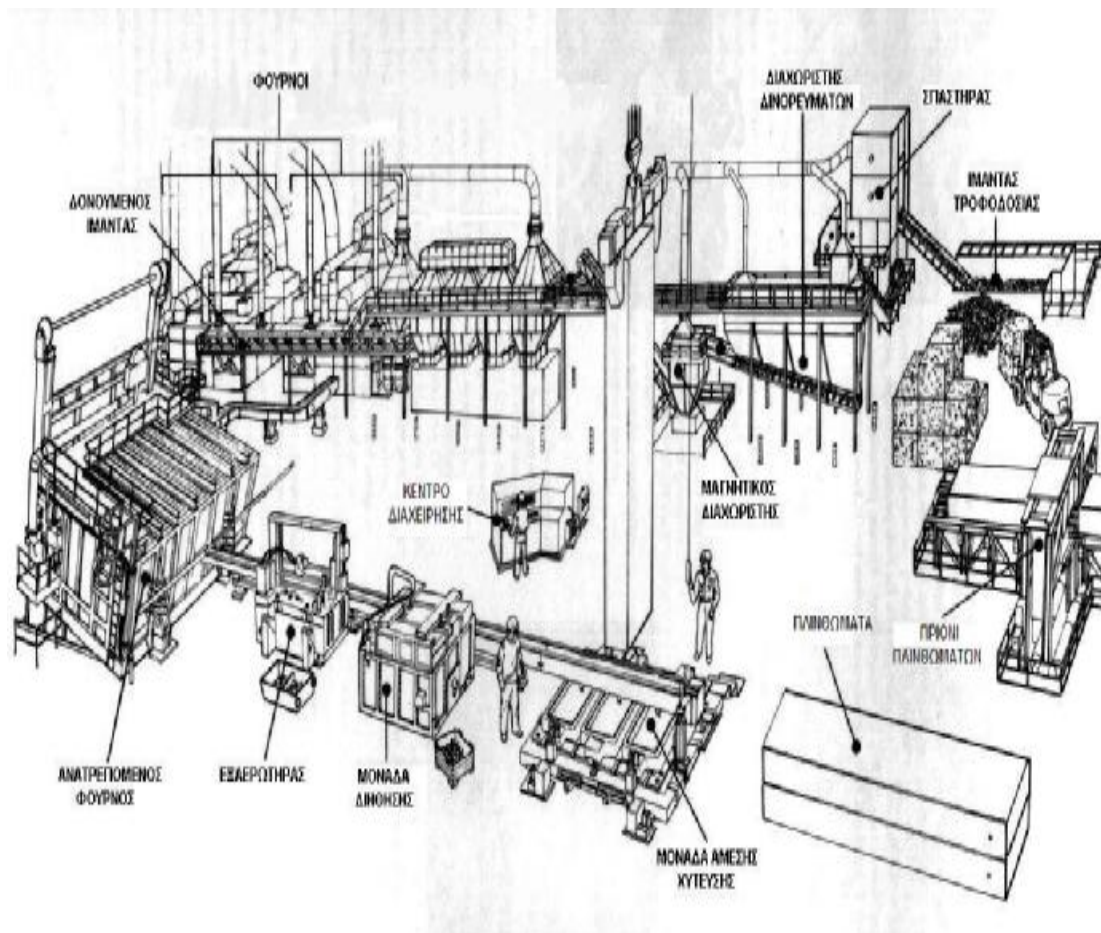


Επιπλέον σκωρίες αφαιρούνται και το διαλυμένο υδρογόνο απαεριώνεται. (Το λιωμένο αλουμίνιο διαχωρίζει εύκολα το υδρογόνο από υδρατμούς και μολυσματικούς παράγοντες υδρογονανθράκων). Αυτό συνήθως γίνεται με χλώριο και το αέριο άζωτο. Οι εξαχλωροαιθάνιοι δίσκοι χρησιμοποιούνται συνήθως ως η πηγή για το χλώριο. Υπερχλωρικό αμμώνιο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί, καθώς αποσυντίθεται κυρίως σε χλώριο, άζωτο και οξυγόνο όταν θερμαίνεται.

Λαμβάνονται δείγματα για φασματοσκοπική ανάλυση. Ανάλογα με το επιθυμητό τελικό προϊόν, υψηλής καθαρότητας αλουμίνιο, χαλκός, ψευδάργυρος, μαγγάνιο, πυρίτιο, ή/και μαγνήσιο προστίθεται για να μεταβληθεί η λιωμένη σύνθεση στο κράμα με τις επιθυμητές προδιαγραφές.



Ο φούρνος ανατρέπεται, το λιωμένο αλουμίνιο χύνεται και η διαδικασία επαναλαμβάνεται ξανά για την επόμενη παρτίδα. Ανάλογα με το τελικό προϊόν μπορεί να είναι σε ράβδους, δοκούς με τετράγωνη διατομή, μεγάλες πλάκες για να γίνουν ρολά, κονιορτοποιημένα ή μεταφέρονται σε κατάσταση τήξης του για εγκαταστάσεις παραγωγής για περαιτέρω επεξεργασία.



Η διαδικασία τήξης είναι βασισμένη σε έναν περιστροφικό φούρνο που αποτελείται από ένα κυλινδρικό τύμπανο χάλυβα και μια αίθουσα. Ο φούρνος θερμαίνεται από μια φλόγα φυσικού αερίου που βρίσκεται στο τύμπανο φούρνων. Το σύστημα καυστήρων παράγει θερμοκρασίες άνω των 1700 °C μέσα στην πυρίμαχη ύλη. Μετά το λιώσιμο, το αλουμίνιο μεταγγίζεται από τον φούρνο και κατευθύνεται είτε στις φόρμες όπου θα σταθεροποιηθεί, ή στις προθερμασμένες χοάνες. Το αέριο πετροχημικής βιομηχανίας τροφοδοτείται απλά στο φούρνο λειώνει μέσω της θερμότητας και ανακατεύεται σε ένα χαμηλό περιβάλλον οξυγόνου.

Το δευτεροβάθμιο αλουμίνιο παράγεται συχνά στην προδιαγραφή των πελατών, με τις ρυθμίσεις κραμάτων που γίνονται στο φούρνο. Τα προκύπτοντα πλινθώματα ανακυκλωμένου φύλλου αλουμινίου θα αγοραστούν από τις εκάστοτε επιχειρήσεις, θα λιωθούν ξανά και θα χυθούν στις φόρμες για τα τμήματα μηχανών αυτοκινήτων όπως τα κεφάλια των κυλίνδρων. Αυτό είναι μια ασφαλής και αυξανόμενη τέλος-αγορά για το φύλλο αλουμινίου, όπως το αλουμίνιο χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην αυτοκινητοβιομηχανία για να κάνει



τα οχήματα ελαφρύτερα, και να κάνει εξοικονόμηση καύσιμου σε όλη τη διάρκεια ζωής του οχήματος.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 25 ετών, οι βιομηχανίες αλουμινίου έχουν αναπτύξει ένα σύστημα ανακύκλωσης που ωφελεί το περιβάλλον καθώς επίσης και τη βιομηχανία. Αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν την οικονομία ενέργειας και των φυσικών πόρων καθώς επίσης και την οικονομία χώρου απορριμμάτων. Το σύστημα ανακύκλωσης χρησιμεύει ως ένα υπέργειο ορυχείο, ένα κρίσιμο συστατικό του ανεφοδιασμού μετάλλων της βιομηχανίας.





Ιστορία της ασφάλτου

Στην αρχαιότητα, χρησιμοποιούσαν την άσφαλτο για την ενίσχυση των τειχών, για να τα προφυλάσσουν από την κατάρρευση (άσφαλτα τείχη). Βέβαια με τον όρο άσφαλτο δήλωναν το φυσικό μείγμα που αποτελείται από ασβεστολιθικά ή πυριτικά υλικά. Στην αρχαιότητα το αντλούσαν από την κοιλάδα του Ιορδάνη (άσφαλτος της Ιουδαίας) και από τις όχθες της Νεκρής Θάλασσας (Ασφαλτίτις λίμνη). Οι Βαβυλώνιοι και οι Ασσύριοι την χρησιμοποιούσαν για να κατασκευάζουν στεγανά οδοστρώματα. Οι Αιγύπτιοι για να ταριχεύουν τις μούμιες. Οι πρόγονοι μας, για να ενισχύσουν τα τείχη ή για να στεγανώσουν τα πλοία (την αντλούσαν από το Μάραθο, τους Παξούς και τους Αντίπαξους).

Ο Σκοτσέζος τοπογράφος **John Loudon McAdam** (1756-1836) μετά από πολύχρονες μελέτες και δοκιμές κατέληξε σε ένα τύπο οδοστρώματος που ονομάζεται έκτοτε προς τιμήν του «Macadam». Αυτό το πρότυπο δρόμων που διαδόθηκε σταδιακά σε όλη την Ευρώπη, προέβλεπε αφενός υπερύψωση του οδοστρώματος για εύκολη αποχέτευση των υδάτων και αφετέρου επάλληλες επιστρώσεις, μία με μεγάλες πέτρες και από μία με χοντρό και λεπτό χαλίκι, το οποίο σταθεροποιείτο με άμμο. Αργότερα στη θέση της άμμου ως συνδετικού μέσου χρησιμοποιήθηκε άσφαλτος. Οι δρόμοι που κατασκευάζονταν έκτοτε με τις προδιαγραφές του McAdam απαιτούσαν λιγότερο υλικό και μικρότερο κόστος συντήρησης.



Πρώτος δρόμος που επιστρώθηκε στην Ευρώπη με άσφαλτο ήταν το 1824 η **Champs-Elysee** στο Παρίσι.

Σήμερα, βέβαια, η άσφαλτος παράγεται από απόσταξη του πετρελαίου και η εφαρμογή της, όπως τη γνωρίζουμε εμείς, θα εμφανιστεί μόλις το 1838, που θα κατασκευαστεί το πρώτο πισσάσφαλτο πεζοδρόμιο, στο Παρίσι. Δηλαδή, τα πρώτα δεκαπέντε χρόνια, περίπου, η λέξη άσφαλτος προσδιόριζε το πεζοδρόμιο και όχι το δρόμο. Η πρώτη ασφαλτόστρωτος οδός (η Μπερζέρ) θα κατασκευαστεί, και πάλι, στο Παρίσι (1854). Στην Αθήνα, ο πρώτος ασφαλτόστρωτος δρόμος, η οδός Αιόλου, θα εμφανιστεί το 1905.



Ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος

Κατά τη δεκαετία του '50, η όλη διαδικασία κατασκευής ήταν μία δουλειά από την οποία προέκυπταν μεγάλες ποσότητες σκόνης. Την δεκαετία του '60, όμως, που η μόλυνση του περιβάλλοντος άρχισε να προκαλεί ανησυχία ανάγκασε τους μηχανικούς να πάρουν κάποια μέτρα.



Χαρακτηριστικά είναι τα λόγια του προέδρου της εταιρείας Astec : «Όταν πρωτοβγήκα στη δουλειά, μπορούσε κάποιος να διακρίνει τις εγκαταστάσεις από τρία μίλια μακριά..Σήμερα, πρέπει να χτίζουμε εγκαταστάσεις που δεν μπορείτε να δείτε, δεν μπορείτε να ακούσετε, και δεν μπορείτε να μυρίσετε.»

Βελτίωση της ποιότητας

Μέχρι το 1960, το κράτος έλεγχε σχεδόν οτιδήποτε αφορούσε την οδοποιία, από τη εξόρυξη των αδρανών, στη μίξη της ασφάλτου, στην τοποθέτησή της στο οδόστρωμα. Σήμερα, εντούτοις, με τα νέα δεδομένα, ο νόμος επιτρέπει στον ανάδοχο να αναλαμβάνει περισσότερη ευθύνη για την κατασκευή. Επιβάλλεται,



όμως, να δίνονται εγγυήσεις. Η τάση προς τη συνεχή βελτίωση έχει οδηγήσει, επίσης, τη βιομηχανία να ενδιαφερθεί για την ανακύκλωση. Η ανακύκλωση ήταν κάτι συνηθισμένο στις αρχές του 20ού αιώνα, αλλά εγκαταλείφθηκε δεδομένου ότι οι τότε νέες εγκαταστάσεις καθαρισμού ασφάλτου παρείχαν μεγάλες ποσότητες και σε

μειωμένες τιμές. Η ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του '70, εντούτοις, κατέδειξε την ανάγκη για τη συντήρηση των φυσικών πόρων. Από τότε, το ποσό της ανακυκλωμένης ασφάλτου που χρησιμοποιείται στα μίγματά, έχει αυξηθεί. Πάνω από 70 εκατομμύριο τόνοι υλικού επίστρωσης, ανακυκλώνονται κάθε χρόνο. Σήμερα, το ασφαλικό μίγμα είναι το περισσότερο ανακυκλωμένο υλικό της Αμερικής.

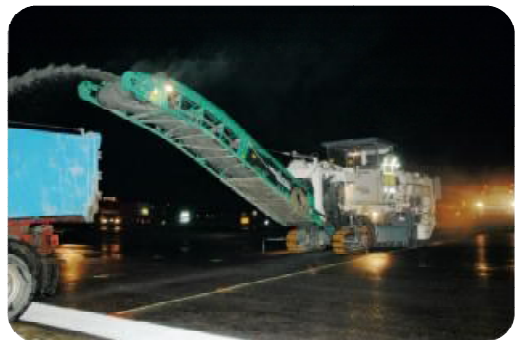
Διαδικασία ανακύκλωσης ασφάλτου

Η ανακύκλωση της ασφάλτου φέρνει αμέσως στο νου τη συντήρηση και την επιδιόρθωση / ανανέωση των δρόμων. Φυσικά ο τομέας αυτός συγκεντρώνει την πλειοψηφία τέτοιων δραστηριοτήτων, και η άνθησή του ευνοείται παγκοσμίως από τις οικονομίες, τις τεχνικές προδιαγραφές που αναπτύσσονται και την εντατικοποίηση της ανακύκλωσης.

Η προσέγγιση της ανακύκλωσης και των προδιαγραφών διαφέρει από χώρα σε χώρα, καθώς άλλες χώρες προτιμούν τις «επί τόπου» (in situ) τεχνικές επεξεργασίας και άλλες τις «εκτός τόπου» (ex situ). Ο τύπος της στερέωσης της ασφάλτου που χρησιμοποιείται διαφέρει επίσης, αλλά λέγεται ότι το ασφαλτικό γαλάκτωμα δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τη σπογγώδη πίσσα. Η χρήση τροποποιημένων πολυμερών γαλακτωμάτων βοηθά στην ενίσχυση της αντοχής των ανακυκλωμένων πεζοδρομίων.

Τόσο στην επί τόπου όσο και στην εκτός τόπου ανακύκλωση της ασφάλτου, η απόλυτη εξομάλυνση της επιφάνειας ή το φρεζάρισμα είναι σημαντικά για την επίτευξη ενός καλού αποτελέσματος στη νέα επιφάνεια. Πολλοί εργολάβοι σήμερα προτιμούν να χρησιμοποιούν τεχνικές ψυχρής εξομάλυνσης της επιφάνειας, λόγω των πλεονεκτημάτων τους όσον αφορά την υγιεινή και την προστασία του περιβάλλοντος έναντι των θερμών μεθόδων.

Ωστόσο, πρέπει να γίνει μία διάκριση μεταξύ της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Ανακύκλωση σημαίνει προσθήκη ανακτημένης ασφάλτου σε νέα μείγματα, με τα αδρανή υλικά και την παλιά πίσσα να εκτελούν την ίδια λειτουργία που επιτέλεσαν στην αρχική εφαρμογή. Επαναχρησιμοποίηση σημαίνει χρήση της ανακτημένης ασφάλτου ως θεμέλιο, υλικό πληρώσεως ή βάσης, με το ανακτημένο υλικό να δρα σε μία μικρότερης έκτασης λειτουργία σε σχέση με την αρχική εφαρμογή.



ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ



Στη μέθοδο αυτή το ασφαλτικό υλικό του δρόμου που πρόκειται να ανακατασκευαστεί, διασπάται και αναμειγνύεται μέσω ενός κονιοποιητή. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί με ή χωρίς την προσθήκη θερμότητας (εν θερμώ ή εν ψυχρώ). Η επιτόπια ανακύκλωση λόγω των τεχνικών χαρακτηριστικών των μηχανημάτων που χρησιμοποιεί, περιορίζεται μόνο στα υλικά της κυκλοφοριακής στρώσης του οδοστρώματος.

Επιτόπια ανακύκλωση εν ψυχρώ

Στην μέθοδο αυτή τα υλικά κατασκευής του οδοστρώματος διασπώνται με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, και ακολούθως αναμειγνύονται με νέο ασφαλτικό υλικό. Η προσθήκη του νέου υλικού δύναται να γίνει πριν την κονιοποίηση ή σε οποιαδήποτε φάση μετά το πρώτο πέρασμα του υλικού από τον κονιοποιητή. Το συνδετικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι σχεδόν πάντα ένα ασφαλτικό γαλάκτωμα, ώστε να διασφαλίζεται το πορώδες του υλικού. Το οδόστρωμα που αποκαθίσταται με τον τρόπο αυτό, είναι κατάλληλο για χρήση σε ήπια κλίματα και για ελαφρά κυκλοφορία. Στα ζεστά κλίματα το ποσοστό της υγρασίας στο ανακυκλωμένο μίγμα πριν αυτό απλωθεί στην επιφάνεια πρέπει να είναι χαμηλό, διότι διαφορετικά θα οδηγήσει σε αστοχία εξαιτίας της εσωτερικής πίεσης από την εξάτμιση του πλεονάζοντος νερού.



Επιτόπια ανακύκλωση εν θερμώ

Η επιτόπια ανακύκλωση εν θερμώ μπορεί να χωριστεί σε τρεις διαδικασίες, που έχουν ως χαρακτηριστικό τη χρήση του ίδιου μηχανικού εξοπλισμού και τη χρησιμοποίηση θερμότητας. Αυτές είναι η αναμόρφωση (reshape), η επαναδιάστρωση (rerave) και η επανάμιξη (remix).

Αναμόρφωση του ασφαλτικού οδοστρώματος



Στη μέθοδο αυτή η επιφάνεια του οδοστρώματος θερμαίνεται με υπέρυθρες ακτίνες σε θερμοκρασία 120-130 °C και επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση χωρίς πρόσμιξη υλικού. Με τη βοήθεια κοχλιών διενεργείται μια εγκάρσια κατανομή του αναμοχλευθέντος υλικού κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο **διαστρωτήρας** που ακολουθεί να μπορεί να διαστρώσει το υλικό

σύμφωνα με την διατομή και σε σταθερό πάχος. Το υλικό που ενδεχομένως περισσεύει απομακρύνεται από τα πλάγια του οδοστρώματος. Η συμπύκνωση του επαναδιαστρωθέντος τάπητα γίνεται αμέσως με βαρείς στατικούς ή δονητικούς συμπυκνωτές και πρέπει να ολοκληρωθεί πριν πέσει η θερμοκρασία της στρώσης που υφίσταται

επεξεργασία. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος θα πρέπει το οδόστρωμα να έχει τη σωστή διατομή και να μην παρουσιάζει μεγάλες ανωμαλίες, διότι σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να προηγηθεί πλάνισμα και **φρεζάρισμα** της επιφάνειας. Επίσης το υπάρχον ασφαλτικό υλικό του ασφαλτοτάπητα θα πρέπει να έχει σωστή κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανούς υλικού και σωστή

αναλογία σε άσφαλτο. Τέλος η άσφαλτος δεν θα πρέπει να έχει υποστεί χημικές αλλοιώσεις (π.χ. οξείδωση) σε προχωρημένο βαθμό. Όλες οι πρόσφατες μηχανές φρεζαρίσματος που λανσάρονται από την Marini, την Cat και την Wirtgen ανήκουν στην γκάμα των μικρών μεγεθών, και η σχεδιάσή τους στοχεύει στην ευελιξία τους. Τα νέα W 35 και W 35 DC της Wirtgen είναι σχεδιασμένα για φρεζάρισμα μικρών περιοχών σε δρόμους ή πεζοδρόμια, και διαθέτουν το μέγιστο εύρος των 350 mm. Τα τρία τροχοφόρα W35 μπορούν να φρεζάρουν σε μέγιστο βάθος 60mm, έχουν βάρος λειτουργίας 2,4 τόνους και τροφοδοτούνται από κινητήρα 31,5 kW. Τα γράμματα «DC» του W35 DC υποδηλώνουν «βαθύ κόψιμο» (deep cutting), και μπορεί να φρεζάρει σε βάθος έως 110mm. Το κανονικό εύρος φρεζαρίσματος του μηχανήματος με τον



42,5kW κινητήρα είναι 350mm, αλλά με μια προαιρετική συναρμολόγηση φρέζας επεκτείνεται στα 500mm.

Επαναδιάστρωση του παλιού οδοστρώματος με προσθήκη υλικού χωρίς ανάμιξη

Στη μέθοδο αυτή το οδόστρωμα θερμαίνεται με υπέρυθρες ακτίνες και στη συνέχεια αναμοχλεύεται σε βάθος 3-4 cm. Εν συνεχεία διαμορφώνεται η αναμοχλευομένη στρώση του παλιού οδοστρώματος και αναθερμαίνεται, ενώ συγχρόνως



διαστρώνεται πάνω σε αυτή ένας λεπτοτάπητας (πάχους 3 cm) από νέο ασφαλτόμιγμα. Ακολουθεί συμπύκνωση της διπλής στρώσης ασφαλτομίγματος. Αν το παλιό ασφαλτόμιγμα έχει υποστεί αλλοιώσεις χημικής φύσεως, αυτές θα αντιμετωπιστούν από την κάλυψη του με τη νέα επίστρωση.

Επανάμιξη του παλαιού υλικού οδοστρώματος με νέο ασφαλτικό μίγμα



Στη μέθοδο αυτή ο παλαιός ασφαλτοτάπητας θερμαίνεται και αναμοχλεύεται σε βάθος περίπου 5 cm. Το παλιό ασφαλτόμιγμα αναμιγνύεται με νέο συμπληρωματικό ασφαλτόμιγμα σε θερμαινόμενο ειδικό αναμικτήρα του μηχανήματος ανακύκλωσης. Ακολούθως γίνεται η διάστρωση του νέου μίγματος και η κυλίνδρωσή του ώστε να επέλθει συμπύκνωση. Με τη μέθοδο αυτή

διορθώνεται η κοκκομετρική διαβάθμιση του αδρανούς υλικού, το ποσοστό της ασφάλτου στο μίγμα καθώς και το είδος της ασφάλτου. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η σχετική ομοιομορφία του

ασφαλτομίγματος, ως προς τη διαβάθμιση των υλικών και το ποσοστό της ασφάλτου.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Στη μέθοδο αυτή το ανακτημένο υλικό μεταφέρεται σε κατάλληλη εγκατάσταση μίξεως όπου μπορούν να δημιουργηθούν αποθέματα για μελλοντική χρήση ή να υποβληθούν αμέσως σε ανακύκλωση ώστε να παραχθεί νέο ασφαλτικό υλικό. Οι κεντρικές εγκαταστάσεις όπου λαμβάνει χώρα η ανακύκλωση, δύναται να είναι παλιές εγκαταστάσεις παραγωγής ασφαλτομίγματος που έχουν τροποποιηθεί, ή καινούριες εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν με την πρόβλεψη να δέχονται και να επεξεργάζονται και τα ανακυκλωμένα υλικά από τα παλιά ασφαλτικά οδοστρώματα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει καλύτερο έλεγχο της ποιότητας των υλικών και καλύτερο μηχανικό έλεγχο της κατασκευαστική λειτουργίας, με αποτέλεσμα το παραγόμενο μίγμα να παρουσιάζει υψηλή συνοχή και ποιότητα.





Η ιστορία του γυαλιού

Το φυσικό γυαλί υπήρχε από καταβολής κόσμου. Οι ιστορικοί αναφέρουν ότι η πρώτη μορφή γυαλιού σχηματίστηκε όταν διαφορετικά είδη πετρωμάτων, ύστερα από ηφαιστειακές εκρήξεις, αναμίχθηκαν, στη συνέχεια έλιωσαν λόγω της υψηλής θερμοκρασίας, κι αφού κρύωσαν στερεοποιήθηκαν έχοντας μεταμορφωθεί σε γυαλί.



Ο Ρωμαίος ιστορικός Πλίνιος ο Πρεσβύτερος έγραψε ότι το γυαλί το ανακάλυψαν το 3500 π.Χ. Φοίνικες

ναυτικοί που είχαν ανάψει τη φωτιά τους σε μια αμμουδερή παραλία. Μη βρίσκοντας πέτρες για να στηρίξουν τα καζάνια τους, χρησιμοποίησαν μεγάλα κομμάτια νάτρου (ένυδρου ανθρακικού νατρίου), που τα μετέφεραν ως εμπόρευμα. Όταν το νάτρον ζεστάθηκε κι αναμίχθηκε με άμμο, σχηματίστηκε ένα παράξενο υγρό 'κι έτσι ξεκίνησε το γυαλί, έγραψε ο Πλίνιος.

Μια συνταγή που βρέθηκε σε σφηνοειδή γραφή της Μεσοποταμίας συμβουλεύει : 'Ανακατώστε 60 μέρη άμμο, 180 μέρη στάχτες από θαλασσινά φυτά και 5 μέρη κιμωλία, βάλτε τα στο καμίνι, και θα πάρετε γυαλί'.

Το 1500 π.Χ. η παραγωγή γυάλινων αντικειμένων είναι πλέον γεγονός και οι πόλεις κράτη που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό είναι κυρίως, οι Μυκήνες (Ελλάδα), Κίνα και Συρία.

Ο 9ος αιώνας βρίσκει τους Αιγυπτίους να έχουν αναπτύξει σε πολύ μεγάλο βαθμό τη μέθοδο παραγωγής γυάλινων αντικειμένων χρησιμοποιώντας καλούπια, και ήταν τέτοιο το ενδιαφέρον και η επιμονή τους που, για τα επόμενα 500 χρόνια, ήταν η μητρόπολη του γυαλιού, ενώ λέγεται, ότι από εκεί διαδόθηκε αυτή η σπάνια τέχνη στην Ιταλία. Ουσιαστικά, αυτό που έδωσε τη μεγάλη ώθηση στην εξάπλωσή της, ήταν η ανακάλυψη του φυσητού γυαλιού, που χρονολογικά τοποθετείται μεταξύ του 27 π.Χ. και 14 μ.Χ.

Στο Μεσαίωνα η Βενετία και το νησάκι Murano έχουν μετατραπεί σε βιομηχανίες γυαλιού απασχολώντας πάνω από 15.000 τεχνίτες, των οποίων οι δεξιότητες και η τεχνογνωσία 'εξάγονται' σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γαλλία και η Γερμανία. Η μεγάλη αλλαγή, βέβαια, συντελείται με τη Βιομηχανική Επανάσταση (17ος) και με την εφαρμογή της μηχανικής στα διάφορα στάδια της παραγωγής.



Πολύ αργότερα, γύρω στο 1905, ο Αμερικανός Owens κατασκευάζει την πρώτη αυτόματη μηχανή. Ο Owens υποστηρίχθηκε οικονομικά από τον E.D.L. Libbey, ιδιοκτήτη της Libbey Glass Co. of Toledo, Ohio για την παραγωγή τέτοιων μηχανών, και έτσι, μέχρι το 1920 λειτουργούσαν περίπου 200 τέτοιες

μηχανές στις ΗΠΑ. Από τότε μέχρι σήμερα όλα όσα επιτεύχθηκαν ήταν απλώς, θέμα Έρευνας και Ανάπτυξης.

Εμφάνιση και εξέλιξη του αρχιτεκτονικού υαλοπίνακα

Το χυτό, επίπεδο γυαλί πρωτοεμφανίζεται τον πρώτο π.Χ. αιώνα στην Ρώμη.



Το λιωμένο γυαλί χύνεται σε ξύλινα επίπεδα καλούπια που έχουν προηγουμένως βραχεί. Τα πρώτα αυτά επίπεδα γυαλιά έχουν διαστάσεις 40X40 εκ. και πάχος 4 έως 5 χιλιοστών. Έχουμε πλέον με τον τρόπο αυτόν γυαλιά για την πλήρωση παραθύρων. Οι πρώτοι υαλοπίνακες της ιστορίας τοποθετούνται την πρώτη μ.Χ. δεκαετία, στην Ρώμη, αν και οι Ρωμαίοι δεν είχαν ακόμη ανακαλύψει κατάλληλες μεθόδους λείανσης, ώστε

να παίρνουν διαφανές γυαλί.

Χυτά γυάλινα παράθυρα, έστω και χαμηλής οπτικής ποιότητας, άρχισαν έτσι να εμφανίζονται στα σημαντικότερα κτίρια στην Ρώμη καθώς και στις πολυτελείς βίλλες της Πομπηίας, παρέχοντας προστασία των κατοίκων τους από καιρικά φαινόμενα (άνεμο, βροχή, κρύο κλπ) ενώ επέτρεπαν στο φως να μπαίνει μέσα. Αυτός παραμένει και σήμερα ο βασικός προορισμός των υαλοπινάκων.

Λίγο αργότερα οι Ρωμαίοι παράγουν τους πρώτους καθρέπτες, επιστρώνοντας την μια πλευρά των υαλοπινάκων με μόλυβδο. Η πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας έχει σαν συνέπεια όχι μόνο την ανάσχεση της προόδου στην τεχνολογία παρασκευής γυαλιού, αλλά και την οπισθοδρόμηση, καθώς η δραστηριότητα μειώνεται δραστικά μεταφερόμενη σταδιακά στην Βυζαντινή Αυτοκρατορία κυρίως στα μοναστήρια και σε περιοχές της κεντρικής Ευρώπης. Χαρακτηριστική συνέπεια αυτού είναι το γεγονός ότι τα πρώτα παράθυρα που ντύνονται με γυαλί, ήταν αυτά των εκκλησιών.

Οι υαλώσεις στις εκκλησίες απέκτησαν σύντομα διακοσμητικό ρόλο με την ανάπτυξη της τεχνοτροπίας του ζωγραφιστού γυαλιού που στην ουσία δεν είναι ζωγραφική πάνω στο γυαλί αλλά συναρμολόγηση έγχρωμων τεμαχίων γυαλιού και η δημιουργία παραστάσεων (βιτρώ). Τα γυάλινα τμήματα συγκολλούνται με μόλυβδο. Αν και στην Δυτική Ευρώπη το γυαλί έχει καταστεί και πάλι ένα δυσεύρετο προϊόν, η Βυζαντινή υαλοουργία εισέρχεται βαθμηδόν σε πορεία ανάπτυξης και εξέλιξης.

Μια νέα μέθοδος παραγωγής επίπεδου γυαλιού κάνει την εμφάνισή της περί το 650 μ.Χ. αποδιδόμενη σε Σύρους υαουργούς. Φυσώντας έφτιαχναν μια κοίλη γυάλινη σφαίρα την οποία άνοιγαν από την αντίθετη του σωλήνα μεριά. Το γυαλί έπαιρνε ένα κωνικό σχήμα (σαν καμπάνα) με τη κορυφή του στον σωλήνα. Στην συνέχεια περιστρέφανε γρήγορα τον σωλήνα ανάμεσα στις δυο τους παλάμες, κάνοντας το ζεστό ακόμα γυαλί να ανοίξει τελείως σε σχήμα επίπεδου δίσκου και να απλώσει (μέχρι μια περιορισμένη φυσικά διάμετρο). Πρόκειται για μια μέθοδο παραγωγής φτηνού επίπεδου γυαλιού η οποία χρησιμοποιήθηκε για πολλούς αιώνες έκτοτε.

Γύρω στα 1.000 μ.Χ. έχουμε σημαντικές αλλαγές στην τεχνολογία του γυαλιού όταν αναπτύσσεται από Γερμανούς υαουργούς, μια νέα μέθοδος παραγωγής επίπεδου γυαλιού, η οποία εξελίχθηκε δύο αιώνες μετά από Βενετούς τεχνίτες. Φυσώντας έφτιαχναν μια κοίλη γυάλινη σφαίρα την οποία ταλάντευαν κάθετα, κρατώντας την από τον σωλήνα. Η βαρύτητα έδινε ένα μακρόστενο σχήμα στο ζεστό γυαλί μετατρέποντάς το σ' ένα κυλινδρικό «καβούκι» μέχρι και 3 μέτρων μήκους και πλάτους 45 περίπου εκατοστών. Όσο ήταν ακόμη ζεστό το γυαλί, το έβαζαν σ' ένα επίπεδο τραπέζι, έκοβαν τα άκρα του «καβουκιού» και έσκιζαν κατά μήκος τον κύλινδρο ώστε να ανοίξει σ' ένα επίπεδο φύλλο.

Στα τέλη του 13ου αιώνα οι Βενετοί, οι οποίοι μέχρι τότε εισήγαγαν γυάλινα αντικείμενα από το Βυζάντιο, χρησιμοποιώντας Βυζαντινούς τεχνίτες, άρχισαν να αναπτύσσουν την δική τους υαουργία. Κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα η Βενετία είναι το αδιαμφισβήτητο κέντρο της υαουργίας. Οι τεχνίτες του γυαλιού ξεπερνούν τις 10.000. Τόσο για την προστασία της πόλης από τις συχνές πυρκαγιές από τις καμίνους των υαουργείων, όσο και για να προστατέψουν τα «επαγγελματικά μυστικά» τους , όλοι οι υαουργοί μεταφέρθηκαν στο νησί Murano, όπου η Ιταλική Αναγεννησιακή υαουργία συνεχίστηκε για τους επόμενους αιώνες. Πέρα από την τελειοποίηση υφιστάμενων τεχνικών, οι Βενετοί ανέπτυξαν και νέες μεθόδους όπως η τεχνική της επιμετάλλωσης με υδράργυρο που παρήγαγε τους ονομαστούς σε όλη την Ευρώπη καθρέπτες.

Αν και πολλοί εργαζόμενοι πέθαναν νέοι από δηλητηρίαση λόγω του υδραργύρου, η πώληση των καθρεπτών αυτών απέφερε τεράστια κέρδη, πράγμα που έκανε τους άρχοντες της πόλης να ορίσουν την ποινή του θανάτου για όποιον θα αποκάλυπτε το μυστικό της παραγωγής των. Παρ' όλες όμως τις προσπάθειες των Ιταλών, οι τεχνικές της υαουργίας διαδόθηκαν σε όλη την Ευρώπη. Όσον αφορά την Βρετανία, παρατηρούμε κι' εκεί εξέλιξη στην τεχνολογία του γυαλιού, τουλάχιστον κατά τους τελευταίους αιώνες.

Με την ίδρυση της Βρετανικής Εταιρίας Υαλοπινάκων το 1773, η Αγγλία κατέστη το κέντρο του κόσμου όσον αφορά τους ποιοτικούς υαλοπίνακες παραθύρων. Είναι η πρώτη φορά στην ιστορία, που το λείο, κατάλληλο για παράθυρα γυαλί, ήταν διαθέσιμο και προσιτό για τους περισσότερους ιδιοκτήτες

σπιτιών. Την δεκαετία του 1870, ο υαλοουργός George Ravenscroft, χρησιμοποιώντας οξείδιο του μολύβδου αντί για ποτάσα, παράγει διαυγές γυαλί μεγάλης αντοχής το οποίο μπορεί πλέον να χαραχθεί.

Στην Γαλλία οι υαλοουργοί πέρα από την βελτίωση των Ιταλικών μεθόδων και την χρήση μεγαλύτερων πάγκων που τους έδιναν την δυνατότητα παραγωγής μεγαλύτερων υαλοπινάκων, ανέπτυξαν και διαδικασία ανόπτησης, αφήνοντας τις πλάκες γυαλιού να ψύχονται επί ημέρες μέσα σε ειδικά κατασκευασμένους φούρνους. Στα 1688, αναπτύχθηκε μια καινούργια διαδικασία για την παραγωγή επίπεδου γυαλιού κυρίως για την παραγωγή καθρεπτών, των οποίων η οπτική ποιότητα μέχρι τότε, απέιχε πολύ από το να είναι η επιθυμητή.

Το λιωμένο γυαλί χύνεται επάνω σ' ένα ειδικό τραπέζι και κυλινδρώνεται ώστε να γίνει επίπεδο. Λόγω της επαφής του με την τράπεζα και τον κύλινδρο το γυαλί είναι αρχικά θολό. Αφού κρυώσει, η πλάκα του γυαλιού τοποθετείται επάνω σ' ένα στρογγυλό τραπέζι όπου τροχίζεται (λειανίνεται) με περιστρεφόμενους μαντεμένιους δίσκους στην αρχή, με λειαντική άμμο μετά και τέλος γυαλίζεται με τσόχινους δίσκους. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν επίπεδα γυαλιά με καλή ποιότητα οπτικής περατότητας. Όταν επιστρωνόταν στην μια τους πλευρά με ένα ανακλαστικό, εύτηκτο μέταλλο, μπορούσαν να παραχθούν υψηλής ποιότητας καθρέπτες.

Η Ευρωπαϊκή τεχνογνωσία στον τομέα της υαλοουργίας, εισήχθη στην Αμερική, μετά την Αμερικανική Επανάσταση, αφού μέχρι τότε η Αγγλία φοβούμενη των ανταγωνισμό απαγόρευε την υαλοουργία στην Αμερική. Έτσι άρχισε σταδιακά η άνθηση της υαλοουργίας και στην Αμερική.

Γύρω στις αρχές του 20ου αιώνα, οι υαλοουργοί ανακάλυψαν ότι οι υαλοπίνακες μπορούσαν ξανά θερμανθούν να καμπυλωθούν, ενώ αν ψύχονταν αμέσως αποκτούσαν αυξημένες μηχανικές αντοχές σε κάμψη ή σε θέρμανση κατά 400%. Αυτό ήταν και το ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο για την εφαρμογή του γυαλιού στην αυτοκινητοβιομηχανία, η οποία βρισκόταν στο ξεκίνημά της.

Η βιομηχανική επανάσταση επέδρασε καταλυτικά και στον τομέα της παραγωγής αρχιτεκτονικού γυαλιού τόσο με την ανάπτυξη της μηχανικής τεχνολογίας όσο και με την επιστημονική έρευνα ως προς την χημική σύνθεση του γυαλιού και τα φυσικά του χαρακτηριστικά. Πρόσωπο κλειδί και ένας από τους προγόνους της σύγχρονης έρευνας του γυαλιού υπήρξε ο Γερμανός Otto Schott (1851-1935), ο οποίος χρησιμοποίησε επιστημονικές μεθόδους για να μελετήσει τις επιδράσεις πλήθους χημικών στοιχείων επάνω στα οπτικά και θερμικά χαρακτηριστικά του γυαλιού. Το 1871 ο William Pilkington, εφηύρε μια μηχανή που αυτοματοποίησε την παραγωγή των υαλοπινάκων που φτιάχνονταν με την μέθοδο των κυλίνδρων, την οποία μηχανή βελτίωσε αργότερα (1903) ο J.H.Lubber στην Αμερική. Ο Αμερικανός μηχανικός Michael Owens ανακαλύπτει μια αυτόματη φιάλη παραγωγής φουσητού γυαλιού. Με την

ταυτόχρονη βελτίωση του συστήματος τροφοδοσίας, κατέστη δυνατή η βιομηχανική παραγωγή φιαλών σταθερού μεγέθους σε ταχείς ρυθμούς.

Η πρόοδος υπήρξε ραγδαία. Και στις δύο πλευρές του Ατλαντικού ανεπτύχθησαν και μπήκαν σε εμπορική εφαρμογή καινοτόμες μέθοδοι παραγωγής αρχιτεκτονικού γυαλιού. Κυριότερες εξ αυτών η μέθοδος του τραβηχτού (etire) γυάλινου «σεντονιού» (sheet glass) του Βέλγου Emille Fourcault (1905), η οποία αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με αυτήν του Αμερικανού Irving Colburn σε συνεργασία με την εταιρία Libbey-Owens. Με την νέα, αυτοματοποιημένη αυτή μέθοδο, το παχύρευστο γυαλί τραβιόταν από τον κλίβανο, σχηματίζε ένα συνεχές γυάλινο σεντόνι το οποίο ισοπεδωνόταν και κρύωνε περνώντας ανάμεσα από κυλίνδρους αμιάντου. Αν και το γυαλί που παραγόταν δεν ήταν τελείως απαλλαγμένο από ελαττώματα, η νέα αυτή τεχνική κυριάρχησε, με αποτέλεσμα στις δεκαετίες 1920-1930 οι τιμές του επίπεδου γυαλιού να έχουν υποχωρήσει ακόμα και κατά 60%. Η τεχνική της έλξης (etire) έδωσε και την δυνατότητα παραγωγής διακοσμημένου γυαλιού (figured glass), αφού στην περίπτωση αυτή το γυαλί περνούσε ανάμεσα από κυλίνδρους με αποτυπωμένα στην επιφάνειά τους ανάγλυφα σχέδια τα οποία διαμόρφωναν αντίστοιχα την επιφάνεια του γυαλιού.

Έως το 1929 το 70% της παραγωγής επίπεδου γυαλιού στην Αμερική διοχετευόταν στην αυτοκινητοβιομηχανία. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής ήταν γυαλιά ασφαλείας (safety glass) που αποτελούνταν από δύο γυαλιά κολλημένα μεταξύ τους με ένα στρώμα ακετυλοκυταρίνης. Την μέθοδο είχε αναπτύξει από το 1910 ο Γάλλος επιστήμονας Edouard Benedictus.

Με καμιά από τις παραπάνω μεθόδους δεν κατέστη δυνατόν να παραχθεί επίπεδο γυαλί με τα επιθυμητά οπτικά χαρακτηριστικά, ώσπου μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η Βρετανική εταιρία "Pilkington Brothers Ltd" παρουσίασε την νέα μέθοδο παραγωγής επίπεδου γυαλιού την οποία εφεύρε ο Alastair Pilkington, με την επωνυμία "float" και η οποία τέθηκε σε εμπορική εφαρμογή το 1959, συνδυάζοντας για πρώτη φορά το λαμπερό φινίρισμα του γυάλινου «σεντονιού» με την οπτική ποιότητα της πλάκας γυαλιού. Το λιωμένο γυαλί, περνάει (χύνεται) από τον φούρνο τήξης σ' ένα ρηχό μπάνιο με λιωμένο κασσίτερο, στην ιδανικά επίπεδη επιφάνεια του οποίου επιπλέει (floats) ως ελαφρύτερο, απλώνει, αυτοεπιπεδώνεται διαμορφώνοντας μια λεία και απόλυτα επίπεδη μάζα γυαλιού και στην συνέχεια τραβιέται οριζοντίως μέσα στον θάλαμο ανόπτησης σχηματίζοντας μια συνεχή γυάλινη ταινία μέχρι την γραμμική κοπή. Με αυτή την μέθοδο παράγεται σήμερα το σύνολο σχεδόν του επίπεδου γυαλιού παγκοσμίως.

Σύνθεση – Παραγωγή – Φυσικά χαρακτηριστικά

Το γυαλί είναι εξ' ορισμού ένα άμορφο υλικό. Αποκαλείται άμορφο επειδή δεν είναι ούτε στερεό ούτε υγρό, αλλά παραμένει σε μια υαλώδη κατάσταση. Το κοινό γυαλί το οποίο χρησιμοποιείται στα κτίρια, είναι προϊόν τήξης πυριτικής άμμου (SiO_2) 65%, (συνθετικής) σόδας (Na_2CO_3) 15% και ασβεστόλιθου (CaCO_3)/δολομίτη ($\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$) 18%. Στο «χαρμάνι» προστίθενται κατά περίπτωση και άλλα υλικά (όπως μεταλλικά οξείδια Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3), σε μικρές ποσότητες, είτε για να βελτιώσουν τα φυσικά χαρακτηριστικά του γυαλιού, είτε για να διευκολύνουν την διαδικασία παραγωγής, είτε για να χρωματίσουν την μάζα του. Άλλοι τύποι γυαλιών (κρύσταλλα, βοριοπυριτικά γυαλιά κλπ), προκύπτουν από συνδυασμούς των βασικών πρώτων υλών με άλλα δευτερεύοντα υλικά, στις κατάλληλες αναλογίες.

Διαδικασία παραγωγής

Η παραγωγή του επίπεδου γυαλιού γίνεται πλέον όπως προαναφέρεται με την μέθοδο "float" σε 300 περίπου εργοστάσια παγκοσμίως. Σε πρώτη φάση ζυγίζονται και αναμιγνύονται οι πρώτες ύλες με ακρίβεια και ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα. Στην συνέχεια το χαρμάνι αδειάζετε μέσα στον φούρνο τήξης (50 X 9 μέτρων περίπου), όπου λιώνουν τα υλικά σε θερμοκρασία 1.500 - 1.600 oC (η καύσιμη ύλη είναι συνήθως φυσικό αέριο). Το λιωμένο γυαλί, ρέει (χύνεται) στο μπάνιο (45 X 5 μέτρων περίπου) με τον λιωμένο κασσίτερο (1.000 oC), επί του οποίου επιπλέει (floats) ως ελαφρύτερο και πιο παχύρευστο, απλώνει σε όλη την επιφάνεια του μπάνιου και αυτοεπιπεδώνεται (με την βαρύτητα) σχηματίζοντας ένα στρώμα πάχους 6 – 7 mm το οποίο όσο πηγαίνει προς την έξοδο του μπάνιου κρύνει, γίνεται στερεό, αποκτά στιλπνότητα και το επιθυμητό πάχος.

Στην έξοδο του μπάνιου η σχηματισμένη ταινία γυαλιού με θερμοκρασία 600 oC πλέον, οδηγείται με σύστημα αντίθετα κινούμενων γραναζιών, στον θάλαμο ψύξης, κυλιόμενη επάνω σε οριζόντιους κυλίνδρους (ράουλα). Η ταχύτητα κύλισης κυμαίνεται από 7 έως 20 μέτρα το λεπτό ανάλογα με το πάχος του γυαλιού. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα «τραβήγματος» του γυαλιού, τόσο λιγότερη ποσότητα συσσωρεύεται μέσα στο μπάνιο, άρα τόσο μικρότερο είναι το πάχος του φύλλου. Αυξομειώνοντας κατά συνέπεια την ταχύτητα εξόδου, ρυθμίζεται το πάχος του παραγόμενου γυαλιού.

Η συνεχόμενη γυάλινη ταινία οδηγείται μέσα στον θάλαμο ψύξης (ανόπτησης) όπου γίνεται η ελεγχόμενη και ομοιόμορφη ψύξη με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες οι οποίοι φυσούν αέρα διαφορετικής θερμοκρασίας (θερμότερο στα πρώτα μέτρα) ώστε μέχρι να διανύσει το γυαλί τον θάλαμο (μήκους 100 μέτρων περίπου) να έχει πέσει η θερμοκρασία του από τους 600 oC στους 280 oC. Η

ψύξη του γυαλιού γίνεται βαθμιαία και κατά τρόπο απόλυτα ελεγχόμενο προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία εσωτερικών τάσεων μέσα στην μάζα του γυαλιού. Η ταινία γυαλιού συνεχίζει την κίνησή της προς το ψυχρό μέρος της γραμμής παραγωγής.

Εδώ υπάρχουν οι θάλαμοι ελέγχου, ακριβώς πάνω από την κινούμενη ταινία, μέσω των οποίων διενεργείται αυστηρή επιθεώρηση του γυαλιού για ενδεχόμενα ελαττώματα (φυσαλίδες, υαλώματα, παραμορφώσεις, κλπ). Μια λάμπα «ξένον» κατευθύνεται επάνω στην επιφάνεια του γυαλιού και τα τυχόν ελαττώματα εμφανίζονται σαν σκιές πάνω στο λευκό χαρτί που υπάρχει από κάτω. Τα τμήματα γυαλιού με ενδεχόμενα ψεγάδια, κόβονται και απορρίπτονται κατά την επόμενη φάση της κοπής.

Οι κόφτες, ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι, χαράζουν την κινούμενη γυάλινη ταινία οριζοντίως και καθέτως. Οι δύο πρώτοι κόφτες χαράζουν το γυαλί οριζοντίως (κατά Y) προκειμένου να απορριφθούν οι πλαϊνές ζώνες της ταινίας με τα σημάδια από τα γρανάζια έλξης και να μείνει το καθαρό πλάτος του γυαλιού (συνήθως 321 ή 330 εκατοστά). Οι επόμενοι τέσσερις κόφτες κινούμενοι, χαράζουν το γυαλί καθέτως (κατά X) προκειμένου να κόψουν την συνεχόμενη ταινία στα επιθυμητά ύψη (200, 220, 225, 240, 255, 510 και 600 εκατοστά).

Ακολουθεί ο ψεκασμός της επιφάνειας του γυαλιού με σιλικονούχα πούδρα για να προφυλαχθεί από τυχόν γρατζουνίσματα κατά την φάση του πακεταρίσματος. Αμέσως μετά η ταινία διαχωρίζεται στα σημεία που έχει χαραχθεί και προκύπτουν τα διάφορα μεγέθη γυαλιών. Στο τέλος της γραμμής, ρομπότ με βεντούζες, παραλαμβάνουν τα φύλλα και τα εναποθέτουν επάνω σε μεταλλικά στηρίγματα. Κατά παρόμοιο τρόπο τα γυαλιά παραλαμβάνονται από τα στηρίγματα και συσκευάζονται σε ξύλινα πλαίσια.

Φυσικές ιδιότητες του γυαλιού

Πυκνότητα (density): Η πυκνότητα του γυαλιού στους 18οC είναι 2.500Kg/m³ το οποίο μεταφράζεται σε 2,5 κιλά βάρος ανά τετραγωνικό μέτρο και χιλιοστό πάχους.

Ελαστικότητα: Το γυαλί είναι ένα τελείως ελαστικό υλικό. Δεν παρουσιάζει μόνιμη παραμόρφωση, μέχρι να σπάσει. Όμως είναι εύθραυστο και σπάει χωρίς προειδοποίηση εάν εκτεθεί σε υπέρμετρη τάση. Έχει βαθμό ελαστικότητας: 70.000 N/mm² και βαθμό δυσκαμψίας: 29.166N/mm².

Αντοχή στον εφελκυσμό: Όταν κάμπτεται ένας υαλοπίνακας, έχει την μία του πλευρά υπό σύνθλιψη (την εσωτερική) και την άλλη (την εξωτερική) υπό εφελκυσμό. Αν και η αντίσταση του γυαλιού στην σύνθλιψη (συμπίεση) είναι πολύ υψηλή, η αντίστασή του στις τάσεις εφελκυσμού, είναι σημαντικά

χαμηλότερη. Η αντίσταση σε θραύση λόγω κάμψης έχει τις εξής τιμές: 40 Newton/mm² (= 40MPa) για το κοινό γυαλί, 120 - 200 Newton/mm² (= 120MPa) για το «ψημένο» (tempered) γυαλί, ανάλογα με το πάχος του, το τρόχισμα, τις τρύπες, εγχοπές κλπ.

Αντοχή στην σύνθλιψη: Η αντοχή στην σύνθλιψη του γυαλιού είναι εξαιρετικά υψηλή: 1.000 Newton/mm² ή 1.000 MPa. Αυτό σημαίνει ότι για να θρυμματίσουμε ένα κύβο γυαλιού ενός εκατοστού (1cm), χρειαζόμαστε ένα βάρος 10 τόνων περίπου.

Αντοχή στην χάραξη: Το γυαλί βρίσκεται στην μέση σχεδόν της κλίμακας του Moh ως προς την αντοχή του στην χάραξη (Moh's hardness : 6), που σημαίνει ότι είναι ένα υλικό το οποίο μπορεί να χαραχθεί από τον χαλαζία (Moh's hardness : 7) και τα σκληρότερα από αυτόν υλικά.

Γραμμική διαστολή: Εκφράζεται από έναν συντελεστή ο οποίος μετράει την έκταση (επιμήκυνση) για μια διαφορά θερμοκρασίας 1oC. Ο συντελεστής αυτός ισχύει σε γενικές γραμμές για θερμοκρασίες από 20 έως 300oC. Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του γυαλιού (α) είναι: $9 \times 10^{-6} \text{ m/mk}$ (= 0,009m) Παράδειγμα: Ένα γυαλί μήκους 2 μέτρων, εκτιθέμενο σε μια αύξηση θερμοκρασίας 30 oC θα επιμηκυνθεί κατά: $a = 2 \times 9 \times 10^{-6} \times 30 = 0,54$ χιλιοστά (μισό χιλιοστό)

Ο υαλοπίνακας στις σύγχρονες κατασκευές

Το γυαλί έχει πλέον εξελιχθεί σ' ένα πολυδιάστατο υλικό του κατασκευαστικού τομέα και είναι «το αγαπημένο» υλικό αρχιτεκτόνων, διακοσμητών και κατασκευαστών, όχι μόνο για την αισθητική του έλξη, αλλά και γιατί έρχεται να ικανοποιήσει σειρά απαιτήσεων που έχουν να κάνουν με την θερμοκρασιακή άνεση (χειμώνα – καλοκαίρι), την ηχομείωση, την ασφάλεια και προστασία, την αισθητική κλπ.

Ιδιότητες υαλοπίνακα

- Ρυθμίζοντας το εισερχόμενο φυσικό φως και την εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια, χάρις στις αντίστοιχες (solar control) ιδιότητές του.
- Μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας και συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος, χάρις στα θερμομονωτικά του χαρακτηριστικά.
- Παρέχοντας προστασία έναντι των ενοχλητικών θορύβων, κυρίως με τους υψηλής ακουστικής απόδοσης υαλοπίνακες.
- Παρέχοντας ασφάλεια και προστασία έναντι κινδύνων τραυματισμού, κακόβουλων ενεργειών, πυροβόλων όπλων, πυρκαγιάς κλπ, με την βοήθεια των ειδικών γυαλιών.
- Βελτιώνοντας την εσωτερική διακόσμηση χάρις στα καινοτόμα προϊόντα και τις τεχνολογικές εφαρμογές.

Στην υαλουργία η ανακύκλωση του γυαλιού είναι ένα μέρος της βιομηχανικής διαδικασίας. Σε ένα λίαν αποδοτικό εργοστάσιο το ποσοστό απόδοσης σε εμπορεύσιμα προϊόντα συνήθως δεν ξεπερνά ένα 92% και σε μέση απόδοση εργοστάσιο το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 85%. Επομένως πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε αυτό το 15% των προϊόντων να ανακυκλώνεται και



να αποτελεί πρώτη ύλη μαζί με το μίγμα των πρώτων υλών για την παραγωγική διαδικασία. Τα Ελληνικά υαλουργεία τώρα δέχονται 45.000 τόνους ετησίως υαλόθραυσμα προς ανακύκλωση. Το ποσό αυτό είναι δυνατό να αυξηθεί και να φτάσει τους 140.000 τόνους ετησίως. Με αυτό το υψηλό ποσοστό θα εξοικονομηθούν σημαντικές πρώτες ύλες όπως άμμος περίπου 90.000 τόνους ετησίως,

σόδα 34.000 τόνους ετησίως που εισάγονται και θα εξοικονομηθεί και ανάλογο συνάλλαγμα. Στην υαλουργία δεν δημιουργούνται στερεά απόβλητα διότι όπως τονίσθηκε όλα τα προϊόντα που απορρίπτονται ανακυκλώνονται ή επαναχρησιμοποιούνται.

Διαδικασία ανακύκλωσης γυαλιού

Ταξινόμηση

Τα γυαλιά προς ανακύκλωση, αρχικά, πρέπει να διαχωριστούν ανάλογα με τα χρώματά τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για την παραγωγή ανακυκλωμένου γυαλιού πρέπει να προστεθούν διάφορες χημικές ουσίες ανάλογα με το χρώμα του χρησιμοποιούμενου γυαλιού.



Μεταποίηση: Η παραγωγή υαλοθραύσματος



Μετά την διαλογή, το επόμενο στάδιο στη διαδικασία της ανακύκλωσης γυαλιού περιλαμβάνει τη θραύση και τη λειοτρίβηση του γυαλιού σε μικροσκοπικά κομμάτια. Αυτό το κονιορτοποιημένο γυαλί ονομάζεται υαλόθραυσμα.

Επεξεργασία: Αφαίρεση ρύπων

Το επόμενο στάδιο στη διαδικασία της ανακύκλωσης γυαλιού περιλαμβάνει την απομάκρυνση των ρύπων από το υαλόθραυσμα. Το υαλόθραυσμα περνά μέσα από ένα μαγνητικό πεδίο, όπου μεταλλικοί ρύποι αφαιρούνται. Οι άλλες ρυπαντικές ουσίες, όπως χαρτί και αλουμίνιο απομακρύνονται μέσω χειροδιαλογής ή μέσω μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας. Τα κεραμικά υλικά απομακρύνονται από το υαλόθραυσμα μέσω μιας διαδικασίας κοσκινίσματος. Το λεπτό υαλόθραυσμα θα διαπεράσει τα κόσκινα αφήνοντας πίσω κεραμικά υπολείμματα. Εάν, ωστόσο, κεραμικά υπολείμματα να περάσει από τα κόσκινα μαζί με το υαλόθραυσμα, η ποιότητα του ανακυκλωμένου γυαλιού θα επηρεαστεί. Κεραμικές προσμείξεις στο γυαλί μπορεί να οδηγήσει σε διαρθρωτικές ελλείψεις.

Επεξεργασία: Δημιουργώντας ανακυκλωμένο γυαλί

Το υαλόθραυσμα στη συνέχεια λιώνει στον κλίβανο τήξης και γίνεται υαλόμαζα (γυαλί σε υγρή κατάσταση) σε θερμοκρασία 5.000ο - 6.000ο C. Το λιωμένο γυαλί μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή των ανακυκλωμένων προϊόντων γυαλιού, όπως νέους υαλοπίνακες κλπ.

Επεξεργασία: Αποχρωματισμός και βαφή

Για την παραγωγή ανακυκλωμένου γυαλιού, το λιωμένο γυαλί πρέπει να υποβληθεί στη διαδικασία αποχρωματισμού, ακολουθούμενη από τη βαφή. Το πρώτο βήμα στη διαδικασία αποχρωματισμού περιλαμβάνει την οξείδωση του λιωμένου υαλοθραύσματος. Για πράσινο γυαλί, η διαδικασία οξείδωσης μετατρέπει το βαθύ σκούρο πράσινο σε κίτρινο-πράσινο χρώμα. Μια χημική ουσία γνωστή ως οξείδιο μαγγανίου αναμειγνύεται στη συνέχεια με το υαλόθραυσμα για να γίνει γκρι. Η βάση του γκρι χρησιμοποιείται συνήθως ως κύριο χρώμα με το οποίο οι διάφορες άλλες βαφές ή χρωστικοί παράγοντες προστίθενται για την δημιουργία γυαλιού σε διάφορα χρώματα. Για καφέ ή πορτοκαλί γυαλί, προστίθεται οξείδιο του ψευδαργύρου αντί για την οξείδωση του καφέ γυαλιού σε μπλε ή πράσινο, ανάλογα με την ποσότητα του οξειδίου του ψευδαργύρου προστίθενται και τον πλούτο του καφέ ή πορτοκαλί-χρωματιστό γυαλί ανακυκλώνεται. Εάν απαιτείται καθαρό ανακυκλωμένο γυαλί, οξείδιο του ερβίου και οξείδιο του μαγγανίου προστίθεται στο λιωμένο υαλόθραυσμα για να βοηθήσει να καθαρίσει όλα τα χρώματα.



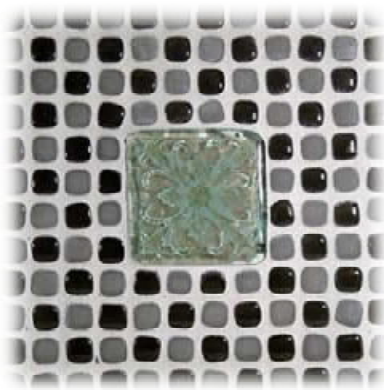
Μερικές από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες χρωστικές για τη βαφή του ανακυκλωμένου γυαλιού είναι: **βόρακας**, υπερμαγγανικό κάλιο, οξείδιο του ψευδαργύρου, οξείδιο του ερβίου, ανθρακικό κοβάλτιο, οξείδιο του νεοδυμίου, και διοξείδιο του τιτανίου.



Επεξεργασία: Προϊόντα από ανακυκλωμένο γυαλί

Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας ανακύκλωσης γυαλιού, το ανακυκλωμένο γυαλί, χρωματισμένο ή καθαρό, διαμορφώνεται σε διάφορα προϊόντα και πωλείται στις αγορές.

Άλλα στοιχεία για την ανακύκλωση γυαλιού

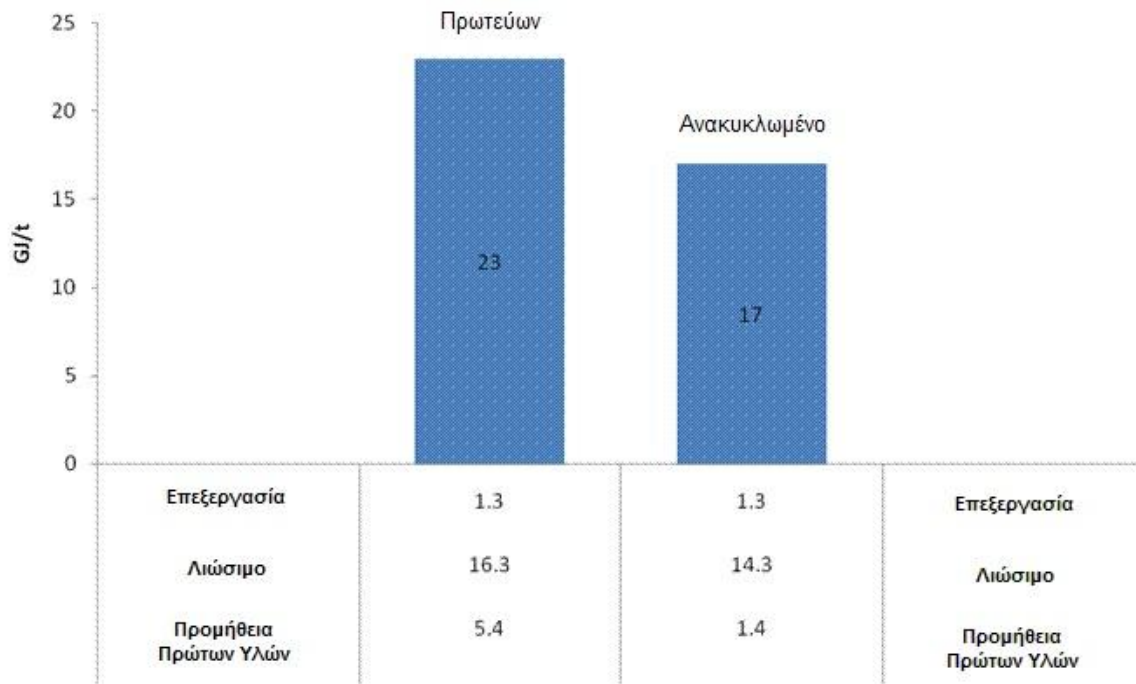


Ένα ενδιαφέρον σημείο για τη διαδικασία ανακύκλωσης γυαλιού είναι ότι το γυαλί μπορεί να ανακυκλωθεί όσες φορές απαιτείται, χωρίς καμία επίπτωση στην ποιότητα.

Αυτό που κάνει την ανακύκλωση γυαλιού, ακόμη πιο σημαντική είναι ότι το γυαλί δεν αποσυντίθεται. Σε περίπτωση που απορριφθεί στους χώρους υγειονομικής ταφής και αποτέφρωσης, θα συμβάλει σημαντικά στη ρύπανση.



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΟΥ





Το ξύλο ως δομικό υλικό



Το ξύλο είναι ένα σημαντικό δομικό υλικό από τότε που οι άνθρωποι ξεκίνησαν να κατασκευάζουν καταφύγια, σπίτια και σκάφη με αυτό. Σχεδόν όλα τα σκάφη ήταν φτιαγμένα από ξύλο μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα, και το ξύλο παραμένει σε κοινή χρήση σήμερα στην κατασκευή πλοίων.

Η οικοδόμηση σε πολλά μέρη του κόσμου σήμερα είναι συνήθως

κατασκευασμένη από ξύλο. Προϊόντα επεξεργασμένου ξύλου γίνονται όλο και μεγαλύτερο μέρος του κατασκευαστικού κλάδου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη δόμηση οικιστικών και εμπορικών κτιρίων ως δομικά και αισθητικά υλικά.

Σε κτίρια που κατασκευάζονται από άλλα υλικά, το ξύλο εξακολουθεί να βρίσκεται ως υποστηρικτικό υλικό, κυρίως στις κατασκευές οροφών, σε εσωτερικές πόρτες και τα πλαίσιά τους και ως εξωτερική επένδυση. Το ξύλο επίσης χρησιμοποιείται ευρέως ως ξυλότυπος για να σχηματιστεί το καλούπι στο οποίο θα τοποθετηθεί το σκυρόδεμα κατά τη διάρκεια της κατασκευής πλαισίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ξύλο και αειφορεία

Το ξύλο είναι η πιο σημαντική ανανεώσιμη πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό. Απαιτεί μικρή σχετικά επεξεργασία πριν χρησιμοποιηθεί και γι' αυτό η παραγωγική διαδικασία είναι σχετικά καθαρή και απαιτεί λίγη ενέργεια. Η επιλογή όμως του ξύλου ως δομικού υλικού θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη της και ορισμένες ακόμη παραμέτρους που είναι καθοριστικές προκειμένου να μπορεί να χαρακτηρίσει κανείς το ξύλο ως πραγματικά "οικολογικό" υλικό. Οι παράμετροι αυτοί είναι:

- Η προέλευση της ξυλείας και ο τρόπος διαχείρισης των δασών.
- Η επεξεργασία του ξύλου και ιδιαίτερα η χρήση ή μη συντηρητικών.
- Η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά.

Η αποψίλωση και καταστροφή των τροπικών και άλλων αρχέγονων δασών, η μη αειφορική διαχείριση της πλειοψηφίας των δασών του πλανήτη, ο εκτοπισμός ιθαγενών λαών που ζουν από τα δάση, η διαπλοκή πολυεθνικών εταιριών υλοτομίας με αυταρχικά καθεστώτα, έχουν προκαλέσει συζητήσεις και κινήματα διαμαρτυρίας σε όλο τον κόσμο. Συχνά μάλιστα έχουν οδηγήσει και

σε μπούκοτάζ προϊόντων (π.χ. μαόνι). Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι να καθοριστούν προδιαγραφές για την αειφορική διαχείριση των δασών, όπως αυτές που έχει θέσει το Forest Stewardship Council (FSC).



Έτσι σήμερα εκατοντάδες δασικές περιοχές σε δεκάδες χώρες, με έκταση εκατομμυρίων στρεμμάτων, είναι πιστοποιημένες από το FSC, παρέχοντας μία εναλλακτική λύση σε όσους επιθυμούν να αποφύγουν τη χρήση ξυλείας που δεν συμβαδίζει με τις ανάγκες μιας ορθολογικής διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων. Δυστυχώς, η Ελλάδα παρουσιάζει και στον τομέα αυτό τη συνήθη υστέρηση, αν και η κατάσταση αυτή αναμένεται να αλλάξει, ιδιαίτερα αν το απαιτήσουν οι καταναλωτές, οι οποίοι σήμερα έχουν περιορισμένες επιλογές.

Η οικοδομική ξυλεία προέρχεται από φυσικά δάση ή φυτείες δασών. Θεωρείται “ζωντανό” δομικό υλικό και γι’ αυτό παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς που σχετίζονται κυρίως με την υπό ορισμένες συνθήκες προσβολή της από έντομα και μύκητες. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου περιέχουν συνήθως οργανικούς διαλύτες, βιοκτόνα, εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες ουσίες, που προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στα οικοσυστήματα. Συμπερασματικά, η χρήση προϊόντων ξυλοπροστασίας θα πρέπει να αποφεύγεται και να καταφεύγει κανείς σε αυτή μόνο σε περίπτωση που έχουν εξαντληθεί όλες οι άλλες δυνατότητες.

Ορισμένα είδη ξυλείας είναι αρκετά ανθεκτικά και δεν απαιτούν κατά κανόνα περαιτέρω ξυλοπροστασία. Πρόκειται για ξυλεία Κλάσης I και Κλάσης II, με βάση ένα σύστημα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται διεθνώς.

Κλάση ανθεκτικότητας	Νότια και Κεντρική Αμερική, Αφρική Ασία	Β. Αμερική, Σιβηρία, Αυστραλία	Ευρώπη
I	azobé, iroko, bangkiria	jarrah	-
II	merbau	σεκόγια, κόκκινος κέδρος, karri	ακακία, καστανιά, δρυς
III	σκούρο κόκκινο meranti	πέυκο Oregon, αγριόπευκο, πευκοσανίδα	πευκοσανίδα, αγριόπευκο, κερασιά, έλατο
IV	okoumé	πέυκο Carolina	πέυκο, ερυθρελάτη, πευκοσανίδα
V	ramin	-	οξυά, λεύκα

Προϊόντα ξύλου

Τα προϊόντα ξύλου είναι σύνθετα υλικά αποτελούμενα από ίνες ξύλου, καπλαμάδες κ.λπ. και συγκολλητικές ουσίες (φυσικές ή συνθετικές ρητίνες, αλλά και ανόργανα υλικά όπως γύψος ή τσιμέντο). Τα πιο γνωστά προϊόντα ξύλου είναι το κόντρα πλακέ, οι μοριοσανίδες (νοβοπάν), οι ινοσανίδες (όπως το MDF) και οι μελαμίνες.

Από περιβαλλοντική άποψη, εκείνο που χρήζει προσοχής είναι οι συγκολλητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του κάθε προϊόντος. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη ουσία είναι η ουρία-φορμαλδεΐδη (UF). Άλλες ουσίες που περιέχουν φορμαλδεΐδη είναι φαινολικές (PF) και μελαμινικές (MF) ρητίνες. Με την πάροδο του χρόνου, η φορμαλδεΐδη εκλύεται στο περιβάλλον και μπορεί να προκαλέσει το λεγόμενο “σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου”, μία σειρά δηλαδή από δυσμενείς επιπτώσεις, όπως αναπνευστική δυσχέρεια, κινητική αταξία και δερματίτιδες, ενώ θα πρέπει να

σημειώσουμε πως η φορμαλδεΐδη έχει ταξινομηθεί ως πιθανώς καρκινογόνος για τον άνθρωπο.

Στην αγορά υπάρχουν γενικά δύο τύποι μοριοσανίδων και ινοσανίδων, ανάλογα με τις εκπομπές φορμαλδεΐδης:

- Μοριοσανίδες και ινοσανίδες κλάσης E1 (χαμηλής εκπομπής φορμαλδεΐδης), και
- Μοριοσανίδες και ινοσανίδες κλάσης E2 με υψηλότερες εκπομπές φορμαλδεΐδης.

Είναι σαφές ότι θα πρέπει να προτιμάται η πρώτη κατηγορία. Βέβαια, στη διεθνή αγορά μπορεί να βρει κανείς προϊόντα ξύλου με σχεδόν μηδενικές εκπομπές φορμαλδεΐδης και οι καταναλωτές θα πρέπει να πιέζουν τις εταιρίες να στραφούν προς αυτή την κατεύθυνση.

Εναλλακτικά των προϊόντων φορμαλδεΐδης χρησιμοποιούνται συχνά ισοκυανουχές ρητίνες. Οι ρητίνες αυτές έχουν το πλεονέκτημα ότι εξατμίζονται λιγότερο από τις αντίστοιχες της φορμαλδεΐδης, αλλά είναι κι αυτές επικίνδυνες, κυρίως όταν καούν οπότε παράγεται, μεταξύ άλλων, και τοξικό υδροκυάνιο.

Σε προϊόντα ξυλείας εσωτερικών χώρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη φυσικά συγκολλητικά από πρωτεΐνη σόγιας και λιγνίνη, καζεΐνη, ζωικά προϊόντα κ.λπ.

Ανάγκη για ανακύκλωση

Όπως προαναφέρθηκε το ξύλο είναι ένας φυσικός πόρος σε ανεπάρκεια και αυτό γιατί είναι φτηνό υλικό σε σχέση με άλλα. Η ζήτηση έχει αυξηθεί δραματικά στις μέρες μας και αναμένεται να διπλασιαστεί μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Είναι ένα από τα πιο ευέλικτα και προσαρμόσιμα υλικά κατασκευών. Χρησιμοποιείται ευρέως, σε συμπαγή μορφή, σε σκελετούς οικοδομών, σε μορφή επίπεδων επιφανειών – panel σε πατώματα, σε κατασκευές στέγης και τοίχων, σε ντουλάπια. Οι ξύλινες επίπεδες επιφάνειες περιλαμβάνουν τα ευρέως γνωστά **MDF** (Medium Density Fibreboard) και **OSB** (Oriented Strand Board, πάνελ)





Η δασική παραγωγή δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες σε ξύλο, με αποτέλεσμα σε όλο τον πλανήτη να έχει αυξηθεί η αλόγιστη υλοτομία και η αποψίλωση των δασών. Αυτό οδήγησε σε έντονους προβληματισμούς και Η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη διαχείριση και αξιοποίηση του ξύλου γίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη. Έτσι επαναχρησιμοποιώντας άμεσα ξύλινα προϊόντα όπως πόρτες, παράθυρα και δομική ξυλεία, τα οποία συνήθως χρειάζονται μόνο απλές επισκευές, εξοικονομούμε ενέργεια και πρώτες ύλες.

Παράλληλα με την ανακύκλωση του ξύλου εξασφαλίζουμε ένα καθαρότερο περιβάλλον, επιτυγχάνοντας την μείωση του όγκου των αποβλήτων. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι η έλλειψη ευαισθητοποίησης του κοινού που αγνοεί τα οφέλη από την ανακύκλωση του ξύλου.

Στην Ελλάδα το ξύλο που ανακυκλώνεται αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό σε σχέση με αυτό που απορρίπτεται. Σύμφωνα με την νέα νομοθεσία είμαστε υποχρεωμένοι να αυξήσουμε τις ποσότητες ανακυκλούμενου ξύλου με δραματικούς ρυθμούς τα επόμενα χρόνια.

Η πρώτη ύλη για ανακύκλωση ξύλου είναι:

- Φθαρμένες παλέτες. Από τις 8.000.000 παλέτες που υπολογίζεται ότι διακινούνται ετησίως στην Ελλάδα, το 35%, (περίπου 3.000.000), φθείρονται και πρέπει να ανακυκλωθούν.
- Ξυλοκιβώτια συσκευασιών κάθε είδους
- Υλικά οικοδομών κυρίως από κατεδαφίσεις
- Κλαδιά δέντρων από κλαδέματα ή καθαρισμούς
- Υπολείμματα από εργαστήρια επίπλων, κ.α.

Η ανακύκλωση ξυλείας είναι μια μέθοδος που διαδόθηκε στις αρχές του 1990 επειδή θέματα όπως η αποψίλωση των δασών και η αλλαγή του κλίματος, οδήγησαν τόσο τους προμηθευτές ξυλείας όσο και τους καταναλωτές να στραφούν σε μια πιο βιώσιμη πηγή ξυλείας. Η ανακύκλωση είναι η πιο φιλική προς το περιβάλλον μορφή παραγωγής ξυλείας και είναι πολύ συχνή σε χώρες όπως η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία, όπου η διαθεσιμότητα των παλαιών ξύλινων κατασκευών είναι σε αφθονία. Τα παλιά ξύλα μπορούν να μετατραπούν σε ροκανίδια και να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας στα σπίτια ή σε μονάδες παραγωγής ενέργειας.

Η ανακύκλωση ξυλείας έχει γίνει δημοφιλής λόγω της εικόνας της ως φιλικό προς το περιβάλλον προϊόν, με τους καταναλωτές συνήθως να πιστεύουν ότι με την αγορά ανακυκλωμένου ξύλου η ζήτηση για "πράσινη ξυλεία" θα πέσει και τελικά ωφελούν το περιβάλλον. Η άφιξη του ανακυκλωμένου ξύλου ως δομικό προϊόν είναι σημαντικό τόσο στην αύξηση της ευαισθητοποίησης των

βιομηχανιών και των καταναλωτών για την αποψίλωση των δασών και να υιοθετήσουν πιο φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές. Η ανακύκλωση ενός τόνου ξύλου εξοικονομεί 18.000.000 BTUs της θερμικής ενέργειας.

Η ανακύκλωση ξυλείας είναι η διαδικασία μετατροπής απορριμμάτων ξυλείας σε εύχρηστα προϊόντα. Απορρίμματα παράγονται σε κάθε στάδιο της διαδικασίας με την οποία ένα δέντρο του δάσος μετατρέπεται σε καταναλωτικά και βιομηχανικά προϊόντα. Επιπλέον απορρίμματα παράγονται στην απόρριψη των εν λόγω προϊόντων. Απορρίμματα ξύλου παράγονται από τους ιδιοκτήτες σπιτιών, από τις μεγάλες και τις μικρές επιχειρήσεις, από την αρχιτεκτονική τοπίου και των γεωργικών εργασιών, όπως είναι το κλάδεμα και το κόψιμο των δέντρων. Παρόλο που οι διαδικασίες αυτές δεν επιστρέφουν το ξύλο στην αγορά στην αρχική του μορφή, έχουν όμως ως αποτέλεσμα την αποτροπή των υπολειμμάτων ξυλείας από το χώρο υγειονομικής ταφής, και έτσι μπορεί να συμπεριληφθεί στον γενικό όρο της ανακύκλωσης.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΞΥΛΟΥ-ΑΜΕΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Η ανακυκλωμένη ξυλεία, συνήθως προέρχεται από κατεδαφίσεις κτιρίων όπου συναντάται ως υλικό για την επίστρωση των πατωμάτων των δωματίων. Οι πόρτες των δωματίων στο εσωτερικό ενός κτιρίου, καθώς και οι ντουλάπες όπως και ο πάγκος των κουζινών είναι μέρη στα οποία επίσης το ξύλο είναι το κυρίαρχο υλικό. Τέλος, σε αρκετά κτίρια οι ξύλινες οροφές και τα ξύλινα κουφώματα αποτελούν συνήθη κατασκευαστική πρακτική. Επίσης προέρχεται από παλιές γέφυρες και κρηπιδώματα όπου προσεκτικά αφαιρούνται και τοποθετούνται στην άκρη.

Ένα παράδειγμα άμεσης ανακύκλωσης του ξύλου είναι η επαναχρησιμοποίηση ξύλινων στοιχείων, σε καλή κατάσταση, από μια στέγη (όταν αυτή κριθεί απαραίτητο να αντικατασταθεί ή όταν προβλέπεται η κατεδάφιση ολόκληρου του κτιρίου).

Είναι σημαντικό ο σκελετός της στέγης να ξηλώνεται αποσυνδέοντας τις ενώσεις και όχι αποκόπτοντας τα άκρα των ξύλων. Όσα ξύλα κρίνονται ως κατάλληλα, καθαρίζονται από καρφιά και οι επιφάνειες τους τρίβονται με σμυριδόχαρτο μέχρι να φανεί το υγιές μέρος του ξύλου. Μετά επαλείφονται με μυκητοκτόνα, απεντομοτικά ή και πυροπροστατευτικά. Σε κάθε στάδιο της αποσυναρμολόγησης πρέπει να αποφεύγεται κάθε ενέργεια που θα μπορούσε να βλάψει κάθε δομικό στοιχείο που θα μπορούσε να επαναχρησιμοποιηθεί.

Σκοπός της επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων ξύλου είναι η επανεισαγωγή τους ως στερεών πρώτων υλών στη διαδικασία παραγωγής νέων προϊόντων ξύλου ή η παραγωγή άλλων χρήσιμων υλικών ή η παραγωγή ενέργειας, αφού προηγηθούν οι κατάλληλοι καθαρισμοί-διεργασίες. Η κατεύθυνση της αξιοποίησης εξαρτάται από την κατηγορία (είδος) του απορρίμματος και το βαθμό καθαρότητας του σε ξύλο. Συνεπώς το πρώτο

στάδιο της επαναχρησιμοποίησης προβλέπει μια ταξινόμηση ανάλογα με το είδος του απορρίμματος και το βαθμό και είδος επιβάρυνσης με ξένες πρώτες ύλες και ουσίες. Η ανίχνευση ορισμένων ξένων προσμίξεων μπορεί να γίνει με απλές μεθόδους: οπτικώς (εμφάνιση, χρώμα), μαγνητικώς ή με κριτήριο την οσμή. Στην περίπτωση επιβάρυνσης του ξύλου των απορριμμάτων με τοξικές ενώσεις ή τοξικά βαρέα μέταλλα η ανίχνευση τους προϋποθέτει την εφαρμογή εξειδικευμένων μεθόδων όπως π.χ. της αναλυτικής χημείας. Μετά την ανίχνευση, το επόμενο στάδιο προβλέπει την απομάκρυνση - διαχωρισμό των ξένων στερεών υλικών (μέταλλα, πλαστικό, γυαλί, κ.ά.) από τα απορρίμματα. Προς τούτο εφαρμόζονται κατάλληλες τεχνικές διαχωρισμού όπως οπτικές, μαγνητικές - μηχανικές σε συνδυασμό με θρυμματισμούς, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Επανακτημένα Υλικά μπορούν να μεταποιηθούν σε διάφορα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των καυσίμων, πρώτων υλών για μοριοσανίδες ή άλλα προϊόντα πάνελ, κομπόστ, σάπια φύλλα εξωραϊσμού, στρωμένες ζώνες, κάλυψη χώρων υγειονομικής ταφής, οι τροποποιήσεις των στερεών αστικών αποβλήτων και λίπασμα λάσπης, τεχνητά καυσόξυλα, πλαστική σύνθετη ξυλεία και άλλα σύνθετα προϊόντα, κάρβουνο, βιομηχανικά απορροφητικά πετρελαίου, μόνωση, και συγκεκριμένο ειδικό σκυρόδεμα.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΞΥΛΟΥ

Οι κυριότερες πηγές των απορριμμάτων ξύλου είναι τα αστικά απορρίμματα, τα απορρίμματα κατεδάφισης παλαιών οικοδομών και τα απορρίμματα προϊόντων ξύλου εξωτερικών χρήσεων. Οι κύριες πρώτες ύλες των απορριμμάτων ξύλου μπορεί να είναι το συμπαγές ξύλο (αυτούσιο ή σε επικολλητή μορφή), οι διάφοροι τύποι ξυλοπλακών (μοριοπλάκες, ινοπλάκες) και ο



ξυλοπολτός στην περίπτωση του χαρτιού. Όμως επιπλέον, ανάλογα με το είδος του απορρίμματος μπορεί να περιέχονται και υλικά μη ξυλώδους χαρακτήρα όπως είναι τα μέταλλα, τα πλαστικά, το γυαλί, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις τα απορρίμματα ξύλου περιέχουν διαφόρων ειδών ουσίες όπως βερνίκια, χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, τοξικές ενώσεις, παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από τους οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα.

Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της πίεσης των οικολογικών οργανώσεων και του κοινού γίνεται αντιστροφή των τάσεων αυτών και εφαρμόζονται διαχειριστικές μέθοδοι συμβατές με την κοινά αποδεκτή αρχή της αειφορείας.

Διαδικασία ανακύκλωσης ξύλου



Τα περισσότερα από τα προϊόντα αυτά απαιτούν το ξύλο να τριφτεί σε μικρά σωματίδια. Ένας τυπικός μύλος είναι ο σφυρόμυλος, αν και μια ποικιλία από μύλους χρησιμοποιούνται. Το μέγεθος των σωματιδίων καθορίζεται από την τελική χρήση του ξύλου. Τα μεγέθη μικρότερα από περίπου 0.8mm ονομάζονται παιπάλη. Το ξύλο στη συνέχεια περνά πάνω από έναν

ηλεκτρομαγνήτη που αφαιρεί στοιχεία από σιδηρούχα μέταλλα, όπως καρφιά ή συνδετήρες. Εάν γίνει επιπλέον επεξεργασία, είναι συνήθως για το διαχωρισμό του ξύλου με βάση το μέγεθος. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους: το ξύλο περνά μέσα από μια σειρά κοσκίνων με διαφορετικό μέγεθος οπών ή το θραυσμένο ξύλο μπορεί να διαχωριστεί σε έναν πύργο με αέρα. Ο αέρας διοχετεύεται από τη βάση του πύργου προς την κορυφή. Τα θραύσματα διανέμονται στον πύργο, με τα μικρά, ελαφρά σωματίδια να μένουν στην κορυφή και τα μεγάλα, βαριά στο κάτω μέρος.



Οι κυριότερες χρήσεις ανακυκλωμένου ξύλου, το οποίο προέρχεται από κατεδαφίσεις είναι οι εξής:

- Κατασκευή σανίδων πάνελ καθώς και μεσαίας πυκνότητας MDF οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή σπιτιών.
- Θρυμματισμός ξύλου(ροκανίδια, σκόνη) για την παραγωγή προϊόντων συμπίεσης, όπως ξύλινα δάπεδα, σανίδες, κόντρα πλακέ, κλπ.
- Προϊόντα ξύλου – σκυροδέματος. Μπορεί να επιτευχθεί παραγωγή τούβλων, panels από υπολείμματα ξύλου και σκυροδέματος με σχετικά καλές θερμομονωτικές και αντιπυρικές ιδιότητες.
- Αξιοποίηση της θερμότητας του εφόσον είναι απαλλαγμένο από διάφορες προσμίξεις (ελεγχόμενη καύση).
- Χρήση σε συνδυασμό με ανακυκλωμένα πλαστικά υλικά για τη δημιουργία εξαιρετικά αποτελεσμάτων, υψηλής απόδοσης, συνθετικών υλικών. Πεδίο εφαρμογής των υλικών αυτών αποτελεί η συσκευασία προϊόντων, διάφορα εξαρτήματα στο εσωτερικό των αυτοκινήτων, η κατασκευή επίπλων καθώς και σε διάφορες εξωτερικές κατασκευές.



ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα τούβλα είναι τα δομικά στοιχεία πολλών ιστορικών και αρχαίων δομών που παραμένουν όρθια μετά από χιλιάδες χρόνια και που συνεχίζουμε να θαυμάζουμε μέχρι τώρα.



Η κατασκευή τούβλων θεωρείται μια αρχαία τέχνη. Τα τούβλα έχουν αντέξει στη δοκιμασία του χρόνου και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες

κατασκευές. Οι άνθρωποι στο πέρας της ιστορίας χρησιμοποίησαν διαφορετικά είδη τούβλων, αλλά το αποτέλεσμα είναι το ίδιο - καταπληκτικές δημιουργίες που μερικές ακόμη θεωρούνται Θαύματα του Κόσμου. Οι πυραμίδες της Αιγύπτου χτίστηκαν με τούβλα από λάσπη, ενώ το Κολοσσαίο και άλλες ρωμαϊκές κατασκευές έγιναν με πυρότουβλα.

Τα κεραμικά δομικά υλικά όπως είναι τα τούβλα, τα κεραμίδια και τα κεραμικά πλακάκια έχουν ως βασικό συστατικό τους τον πηλό, στον οποίο προστίθεται νερό και συχνά άμμος για να μπορεί να είναι ευκολότερη η επεξεργασία του. Ο σχηματισμένος πηλός ψήνεται σε θερμοκρασίες 1000-1500 °C. Η παραγωγή των τούβλων απαιτεί ενέργεια της τάξης των 2MJ/Kg εκ των οποίων το κύριο μέρος καταναλώνεται στην όπτηση των υλικών. Η ενέργεια που καταναλώνεται στη διαδικασία αυτή είναι αρκετή και αυξάνεται σημαντικά όσο αυξάνεται και η θερμοκρασία στην οποία ψήνονται τα κεραμικά υλικά. Το περιβαλλοντολογικό κόστος της κατασκευής δεν είναι λοιπόν ανώδυνο καθότι με την όπτηση απελευθερώνονται οργανικά υπολείμματα και θεικές ενώσεις που περιέχονται στην άργιλο, όπως το διοξείδιο του θείου και το διοξείδιο του άνθρακα, στην ατμόσφαιρα. Καθώς λοιπόν τα κεραμικά δομικά υλικά απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες για την παραγωγή τους και η διάρκεια της ζωής τους είναι μεγάλη αυτό τους επιτρέπει να είναι άλλο ένα δομικό υλικό το οποίο δύνατε να ανακυκλωθεί γιατί η τελευταία φάση στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος μπορεί να γίνει η πρώτη, εάν ακολουθείται από ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση ανθεκτικότητά τους στον χρόνο καθιστά τα κεραμικά δομικά υλικά αειφόρα.

Πολλές φορές όμως πριν το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, έπειτα από μια κατεδάφιση ή μία κατασκευή κτιρίου, καταλήγουν στις χωματερές ως απόβλητα. Μελέτες έχουν αποδείξει τις πολλαπλές μεθόδους επαναχρησιμοποίησης ανακυκλωμένων κεραμικών απορριμμάτων.

Τα τεχνικά κριτήρια για την επαναχρησιμοποίηση κεραμικών απορριμμάτων από κατεδάφιση είναι λίγα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα απορρίμματα των

κατεδαφίσεων αναμιγνύονται με άλλα υλικά, αλλά δεν πρέπει να περιέχουν στοιχεία που μολύνουν, όπως βαρέα μέταλλα και ΡΑΗ. Η επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων κατεδάφισης σε έργα υποδομής δεν αποτελεί κανονικά πρόβλημα, εκτός εάν πρόκειται για επίχωμα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καταρτίζει κανόνες για την αποφυγή της μόλυνσης του εδάφους, των υπογείων νερών ή των επιφανειακών νερών, που οφείλεται σε υλικά επιχωμάτωσης. Αλλά καθώς τα κεραμικά οικοδομικά υλικά είναι κατασκευασμένα από φυσικό πηλό, δεν δημιουργούν κίνδυνο στο περιβάλλον. Δεν υπάρχουν λοιπόν φραγμοί για την χρησιμοποίηση κοκκωδών κεραμικών



υλικών. Αλλά ατυχώς, αυτά είναι συχνά αναμεμιγμένα με μολυσμένα απορρίμματα κατεδαφίσεων. Εάν αυτά είναι μόνο τοίχοι από τούβλα, δεν υπάρχει πρόβλημα όταν μετατρέπονται σε υλικό για επίχωση, αφού γενικά η επαφή μεταξύ κεραμικού υλικού και υπόγειου ή επιφανειακού νερού δεν προκαλεί τοξικές παρενέργειες. Εκτός από όλα αυτά, τα τούβλα και τα

κεραμίδια στην οικοδομή εκτίθενται συχνά σε υπόγεια και επιφανειακά νερά και δεν δημιουργούν καμία μόλυνση. Τα απορρίμματα από κατεδάφιση κτιρίων χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλη την Ευρώπη για έργα οδοποιίας και για χρησιμοποίηση σαν αδρανών.

Χρήσεις ανακυκλωμένων κεραμικών δομικών υλικών

Δευτερεύοντες δρόμοι

Τα απορρίμματα τοιχοποιίας και τα ακατάλληλα τούβλα χρησιμοποιούνται επί πολλά χρόνια για την επιχωμάτωση και σταθεροποίηση δευτερευόντων δρόμων, ιδιαίτερα σε υγρές περιοχές, όπως τα δάση και οι αγροί. Η πρακτική είναι κοινή σε χώρες που υπάρχει έλλειψη επαρκών πηγών λίθων, όπως η Δανία. Το υλικό χρησιμοποιείται γενικά άθραυστο.



Κύριοι δρόμοι

Θραυσμένα τούβλα, κεραμίδια για στέγες και άλλα υλικά τοιχοποιίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερα έργα κατασκευής δρόμων, ιδιαίτερα σαν χαλαρά υλικά βάσεως. Αυτού γίνεται χρήση για την κατασκευή δρόμων σε διάφορες χώρες, όπως η Ελβετία, η Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Δανία. Παρόλο που τα υλικά που προέρχονται από τη θραύση ενός τοίχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δρόμους ελαφράς κυκλοφορίας, δεν είναι κατάλληλα για βαριά κυκλοφορία λόγω του κινδύνου παραμόρφωσης. Τα ανωτέρω υλικά αντικαθιστούν φυσικά υλικά, όπως την άμμο και τα χαλίκια, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγάλες ποσότητες για αυτό το σκοπό. Σε μερικές περιπτώσεις, τα υλικά που προέρχονται από τη θραύση ενός τοίχου, αναμιγνύονται μαζί με σκυρόδεμα και φυσικά αδρανή για τη δημιουργία ενός μίγματος.

Και στις δύο περιπτώσεις, το υλικό πρέπει να μη περιέχει μολυσμένα μη κεραμικά υλικά τα οποία μπορούν να εκχυλιστούν από το νερό και να προκαλέσουν ρύπανση. Ελαττωματικά τούβλα, κεραμίδια για στέγες ή κατεδαφισμένοι τοίχοι κατόπιν επιλογής, δεν προκαλούν συνήθως κάποιο πρόβλημα, εκτός εάν είναι μολυσμένα με ακαθαρσίες, όπως ορυκτοβάμβακας και σκυρόδεμα.

Παρόλο που χρησιμοποιείται ενέργεια για την κατεδάφιση και την μεταφορά του υλικού που ανακυκλώνεται στη θέση της επαναχρησιμοποίησης του, η χρήση του κεραμικού υλικού μπορεί να έχει μια λιγότερο αλληλένδετη ενέργεια από την χρήση «παρθένων» πρώτων υλών. Πράγματι, η χρησιμοποίηση απορριμμάτων κατεδάφισης σε μικρούς δρόμους μπορεί να έχει ακόμη και σαν επακόλουθο την χρήση ολιγότερης ενέργειας από τον δασοκομικό και αγροτικό εξοπλισμό.



Άμμος για γήπεδα τένις

Η άμμος για την επιφανειακή κάλυψη γηπέδων τένις παράγεται δια θραύσεως ερυθρών τούβλων και κεραμιδιών για στέγες. Το υλικό παράγεται δια θραύσεως σε θραυστήρα με σφύρες σε μέγεθος κόκκου της τάξεως των 0-2 ή 0-4 το ελάχιστο. Η διεργασία είναι πιο

αποτελεσματική όταν πραγματοποιείται σε εργοστάσια τούβλων ή κεραμιδιών, όπου υπάρχει περίσσεια ακατάλληλου υλικού. Διαφορετικά τούβλα δίνουν διαφορετικές ποιότητες και χρωματισμούς της άμμου για τένις.

Η καλή ποιότητα του ψημένου υλικού (κλίνκερ) έχει πολυάριθμα ευεργετήματα:

- Καλύτερη αποστράγγιση του νερού
- Ενιαίο χρώμα
- Μεγαλύτερη πυκνότητα (ολιγότερος διασκορπισμός από τον αέρα)
- Όχι προβλήματα χορταριάσματος

Κατά την παραγωγή μπορεί να προκύψει σκόνη, αλλά το πρόβλημα μπορεί να μειωθεί με εγκλωβισμό του θραυστήρα και εάν χρειάζεται, με τη χρήση ψεκαστήρων νερού. Οι απαιτήσεις για την άμμο και τα άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται σε γήπεδα τένις μπορούν να καθορίζονται σε πρότυπα και προδιαγραφές που συνομολογούνται από κρατικούς φορείς σχετικούς με το τένις. Οι κύριες απαιτήσεις είναι η υδατοπερατότητα, η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού, η σταθερότητα σε διάτμηση της επιφάνειας και μια ικανοποιητική δοκιμή πυκνότητας κατά Proctor. Το λεπτό επιφανειακό στρώμα διαστρώνεται πάνω από χονδρόκοκκα στρώματα, τα οποία μπορούν να περιέχουν θραυσμένο υλικό από τούβλα.

Υποστρώματα για φυτά

Για τον σχηματισμό υποστρωμάτων καλλιέργειας φυτών μπορούν να χρησιμοποιούνται μεταξύ των άλλων και θραυσμένα τούβλα και κεραμίδια. Το υλικό μπορεί να αναμιχθεί με άλλες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φυτών, π.χ. οργανικά λιπάσματα. Αυτό το υλικό είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για πρασινάδα στεγών. Οι επίπεδες στέγες καλύπτονται με μια μεμβράνη πυκνού πολυμερούς και επιστρώνονται με 10-30 cm με το θραυσμένο υλικό από τούβλα και κεραμίδια.

Σε ερευνητικά έργα, το υλικό αυτό συγκρίθηκε με ικανοποιητικά αποτελέσματα με άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό π.χ. διογκωμένος πηλός και λάβα. Το πορώδες του υλικού του επιτρέπει να συγκρατεί νερό, το οποίο τα φυτά μπορούν να απορροφούν κατά τις ξηρές περιόδους. Η χρήση ενός ανοικτότερου χρώματος υλικού μπορεί να μειώσει την εξάτμιση του νερού και έτσι να επαυξήσει τις στάθμες υγρασίας του εδάφους.

Μια άλλη δυνατότητα των θραυσμένων τούβλων και γενικότερα των υλικών που προέρχονται από τοίχους είναι σαν υλικό πλήρωσης γύρω από τις ρίζες των δένδρων, όπου η κυκλοφορία θα μπορούσε διαφορετικά να συμπυκνώσει το έδαφος και να εμποδίζει την ικανότητά του να απορροφά αέρα και νερό.

Η χρήση του ανακυκλούμενου σκάρτου κεραμικού υλικού θα εξοικονομήσει νέες πρώτες ύλες, αλλά αυτό θα πρέπει να είναι ελεύθερο από μολύνσεις που θα μπορούσαν να υποστούν εκχύλιση από το νερό και να επιδράσουν αρνητικά επί των φυτών και της γύρω περιοχής.

Αδρανή για τούβλα από πυριτικό ασβέστιο

Θραυσμένα τούβλα, κεραμίδια και άλλα στοιχεία τοιχοποιίας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σαν αδρανή στο έγχυτο σκυρόδεμα. Το θραυσμένο υλικό αντικαθιστά άλλες πρώτες ύλες, όπως την άμμο, και προκαλεί λιγότερες αναταραχές στο τοπίο. Η παραγωγή θραυστών αδρανών για σκυρόδεμα περιλαμβάνει θραύση, ταξινόμηση και καθαρισμό του υλικού κατεδάφισης.

Η κυριότερη περιβαλλοντολογική επίδραση αυτής της διεργασίας είναι η παραγωγή σκόνης κατά την θραύση και το κοσκίνισμα. Το πρόβλημα μπορεί να μειωθεί με κατάβρεγμα με νερό και είναι ανάλογο με τα προβλήματα που συνδέονται με την παραγωγή φυσικών αδρανών.

Διάφορα Ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα έχουν ανακαλύψει την δυνατότητα χρησιμοποίησης του υλικού από τη θραύση των τοίχων, σαν αδρανές για το σκυρόδεμα. Αυτή είναι μια συνήθης πρακτική στην Αυστρία, στην Ελβετία, στην Δανία και ιδιαίτερα στην Ολλανδία.





Αδρανή για εργοταξιακό και πρόχυτο σκυρόδεμα και για κονιάματα

Θραυσμένα τούβλα και άλλα υλικά τοιχοποιίας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την εξομάλυνση και πλήρωση χαντακιών για σωλήνες. Το θραυσμένο υλικό αντικαθιστά φυσικά υλικά, όπως την άμμο, οπότε προκαλεί λιγότερες αναταραχές στο τοπίο. Για τα χαντάκια των σωλήνων χρησιμοποιείται κανονικά ένα λεπτόκοκκο υλικό με διαβάθμιση περίπου 0-4 mm και αυτό μπορεί πολλές φορές να περιλαμβάνει θραυσμένο υλικό τοιχοποιίας. Χονδρότερα τεμάχια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλες εφαρμογές (π.χ. αδρανή σκυροδέματος ή κονιαμάτων).

Το υλικό που προέρχεται από τη θραύση των τοίχων και χρησιμοποιείται για αυτό το σκοπό, πρέπει να είναι ελεύθερο από μολύνσεις οι οποίες μπορούν να υποστούν εκχύλιση από το νερό και να προκαλέσουν ρύπανση στο νερό του εδάφους.



Ιστορία του πλαστικού

Το πρώτο συνθετικό πλαστικό υλικό, παρκεσίνη, κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από τον **Alexander Parkes**, στο Birmingham της Αγγλίας το 1856. Τα αποκαλυπτήρια έγιναν το 1862 στη Μεγάλη Διεθνή Έκθεση στο Λονδίνο. Η ανάπτυξη των πλαστικών έχει προέλθει από τη χρήση των φυσικών πλαστικών υλικών (π.χ. τσίχλες) στη χρήση των χημικώς τροποποιημένων φυσικών υλικών (καουτσούκ, νιτροκυτταρίνη, κολλαγόνο) και τελικά σε πλήρη συνθετικά μόρια (π.χ., βακελίτη, εποξειδικά, πολυβινυλοχλωρίδιο).



Το 1866, ο Parkes διαμόρφωσε την Εταιρεία Parkesine για τη μαζική παραγωγή του υλικού. Η εταιρεία, ωστόσο, απέτυχε λόγω της κακής ποιότητας του προϊόντος καθώς ο Parkes προσπάθησε να μειώσει το κόστος. Διάδοχος της παρκεσίνης ήταν ο ξιλονίτης, που παράχθηκε από τον Daniel Spill (συνεργάτης του Parkes), και το πυροξυλίνη από τον John Wesley Hyatt. Η παρκεσίνη έγινε από κυτταρίνη επεξεργασμένη με νιτρικό οξύ και έναν διαλύτη. Η γενική ονομασία της παρκεσίνης είναι πυροξυλίνη, ή Celluloid. Η παρκεσίνη είναι συχνά συνθετικό ελεφαντοστό. Η εταιρεία Parkesine διέκοψε τη δραστηριότητά της το 1868. Εικόνες της Parkesine βρίσκονται στην κατοχή της Εταιρίας Πλαστικής Ιστορικής του Λονδίνου. Υπάρχει μια πινακίδα στον τοίχο του χώρου της Parkesine Works.

Το PVC ανακαλύφθηκε τυχαία, τουλάχιστον δύο φορές τον 19ο αιώνα, πρώτα το 1835 από τον **Henri Victor Regnault** και το 1872 από τον Eugen Baumann. Και στις δύο περιπτώσεις το πολυμερές εμφανίστηκε ως ένα λευκό στερεό στο εσωτερικό φιαλών χλωριούχου βινυλίου που είχαν αφήσει εκτεθειμένα στο φως του ήλιου. Στις αρχές του 20ου αιώνα, ο Ρώσος χημικός Ivan Ostromislensky και ο Fritz Klatter της γερμανικής εταιρείας χημικών Griesheim-Elektron προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν το PVC σε εμπορικά προϊόντα, αλλά δυσκολίες στη επεξεργασία του άκαμπτου και μερικές φορές εύθραυστου πολυμερές σταμάτησαν τις προσπάθειές τους. Ο Waldo Semon και η Εταιρεία BF Goodrich ανέπτυξε μια μέθοδο το 1926 για να «πλαστικοποιήσει» το PVC με την ανάμειξή του με διάφορα πρόσθετα. Το αποτέλεσμα ήταν ένα πιο ευέλικτο και πιο εύκολα επεξεργάσιμο υλικό που σύντομα πέτυχε ευρεία εμπορική χρήση.



Τα πλαστικά αντιμετωπίζονται συχνά ως προϊόντα μιας χρήσης ή μη ανακυκλώσιμα. Ωστόσο, στην πραγματικότητα, τα πλαστικά είναι ανθεκτικά υλικά που δεν διαβρώνονται ή σκουριάζουν. Το PVC είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό πλαστικό, χρησιμοποιείται για παράδειγμα στους σωλήνες παροχής νερού και αποχέτευσης, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πάνω από 50 χρόνια. Τα περισσότερα προϊόντα από PVC χρησιμοποιούνται σε ανθεκτικές εφαρμογές. Περισσότερο από το ήμισυ του συνόλου των προϊόντων από PVC είναι μακράς ζωής με τη ζωή των υπηρεσιών τους πάνω από 15 χρόνια.

Το PVC είναι ένα υλικό κατάλληλο για ανακύκλωση. Έχει την πιο μακρά ιστορία στην ανακύκλωση των πλαστικών, και είναι πιο προηγμένο στη μηχανική ανακύκλωση. Για παράδειγμα, στην Ιαπωνία το 50% περίπου των γεωργικών φιλμ ανακυκλώνεται και χρησιμοποιείται για δάπεδα, κλπ. Στην Ευρώπη, περισσότεροι από 150.000 τόνοι καταναλωμένων προϊόντων ανακυκλώθηκαν το 2007 με τη στήριξη και τη χρηματοδότηση βιομηχανιών.

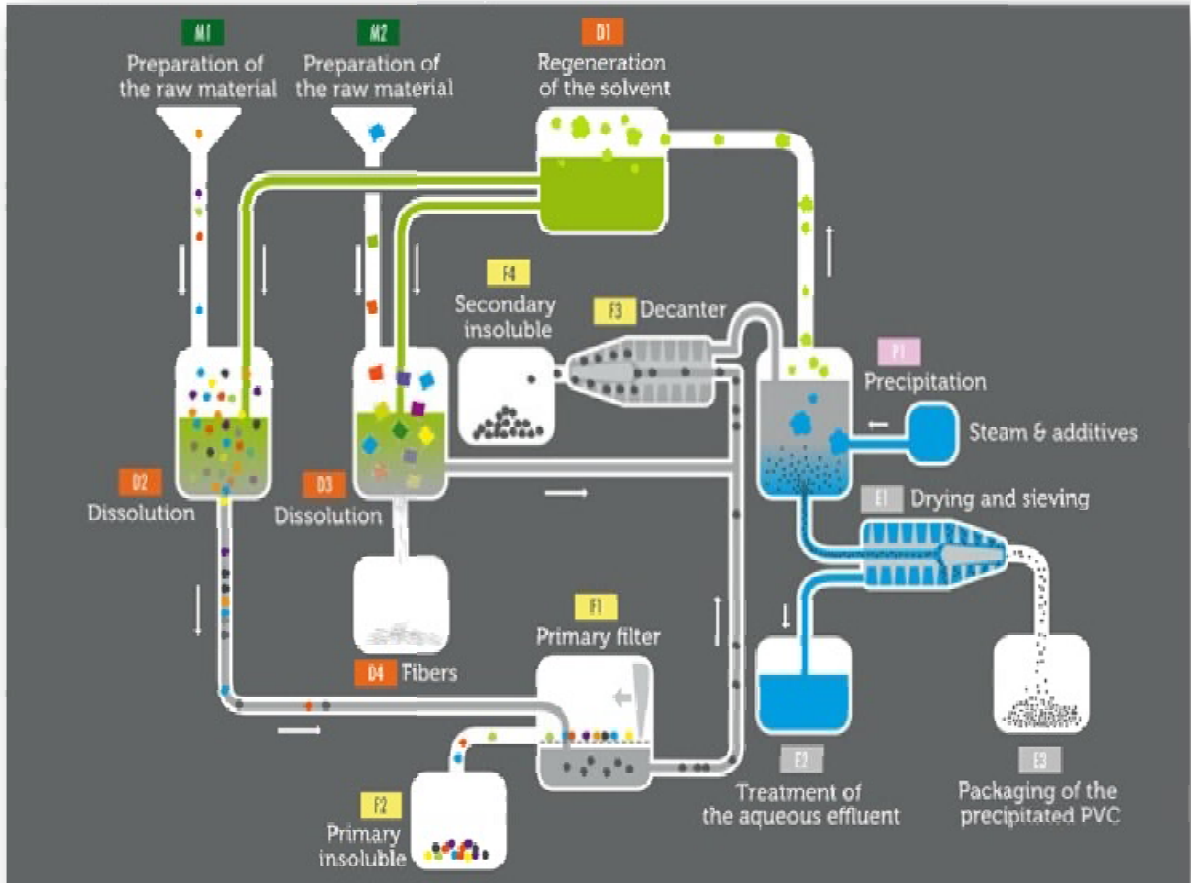
Όλα τα υλικά, και το PVC δεν αποτελεί εξαίρεση, έχουν θέματα βιωσιμότητας, που προκύπτουν από τις ιδιότητες τους, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και απορρίπτονται σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους.



Στην περίπτωση του PVC, η διαφορά του από τα άλλα υλικά είναι ότι η βιομηχανία του PVC κατέχει μια καλύτερη κατανόηση της αειφορίας των προϊόντων της από ό,τι οι κατασκευαστές των περισσότερων άλλων συνθετικών υλικών. Γι' αυτό εργάζεται συστηματικά για την βελτίωση αυτών και να εξασφαλίσει ότι θα συνεχίσει να διαδραματίζει χρήσιμο ρόλο σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον για την ανθρωπότητα.

Διαδικασία ανακύκλωσης πλαστικών HDPE και LDPE:

Σε γενικές γραμμές, τα HDPE και LDPE πλαστικά μπορούν κατ'επανάληψη να μαλακώσουν και να ανασχηματιστούν, η ανακύκλωση τους ξεκινάει με το λιώσιμο των υλικών. Έπειτα ωθείται με μηχανή εξώθησης είτε σε μορφή νέου προϊόντος (όπως πλαστική ξυλεία) ή μικρά σφαιρίδια τα οποία αποστέλλονται στους κατασκευαστές για να ανασχηματιστούν σε άλλα προϊόντα.



Όταν το PVC μπορεί να ανακυκλωθεί, θα πρέπει να διαλυθεί στα αρχικά συστατικά της σύνθεσης του, το οποίο είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνει. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας διάλυσης (Vinyloop). Όμως, μεγάλης κλίμακας, βιώσιμες μέθοδοι για την ανακύκλωση του PVC δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί.

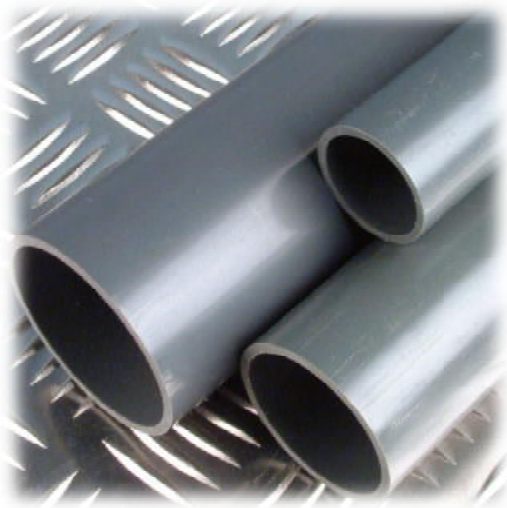
Η διαδικασία χωρίζει το σύνθετο PVC από τα άλλα υλικά (άλλες πλαστικές ύλες, καουτσούκ, μέταλλο, ύφασμα και άλλα) με επιλεκτική διάλυση και διήθηση. Το ιζηματοποιεί σε μικρούς κόκκους μείγματος PVC. Η Μοναδική αυτή διαδικασία αναβαθμίστηκε πρόσφατα να παράγει σταθερή ποιότητα που φτάνει σχεδόν την αρχική ποιότητα. Ένας αποσταλακτήρας φυγοκέντρησης, σύστημα φιλτραρίσματος, εφαρμόζεται για τη βελτίωση της ποιότητας του ανακυκλωμένου PVC. Η διαδικασία VinyLoop[®] χρησιμοποιεί ένα διαλύτη που συνεχώς επαναχρησιμοποιείται σε ένα



κλειστό κύκλωμα. Η ανακυκλωμένη ένωση PVC μπορεί έπειτα να επεξεργαστεί, με διάφορους τρόπους, για να πάρει όποια μορφή θέλουμε.

Η ανακύκλωση των πλαστικών επιφέρει σημαντικά οφέλη στο περιβάλλον:

- Εξοικονομούνται μη ανανεώσιμα ορυκτά καύσιμα
- Μειώνεται η ποσότητα των στερεών κατάλοιπων που καταλήγουν στις χωματερές
- Μειώνεται η έκλυση τοξικών και επικίνδυνων αερίων
- Μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)
- Μειώνεται σημαντικά η χρήση του νερού κατά την παραγωγή των προϊόντων



Η εξέλιξη του συμβόλου της ανακύκλωσης

Το πρωτότυπο σχέδιο του Anderson εξελίχθηκε, ώστε να έχουμε σήμερα διάφορες εκδοχές που αναλογούν σε συγκεκριμένες κατηγορίες:

1. Σύμβολο για τα ανακυκλώσιμα προϊόντα, αποτελούμενα από υλικά κατάλληλα για ανακύκλωση.
2. Σύμβολο για τα ανακυκλωμένα προϊόντα, αποτελούμενα από υλικά που έχουν ανακυκλωθεί.



Το σχέδιο που παριστάνει το περίγραμμα των βελών αποτελεί το παραδοσιακό σύμβολο για τα ανακυκλώσιμα χαρτιά, ενώ το δεύτερο σχέδιο με τα γεμάτα βέλη αποτελεί μια παραλλαγή, επίσης για τα ανακυκλώσιμα προϊόντα.

Ο γεμάτος κύκλος με τα λευκά βέλη αποτελεί το κατεξοχήν σύμβολο για τα προϊόντα που αποτελούνται από 100% ανακυκλωμένο υλικό.

Όταν ο γεμάτος κύκλος με τα λευκά βέλη περιέχει έναν αριθμό με ποσοστό στο κέντρο του, αυτό σημαίνει ότι το προϊόν αποτελείται από κάποιο ποσοστό ανακυκλωμένου υλικού και ο συγκεκριμένος αριθμός δηλώνει το ποσοστό αυτό. Υπάρχει και ο λευκός κύκλος με γεμάτα τα βέλη και μαύρο κυκλικό περίγραμμα που χρησιμοποιείται για να συμβολίζει τα ανακυκλωμένα προϊόντα γενικά.

Σήμερα, όλα τα παρακάτω σύμβολα μπορεί να συναντηθούν σε διάφορα χρώματα. Δυστυχώς, ο συμβολισμός δεν τηρείται αυστηρά, οπότε τα σύμβολα συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά και τυχαία.





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και διατήρησης των φυσικών πόρων, πρέπει να προωθηθεί σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των δομικών υλικών. Με κύριο στόχο την αποφυγή της σπατάλης και της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων σε όλο τον κύκλο χρήσης τους. Κάθε χώρα όπως προαναφέρθηκε, έχει θεσπίσει τους δικούς της νόμους για την διαχείριση των απορριμμάτων με βάση τις υπάρχουσες υποδομές μεταφορών, την διαθεσιμότητα της γης, τις απαιτήσεις ενέργειας και τους περιβαλλοντολογικούς κανονισμούς. Επομένως ο βαθμός στον οποίο κάθε επιλογή διαχείρισης χρησιμοποιείται σε μια χώρα, μπορεί να διαφέρει σημαντικά.

Παρόλη την αναγκαιότητα για την ελαχιστοποίηση και την ανακύκλωση των απορριμμάτων, η κοινωνία θα συνεχίσει να παράγει απορρίμματα που απαιτούν είτε αποτέφρωση είτε υγειονομική ταφή στο προβλεπόμενο μέλλον.

Η υγειονομική ταφή και η καύση των απορριμμάτων προτιμούνται ευρέως ως τεχνικές διαχείρισης των απορριμμάτων. Αντίθετα, η επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων συναντάται περιορισμένα, παρόλο τις προσπάθειες που γίνονται για να εφαρμοστεί παγκοσμίως. Σε χώρες όμως όπως η Ελλάδα, που δεν έχουν τις απαιτούμενες ειδικές εγκαταστάσεις, παρατηρείται ακόμα το φαινόμενο της ανεξέλεγκτης απόρριψης των απορριμμάτων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της συγκεκριμένης διαχείρισης περιλαμβάνουν εκτός από την αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, τη μόλυνση του εδάφους, των υπόγειων υδάτων, καθώς επίσης και τη μόλυνση της ατμόσφαιρας.

Κρίνεται, λοιπόν, σημαντική η δημιουργία ενός οργανωμένου δικτύου διαχείρισης των δομικών υλικών προς απόρριψη. Το δίκτυο αυτό θα αποτελείται από μονάδες ανακύκλωσης οι οποίες με τον κατάλληλο εξοπλισμό θα επεξεργάζονται τα μάζα και θα διαθέτουν στην αγορά εκμεταλλεύσιμα δομικά υλικά.

Προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει η αγορά των δομικών υλικών να αναπτυχθεί και να ενημερωθούν όλοι οι αρμόδιοι φορείς για τα πλεονεκτήματα των υλικών αυτών (περιβαλλοντικά ή ακόμη και οικονομικά) σε σύγκριση με τα ευρέως χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά. Το κράτος θα πρέπει να επιβάλλει αυστηρά πρόστιμα σε όσους δεν ακολουθούν την νομοθεσία καθώς και η πολεοδομία να εγκρίνει της κατασκευές από ανακυκλωμένα υλικά. Επίσης, θα ήταν συνετό να δίνονται κάποιες κρατικές επιχορηγήσεις σε Πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα για την διερεύνηση και την ανάπτυξη νέων μεθόδων και

τεχνολογιών για την βέλτιστη ανακύκλωση των απορριμμάτων. Παρακάτω αναφέρονται καινοτόμες έρευνες που έχουν διεξαχθεί:

- Το Πανεπιστήμιο Sheffield ανέπτυξε ένα πρωτοποριακό υλικό οδοποιίας. Ένας νέος τύπος σκυροδέματος για οδοστρώματα, όπου τα βασικά του συστατικά προέρχονται από ανακύκλωση, αφού οι ίνες χάλυβα που αυξάνουν τη συνοχή του προέρχονται από παλιά λάστιχα αυτοκινήτων και φορτηγών. Έτσι, το νέο σκυρόδεμα είναι κατά 12% φθηνότερο, ενώ, λαμβάνοντας υπόψη όλο τον κύκλο ζωής (του για 30-40 χρόνια παρουσιάζει ελάχιστες φθορές), περιορίζει την κατανάλωση ενέργειας κατά 40%. Η χρήση του χάλυβα από τα παλιά λάστιχα έχει διπλή οικολογική ωφέλεια, καθώς βοηθά στην επαναχρησιμοποίηση ενός προϊόντος από τα εργοστάσια ανακύκλωσης ελαστικών, το οποίο σε αρκετές περιπτώσεις καταλήγει στις χωματερές, το νέο υλικό είναι και πλήρως ανακυκλώσιμο μετά το τέλος ζωής του, αφού σε αντίθεση με την άσφαλτο, με κατάλληλη κατεργασία μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί για νέο οδόστρωμα.
- Έρευνα για την δημιουργία σκυροδέματος με τέφρα ανακυκλωμένου χαρτιού.
- Έρευνα για την δημιουργία σκληρού αδρανές τεχνητού πετρώματος, ιδανικό στην χρήση σε ασφαλτομείγματα επιφανειακών αντισιδηρών ταπήτων.
- Έρευνα για χρήση τέφρας φλοιού ρυζιού σε σύνθετα δομικά υλικά.
- Έρευνα για χρήση ανακυκλωμένου γυαλιού στο σκυρόδεμα .

Η μελέτη λοιπόν επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης υλικών και η εφαρμογή τους στην σύγχρονη πρακτική μπορεί να καταδείξει, ότι τέτοιες προσπάθειες όχι μόνο σέβονται το περιβάλλον, αλλά παρουσιάζουν ιδιαίτερη εφευρετικότητα, μοναδικότητα, και έτσι δίκαια μπορούν να χαρακτηριστούν ως προτάσεις που προάγουν την πολιτιστική ανάπτυξη του τόπου στον οποίο γίνονται.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα οικοδομικά απόβλητα και μόνο ο όγκος τους είναι αρκετός, ώστε να συνειδητοποιήσει κανείς πόσο επιζήμια γίνονται. Από την κατεδάφιση ενός τυπικού τριώροφου κτιρίου κατοικιών, το βάρος των αποβλήτων ανέρχεται στους περίπου 800 τόνους .

Γι' αυτό η Ε.Ε. τα έχει εντάξει από το 1975 στην κατηγορία των αποβλήτων που πρέπει να ανακυκλώνονται. Όπως στην Γερμανία όπου τα μπάζα έχουν αξία. Τα συνεργεία κατεδάφισης υποχρεώνονται να αναλάβουν την επεξεργασία των άχρηστων υλικών για να χρησιμοποιηθούν σε καινούργιες οικοδομές, κάτι που, εκτός από νομική υποχρέωση, σημαίνει και οικονομικό όφελος για τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις, αφού από την πώληση των ανακυκλωμένων υλικών αποκομίζουν κέρδη. Συνήθως, οι εταιρείες ζητούν ελάχιστα χρήματα για την κατεδάφιση ενώ άλλες φορές επειδή ο ανταγωνισμός είναι μεγάλος, φτάνουν ακόμη και να πληρώσουν τον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Στην Δανία, ο στόχος είναι το ποσοστό ανακύκλωσης να αγγίζει το 90%. Έλαβε την ίδια απόφαση για δραστική μείωση των ανεκμετάλλεπτων οικοδομικών απορριμμάτων. Εκεί η διαχείριση γίνεται με ευθύνη των δήμων: ξεκινώντας από το 2008. Στην Αγγλία η ανακύκλωση γίνεται από εταιρείες οι οποίες αμείβονται από τους κατασκευαστές. Οι εταιρείες αυτές προσπαθούν να επανεπεξεργαστούν όσο το δυνατόν περισσότερα από τα οικοδομικά απόβλητα, αφού πληρώνουν φόρο για κάθε τόνο μπαζών που θα καταλήξουν στις χωματερές. Ενώ στην Ιαπωνία έχουν βρει λύση από το 2002. Ο πιο πρόσφατος νόμος, του 2002, προβλέπει ανακύκλωση του 95% των παραγόμενων αποβλήτων. Έτσι, πριν από την κατασκευή ή την κατεδάφιση ενός κτιρίου, ο ιδιοκτήτης του πρέπει να καταθέσει στη νομαρχία μια μελέτη για τη διαλογή και την ανακύκλωση των απορριμμάτων που θα συγκεντρωθούν στο εργοτάξιο.

Λόγω τρόπου κατασκευής και διάρκειας ζωής των κτιρίων στην Ελλάδα, η επαναχρησιμοποίηση των δομικών υλικών μπορεί να επιτευχθεί σε μικρό βαθμό - αφού, π.χ., ένα υποστύλωμα δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ως έχει για τον ίδιο σκοπό, χωρίς να υποστεί επεξεργασία. Ωστόσο, η ανακύκλωση μπορεί να φτάνει και το 95%. Έτσι, θα μειωνόταν δραστικά ο όγκος των οικοδομικών αποβλήτων που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, σε παράνομες χωματερές, αλλά και σε ρέματα και δάση, και θα εξοικονομούσαμε πρώτες ύλες και ενέργεια. Άλλωστε, και από οικονομικής άποψης, η διαχείριση των ΑΕΚΚ είναι κοινωνικά ωφέλιμη. Δημιουργεί δευτερογενείς αγορές, κάτι που δεν σημαίνει μόνο ενίσχυση της ελληνικής οικονομίας, αλλά και επιπλέον θέσεις εργασίας. Δυστυχώς όμως κάτι τέτοιο δεν έχει γίνει εφικτό ακόμα!

Ειδικά σε ότι αφορά τα δομικά υλικά θα πρέπει να υιοθετήσουμε το σύστημα που επικρατεί στις χώρες του εξωτερικού. Στις νέες οικοδομές γίνεται ακριβής υπολογισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων από πρώτες ύλες, ώστε, σε συνδυασμό με τον προγραμματισμό των εργασιών, να ελαττώνονται οι ποσότητες των υλικών που περισσεύουν ή καθίστανται ακατάλληλα για περαιτέρω χρήση. Τα άχρηστα υλικά που βρίσκονται σε καλή κατάσταση και είναι απαλλαγμένα από προσμείξεις προωθούνται προς επαναχρησιμοποίηση. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, οδηγούνται σε ειδικές μονάδες επεξεργασίας - ανακύκλωσης - θερμικής αξιοποίησης. Η απόθεσή τους σε ειδικούς χώρους είναι η τελευταία επιλογή. Επίσης, η ανέγερση ενός νέου κτιρίου γίνεται με

γνώμονα στο τέλος του «κύκλου ζωής» του να ανακτηθούν όσο το δυνατόν περισσότερα κατασκευαστικά υλικά. Χρησιμοποιούνται υλικά που δεν θα αλλοιωθούν με το χρόνο. Στην Ελλάδα, αντίθετα, συχνά επιλέγονται υλικά που δεν έχουν δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης.

Τέλος, για να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω θα πρέπει η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των υλικών να γίνει τρόπος ζωής όλων μας!

REUSE 
REDUCE
RECYCLE

ΒΕΛΤΥΣΤΕ

Βιβλιογραφία:

Βιβλία και εργασίες

- Λυκίδης, Χ., 2004. Μελέτη της επίδρασης υδροθερμικών χειρισμών ανάκτησης ξυλοτεμαχιδίων στις ιδιότητες ανακυκλωμένων μοριοπλακών. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φ.Π.
- Λυκίδης, Χ., 2008. Ανακύκλωση πρώτων υλών ξυλοπλακών μετά την ανάκτησή τους από παλιές ξύλινες κατασκευές (έπιπλα) με χρήση υδροθερμικών χειρισμών. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φ.Π.
- Αγγελίδης Ζ., Παπαδοπούλου Π., Αθανασίου Χρ., επιμ., (2004), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και τη Βιωσιμότητα
- Παραγωγή αδρανών υλικών από ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων / Χαράλαμπος Ι. Εφραιμίδης
- Παρασκευόπουλος, Σ. & Κορφιάτης, Κ. (2003), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Θεωρίες και Μέθοδοι
- Γεωργόπουλος, Α. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται.
- Σφενδουράκης Σ. (2002), «Βασικές αρχές της Οικολογίας από τη σκοπιά της διαχείρισης», Σφενδουράκης Σ. & Κορφιάτης
- Φλογαίτη, Ευ. (2006), Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την αειφορία
- Αριανούτσου, Μ. (1999), «Οικολογικά συστήματα»
- ΑΕΙΦΟΡΕΙΑ-ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ :Γιάννης Οργανόπουλος, Δάσκαλος, ΜΔΕ στις Επιστήμες της Αγωγής. Υπεύθυνος Π.Ε. Α/θμιας Εκπαίδευσης Ν. Πιερίας
- Νικόλαος Μουσιόπουλος- Αξιοποίηση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων

Εγκυκλοπαίδειες και περιοδικά

- Εγκυκλοπαίδεια ΠΑΠΥΡΟΣ ΛΑΡΟΥΣ ΜΠΡΙΤΑΝΙΚΑ
- Περιοδικό ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ & ΧΑΛΥΒΑΣ
- Περιοδικό Aluminium
- Εφημερίδα ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ

Ιστότοποι

- <http://eureka.lib.teithe.gr>
- <http://www.wfdt.teilar.gr>
- <http://www.woodrecyclers.org>
- <http://www.neilos.gr>
- <http://www.geertmaes.com>
- <http://library.tee.gr>
- <http://www.youris.com>
- <http://www.fs.fed.us>
- <http://www.igora.ch>
- <http://www.greenpeace.org>
- <http://en.wikipedia.org>
- <http://el.wikipedia.org>
- www.solvayplastics.com
- <http://www.stay-with-clay.com>