

Οικονομοτεχνική διερεύνηση ανακύκλωσης υλικών κατεδάφισης και ανάκτησης χρήσιμων υλικών

Καθ. Κ. Τσακαλάκης, **Κυρ. Συρμακέζης**, Η. Σαμμάς,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργών

Περί Απόβλητων Εκσκαφών, Κατασκευών & Κατεδαφίσεων

- ✓ Παράγονται από την κατασκευή κτιρίων και δημοσίων υποδομών, την ολική ή μερική κατεδάφιση κτιρίων και υποδομών καθώς και από την κατασκευή, την συντήρηση και αντικατάσταση οδοστρωμάτων.
- ✓ Αποτελούν το βαρύτερο και μεγαλύτερο σε όγκο ρεύμα παραγόμενων αποβλήτων. (25- 30% σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης)
- ✓ Ο βαθμός ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης τους είναι 100%

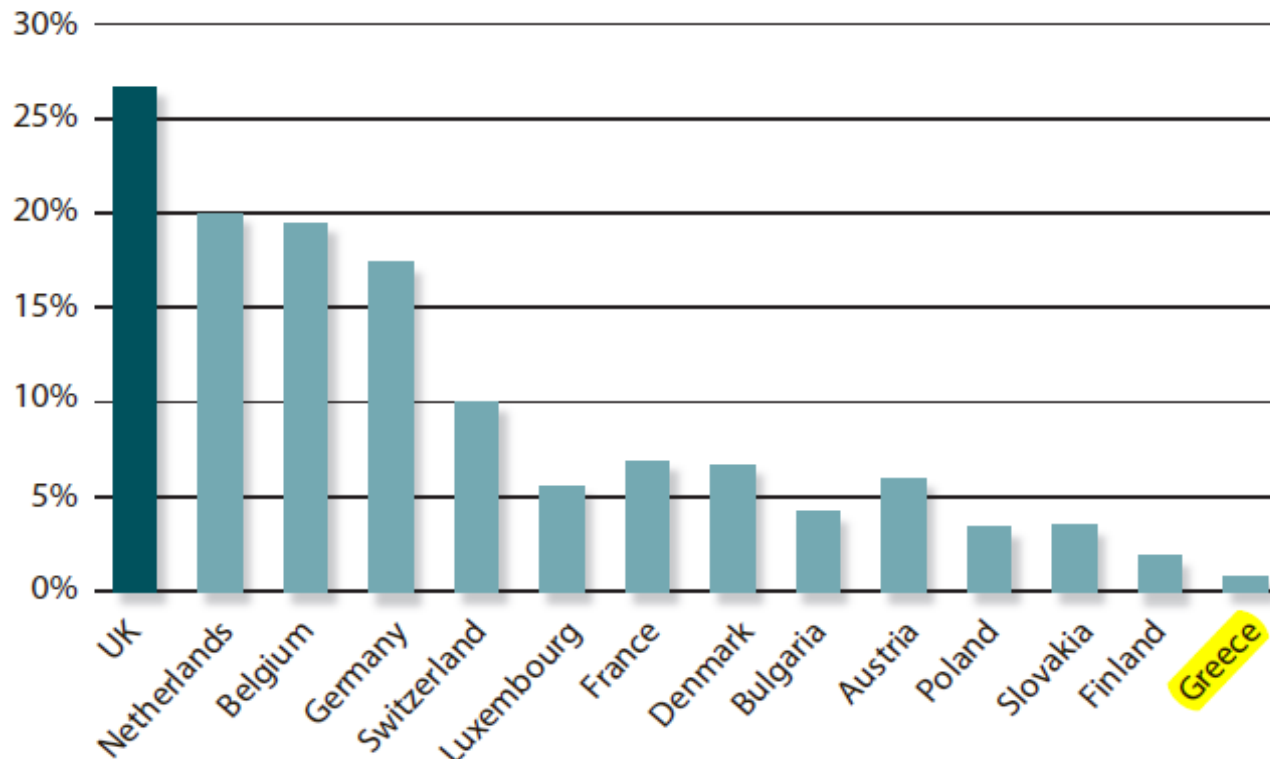
Περί Απόβλητων Εκσκαφών, Κατασκευών & Κατεδαφίσεων

- Στα απόβλητα αυτά περιλαμβάνονται υλικά από:

Δομικά Υλικά που περιέχονται στα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (Α.Ε.Ε.Κ.)	
Τούβλα	Γυαλί
Γύψο	Μέταλλα
Σίδηρο	Πλαστικά
Ξύλο	

- Κυρίαρχη είναι η παρουσία **αποβλήτων σκυροδέματος**, το οποίο αποτελεί το δεύτερο σε κατανάλωση προϊόν μετά το νερό.

Υφιστάμενη Κατάσταση σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό Επίπεδο



Συμμετοχή Ανακυκλωμένων Αδρανών Υλικών στη συνολική Αγορά Αδρανών κάθε χώρας
 (The Mineral Products industry at a Glance, 2014 Edition, Mineral Products Association)

Υφιστάμενη Κατάσταση σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό Επίπεδο

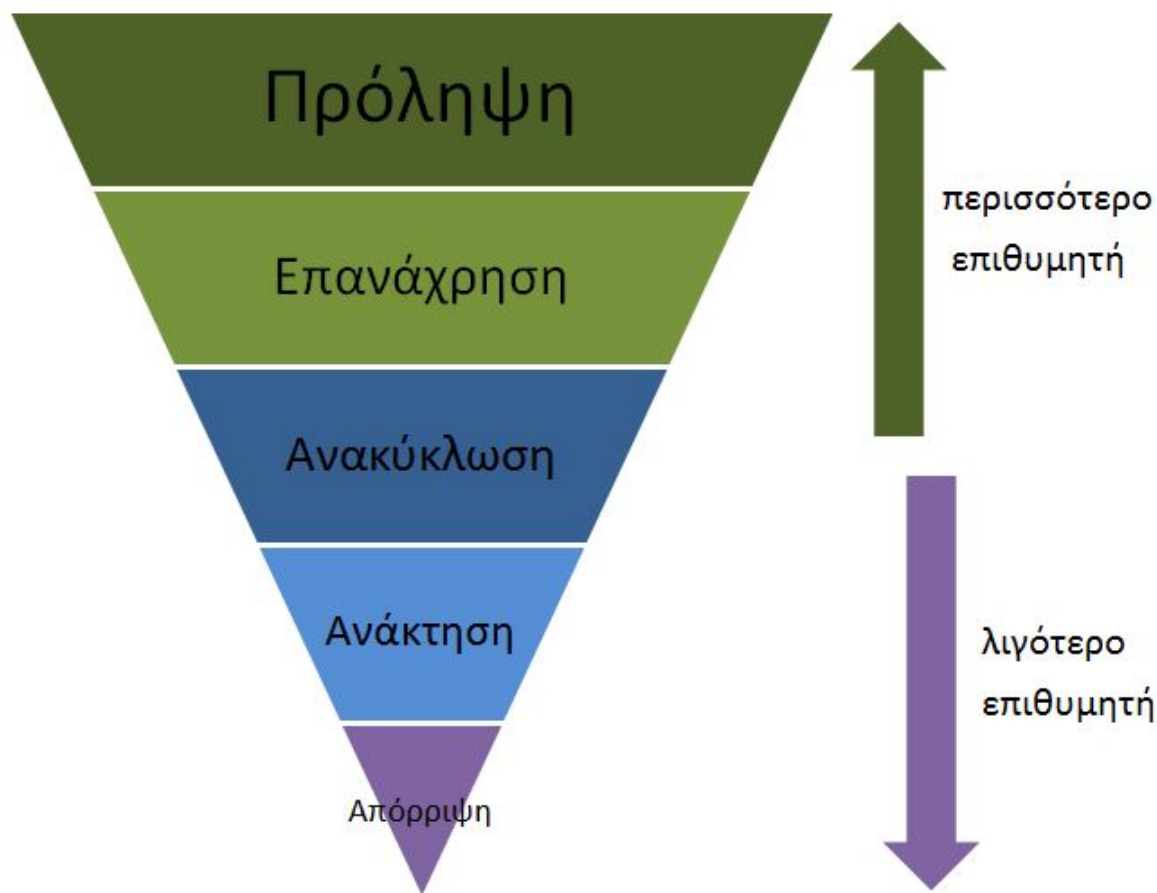


Δυνατότητες Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

Μέσα από την επεξεργασία των παραγόμενων αποβλήτων δίνονται οι δυνατότητες:

- ✓ **Επαναχρησιμοποίησης** τους μέσω της δημιουργίας νέων προϊόντων
- ✓ **Ανακύκλωσης** των παραγόμενων αποβλήτων
- ✓ **Ανάκτησης χρήσιμων υλικών** που περιέχονται σε αυτά

Εναλλακτικοί Τρόποι Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.



Διεργασίες Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

- Για την επίτευξη όλων των παραπάνω εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης απαιτούνται συγκεκριμένες διεργασίες.
- Με τη χρήση των διεργασιών αυτών επιτυγχάνεται:
 - ✓ **η μείωση του μεγέθους** των παραγόμενων αποβλήτων
 - ✓ **η ταξινόμηση κατά μέγεθος** των θραυσμένων υλικών
 - ✓ **η διαλογή** των περιεχόμενων, στα απόβλητα, υλικών

Διεργασίες Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.



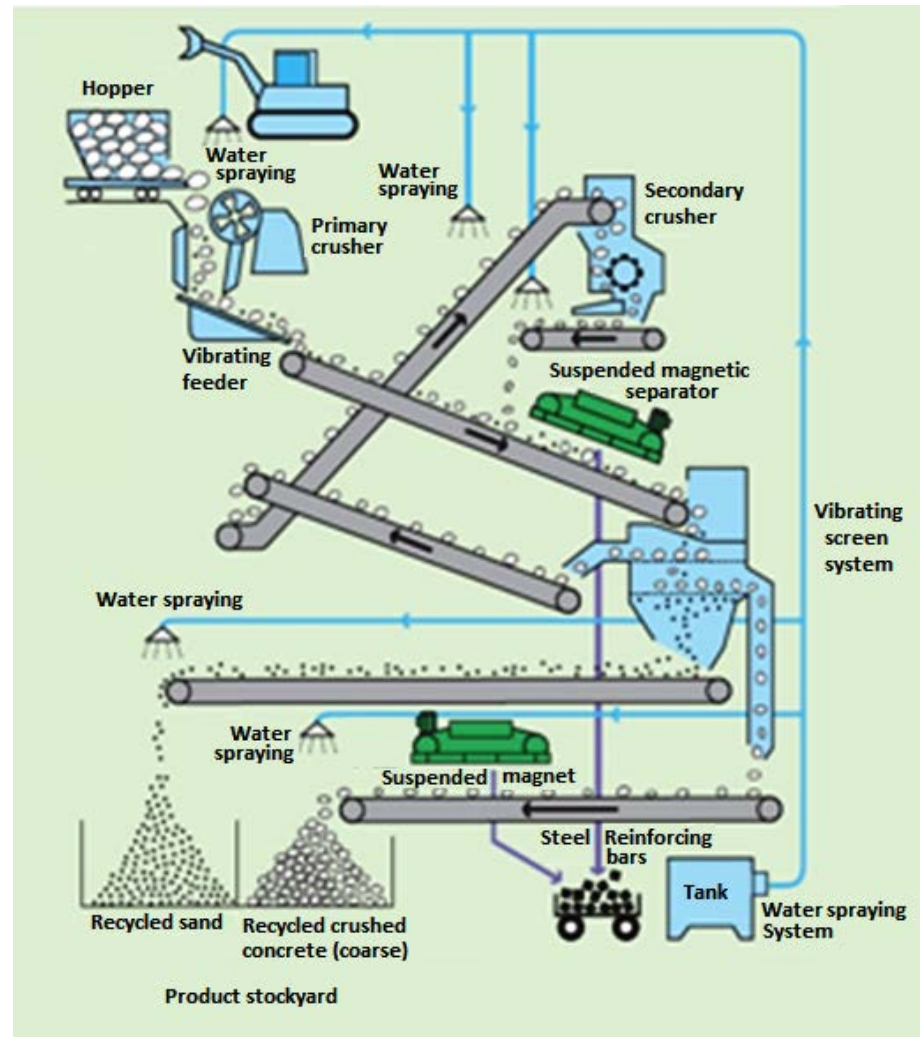
Διεργασίες Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

- Οι διεργασίες που χρησιμοποιούνται βασίζονται στις αρχές της Μηχανικής Προπαρασκευής & Εμπλουτισμού των Μεταλλευμάτων
- Περιλαμβάνουν:
 - ✓ τη **θραύση** και τη **λειοτριβίση** των παραγόμενων αποβλήτων
 - ✓ το **διαχωρισμό τους κατά μέγεθος** με τη χρήση κοσκίνων
 - ✓ τη **διαλογή διαφόρων υλικών** με τη χρήση διαχωριστών διαφόρων τύπων (μαγνητικών διαχωριστών, αεροδιαχωριστών κ.α.)

Μηχανήματα Επεξεργασίας Α.Ε.Κ.Κ.



Διάγραμμα Ροής Μονάδας Επεξεργασίας Αποβλήτων



Προϊόντα που προκύπτουν από Εναλλακτικούς Τρόπους Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

Επαναχρησιμοποίηση:

- Μέσα από κατάλληλη επεξεργασία, τα παραγόμενα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε νέα προϊόντα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν:
 - ✓ για την παραγωγή σκυροδέματος
 - ✓ ως υπόστρωμα για έργα οδοποιίας ή πεζοδρόμησης

Προϊόντα που προκύπτουν από Εναλλακτικούς Τρόπους Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

Επαναχρησιμοποίηση:

- Μέσα από κατάλληλη επεξεργασία, τα παραγόμενα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε νέα προϊόντα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν:
 - ✓ για την παραγωγή σκυροδέματος
 - ✓ ως υπόστρωμα για έργα οδοποιίας ή πεζοδρόμησης

Ανακύκλωση:

- Σημαντικές προσπάθειες επικεντρώνονται στην ανακύκλωση των παραγόμενων αποβλήτων, ιδιαίτερα στα απόβλητα σκυροδέματος με σκοπό την **ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση του περιεχόμενου τσιμέντου**

Προϊόντα που προκύπτουν από Εναλλακτικούς Τρόπους Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

Επαναχρησιμοποίηση:

- Μέσα από κατάλληλη επεξεργασία, τα παραγόμενα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε νέα προϊόντα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν:
 - ✓ για την παραγωγή σκυροδέματος
 - ✓ ως υπόστρωμα για έργα οδοποιίας ή πεζοδρόμησης

Ανακύκλωση:

- Σημαντικές προσπάθειες επικεντρώνονται στην ανακύκλωση των παραγόμενων αποβλήτων, ιδιαίτερα στα απόβλητα σκυροδέματος με σκοπό την **ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση του περιεχόμενου τσιμέντου**

Ανάκτηση :

- Στα Απόβλητα Ε.Κ.Κ., περιλαμβάνονται πολλά μεταλλικά και ανακυκλώσιμα υλικά, τα οποία μπορούν να ανακτηθούν και , εν συνεχεία, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν
- Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της ανάκτησης του περιεχόμενου χάλυβα οπλισμού ως scrap σιδήρου

Περιβαλλοντικά Οφέλη Εναλλακτικών Μεθόδων Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

Τα κυριότερα **περιβαλλοντικά οφέλη** από την εφαρμογή των Μεθόδων Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ. είναι:

- ✓ Η **αύξηση του κύκλου ζωής των υλικών** που περιέχονται στα απόβλητα
- ✓ Η **εξοικονόμηση πόρων**, μέσω της παραγωγής νέων προϊόντων από τα απόβλητα
- ✓ Η **εξοικονόμηση ενέργειας** που απαιτείται για την εξόρυξη και την επεξεργασία των φυσικών πόρων και τη μετατροπή τους σε νέα προϊόντα
- ✓ Η **μείωση της ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων** που καταλήγουν στη ταφή
- ✓ Η **μείωση των αναγκών για διαθέσιμες εκτάσεις γης** που προορίζονται για ταφή αποβλήτων

Οικονομικά Οφέλη Εναλλακτικών Μεθόδων Διαχείρισης Αποβλήτων Ε.Κ.Κ.

- Οι εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης αποκτούν οικονομική σημασία λόγω των σημαντικών **οικονομικών πλεονεκτημάτων** που μπορούν να προσφέρουν.
- Κύριες αιτίες για τα συγκεκριμένα πλεονεκτήματα είναι:
 - ✓ η **εξοικονόμηση υλικών και οικονομικών πόρων** μέσω της επανάχρησής τους
 - ✓ η **εμπορική αξιοποίηση** των παραγόμενων προϊόντων
 - ✓ η **αποφυγή του κόστους ταφής** των παραγόμενων αποβλήτων

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Στοιχεία Μελέτης Περίπτωσης:

- ❑ Ένα τυπικό οικοδομικό τετράγωνο, διαστάσεων 150m x 200m
- ❑ Αποτελείται από οκταόροφα κτίρια
- ❑ Καλυπτόμενος χώρος από κτίρια 15.000 m²

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης



Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Βασικά Στοιχεία Μελέτης Περίπτωσης:	
	Ποσότητα
Συνολική Μάζα Παραγόμενων Αποβλήτων	100.800 t
Περιεχόμενη Μάζα Σκυροδέματος	96.600 t
Περιεχόμενη Μάζα χάλυβα οπλισμού	4.200 t
Όγκος Σκυροδέματος (V)	42.000 m ³
Όγκος Παραγόμενων Αποβλήτων (Vx1.4)	58.800 m ³

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Βασικές Υποθέσεις Μελέτης Περίπτωσης

Δυναμικότητα Μονάδας Επεξεργασίας	350 t/h
Ποσοστό Ανάκτησης Αδρανών Υλικών	50 %
Ενδεικτική Τιμή χάλυβα οπλισμού (scrap)	120 €/t
Ενδεικτική Τιμή Αδρανών	3,5 €/t

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Κύρια Αποτελέσματα Μελέτης Περίπτωσης

Διάρκεια Επεξεργασίας	288 h
Ετήσιο Ποσοστό Λειτουργίας της Μονάδας	13,7 %
Ποσοστό Λειτουργίας της Μονάδας (με κύκλο ζωής 20 ετών)	0,685 %
Ανακτώμενη ποσότητα χάλυβα οπλισμού	4.200 t
Παραγωγή Ανακυκλωμένων Αδρανών Υλικών	48.300 t

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Υπολογισμός Απαιτούμενου Κόστους Επεξεργασίας Αποβλήτων

- Κόστη Απόσβεσης: 0,04 €/t
- Λειτουργικά Κόστη: $(0,066+0,024+0,090)$ €/t = 0,18 €/t

	Κόστη σε Ετήσια Βάση (in €)	Απαιτούμενο Κόστος Επεξεργασίας Αποβλήτων (13,7% του ετήσιου κόστους)	Κόστος Επεξεργασίας (€/t)
Ενεργειακό Κόστος	51.842	7.102,4	0,066
Κόστος Συντήρησης	18.808	2.576,7	0,024
Κόστος Προσωπικού	71.040	9.732,5	0,090
Λειτουργικό Κόστος	141.690	19.411,5	0,180

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Υπολογισμός Εκτιμώμενων Εσόδων από την Επεξεργασία Αποβλήτων:

	Ποσότητα (σε t)	Εκτιμώμενη τιμή ανά τόνο (σε €)	Εκτιμώμενο Όφελος (σε €)
Χάλυβας οπλισμού (scrap)	4.200	120	504.000
Σκυρόδεμα	48.300	3,5	169.050
Συνολικά Έσοδα			673.050
Έσοδα/ τόνο αποβλήτων			6,23 €/ t
Κόστος Επεξεργασίας/τόνο αποβλήτων			0,22€/ t
Όφελος/τόνο Αποβλήτων			6,01 €/ t

Παρουσίαση Μελέτης Περίπτωσης

Ανάλυση Αποτελεσμάτων Μελέτης Περίπτωσης

Σε (€)	Περίπτωση Ταφής	Περίπτωση Επεξεργασίας / Αξιοποίησης Δευτερογενών & Ανακτήσιμων Προϊόντων	Όφελος (€)
Έσοδα Εμπορικής Αξιοποίησης Δευτερογενών & Ανακτήσιμων Υλικών	0	673.050	673.050
Έξοδα Ταφής	4.320.000	1.932.000	2.388.000
Συνολικό Ποσό	-4.320.000	- 1.258.950	3.061.050

Συμπεράσματα:

- ✓ Η διαχείριση των παραγόμενων Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών & Κατεδαφίσεων μέσω της ανακύκλωσης και της ανάκτησης χρήσιμων υλικών αποτελεί τον **ενδεδειγμένο τρόπο διαχείρισης** του συγκεκριμένου ρεύματος
- ✓ Αποτελεί μία δραστηριότητα με **σημαντικές οικονομικές αποδόσεις** τόσο στον ευρωπαϊκό χώρο όσο και στην Ελλάδα
- ✓ Συμβάλλει στην **αντιμετώπιση σημαντικών, σύγχρονων περιβαλλοντικών προκλήσεων**, μέσω της μείωσης των αναγκών για χώρους ταφής, της αύξησης του κύκλου ζωής υλικών καθώς και στην ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας

Σας Ευχαριστώ Πολύ