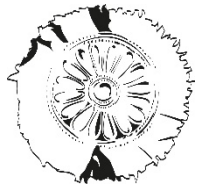


**Μελέτη για τον προσδιορισμό του ποσοστού σύρματος, της συγκέντρωση τέφρας και της σύσταση τέφρας σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, για ελαστικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην τσιμεντοβιομηχανία**

**ΕΣΟΕΛΑΣΤΙΚΑ ΑΕ – ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ**



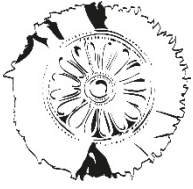
# Σκοπός



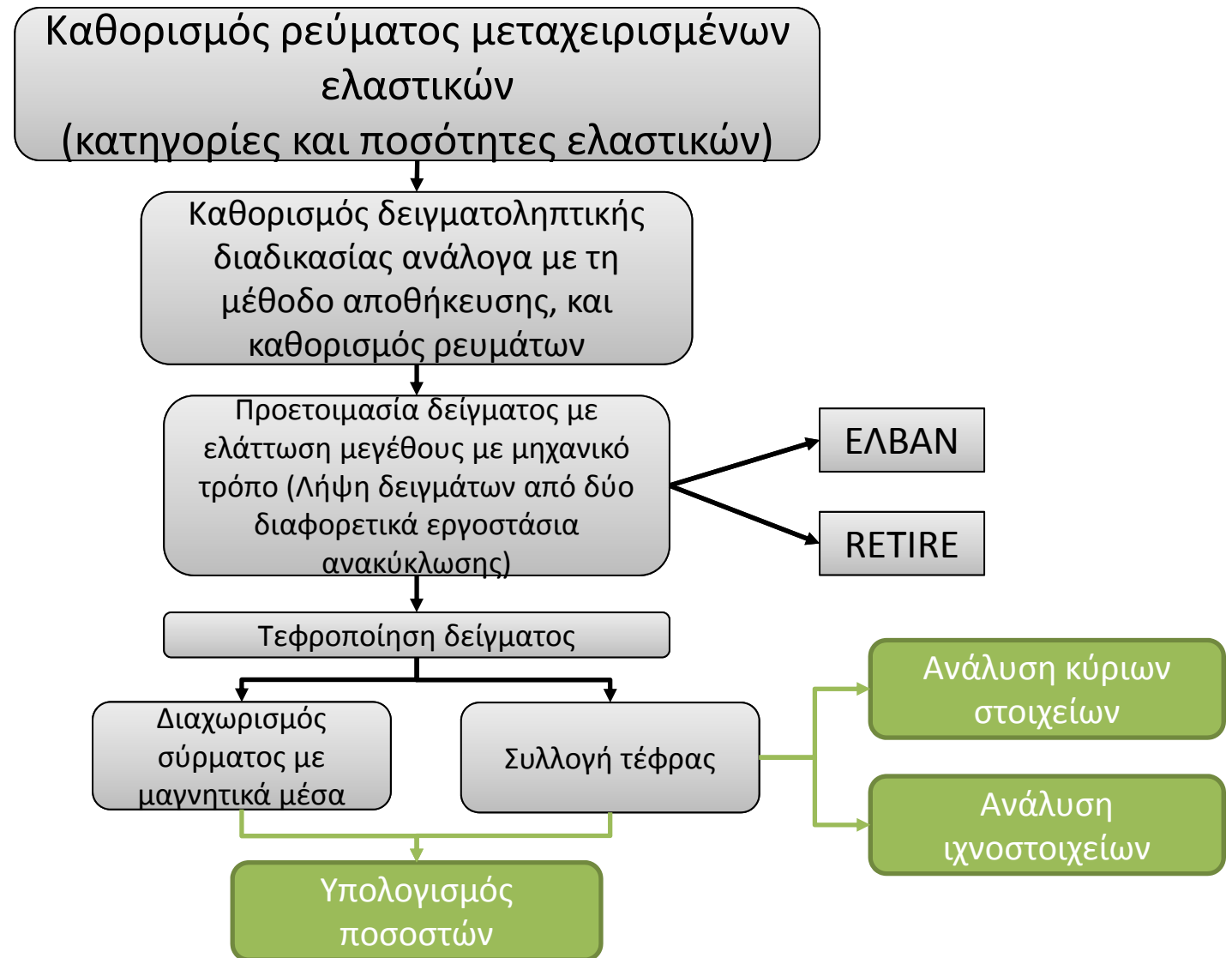
## Προσδιορισμός:

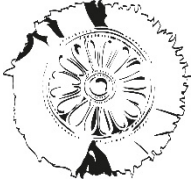
- Ποσοστιαίας συγκέντρωσης σύρματος
- Ποσοστιαίας συγκέντρωσης τέφρας και
- Σύσταση τέφρας σε κύρια στοιχεία
- Σύσταση τέφρας σε ιχνοστοιχεία

Για ελαστικά τα οποία αξιοποιούνται στην τσιμεντοβιομηχανία



# Διάγραμμα ροής μελέτης





# Δειγματοληπτική διαδικασία

- Σχεδιασμός και εφαρμογή δειγματοληπτικής διαδικασίας σύμφωνα με το πρότυπο EN 15442:2011 “Solid Recovered fuels – Methods for sampling”
- Η παρτίδα η οποία θεωρήθηκε για τη λήψη δείγματος αντιστοιχεί στην ημερήσια παραγωγή των εργοστασίων
- Δειγματοληψία τεμαχίων ελαστικών με διαστάσεις 50x50 mmxmm
- Καθορισμός αποτελεσματικού δείγματος στα 36.45 kg
- Το τελικό δείγμα το οποίο λήφθηκε ήταν 40kg και προήλθε από δύο διαφορετικά εργοστάσια ανακύκλωσης με ίδιες ρυθμίσεις λειτουργίας για την παραγωγή τεμαχίων 50x50 mmxmm

## Βήματα δειγματοληπτικής διαδικασίας

1. Καθορισμός γενικών στόχων

2. Καθορισμός παρτίδας και καθορισμός μεγέθους παρτίδας

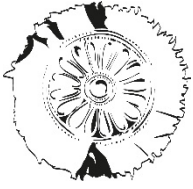
3. Καθορισμός δειγματοληπτικής διαδικασίας

4. Καθορισμός ελάχιστου αριθμού υπό-δειγμάτων

5. Καθορισμός ελάχιστου μεγέθους δείγματος

6. Καθορισμός ελάχιστου μεγέθους υπό-δείγματος

7. Καθορισμός αποτελεσματικού μεγέθους υπό-δείγματος και δείγματος



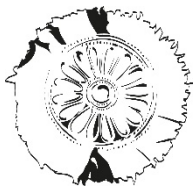
# Λήψη δειγμάτων

Τεμάχια ελαστικών (50x50 mmxmm) προερχόμενα από τα εργοστάσια ανακύκλωσης ελαστικών:

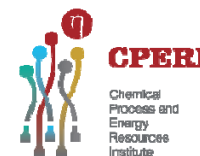
- ΕΛΒΑΝ ΑΒΕΕ στο νομό Αττικής (Νότια Ελλάδα)
- RETIRE ΑΒΕΕ στο νομό Δράμας (Βόρεια Ελλάδα)

Οι ποσότητες οι οποίες λήφθηκαν από τα δύο εργοστάσια ανακύκλωσης συνδυάστηκαν για τη δημιουργία του τελικού δείγματος προς ανάλυση





# Πρότυπα αναλύσεων



Ανάλυση	Πρότυπο
Δειγματοληπτική διαδικασία	15442:2011
Προετοιμασία δείγματος	15443:2011
Διαδικασία τεφροποίησης	ISO 1171: 2010
Ανάλυση τέφρας για κύρια στοιχεία	15410:2011
Ανάλυση τέφρας για ιχνοστοιχεία	15411:2011



# Μεθοδολογία τεφροποίησης δειγμάτων

- Εφαρμογή του προτύπου ISO 1171 για τεφροποίηση με τα παρακάτω στάδια
  - Θέρμανση στους 250°C σε 40 min
  - Θέρμανση στους 500°C σε 120 min
  - Διατήρηση στους 500°C για 40 min
  - Θέρμανση στους 815°C σε 50 min
  - Διατήρηση στους 815°C για 60 min

Το συγκεκριμένο πρότυπο εφαρμόστηκε μετά από μία σειρά δοκιμών και επιλέχθηκε για το χαμηλό ρυθμό θέρμανσης. Τα άλλα πρότυπα απέτυχαν λόγω της γρήγορης απελευθέρωσης πτητικών τα οποία συμπαρασύρουν σωματίδια τέφρας και εξανθρακώματος.

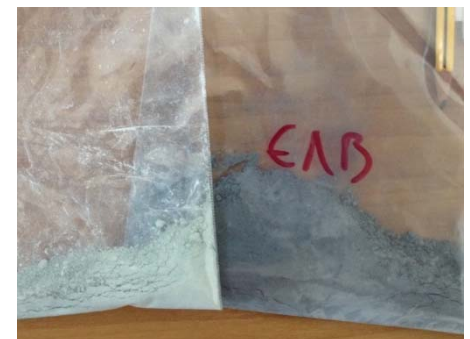
- Διαχωρισμός του σύρματος με μαγνήτες και τη βοήθεια του αέρα
- Ζύγιση του δείγματος πριν και μετά την τεφροποίηση, και μετά το διαχωρισμό του σύρματος για τον υπολογισμό των αντίστοιχων ποσοστών



Τεφροποίηση: αριστερά: ολόκληρο δείγμα, δεξιά: μετά την εφαρμογή του προτύπου

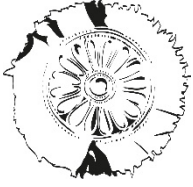


Σύρμα

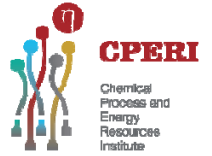


Συλλογή τέφρας



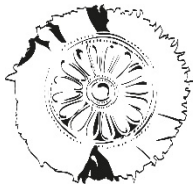


# Αποτελέσματα – Ποσοστιαία συγκέντρωση σύρματος και τέφρας

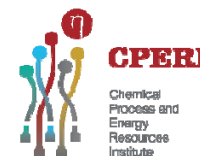


- Συνολικά διεξάχθηκαν 20 δοκιμές τεφροποίησης για την εύρεση των τελικών αποτελεσμάτων
- Μέσος όρος ποσοστιαίας συγκέντρωσης σύρματος: **15.42%**
- Μέσος όρος ποσοστιαίας συγκέντρωσης τέφρας: **7.44%**
- Συνολικό ποσοστό του ελαστικού το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ότι ανακυκλώνεται μετά την αξιοποίηση σε τσιμεντοκλιβάνους **22.86%**





# Αποτελέσματα – Κύρια στοιχεία, Ιχνοστοιχεία



## Συγκέντρωση κύριων στοιχείων

Συγκέντρωση στην τέφρα (% επί ξηρού)		Συγκέντρωση στο καύσιμο (mg/kg, επί ξηρού)	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.54 %	Al	4,800
CaO	5.37 %	Ca	3,300
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.97 %	Fe	5,400
K <sub>2</sub> O	10.22 %	K	5,300
MgO	8.51 %	Mg	3,200
Na <sub>2</sub> O	2.79 %	Na	2,000
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	μ.α.	P	μ.α.
SiO <sub>2</sub>	26.65%	Si	17,000
TiO <sub>2</sub>	μ.α.	Ti	μ.α.
SO <sub>3</sub>	26.97%	S	9,300
		Total	50,300

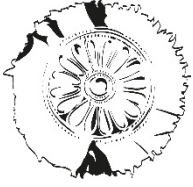
μ.α.: μη ανιχνεύσιμο < 0.75 ppb

## Συγκέντρωση ιχνοστοιχείων

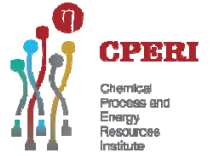
	Συγκέντρωση σε ppm στην τέφρα
Αντιμόνιο (Sb)	μ.α.
Αρσενικό (As)	μ.α.
Κάδμιο (Cd)	10.48
Χρώμιο (Cr)	39.62
Κοβάλτιο (Co)	1533.41
Χαλκός (Cu)	484.22
Μόλυβδος (Pb)	268.73
Μαγγάνιο (Mn)	159.62
Υδράργυρος (Hg)	μ.α.
Νικέλιο (Ni)	89.61
Θάλλιο (Tl)	μ.α.
Βανάδιο (V)	μ.α.
Ψευδάργυρος (Zn)	183,885.51
Σύνολο	186,471.2

μ.α.: μη ανιχνεύσιμο < 0.75 ppb

Ψευδάργυρος (Zn) στην τέφρα	18.39 %
Ψευδάργυρος (Zn) στα ελαστικά	1.37%



# Συμπεράσματα



- Η ποσοστιαία συγκέντρωση σύρματος στα ελληνικά μεταχειρισμένα ελαστικά τα οποία χρησιμοποιούνται στη τσιμεντοβιομηχανία: **15.42%**
- Η ποσοστιαία συγκέντρωση τέφρας στα ελληνικά μεταχειρισμένα ελαστικά τα οποία χρησιμοποιούνται στη τσιμεντοβιομηχανία: **7.44%**
- Συνολικό ποσοστό ελαστικού το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως ανακύκλωση με τη χρήση του σε τσιμεντοκλιβάνους: **22.86%**
- Τα κύρια στοιχεία με την υψηλότερη συγκέντρωση στην τέφρα είναι το πυρίτιο (Si) και το θείο (S) τα οποία αποτελούν πάνω από το 50% σε μορφή οξειδίων, καθώς το αργίλιο (Al) και το κάλιο (K) ακολουθούν με περίπου 10% έκαστο.
- Ο ψευδάργυρος αποτελεί το 18.39% κ.β. της τέφρας
- Σχετικά με τα ιχνοστοιχεία πάνω από το 93% αποτελείται από 4 από τα 13 ιχνοστοιχεία:
  - Κοβάλτιο
  - Χαλκός
  - Μόλυβδος
  - Μαγγάνιο