

---

## Εναλλακτική Διαχείριση ΑΕΚΚ: δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης τους ως αδρανή σκυροδέματος

---

Άννα Α. Τσουμάνη  
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. MSc PhD  
Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Παν. Ιωαννίνων

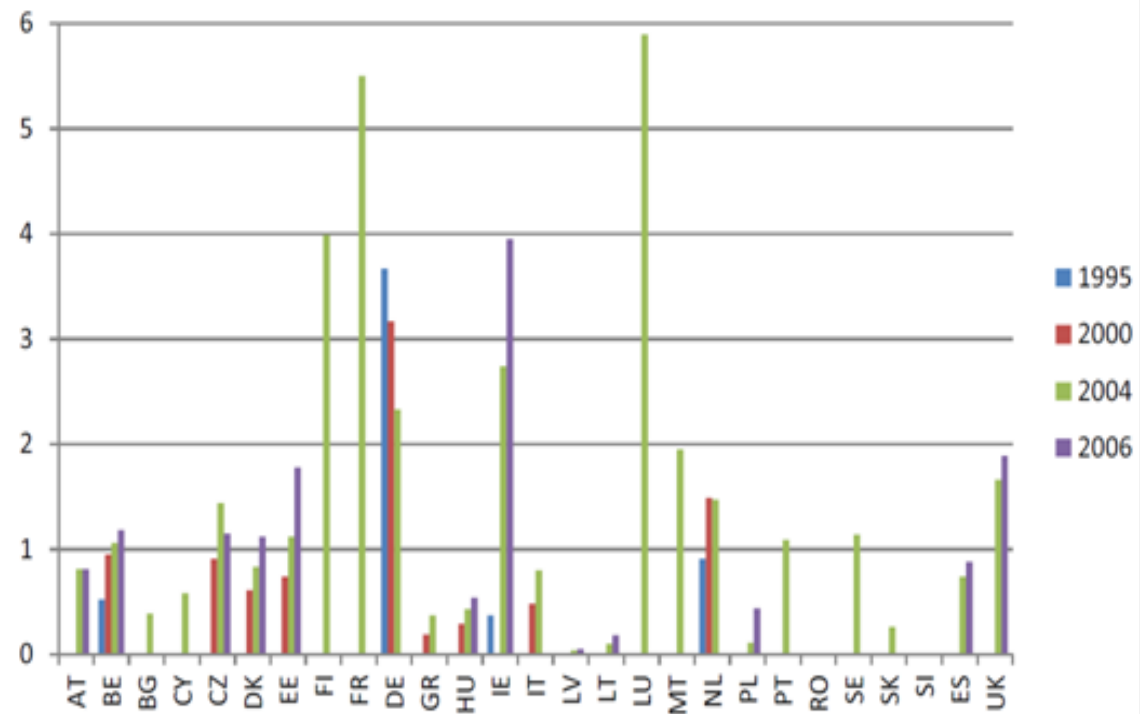
# ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ - ΑΕΚΚ (I)



## Προέλευση:

- οικοδομικές εργασίες
- τεχνικά έργα υποδομών
- φυσικές-τεχνολογικές καταστροφές

## παραγωγή ΑΕΚΚ κατά κεφαλήν στην ΕΕ



## ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ - ΑΕΚΚ (II)



ΕΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (χιλιάδες t)
	Εξέλιξη παραγωγής ως το 2020
2010	2.080
2011	1.310
2012	810
2013	590
2014	520
2015	480
2020	690
ΜΕΤΑΒΟΛΗ 2010-2020	-67%

## ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ - ΑΕΚΚ (III)

### ποσοτικοί στόχοι:

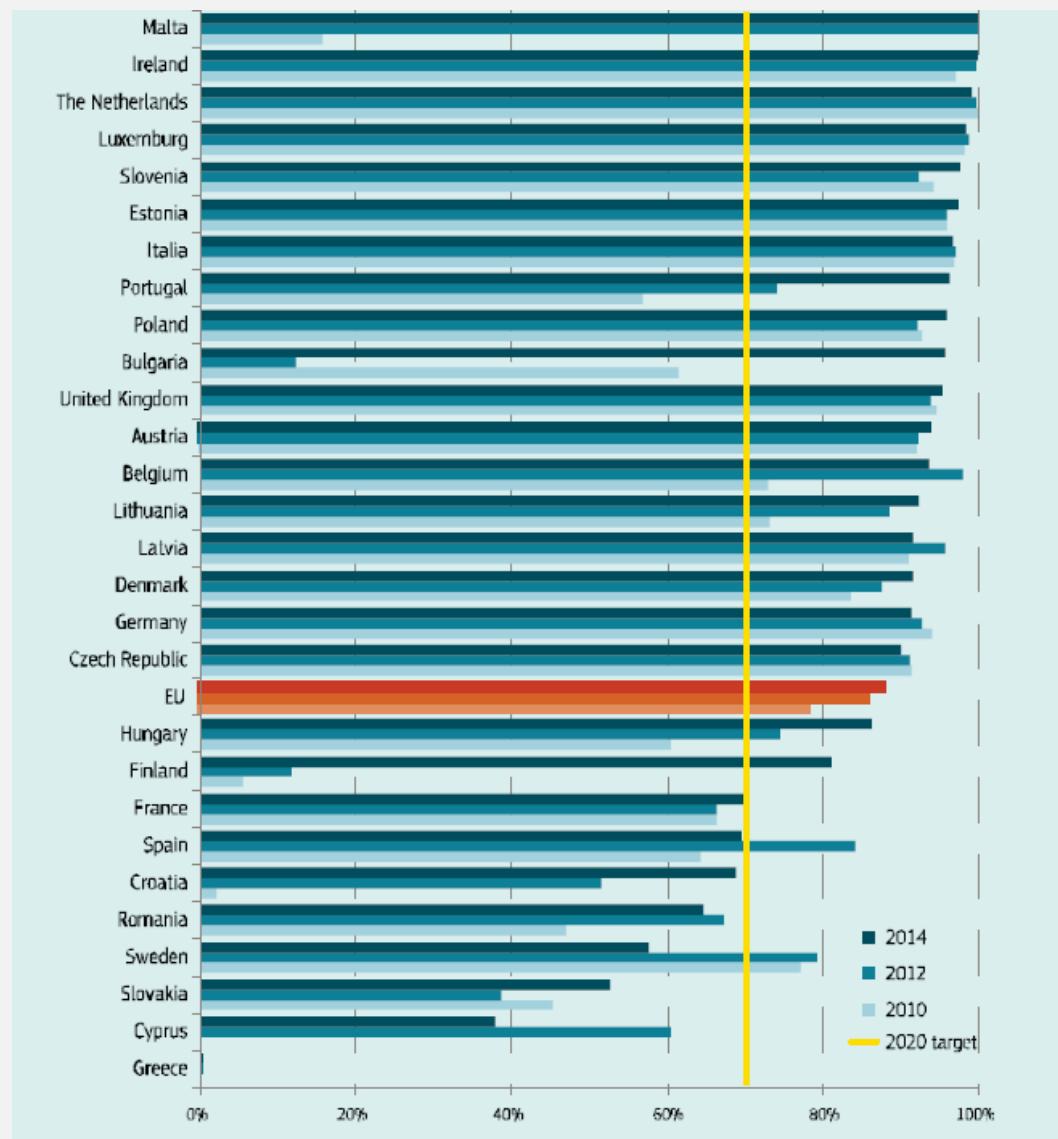
➤ έως 01/01/2012	30%	} επαναχρησιμοποίηση ανακύκλωση ανάκτηση
➤ έως 01/01/2015	50%	
➤ έως 01/01/2020	70%	



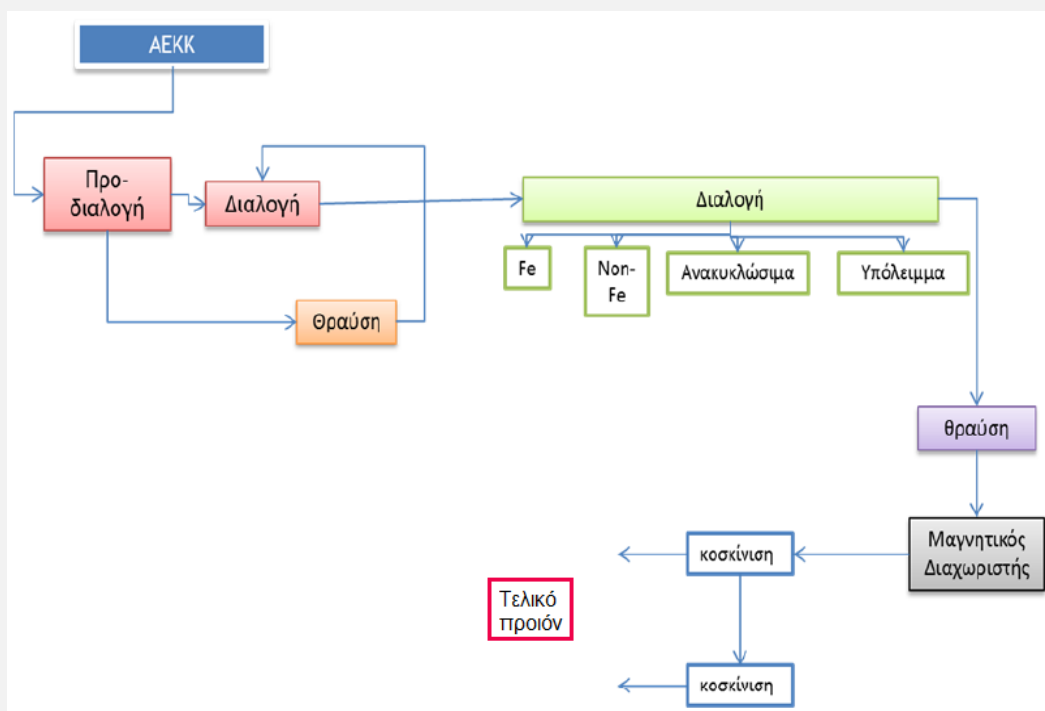
Συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ

## ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΩΝ - ΑΕΚΚ (II)

ρυθμός ανάκτησης  
ΑΕΚΚ στην ΕΕ



# ΣΥΛΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΕΚΚ

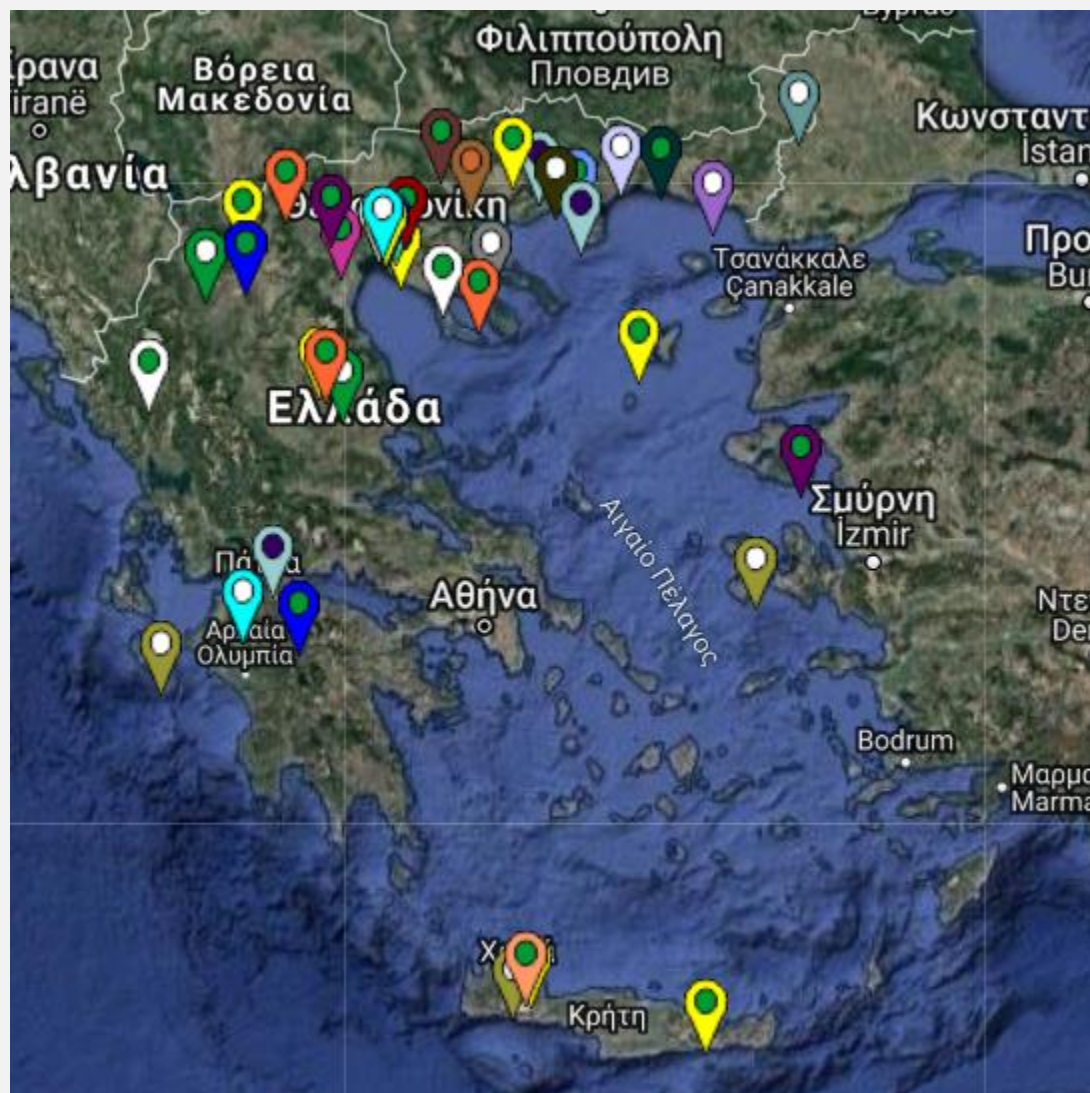


στάδια λειτουργίας

μόνιμη μονάδα διαχείρισης



## ΣΥΛΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΕΚΚ (II)





# ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΕΚΚ

ΑΕΚΚ ως ανακυκλωμένα αδρανή σκυροδέματος

Μεθοδολογία για βέλτιστη χρήση ανακυκλωμένου  
σκυροδέματος από κτίρια στον Ελλαδικό χώρο  
με στόχο την αειφορία

*Διεξαγωγή πειραμάτων: 2010-2015*

*Επιβλέπων καθηγητής: Θεόδωρος Ματίκας*



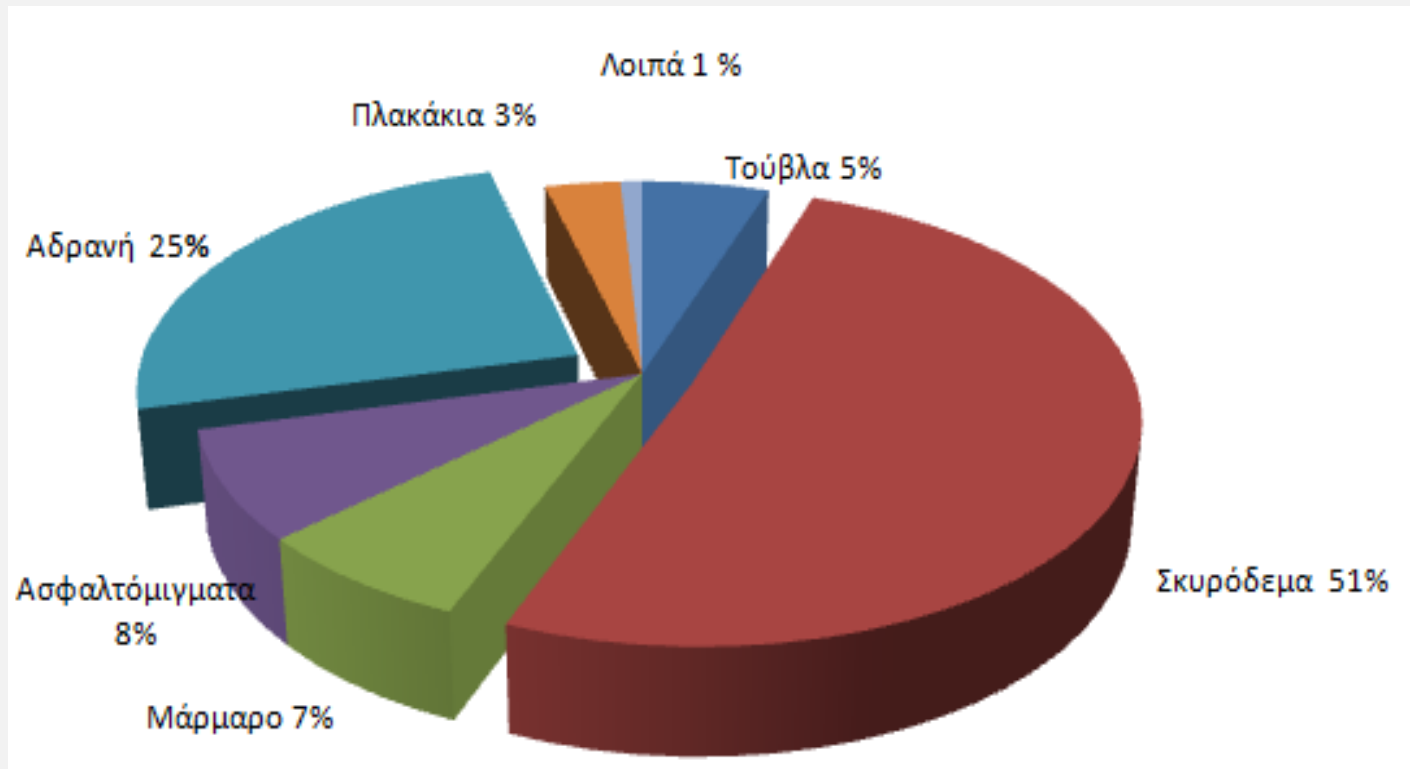
# ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΑ ΑΔΡΑΝΗ



ΚΛΑΣΜΑ	ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ
Άμμος	0mm - 5mm
Ψηφίδα	6mm - 11mm
Χαλίκι	12mm - 25mm
Σκύρα	26mm - 55mm



# ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



↑ ποσοστού συμμετοχής → ↑ επιρροή στις ιδιότητες

# ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ (I)

Γεωμετρικές



Χημικές



Φυσικές – Μηχανικές



Ποιοτική και ποσοτική  
στοιχειακή ανάλυση



## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ (II)

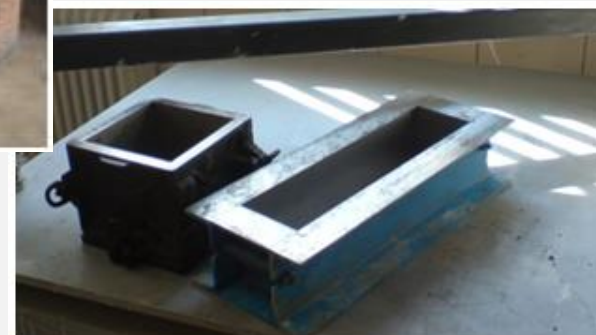
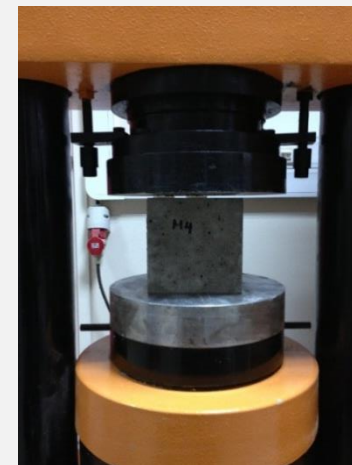
A/A	ΙΔΙΟΤΗΤΑ – ΔΟΚΙΜΗ
<b>ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ</b>	
1	Κοκκομετρική διαβάθμιση
2	Σχήμα χονδρόκοκκων αδρανών: Δείκτης πλακοειδούς
3	Περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκων αδρανών σε κελύφη
4	Περιεκτικότητα σε παιπάλη
5A	Ποιότητα λεπτόκοκκων: Ισοδύναμο Άμμου
5B	Ποιότητα λεπτόκοκκων: Μπλε μεθυλενίου
<b>ΦΥΣΙΚΕΣ/ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ</b>	
1	Αντοχή σε θρυμματισμό κατά Los Angeles
2	Ειδικό βάρος -Υδροαπορροφητικότητα
3	Ανθεκτικότητα στην αποσάθρωση (Υγεία πετρώματος)
<b>ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ</b>	
1	Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε γλωριόντα
2A	Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε Θειικά: Προσδιορισμός ολικού Θείου
2B	Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε Θειικά: Προσδιορισμός ευδιάλυτων σε οξέα SO <sub>3</sub>
3	Προσδιορισμός απώλειας κατά την πύρωση (στους 950 °C)
4	Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ανθρακικά άλατα

# ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (I)

νωπού



σκληρυμένου



## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (II)

A/A	ΙΔΙΟΤΗΤΑ – ΔΟΚΙΜΗ
<b>ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΩΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b>	
1	Δειγματοληψία
2A	Εργασιμότητα: Δοκιμή Κάθισης
2B	Εργασιμότητα: Δοκιμή Εξάπλωσης
3	Πυκνότητα
4	Περιεχόμενος αέρας
<b>ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b>	
1	Δοκίμια - καλούπια
2	Παραγωγή – Ωρίμανση δοκιμίων
3	Πυκνότητα
4	Θλιπτική αντοχή
5	Καμπτική αντοχή
6	Δυναμικό μέτρο ελαστικότητας – λόγος Poisson
7	Ηλεκτρική αγωγιμότητα
8	Θερμική αγωγιμότητα
9	Μικροδομή
10A	Ανθεκτικότητα: Προσβολή χλωριόντων
10B	Ανθεκτικότητα: Προσβολή θεικών



## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (II)

- Αναγκαιότητα επεξεργασίας ανακυκλωμένων αδρανών
- Διατήρηση εργασιμότητας
- Διαπερατότητα χλωριόντων
- Προσδιορισμός βέλτιστου ποσοστού αντικατάστασης



# ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ

εμβάπτιση σε  
υδρόφοβα διαλύματα

επικάλυψη με  
τσιμεντόπαστα



## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΦΥΣΙΚΑ ΑΔΡΑΝΗ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΑ ΑΔΡΑΝΗ
Σχήμα και Υφή	Στρογγυλευμένα, λεία (συλλεκτά) ή γωνιώδη και τραχιά (θραυστά)	Γωνιώδη με την τραχιά επιφάνεια.
Ικανότητα απορρόφησης	0.8 – 3.7 %	3.7 – 8.7 %
Ειδικό βάρος	2.4 – 2.9	2.1 – 2.4
Δοκιμή απώλειας μάζας σε απότριψη Los Angeles	15 – 30 %	20 – 45 %
Δοκιμή απώλειας μάζας σε φθορά από θειικό άλας νατρίου	7 – 21 %	18 – 59 %
Δοκιμή απώλειας μάζας σε φθορά από θειικό άλας	4 – 7 %	1 – 9 %
Περιεχόμενο χλωριόντων	0 – 1.2 kg/m <sup>3</sup>	0.6 – 7.1 kg/m <sup>3</sup>

# ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ	
	Χονδρόκοκκα	Χονδρόκοκκα και Λεπτόκοκκα
ΝΩΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		
Απαίτηση σε νερό	μεγαλύτερη	πολύ μεγαλύτερη
Ειδικό βάρος	5% με 10% λιγότερο	
Εργασιμότητα	Μικρή εργασιμότητα και τραχύτητα όταν χρησιμοποιούνται χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα αδρανή. Μεγάλη κάθιση. Το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με τη χρήση μόνο χονδρόκοκκων αδρανών σε συνδυασμό με φυσικά λεπτόκοκκα αδρανή.	
ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		
Θλιπτική αντοχή	5% με 24% λιγότερο	15% με 40% λιγότερο
Εφελκυστική αντοχή	10% λιγότερο	10% με 20% λιγότερο
Μέτρο ελαστικότητας	10% με 33% λιγότερο	25% με 40% λιγότερο
Συρρίκνωση ξήρανσης	20% με 50% περισσότερο	70% με 100% περισσότερο
Ερπυσμός	30% με 60% λιγότερο	30% με 60% λιγότερο
Ρυθμός Διάβρωσης	ταχύτερος	ταχύτερος
Συνάφεια σκυροδέματος με οπλισμό	σταθερό	5% λιγότερο
Περατότητα	200% με 500% περισσότερο	
Θερμική Διαστολή	Λιγότερο από αυτό που αναμενόταν	
Ενανθράκωση	65% περισσότερο	
Αντίσταση σε θειικά άλατα	εξαρτάται από το μείγμα σκυροδέματος	
Αντίσταση σε ψύξη - απόψυξη	εξαρτάται από το σύστημα κενών με αέρα (μπορεί να παρουσιαστεί βελτίωση)	

---

## Εναλλακτική Διαχείριση ΑΕΚΚ: δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης τους ως αδρανή σκυροδέματος

---

Άννα Α. Τσουμάνη  
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. MSc PhD  
Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Παν. Ιωαννίνων