



## RAP-ELT

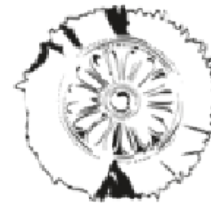
Παραγωγή τροποποιημένης ασφάλτου και  
αύξηση ποσοστού ανακύκλωσης ασφατικού  
σκυροδέματος, χρησιμοποιώντας  
ανακυκλωμένο ελαστικό

Κωδικός Έργου: Τ1ΕΔΚ-01656

# Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης

RESEARCH INDUSTRY

- Έτος ίδρυσης: 2000
- ΝΠΙΔ μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, εποπτευόμενο από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ) του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων
- Ερευνητικές περιοχές: Ενέργεια, Περιβάλλον, Νέα Λειτουργικά Υλικά, Βιομηχανικές Διεργασίες, Πληροφορική, Τηλεματική, Τηλεπικοινωνίες, Μεταφορές, Αγροβιοτεχνολογία, Επιστήμες Υγείας, Μηχανοτρονική, Αγροτεχνολογία και διαθεματικές περιοχές
- Συνεργασία με Ευρωπαϊκή και παγκόσμια βιομηχανία
- > 700 άτομα προσωπικό, κυρίως μηχανικοί και άλλοι επιστήμονες
- Γραφεία: Θεσσαλονίκη, Αθήνα, Πτολεμαΐδα, Βόλος, Ρόδος, Ιωάννινα
- ~ 25 εκ. ευρώ κύκλος εργασιών: > 30 % διμερή βιομηχανικά συμβόλαιο, > 60 % ανταγωνιστικά ερευνητικά έργα < 10 % άμεση κρατική χρηματοδότηση)
- Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Ορίζοντα 2020 για την έρευνα και την καινοτομία: > 136 εκ. ευρώ χρηματοδότηση (2014 – 2020), 367 προγράμματα (συντονιστής σε 69), 14<sup>ο</sup> ανάμεσα στα Ερευνητικά Κέντρα της Ευρώπης, 1<sup>ο</sup> στην Ελλάδα

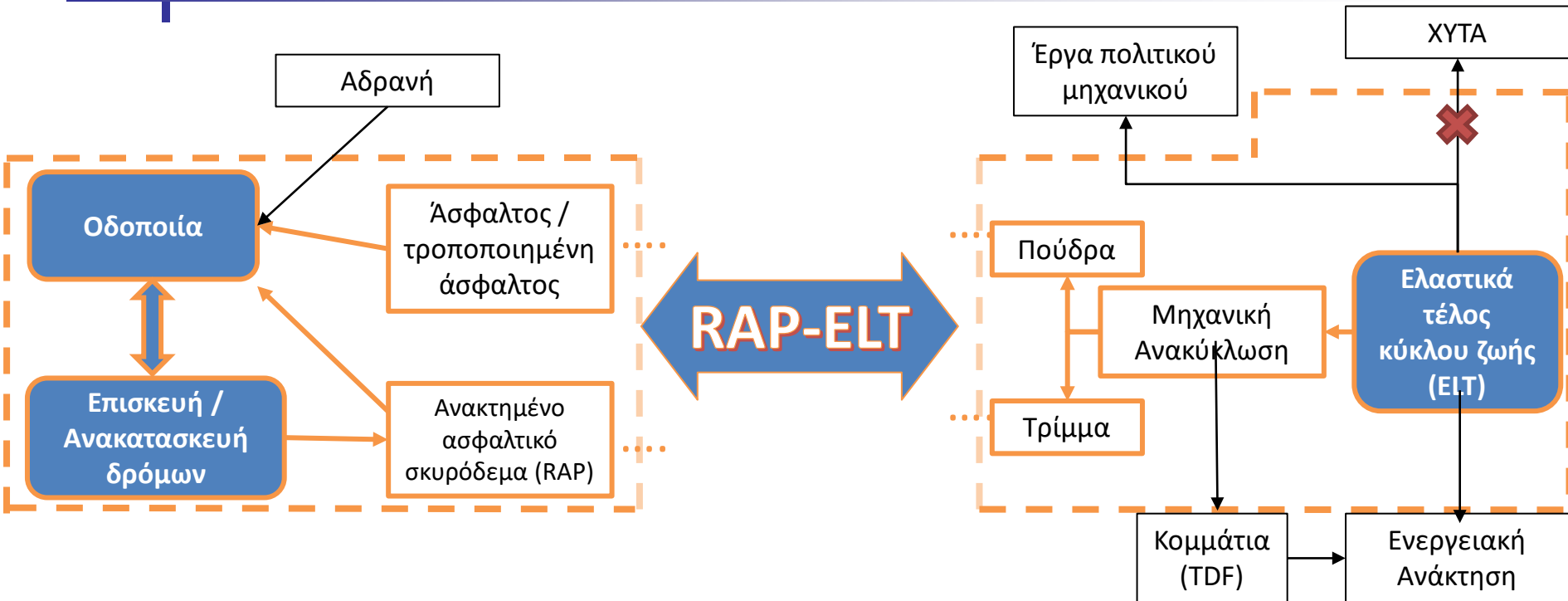


**ΕΚΕΤΑ**

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



# Αντικείμενο έργου



- Διερεύνηση χρήσης τροποποιημένης ασφάλτου και αυξημένου ποσοστού RAP στο ασφαλτόμιγμα με στόχο την:
  - Παραγωγή οδοστρώματος βελτιωμένων ιδιοτήτων
  - Αξιοποίηση δυο ρών αποβλήτων (ELT και RAP)
- Περιβαλλοντική και οικονομική αποτίμηση της μεθόδου
- Εισήγηση για εισαγωγή εθνικών προδιαγραφών ως προς την αξιοποίηση τρίμματος ελαστικού για τροποποίηση της ασφάλτου

# Μετρήσεις οδοστρώματος

- **Πραγματοποίηση 2 σειρών μετρήσεων (Μάιος 2021, Σεπτέμβριος 2021)**
  1. Μέτρηση περιβαλλοντικού θορύβου
  2. Μέτρηση της αντίστασης ολισθηρότητας
  3. Μελέτη τροχοαυλακώσεων
  4. Οπτική παρατήρηση φαινομένου splash & spray
- **Αποτελέσματα τροποποιημένου οδοστρώματος:**
  - Υψηλή αντοχή
  - Μειωμένος θόρυβος
  - Περιορισμός του φαινομένου splash & spray
  - Καλύτερη συνολική απόδοση του οδοστρώματος

# Όργανα Μετρήσεων

- Αντιολισθηρότητα (Grip tester)
- Τροχοαυλακώσεις (Walking Profiler)
- Περιβαλλοντικός θόρυβος  
(Nti xl2-sound level meter, Bruel & Kjaer 4230-Sound level calibrator )



Grip tester



Nti xl2(αριστερά), Bruel & Kjaer 4230 (δεξιά)



Walking Profiler

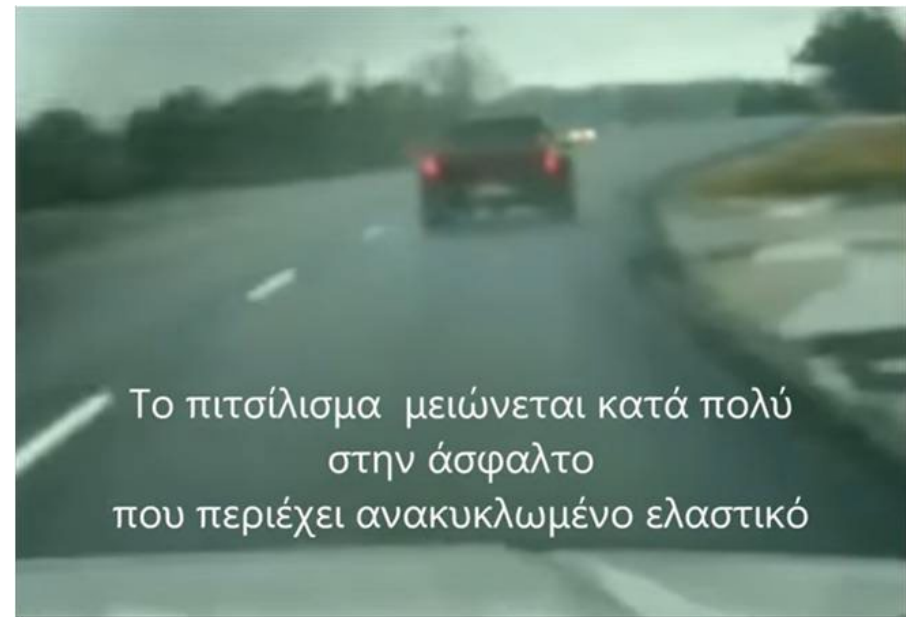
# Μείωση spraying

Splash & Spray : το φαινόμενο της εκτίναξης σωματιδίων νερού λόγω της κίνησης των ελαστικών των αυτοκινήτων πάνω σε βρεγμένο οδόστρωμα.

## Συμβατική άσφαλτος



## Τροποποιημένη άσφαλτος



# Splash & Spray (Φορτηγό)



Συμβατική ασφαλτος



Τροποποιημένη ασφαλτο με χρήση 30% RAP

# Splash & Spray (I.X.)



Συμβατική άσφαλτος



Τροποποιημένη άσφαλτο με χρήση 30% RAP

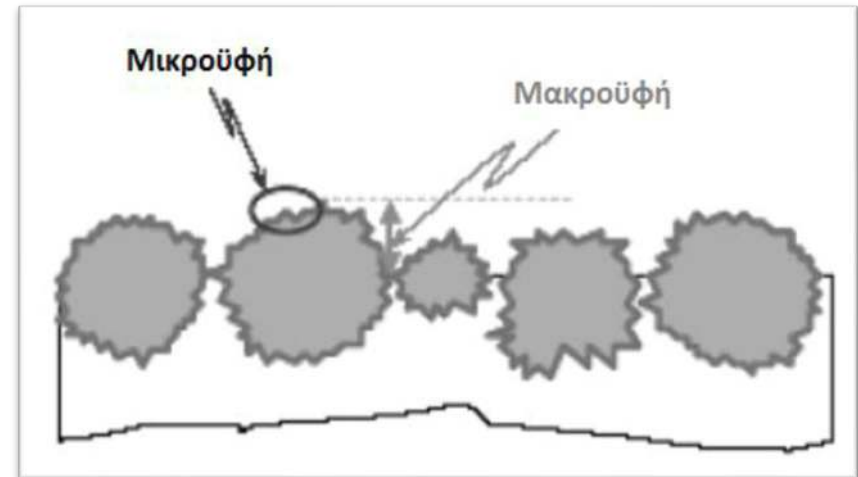


# Αντίσταση στην ολισθηρότητα

- Η αντίσταση ολίσθησης είναι το αποτέλεσμα της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ της επιφάνειας του οδοστρώματος και των ελαστικών των οχημάτων.
- Αυξημένη τιμή τριβής → αυξημένη αντίσταση στην ολίσθηση → μεγαλύτερη ασφάλεια.

Στις μετρήσεις μελετάται η μικροϋφή και η μακροϋφή του οδοστρώματος.

- ❑ Μακροϋφή: τραχύτητα της επιφάνειας του οδοστρώματος λόγω προεξοχής των αδρανών
- ❑ Μικροϋφή: αδρότητα της επιφάνειας των αδρανών

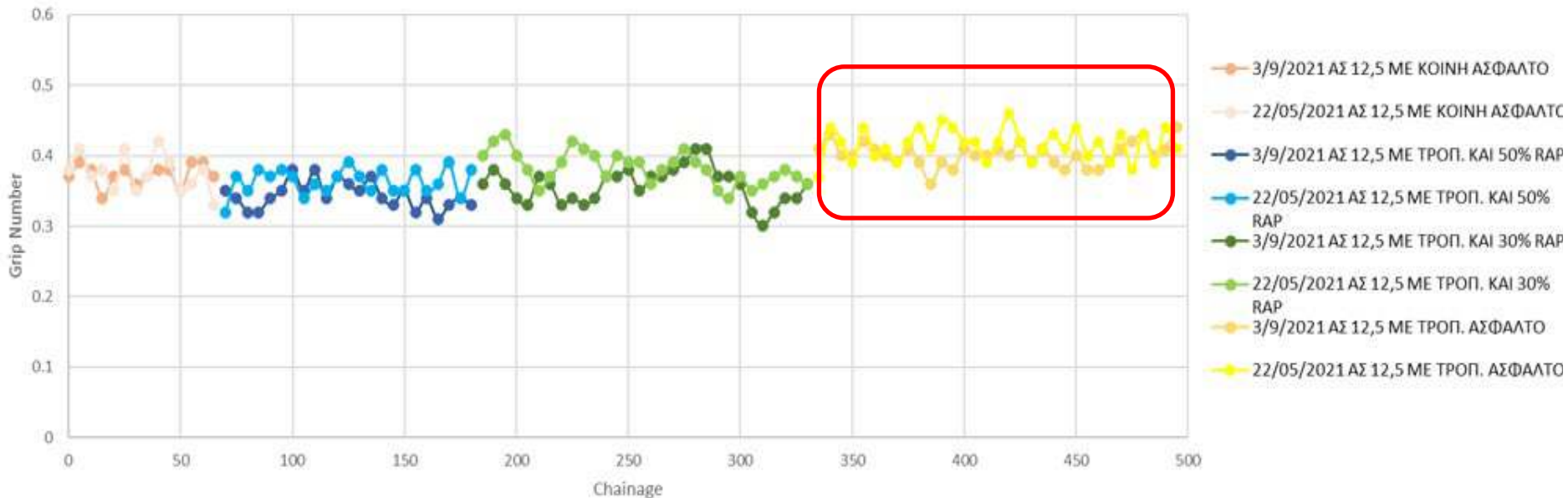




# Αποτελέσματα μέτρησης αντιστοιχίας

Grip number  $\uparrow \leftrightarrow$  Αντίσταση στην ολισθηρότητα  $\uparrow$

Grip Number B67str. FROM ASFALTER to NATO AV.  
COMPARISON



# Τροχοαυλακώσεις

- Οι τροχοαυλακώσεις δημιουργούνται κυρίως λόγω της αυξημένης κίνησης οχημάτων καθώς και λόγω του μεγάλου βάρους αυτών.
- Τροχοαυλάκωση ορίζεται ως το αποτέλεσμα της παραμένουσας παραμόρφωσης στο οδόστρωμα. Εμφανίζεται κυρίως κατά μήκος του ίχνους των τροχών όπου δημιουργείται βύθιση ενώ εκατέρωθεν παρατηρείται ανύψωση.

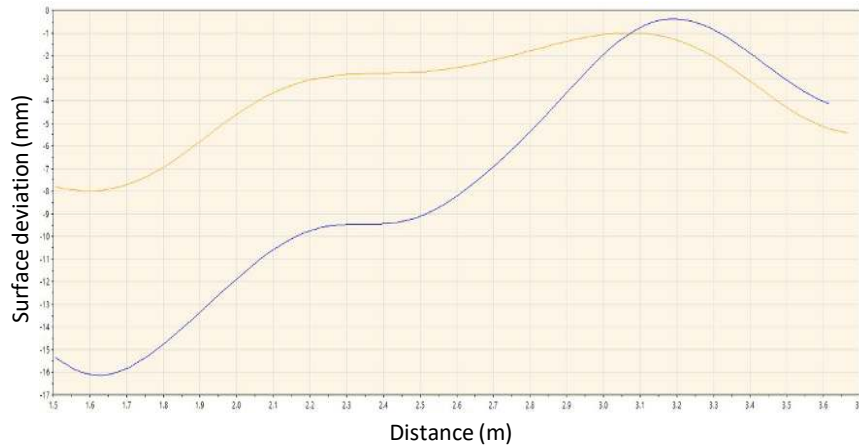


## Κίνδυνος ασφάλειας οδηγών

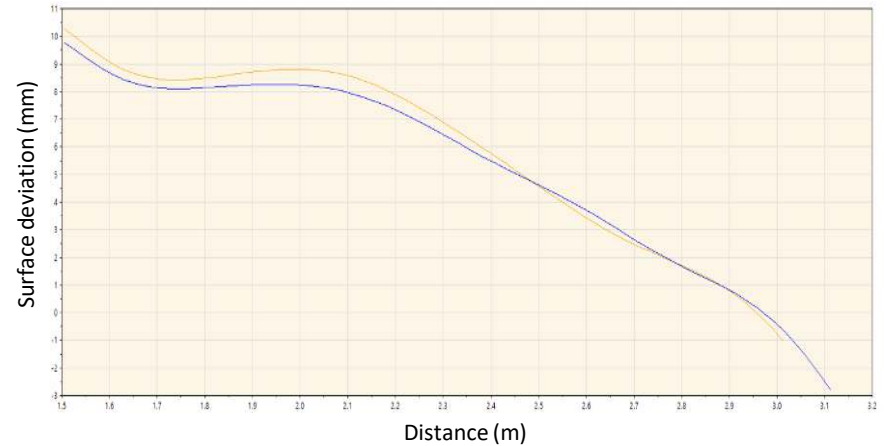
- Συγκράτηση μεγάλης ποσότητας νερού → Υδρολίσθηση
- Απώλεια ελέγχου είτε κατά την αλλαγή λωρίδας είτε κατά την προσπάθεια πραγματοποίησης κάποιου ελιγμού.

# Αποτελέσματα μέτρησης τροχοαυλακώσεων

ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ



ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟ ΜΕ ΤΡΙΜΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΜΕ 50% RAP



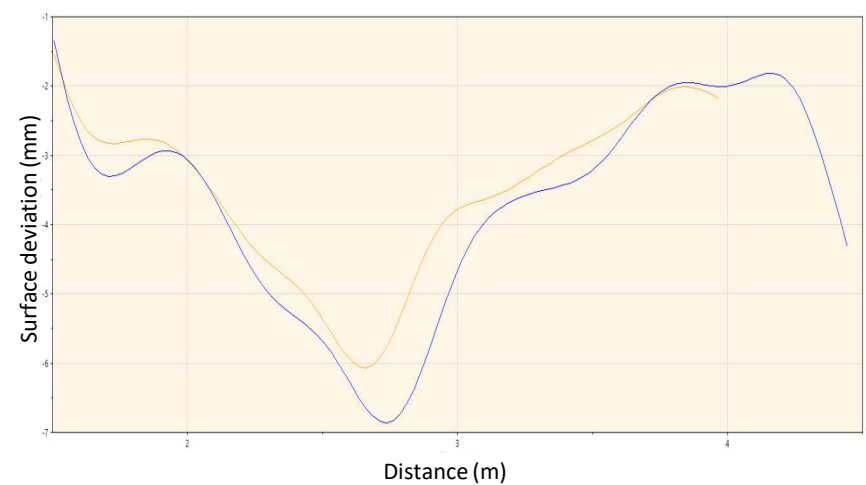
2021-05-22 14h08m04s Koini AS 12,5\_ARRB Walking Profiler

2021-09-03 11h23m12s Koini AS\_Koini AS

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟ ΜΕ ΤΡΙΜΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΜΕ 30% RAP



ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΜΕ ΤΡΙΜΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ



\*Surface deviation=Απόκλιση επιφάνειας \*Distance = Απόσταση

# Περιβαλλοντικός θόρυβος

- Ο θόρυβος που δημιουργείται από τα ελαστικά των οχημάτων προκαλείται από την δόνηση του ελαστικού και από την κίνηση των σωματιδίων στον χώρο που υπάρχει μεταξύ του πέλματος του ελαστικού και της επιφάνειας του οδοστρώματος σχηματίζοντας ένα ακουστικό κέρατο.

Το ακουστικό κέρατο αυξάνει την απόδοση της ακτινοβολίας προς τα πίσω και προς τα εμπρός.

Παράγοντες που επηρεάζουν:

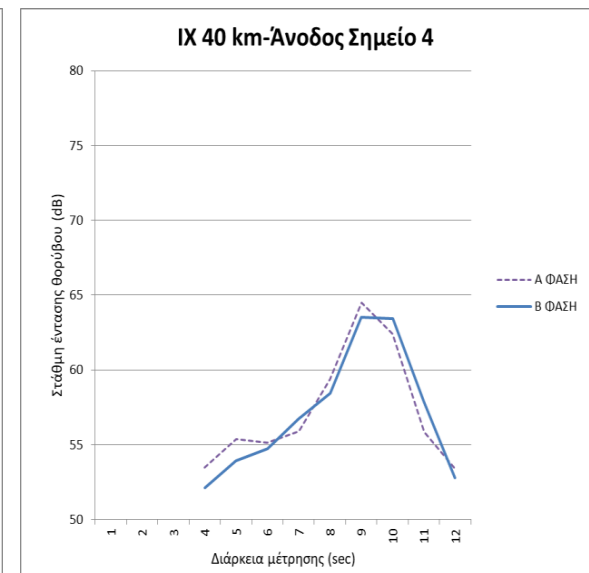
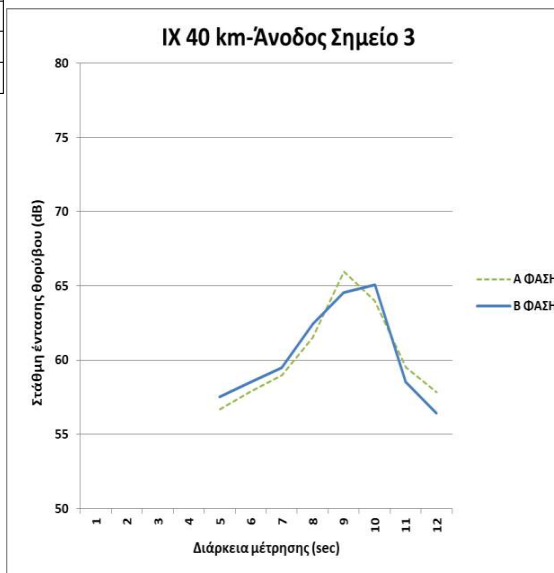
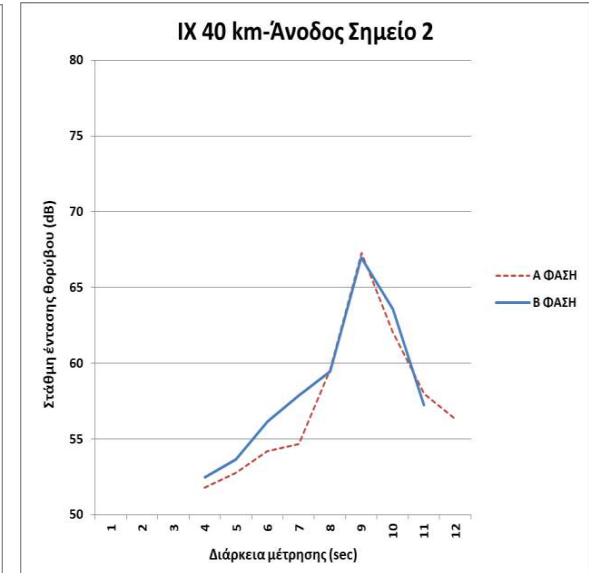
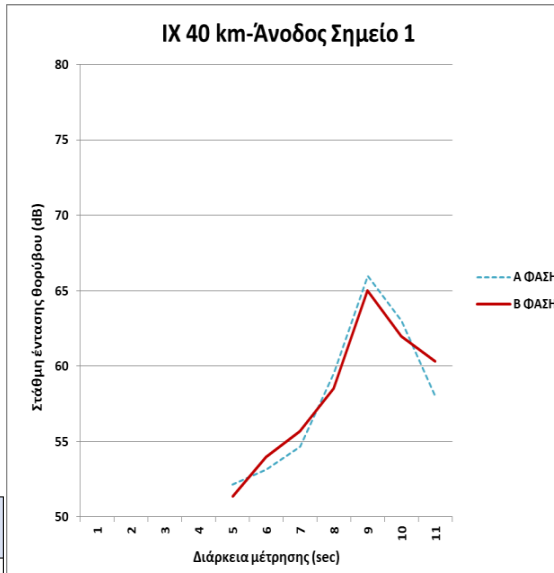
- μέγεθος και το είδος των αδρανών
- η ταχύτητα του οχήματος
- η θερμοκρασία
- το είδος του ασφαλτομίγματος
- η γήρανση του οδοστρώματος
- το πάχος αλλά και η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος
- πορώδες του οδοστρώματος



Μεγαλύτερο πορώδες → Μεγαλύτερη απορρόφηση → Χαμηλότερα επίπεδα θορύβου

Τρίμμα ελαστικού → Αύξηση πορώδους

# Αποτελέσματα θορύβου (Ι.Χ., 40Km/Hour)



Θέση/Σημείο ηχομέτρησης	Σύντομη Περιγραφή οδοστρώματος
1	ΑΣ12.5 Με Κοινή άσφαλτο
2	ΑΣ12.5 Με τροποποιημένη Άσφαλτο και με 50% RAP
3	ΑΣ12.5 Με τροποποιημένη Άσφαλτο και με 30% RAP
4	ΑΣ12.5 Με τροποποιημένη Άσφαλτο

# Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

## Αντίσταση στην ολισθηρότητα

Καλύτερη απόδοση: Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού

## Τροχοαυλακώσεις

Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τροποποιημένων μιγμάτων

Παρατήρηση ήπιας τροχοαυλάκωσης: Συμβατικό ασφαλτόμιγμα

## Περιβαλλοντικός θόρυβος

Καλύτερη απόδοση: Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού

## Splash & Spray

Καλύτερη απόδοση: Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού



# Ανάλυση κόστους ασφαλτόστρωσης πιλοτικού έργου (2000m<sup>2</sup>)

	Συμβατική ασφαλτος	Τροποποιημένη ασφαλτος με τρίμμα ελαστικού	Τροποποιημένη ασφαλτος με τρίμμα ελαστικού και χρήση 30%RAP	Τροποποιημένη ασφαλτος με τρίμμα ελαστικού και χρήση 50%RAP
Εργασία απόξεσης	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €	2.850,00 €
Εργασία εφαρμογής ασφαλτικής συγκολλητικής επάλειψης	900,00 €	900,00 €	900,00 €	900,00 €
Εργασία διάστρωσης	15.228,00 €	17.549,46 €	16.442,95 €	15.557,13 €
<b>Συνολικό κόστος</b>	18.978,00 €	21.299,46 €	20.192,95 €	19.307,13 €
<b>Συνολικό κόστος ανά m<sup>2</sup></b>	9,49 €	10,65 €	10,10 €	9,65 €
<b>Συνολικό κόστος ανά tn</b>	82,66 €	91,73 €	86,33 €	81,98 €

+ Κόστος  
απόρριψης  
RAP

# Περιβαλλοντική αξιολόγηση ασφαλτόστρωσης πιλοτικού έργου (2000m<sup>2</sup>)

	Συμβατική Άσφαλτος	Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού	Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού και 30% RAP	Τροποποιημένη άσφαλτος με τρίμμα ελαστικού και 50% RAP
Ασφαλτομίγμα (tn CO <sub>2eq</sub> )	5.42	6.21	5.35	4.68
Γαλάκτωμα (tn CO <sub>2eq</sub> )	0.36			
Πιλοτική εφαρμογή (tn CO <sub>2eq</sub> )	0.25			
Συνολικές εκπομπές (tn CO <sub>2eq</sub> )	6.03	6.82	5.96	5.29
Εκπομπές CO <sub>2eq</sub> ανά τόνο ασφ/τος (kg CO <sub>2eq</sub> /tn ασφ/τος)	26.26	29.37	25.48	22.46
Εξοικονόμηση εκπομπών CO <sub>2</sub> (%)	-	11.84 (▲)	- 2.97 (▼)	- 14.47 (▼)

# Προτεινόμενα επόμενα βήματα

- 3<sup>η</sup> σειρά μετρήσεων μετά από μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (μελέτη γήρανσης οδοστρώματος)
- Πραγματοποίηση έργου μεγαλύτερης κλίμακας (μεγαλύτερο μήκος δρόμου ασφαλτόστρωσης, λεωφόροι με μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο, μελέτη σε διασταυρώσεις και κυκλικούς κόμβους)
- Εισαγωγή στις εθνικές προδιαγραφές



# Πληροφορίες επικοινωνίας

## **Αιμιλία Λυμπέτη**

Επιστημονική συνεργάτης ΕΚΕΤΑ

MSc. Μηχανικός Μεταλλείων - Μεταλλουργός

Email: [limpeti@certh.gr](mailto:limpeti@certh.gr)

Tel.: +30-211-1069523

## **Γιώργος Μαυριάς**

Γενικός Διευθυντής ECOELASTIKA

MSc. Χημικός Μηχανικός

Email: [gmavrias@ecoelastika.gr](mailto:gmavrias@ecoelastika.gr)

Tel.: 210 6128260,370

## **Παναγίωτης Γραμμέλης**

Διευθυντής έρευνας ΕΚΕΤΑ

PhD, Μηχανολόγος Μηχανικός

Email: [grammelis@certh.gr](mailto:grammelis@certh.gr)

Tel.: + 30 211 1069504

## **Ιωάννα Γιγάντε**

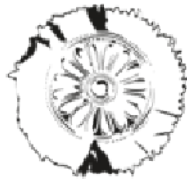
R&D ECOELASTIKA

MSc. Χημικός Μηχανικός

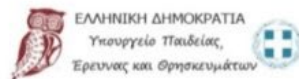
Email: [i\\_gigante@ecoelastika.gr](mailto:i_gigante@ecoelastika.gr)

Tel.: 2106128260,370

# Εταίροι του έργου



Κωδικός έργου: T1ΕΔΚ-01656



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης