



www.ntua.gr

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ: 210 772 1279 FAX: 210 7724254

Προς:

Τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Του Ε.Μ. Πολυτεχνείου

Αθήνα, 12/07/2021

Θέμα: Υποστήριξη Διδακτορικής Διατριβής

Η Υποψήφια Διδάκτορας κα Μαρία Πομόνη θα υποστηρίξει τη Διδακτορική Διατριβή της με τίτλο «Διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας των οδοστρωμάτων στο πλαίσιο της βιωσιμότητας των έργων οδικής υποδομής» την Τετάρτη, 28 Ιουλίου 2021 και ώρα 12:00 μέσω τηλεδιάσκεψης στον σύνδεσμο:

<https://centralntua.webex.com/centralntua/j.php?MTID=mbaad1bfa44ee0ca3e884f1e2b028e26a>

Η Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή αποτελείται από τους κ.κ.:

Α. Λοΐζο, Καθηγητή ΕΜΠ
Γ. Γιαννή, Καθηγητή ΕΜΠ
Χ. Πλατή, Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ (επιβλέπουσα)

Β. Ψαριανό, Καθηγητή ΕΜΠ
Ε. Βλαχογιάννη, Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ
Ε. Μπαδογιάννη, Επικ. Καθηγητή ΕΜΠ
Σ. Μαυρομάτη, Επικ. Καθηγητή ΕΜΠ

Επισυνάπτεται περίληψη της Διατριβής.

Με εκτίμηση,

Χριστίνα Πλατή
Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ
(Επιβλέπουσα)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
της Διδακτορικής Διατριβής της
κας **ΜΑΡΙΑΣ ΠΟΜΟΝΗ**

Αθήνα, 2021

Γενικά

Η Διδακτορική Διατριβή (ΔΔ) της κας Μαρίας Πομόνη με θέμα «Διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας των οδοστρωμάτων στο πλαίσιο της βιωσιμότητας των έργων οδικής υποδομής» εντάσσεται στην επιστημονική περιοχή των λειτουργικών χαρακτηριστικών των ασφαλικών οδοστρωμάτων και αφορά στην αντιολισθητική ικανότητα της επιφάνειας των οδοστρωμάτων, παράμετρος η οποία συνδέεται άμεσα με το παρεχόμενο επίπεδο οδικής ασφάλειας. Σύμφωνα με το διεθνές γίνεσθαι, οι περισσότερες έρευνες που αφορούν στην οδική ασφάλεια επικεντρώνονται κυρίως στα χαρακτηριστικά του γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών και στη μελέτη συμπεριφοράς των οδηγών (πχ αντίληψη, απόσπαση προσοχής κ.α.), χωρίς να αποτυπώνεται πάντα και αναλυτικά η συμβολή των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος και συγκεκριμένα της επιφάνειάς του. Παρά ταύτα, η αλληλεπίδραση των οχημάτων με την οδική υποδομή μέσω της επιφάνειας επαφής ελαστικών και οδοστρώματος συμβάλλει καθοριστικά στην αποτελεσματική κύλιση και κυρίως, στην πέδηση των οχημάτων. Υπό το πρίσμα αυτό, η ΔΔ επικεντρώθηκε στην ενδελεχή διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας των οδοστρωμάτων, η οποία αποτελεί βασική παράμετρο αφενός για τη διατήρηση της εξυπηρετικότητάς τους και αφετέρου, για τη βελτίωση της παρεχόμενης οδικής ασφάλειας. Παράλληλα, η ανάγκη διατήρησης επαρκούς αντιολισθητικής ικανότητας συνάδει με τον βιώσιμο χαρακτήρα των οδικών υποδομών, αλλά και με την υιοθέτηση βιώσιμων στρατηγικών στη διαχείρισή τους, δεδομένων των νέων προκλήσεων σε επίπεδο επιλογής υλικών για την κατασκευή νέων οδοστρωμάτων, αλλά κυρίως για την ανακατασκευή και συντήρηση του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

Υπόβαθρο και Στόχοι

Η διατήρηση και προστασία των οδοστρωμάτων μακράς διάρκειας που διεθνώς είναι γνωστά με τον όρο Long-Life Pavements (LLPs), αναφέρεται σε δομικά υγιή οδοστρώματα, στα οποία η μέριμνα συντήρησης και αποκατάστασης επικεντρώνεται στις επιφανειακές στρώσεις των οδοστρωμάτων που έρχονται σε άμεση επαφή με τα διερχόμενα οχήματα. Ένας σημαντικός δείκτης συμπεριφοράς της επιφάνειας ενός οδοστρώματος είναι η παρεχόμενη αντιολισθητική ικανότητα. Ως όρος, η αντιολισθητική ικανότητα (skid resistance) εκφράζει το μέγεθος της τριβής που αναπτύσσεται κατά την πέδηση του οχήματος. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, αναδείχθηκε ότι πέρα από τα χαρακτηριστικά και την ποιότητα των ελαστικών ενός οχήματος, η αναπτυσσόμενη τριβή εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των ασφαλτομιγμάτων της αντιολισθητικής στρώσης και τις καιρικές συνθήκες στις οποίες εκτίθεται το οδόστρωμα. Ειδικότερα, η παρουσία νερού ή πάγου, καθώς και η καθαρότητα της επιφάνειας κύλισης (δηλαδή η παρουσία ή μη σκόνης, λαδιών ή άλλων κατάλοιπων) δύναται να διαφοροποιήσουν την αντιολισθητική ικανότητα του οδοστρώματος.

Η εκτίμηση της αντιολισθητικής ικανότητας μπορεί να γίνει (α) εργαστηριακά μέσω κατάλληλου εξοπλισμού, (β) επιτόπου μέσω στατικών ή κινούμενων συστημάτων μέτρησης. Αναφορικά με την αξιολόγηση της αντιολισθητικής ικανότητας, αποτελεί μία αρκετά πολύπλοκη και επίπονη διαδικασία, καθώς επηρεάζεται πολυπαραμετρικά από διάφορους παράγοντες. Συγκεκριμένα, η διαφοροποίηση των χρησιμοποιούμενων υλικών των ασφαλτομιγμάτων, των κλιματολογικών συνθηκών, αλλά και της σύνθεσης ή/και του όγκου της κυκλοφορίας που δέχονται τα

οδοστρώματα, αποτελούν μερικές παραμέτρους που επηρεάζουν άμεσα την εξέλιξη, καθώς και την αξιολόγηση της αντιολισθητικής ικανότητας εν λειτουργία οδοστρωμάτων. Πλην όμως, παραμένει ως ζήτημα μείζονος σημασίας για τους μηχανικούς οδοστρωμάτων και τους φορείς διαχείρισης οδικών υποδομών, η ανάγκη γνώσης (ανά πάσα στιγμή) του παρεχόμενου επιπέδου αντιολισθητικής ικανότητας των οδοστρωμάτων, με στόχο την ορθολογική διαχείρισή τους και τον έγκαιρο προγραμματισμό ενδεχόμενων ενεργειών συντήρησής τους.

Παράλληλα, η ανάγκη κατάλληλης συντήρησης της αντιολισθηρής στρώσης (επιφανειακή στρώση κυκλοφορίας) των οδοστρωμάτων γίνεται ολοένα και εντονότερη, στο πλαίσιο της βιωσιμότητας των οδικών υποδομών. Πέρα από την κοινωνική συνιστώσα (δηλαδή της οδικής ασφάλειας), η βιωσιμότητα ενός οδοστρώματος αφορά και σε περιβαλλοντικά ζητήματα επιλογής κατάλληλων υλικών, φιλικών προς το περιβάλλον, με παράλληλο στόχο τον περιορισμό της χρήσης παρθένων υλικών. Παρόλο που τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζεται έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον αναφορικά με την ένταξη βιώσιμων υλικών στην κατασκευή και ανακατασκευή οδοστρωμάτων, με εξέχοντα τα παραδείγματα χρήσης ανακτώμενου-επαναχρησιμοποιούμενου ασφαλτομίγματος (διεθνώς γνωστό με τον όρο Reclaimed Asphalt Pavement – RAP), καθώς και βιομηχανικών παραπροϊόντων (π.χ. τρίμματα από ανακυκλωμένο ελαστικό, σκωρία υψικαμίνου, πλαστικά απόβλητα, κ.α.), η πλειοψηφία των συναφών ερευνών, αλλά και εφαρμογών στην πράξη, εστιάζει κυρίως σε θέματα δομικής αξιολόγησης και ενίσχυσης οδοστρωμάτων. Έτσι, εντοπίζεται το ερευνητικό κενό που προκύπτει από τις περιορισμένης ή ελλιπούς κλίμακας έρευνες που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιπέδων αντιολισθητικής ικανότητας σε επιφανειακές αντιολισθηρές στρώσεις ασφαλικών οδοστρωμάτων, στις οποίες έχει γίνει ενσωμάτωση των υλικών αυτών.

Υπό το πρίσμα των ανωτέρω, γίνεται διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας των ασφαλικών οδοστρωμάτων, αποσκοπώντας στη δημιουργία ενός πλαισίου για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς των υλικών που προορίζονται για την κατασκευή αντιολισθηρών στρώσεων, καθώς και των παραγόντων που επηρεάζουν την παρεχόμενη αντιολισθητική ικανότητα του οδοστρώματος σε βάθος χρόνου.

Συνοψίζοντας, επιμέρους στόχοι της ΔΔ αποτέλεσαν (α) η εργαστηριακή διερεύνηση της συμπεριφοράς συμβατικών και βιώσιμων υλικών υπό συνθήκες προσομοίωσης για ελεγχόμενη κυκλοφοριακή φόρτιση και επίδραση των καιρικών μεταβολών (κλίμακα εργαστηρίου) (β) η διερεύνηση της επιτόπου συμπεριφοράς ασφαλικών οδοστρωμάτων έναντι ολίσθησης (φαινόμενο εποχιακής διακύμανσης, αλληλεπίδραση με μακροϋφή) (κλίμακα 1:1), και (γ) η διερεύνηση της δυνατότητας σύζευξης των εργαστηριακών και επιτόπου ευρημάτων.

Μεθοδολογία

Για την επίτευξη των προαναφερόμενων ερευνητικών στόχων, ακολουθήθηκε η κάτωθι μεθοδολογία:

- Οργάνωση εργαστηριακού πειράματος για τον πρώτο άξονα διερεύνησης της αντιολισθητικής ικανότητας στο εργαστήριο (κλίμακα εργαστηρίου). Συγκεκριμένα, παρασκευάστηκαν δοκιμαστικές πλάκες από συμβατικά και μη συμβατικά ασφαλτομίγματα. Ως υλικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε συμβατικό ασφαλικό σκυρόδεμα (Hot Mix Asphalt,

HMA) κατάλληλης διαβάθμισης, βάσει σχετικών προδιαγραφών για ασφαλτομίγματα αντιολισθητής στρώσης. Για τα μη συμβατικά ασφαλτομίγματα πραγματοποιήθηκε ανάμειξη (α) HMA με ανακτώμενο-επαναχρησιμοποιούμενο ασφαλτόμιγμα (RAP), ή (β) HMA με τρίμματα από ανακυκλωμένο ελαστικό (Reacted Activated Rubber – RAR).

- Επί των παρασκευασθέντων δοκιμαστικών πλακών, αναπτύχθηκε μία διαδικασία προσομοίωσης (α) της εποχιακής διακύμανσης σε συνθήκες εργαστηρίου καθώς και (β) της κυκλοφοριακής φόρτισης μέσω ελεγχόμενης στίλβωσης με κατάλληλη διάταξη (συσκευή Wehner-Schulze – W/S). Ως αποτέλεσμα των εργαστηριακών προσομοιώσεων, αξιολογήθηκε η δυναμική συμπεριφορά των συμβατικών και βιώσιμων υλικών έναντι ολίσθησης.
- Για τη διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας σε συνθήκες πεδίου (κλίμακα 1:1), αντλήθηκαν εκτενή στοιχεία από τη βάση δεδομένων του Εργαστηρίου Οδοποιίας ΕΜΠ που αφορούν σε συστηματικές και πολυετείς μετρήσεις αντιολισθητικής ικανότητας και μακροϋφής. Στο στάδιο αυτό, διερευνήθηκαν εκτενώς οι παράγοντες επίδρασης που προσομοιάστηκαν στο εργαστήριο, ήτοι την επίδραση της εποχιακής διακύμανσης και της αθροιστικής κυκλοφορίας. Στην περίπτωση αυτή, ελήφθησαν υπόψη μόνο τα υλικά αναφοράς (αποτελούμενα από HMA που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στο πεδίο).
- Περαιτέρω αξιοποίηση των στοιχείων αντιολισθητικής ικανότητας με βάση τους δύο άξονες διερεύνησης (εργαστηριακής και συνθηκών πεδίου) και σύζευξη των σχετικών αποτελεσμάτων.

Βασικά αποτελέσματα και συμπεράσματα

Τα κυριότερα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση, σε σχέση με τους στόχους και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, παρουσιάζονται συνοπτικά ακολούθως.

Σχετικά με τη διερεύνηση σε κλίμακα εργαστηρίου:

- Η διερεύνηση της μακροϋφής στις δοκιμαστικές πλάκες ασφαλτομιγμάτων κατέληξε ότι τα μίγματα ανοικτού τύπου έχουν καλύτερα επίπεδα μακροϋφής από τα μίγματα ημι-ανοικτού τύπου. Ωστόσο, η προσθήκη υλικού RAP στα μίγματα, παρά τη μείωση των κενών αέρος, είχε θετική επίδραση στα επίπεδα μακροϋφής.
- Η διερεύνηση των εποχιακών μεταβολών ανέδειξε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των πλακών οδηγεί εν γένει σε πτώση του επιπέδου της αντιολισθητικής ικανότητας (η οποία στη φάση αυτή μετρήθηκε με το σύστημα του Βρετανικού εκκρεμούς – British Pendulum Tester, BPT). Μάλιστα, τα μη συμβατικά ασφαλτομίγματα εμφάνισαν ισοδύναμη ή και οριακά καλύτερη συμπεριφορά (ιδίως στις χαμηλότερες θερμοκρασίες) έναντι ολίσθησης σε σύγκριση με τα συμβατικά ασφαλτομίγματα.
- Αναφορικά με την προσομοίωση της κατάστασης της επιφάνειας των δοκιμαστικών πλακών (στεγνή, υγρή και με παρουσία κατάλοιπων), προέκυψαν (προφανώς) ευμενέστερες συνθήκες για την περίπτωση της στεγνής και καθαρής επιφάνειας. Περαιτέρω, η

ογκομετρική σύσταση των μιγμάτων εμφανίστηκε καθοριστική αναφορικά με τη συμπεριφορά των πλακών υπό συνθήκες παρουσίας νερού και κατάλοιπων στην επιφάνεια.

- Από την προσομοίωση της κυκλοφορίας στις δοκιμαστικές πλάκες και τη μέτρηση του συντελεστή τριβής μέσω της συσκευής W/S, προέκυψε τάση μείωσης του συντελεστή τριβής για την περίπτωση των ασφαλτομιγμάτων με προσθήκη βιώσιμων υλικών. Επίσης, η διερεύνηση της μορφής των πειραματικών καμπυλών στίλβωσης οδήγησε στην αξιολόγηση των διαφορών που παρουσιάζουν τα RAP-μίγματα και τα RAR-μίγματα στους πρώτους κύκλους στίλβωσης, στοιχείο που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διερεύνηση της κατάστασης κατά την οποία η άσφαλτος που επικαλύπτει τα επιφανειακά αδρανή, σταδιακά απομακρύνεται εξαιτίας της στίλβωσης.
- Αναπτύχθηκαν προκαταρκτικά σχέσεις περιγραφής της συμπεριφοράς έναντι στίλβωσης των υπο διερεύνηση ασφαλτομιγμάτων με καλή προσαρμογή και ικανοποιητική ακρίβεια εκτίμησης του συντελεστή τριβής.

Σχετικά με τη διερεύνηση πεδίου σε κλίμακα 1:1:

- Η διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας ξεκίνησε από την αξιολόγηση των επιπέδων μακροϋφής για την κατάσταση της επιφανειακής στρώσης αμέσως μετά την κατασκευή (σημείο «μηδέν»). Αναδείχθηκε η σημασία θεώρησης των χαρακτηριστικών των επιμέρους υλικών που απαντώνται σε ένα οδόστρωμα και αναπτύχθηκε ένας συντελεστής προσαρμογής για τη σύνδεση της μακροϋφής που μετράται μέσω της παραδοσιακής στατικής μεθόδου της κηλίδας της άμμου (sand-patch) και των επιπέδων υφής που εκτιμώνται μέσω συστήματος προφίλομετρησης (συνεχούς καταγραφής), δεδομένης της περιορισμένης εμβέλειας που παρουσιάζει η γενικευμένη χρήση της αντίστοιχης διεθνούς σχέσης της ASTM.
- Από τη συγκριτική διερεύνηση των μεταβολών της αντιολισθητικής ικανότητας και της μακροϋφής, ως αποτέλεσμα της επίδρασης της αθροιστικής κυκλοφορίας, προέκυψαν δύο διακριτές ζώνες συμπεριφοράς. Στη ζώνη 1, προέκυψε μειωμένη έως ελλιπής συσχέτιση μεταξύ αντιολισθητικής ικανότητας και μακροϋφής, ενώ στη ζώνη 2 η μεταξύ τους συσχέτιση εμφανίστηκε πολύ καλή και ειδικότερα, παρατηρήθηκε μια αντίστροφη τάση εξέλιξης (αύξηση της μακροϋφής και παράλληλα μείωση της αντιολισθητικής ικανότητας). Η διαφοροποίηση της συμπεριφοράς στις δύο ζώνες εξηγείται από τη λείανση-στίλβωση των επιφανειακών αδρανών με την πάροδο του χρόνου. Το εν λόγω εύρημα αιτιολογεί την αμφισβήτηση που έχει εκφράσει μέρος της επιστημονικής κοινότητας, σχετικά με την αξιοπιστία των μοντέλων πρόβλεψης της αντιολισθητικής ικανότητας μέσω στοιχείων μακροϋφής και αποτελεί ένα πρωτοποριακό στοιχείο που απουσιάζει από τις συναφείς ερευνητικές προσπάθειες.
- Η διερεύνηση της εποχιακής διακύμανσης (δηλαδή των μεταβολών της αντιολισθητικής ικανότητας εντός του ίδιου έτους), με βάση τα στοιχεία πολυετών μετρήσεων, οδήγησε στη ποσοτικοποίηση των διαφορών στα επίπεδα της αντιολισθητικής ικανότητας μεταξύ υγρών και ξηρών περιόδων, δηλαδή έπειτα από περιόδους παρουσίας και απουσίας

βροχοπτώσεων αντίστοιχα. Προέκυψε μείωση του επιπέδου αντιολισθητικής ικανότητας κατά 35% στις ξηρές περιόδους, τόσο για την περίπτωση ενός αστικού, όσο και ενός υπεραστικού αυτοκινητοδρόμου.

- Συνδυάζοντας τα προηγούμενα ευρήματα, διαπιστώθηκε ότι η έναρξη της αντίστροφης τάσης μεταξύ της αντιολισθητικής ικανότητας και της μακροϋφής (δηλαδή η μετάβαση από τη ζώνη 1 στη ζώνη 2) συνδέεται με την έναρξη υποβάθμισης της επίδρασης της εποχιακής διακύμανσης σε βάθος χρόνου λειτουργίας μίας οδού.

Σχετικά με τη συνδυαστική διερεύνηση των ευρημάτων από την κλίμακα εργαστηρίου και την κλίμακα 1:1:

- Έγινε σύζευξη της συμπεριφοράς έναντι ολίσθησης στο εργαστήριο και στο πεδίο μέσω υιοθέτησης δοκιμαστικών συντελεστών μετατόπισης. Ωστόσο, ως βασικός περιορισμός στο συγκεκριμένο σκέλος της διερεύνησης, τέθηκε η ακριβής αντιστοίχιση της πραγματικής κυκλοφορίας με τους κύκλους στίλβωσης που επιβάλλονται ελεγχόμενα στο εργαστήριο (μέσω της W/S).

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων και συμβολή της Διδακτορικής Διατριβής

Στο πλαίσιο της παρούσας ΔΔ αναπτύχθηκε ένα μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης της αντιολισθητικής ικανότητας συμβατικών, αλλά και μη συμβατικών – βιώσιμων ασφατομιγμάτων στο εργαστήριο, προτού αυτά χρησιμοποιηθούν στο πεδίο. Υπό την έννοια αυτή, η εργαστηριακή προσομοίωση μπορεί να λειτουργήσει ως προπομπός αξιολόγησης της συμπεριφοράς των υπόψη υλικών στο πεδίο.

Τονίζεται ότι για πρώτη φορά σε εθνικό επίπεδο διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης μη συμβατικών – βιώσιμων υλικών (ανακτώμενο-επαναχρησιμοποιούμενο ασφαλτόμιγμα και τριμμάτων από ανακυκλωμένο ελαστικό) σε ασφατομίγματα αντιολισθητής στρώσης ασφαλικών οδοστρωμάτων. Παρά ταύτα, ακόμη και διεθνώς, οι περισσότερες έρευνες που αφορούν σε χρήση μη συμβατικών υλικών στα ασφατομίγματα επικεντρώνονται κυρίως σε θέματα δομικής συμπεριφοράς των οδοστρωμάτων. Κατά συνέπεια, η διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας επιφανειακών στρώσεων όπου έχουν ενσωματωθεί τα υπόψη βιώσιμα υλικά συνιστά καινοτομία. Επιπροσθέτως, η σχετική έρευνα δύναται να παράσχει χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με την περαιτέρω ενσωμάτωσή τους, τόσο στην κατασκευή νέων οδοστρωμάτων, όσο και στην ανακατασκευή-συντήρηση υφισταμένων ενισχύοντας τη βιωσιμότητά τους, δεδομένου ότι υπηρετείται το τρίπτυχο μιας βιώσιμης κατασκευής, ήτοι οικονομία-περιβάλλον-κοινωνία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην παρούσα διδακτορική έρευνα, αξιοποιήθηκαν πλήρως πολυετή στοιχεία μετρήσεων από την τράπεζα δεδομένων του Εργαστηρίου Οδοποιίας ΕΜΠ και μπόρεσε να εμβαθύνει ουσιαστικά στη διερεύνηση της αντιολισθητικής ικανότητας σε βάθος χρόνου, καταλήγοντας σε χρήσιμα ευρήματα και συμπεράσματα στο πλαίσιο της παρακολούθησης της συμπεριφοράς των οδοστρωμάτων και της διαχείρισης της συντήρησής τους. Συγκεκριμένα:

- Η διαφοροποίηση της συμπεριφοράς του οδοστρώματος ως προς την αντιολισθητική ικανότητα και τη μακροϋφή ενισχύει τις έρευνες στις οποίες αμφισβητείται η δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων πρόβλεψης της αντιολισθητικής ικανότητας μέσω μετρήσεων μακροϋφής που αποσκοπούν στη μείωση των επιτόπου μετρήσεων αντιολισθητικής ικανότητας. Κατά συνέπεια, αναδεικνύεται η σημασία προγραμματισμού και διενέργειας διακριτών μετρήσεων αντιολισθητικής ικανότητας στο πεδίο. Μάλιστα, η εκκίνηση αυτών συνιστάται να λαμβάνει χώρα αμέσως μετά την κατασκευή ή την ανακατασκευή ενός οδοστρώματος προκειμένου να διατηρείται ένα μητρώο παρακολούθησης του οδοστρώματος, το οποίο θα είναι χρήσιμο στη μετέπειτα διαχείριση της συντήρησης και στην ενίσχυση της ευρύτερης βιωσιμότητάς του.
- Η μακροπρόθεσμη παρακολούθηση της λειτουργικής συμπεριφοράς του οδοστρώματος και ο εντοπισμός του σημείου μετάβασης από τη ζώνη 1 στη ζώνη 2 (όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως), μπορεί να λειτουργήσει προς όφελος του έγκαιρου σχεδιασμού και της υλοποίησης εργασιών συντήρησης για την αναβάθμιση του επίπεδου της αντιολισθητικής ικανότητας. Παράλληλα, η διερεύνηση της εποχιακής διακύμανσης εκτιμάται ότι έχει επίσης πρακτικό ενδιαφέρον, καθώς μπορεί να βελτιστοποιήσει τον ετήσιο προγραμματισμό μετρήσεων της αντιολισθητικής ικανότητας. Επί παραδείγματι, η μέτρηση έπειτα από περίοδο βροχοπτώσεων και η αξιοποίηση του ποσοστού μείωσης που προέκυψε για την εποχιακή διακύμανση (ήτοι -35%) μπορούν να οριοθετήσουν συγκεκριμένα οδικά τμήματα, στα οποία προβλέπεται περαιτέρω υποβάθμιση της αντιολισθητικής ικανότητας τις ξηρές περιόδους του έτους, ώστε να προγραμματιστεί ενδεχομένως επανάληψη των μετρήσεων μόνο σε αυτά τα τμήματα, ή ακόμα και να δρομολογηθούν ενέργειες συντήρησης.

Συνολικά, πιστεύεται ότι τα αποτελέσματα της έρευνας της παρούσας ΔΔ παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και δημιουργούν ισχυρές προϋποθέσεις άμεσης αξιοποίησης σε θέματα που αφορούν (α) σε μίγματα αντιολισθηρών στρώσεων στο πλαίσιο κατασκευής και ανακατασκευής οδοστρωμάτων και (β) σε συνθήκες βελτιστοποίησης της παρακολούθησης της συμπεριφοράς οδοστρωμάτων και της διαχείρισης της συντήρησής τους υιοθετώντας βιώσιμη προοπτική. Επίσης, εκτιμάται ότι η συμβολή της παρούσας έρευνας μπορεί να ικανοποιήσει ταυτόχρονα τις ανάγκες της κοινωνίας σε θέματα οδικής ασφάλειας, να εξυπηρετήσει προκλήσεις αιφρορίας (επαναχρησιμοποίηση – ανακύκλωση υλικών) και να λειτουργήσει συνδυαστικά με οικονομικά κριτήρια στο πλαίσιο αναλύσεων κόστους του κύκλου ζωής των οδοστρωμάτων (Life Cycle Cost Analysis: LCCA).

Δημοσιεύσεις

Οι δημοσιεύσεις που σχετίζονται με το θέμα της παρούσας ΔΔ έχουν ως ακολούθως:

- Σε επιστημονικά διεθνή περιοδικά (με κρίση πλήρους κειμένου)

Pomoni M., Plati C., Kane M., Loizos A. (έχει υποβληθεί για κρίση – 05/2021). Polishing Behaviour of Asphalt Surface Course Containing Recycled Materials. *International Journal of Transportation Science and Technology*.

Pomoni M., Plati C., Loizos A., Yannis G. (2020). Investigation of pavement skid resistance and macrotexture on a long-term basis. *International Journal of Pavement Engineering (published online 7 July 2020)*, <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1788029>.

Pomoni M., Plati C., Loizos A. (2020). How Can Sustainable Materials in Road Construction Contribute to Vehicles' Braking? *Vehicles*, 2 (1), 55-74, <https://doi.org/10.3390/vehicles2010004>. επιλέχθηκε για το εξώφυλλο του συγκεκριμένου volume/issue: <https://www.mdpi.com/2624-8921/2/1>.

Plati C., **Pomoni M.**, Georgouli K. (2020). Quantification of skid resistance seasonal variation in asphalt pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7 (2), 237-248, <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.07.003>.

Plati C., **Pomoni M.** (2019). Impact of Traffic Volume on Pavement Macrotexture and Skid Resistance Long-Term Performance. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673 (2), 314-322, <https://doi.org/10.1177%2F0361198118821343>.

Plati C., **Pomoni M.**, Stergiou T. (2017). Development of a Mean Profile Depth to Mean Texture Depth Shift Factor for Asphalt Pavements. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2641 (1), 156-163, <https://doi.org/10.3141%2F2641-18>.

- Σε διεθνή συνέδρια (με κρίση πλήρους κειμένου)

Pomoni M., Plati C., Loizos A. (έχει υποβληθεί για κρίση – 15/01/2021). Skid resistance properties against RAP content change in surface asphalt mixture. 11th International Conference of Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCRRA), to be held on 28-30 June 2022 in Trondheim, Norway.

Pomoni M., Plati C., Loizos A. (2021). Sustainable Materials for Long-Life Pavements: Effects of Weather Variations Insights on Skid Resistance. Paper presented at the 100th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 24-29 January 2021, Washington DC.

Plati C., **Pomoni M.**, Loizos A., Yannis G. (2020). Stochastic Prediction of Short-Term Friction Loss of Asphalt Pavements: A Traffic Dependent Approach. In: Raab C. (eds), Proceedings of the 9th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements – Mairepav9. Lecture Notes in Civil Engineering 76: 923-932. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-48679-2_86.

Plati C., **Pomoni M.**, Stergiou T. (2019). From Mean Texture Depth to Mean Profile Depth: Exploring possibilities. In Proceedings of the 7th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements (ICONFBMP), June 12-14, 2019, Thessaloniki, Greece, pp. 639-644, <http://dx.doi.org/10.1201/9781351063265-86>.

Plati C., Loizos A., Stergiou T., **Pomoni M.**, Papadimitriou F., Drimeris K. (2017). Assessment of shotblasting moving speed for pavement preservation-a pilot/case study. In Proceedings of the 10th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields (BCRRA), June 28-30, 2017, Athens, Greece, Loizos et al. (Eds.), CRC Press, ISBN 9781138295957, pp. 983-987.