

Αποκατάσταση Φθορών Οδοστρωμάτων με Χρήση Σύγχρονων Μεθόδων

Φραγκίσκος – Δημήτριος Παπάζογλου

Πολ. μηχανικός Τ.Ε και Μεταπτ. Φοιτητής ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ
std164018@ac.eap.gr

Νίκη Μπέσκου

Δρ. Πολ. Μηχανικός και Μέλος ΣΕΠ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
beskou.niki@ac.eap.gr

Περίληψη – Το κείμενο αυτό αναδεικνύει την κρισιμότητα της αντιμετώπισης φθορών στα οδοστρώματα, ενώ παράλληλα εξετάζει την ωφελιμότητα της χρήσης νέων σύγχρονων μεθόδων αποκατάστασης σε αυτά. Παράλληλα, γίνεται αναφορά στις μορφές εμφάνισης των φθορών στα οδοστρώματα δίνοντας έμφαση στην εύρεση της γενεσιουργού αιτίας που τις προκάλεσε. Επιπροσθέτως, για τις ανάγκες της εργασίας, παρουσιάζονται ως επι το πλείστον σύγχρονες και οικονομικά ωφέλιμες μέθοδοι αποκατάστασης φθορών, οι οποίες συνάμα είναι και φιλικές προς το περιβάλλον.

Λέξεις-Κλειδιά: Φθορές οδοστρωμάτων, μέθοδοι αποκατάστασης οδοστρωμάτων, αποκατάσταση λακκούβων και άλλων αστοχιών

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως γνωστόν, τα Ελληνικά οδοστρώματα χαρακτηρίζονται σε μεγάλο βαθμό από φθορές, λακκούβες και ρηγματώσεις βλέπε σχήμα 1, σε τμήματα των εκτάσεων τους. Μερικές από τις γενεσιουργές αιτίες της δημιουργίας τους αποτελούν οι κλιματικές αλλαγές καθώς οι λακκούβες συνήθως αρχίζουν να εμφανίζονται κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω των κύκλων ψύξης - απόψυξης, λόγω λανθασμένης αρχικής μελέτης σχεδίασης της οδού εξαιτίας της αστικής πληθυσμιακής αύξησης που συνάμα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κυκλοφοριακού της φόρτου, κακοτεχνίες και έλλειψη χρήσης ποιοτικών υλικών. Επιπροσθέτως, η κατασκευή και η ανακατασκευή πολλών εκ των δικτύων κοινής ωφέλειας όπως δίκτυα ύδρευσης - αποχέτευσης αλλά και το νέο δίκτυο οπτικών ινών, έχουν προκαλέσει σημαντικές φθορές στο υπάρχων οδικό δίκτυο και ως συνέπεια έχει αυξηθεί η ανάγκη για συντήρηση / αποκατάσταση του.



Σχήμα 1. Μορφές φθοράς (λακκούβες) σε Ελληνικό οδόστρωμα.

Συνέπεια όλων των παραπάνω φθορών αποτελούν οικονομικές επιβαρύνσεις στις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην περιοχή καθώς δημιουργούνται καθυστερήσεις κατά τις παραδόσεις των προϊόντων και των πρώτων υλών. Ακόμη, οικονομικές επιβαρύνσεις υφίστανται και οι απλοί χρήστες των οδών, διότι οι φθορές στο οδόστρωμα και ειδικότερα οι λακκούβες, προξενούν αντίστοιχα φθορές στις αναρτήσεις και στα ελαστικά των οχημάτων τους. Πέραν αυτών, οι φθορές στο οδόστρωμα υποβαθμίζουν την ποιότητα οδήγησης και άνεσης των οδηγών, σύμφωνα με τον (Li "et al.", 2023) οδηγούν σε αυξημένη κατανάλωση καυσίμου, ενώ από αποτελέσματα Έκθεσης του Υπουργείου Οδικών Μεταφορών και Αυτοκινητοδρόμων της Ινδίας διαπιστώνεται ότι πάνω από το 1% των ατυχημάτων και των θανάτων τα έτη 2018 και 2019 οφείλονταν σε λακκούβες. (Hafezzadeh, "et al.", 2021). Επομένως, συμπεραίνεται ότι οι φθορές στο οδόστρωμα αποτελούν εξίσου σημαντικό παράγοντα κινδύνου στην οδική ασφάλεια.

Ενδεικτικά, σύμφωνα με μελέτη του 2010, το κόστος των ατυχημάτων και των ζημιών σε οχήματα που οφείλονταν αποκλειστικά σε λακκούβες κατά τη διάρκεια μιας βροχερής περιόδου στο Ηνωμένο Βασίλειο ξεπέρασε τα £10 δισεκατομμύρια (\$13.8 δισεκατομμύρια) (Paige-Green, "et al.", 2010). Συνοψίζοντας, όλες αυτές οι αιτίες σε συνδυασμό με την απουσία χρηματικών κονδυλίων για την αποκατάσταση των βλαβών από τις τοπικές αρχές, έχουν συμβάλει στην επέκταση του θέματος, και συνάμα στην απαξίωση των ελληνικών οδοστρωμάτων.

Ως αποτέλεσμα, η ανάγκη εύρεσης λύσης έχει καταστεί πλέον αδήριτη, καθώς όλες αυτές οι φθορές προκαλούν οικονομικές επιβαρύνσεις και εγκυμονούν σοβαρό κίνδυνο τόσο στους χρήστες των οδών όσο και στην ίδια την πολιτεία. Σύμμαχοι στην καταπολέμηση αυτού του ζητήματος, αποτελούν νέες τεχνολογίες και καινοτομίες οι οποίες εξαπλώνονται σταδιακά και στον Ελλαδικό χώρο και είναι πολλά υποσχόμενες με μεγάλες δυνατότητες.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

A. Συνηθέστερες μορφές ρωγμών στα οδοστρώματα

Εμβαθύνοντας στο θέμα, οι συνηθέστερες μορφές εμφάνισης των παραπάνω αστοχιών στα οδοστρώματα είναι οι εξής:

- Τοπικές διακλαδιζόμενες ρηγματώσεις (αλιγοτορικές ρηγματώσεις),
- Απλές ρηγματώσεις,
- Ρηγματώσεις στα άκρα του οδοστρώματος,

- Λακκούβες,
- Καθιζήσεις,
- Τροχοαυλακώσεις.

Σύμφωνα με τον (Νικολαΐδης, 2019) τονίζεται το γεγονός ότι, για τον καθορισμό της καταλληλότερης μεθόδου συντήρησης των φθορών, θα πρέπει πρώτα να καθορίζεται επακριβώς η κύρια αιτία που τις προκάλεσε.

1) *Αλιγατορικές ρηγματώσεις*: Σύμφωνα με τον (Νικολαΐδης, 2019), οι ρωγμές τύπου αλιγάτορα είναι διακλαδιζόμενες και αλληλοσυνδεόμενες ρωγμές που σχηματίζουν πολυγωνικά κομμάτια (μπλόκ) όμοια με αυτά του δέρματος του αλιγάτορα, βλέπε σχήμα 2. Τα αίτια που προκαλούν τις ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα, τις περισσότερες φορές, είναι το μεγάλο βέλος κάμψης που αναπτύσσεται στις ασφαλικές στρώσεις του οδοστρώματος λόγω μειωμένης φέρουσας ικανότητας των στρώσεων αυτών λόγω εποχιακής αύξησης της υγρασίας.



Σχήμα 2. Παράδειγμα αλιγατορικής ρωγμής.

2) *Λακκούβες*: Οι λακκούβες, βλέπε σχήμα 3, αποτελούν σύμφωνα με τον (Jiusu, "et al.", 2019), μία από τις πιο συνηθισμένες μορφές αστοχίας των ασφαλικών οδοστρώματων, ενώ οι σημαντικότερες αιτίες δημιουργίας τους είναι η υγρασία και τα κυκλοφοριακά φορτία. Ακόμη, ο (Bong "et al.", 2018), επισημαίνει την αναγκαιότητα της ταχείας επισκευής των λακκούβων δηλαδή αμέσως μετά την εμφάνισή τους, καθώς όταν οι λακκούβες δεν επιδιορθώνονται σύντομα, το νερό εισχωρεί στις υποκείμενες στρώσεις του οδοστρώματος και προκαλεί σοβαρότερες δομικές αστοχίες.



Σχήμα 3. Παράδειγμα λακκούβας.

B. Μορφές συντήρησης οδοστρώματων

Σύμφωνα με τον (Johnson, "et al.", 2000), υπάρχουν τρεις τύποι εργασιών συντήρησης οδοστρώματων:

1) *Προληπτική Συντήρηση*: Διενεργείται για να βελτιωθεί ή να παραταθεί η λειτουργική ζωή του οδοστρώματος. Αποτελεί στρατηγική σειράς επιφανειακών επεμβάσεων και εργασιών που στοχεύουν στην επιβράδυνση της εμφάνισης φθορών και στη μείωση της ανάγκης για τακτικές εργασίες συντήρησης. (Johnson, "et al.", 2000). Όπως ο ίδιος αναφέρει, οι επεμβάσεις αυτές είναι ιδιαίτερα αποδοτικές όταν εφαρμόζονται νωρίς πριν την εμφάνιση φθορών στο οδόστρωμα. Επιπλέον, η προληπτική συντήρηση επιτρέπει σε μια υπηρεσία να εξομαλύνει τον προϋπολογισμό συντήρησης από έτος σε έτος, ο οποίος διαφορετικά μπορεί να παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις.

2) *Διορθωτική Συντήρηση*: Εκτελείται αφού εμφανιστεί κάποια φθορά στο οδόστρωμα, όπως απώλεια τριβής, μέτριο έως σοβαρό αυλάκωμα ή εκτεταμένες ρωγμές. (Johnson, "et al.", 2000). Η διορθωτική συντήρηση σε σχέση με την προληπτική, εκτελείται για να διορθώσει μια συγκεκριμένη βλάβη ή περιοχή φθοράς στο οδόστρωμα. Επίσης, ο (Johnson, "et al.", 2000) τονίζει ότι καθυστερήσεις στη συντήρηση, αυξάνουν την σοβαρότητα των φθορών, με αποτέλεσμα το κόστος επισκευής να είναι πολύ μεγαλύτερο όταν εκείνο τελικά πραγματοποιηθεί.

3) *Έκτακτη Συντήρηση*: Διενεργείται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, όπως σε περίπτωση ξαφνικής αστοχίας ή σοβαρής λακκούβας που απαιτείται άμεση επισκευή. Περιλαμβάνει επίσης προσωρινές επεμβάσεις που διατηρούν την επιφάνεια λειτουργική μέχρι να πραγματοποιηθούν πιο μόνιμες επισκευές. (Johnson, "et al.", 2000). Ο ίδιος υπογραμμίζει ότι σε έκτακτες καταστάσεις, το κόστος και η μέθοδος αποκατάστασης της φθοράς, μπορεί να είναι αμελητέα, καθώς προηγείται η οδική ασφάλεια και ο γρήγορος χρόνος αποκατάστασης της.

C. Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδοστρώματος

Σύμφωνα με τον (Νικολαΐδης, 2019), οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδοστρώματος είναι:

- Η ποιότητα της κατασκευής: Ένα κακώς κατασκευασμένο οδόστρωμα θα έχει σημαντικά μικρότερη διάρκεια ζωής.
- Η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών: Η χρήση υλικών κακής ποιότητας έχει σαν συνέπεια τη μείωση της διάρκειας ζωής του οδοστρώματος.
- Κυκλοφοριακός φόρτος: Η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, πλέον αυτού που εκτιμήθηκε στο στάδιο της μελέτης, και ιδιαίτερα των βαρέων αξονικών φορτίων, μειώνουν τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.
- Οι περιβαλλοντικές συνθήκες: Η υγρασία του υπεδάφους, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ο παγετός και η παρουσία υλικών που διαστέλλονται σε συνδυασμό με την επίδραση των αξονικών φορτίων μειώνουν τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.
- Η ορθότητα της μελέτης διαστασιολόγησης του οδοστρώματος: Η μελέτη διαστασιολόγησης του οδοστρώματος ορισμένες φορές μπορεί να μην είναι σωστή, λόγω κακής εκτίμησης ή υπολογισμού των σχεδιαστικών παραμέτρων, οδηγώντας σε υποδιαστασιολόγηση ή υπερδιαστασιολόγηση.

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

Τα τελευταία χρόνια, εναλλακτικές τεχνολογίες αποκατάστασης φθορών οδοστρωμάτων, άρχισαν να αποκτούν διεθνώς μεγαλύτερη απήχηση αφενός λόγω της καινοτομίας τους και αφετέρου λόγω των περιβαλλοντικά φιλικών τους χαρακτηριστικών. Εμβαθύνοντας, αυτές οι μέθοδοι, καλούνται να δώσουν λύσεις που εξυπηρετούν όχι μόνο τις δομικές αλλά και οικονομικές απαιτήσεις, ενώ παράλληλα η ποιότητα της επιδιόρθωσης πρέπει έχει διάρκεια στο χρόνο. Ενδεικτικά τέτοιες μέθοδοι είναι οι παρακάτω:

A. Μέθοδος έγχυσης ψυχρού ασφαλτομίγματος με ψεκασμό

Η μέθοδος της έγχυσης ψυχρού ασφαλτομίγματος με ψεκασμό, αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο η οποία ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες λόγω της ταχύτητας της αποκατάστασης, καθώς και επειδή σύμφωνα με τον (Hajj "et al.", 2021), η πληγείσα περιοχή του οδοστρώματος δίνεται απευθείας για χρήση από την κυκλοφορία δίχως να δημιουργείται κυκλοφοριακή όχληση.

Για την διεξαγωγή της μεθόδου απαιτούνται δύο άτομα προσωπικού (οδηγός και χειριστής) και ένα ειδικό αυτοκινούμενο μηχάνημα βλέπε σχήμα 4, το οποίο διαθέτει δεξαμενές ασφαλτικού γαλακτώματος, αδρανών υλικών καθώς και βραχίονα με ακροφύσιο. Ο (Bong "et al.", 2018) τονίζει ότι οι κρατικές υπηρεσίες οδοποιίας προτιμούν τη μέθοδο αυτή έναντι άλλων, επειδή η επισκευή λακκούβων μπορεί να πραγματοποιηθεί και τον χειμώνα, με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας.

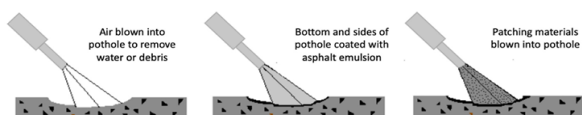


Σχήμα 4. Αυτοκινούμενο μηχάνημα (Road Patcher).

Τα οχήματα αυτά όπως αναφέρει ο (Hajj "et al.", 2021) πεκάζουν τόσο ασφαλτικό γαλάκτωμα όσο και αδρανή υλικά δηλαδή ένα μίγμα υπο πίεση που επιτρέπει την ταχεία και ανθεκτική επισκευή φθορών των οδοστρωμάτων.

Σύμφωνα με το σχήμα 5, τα στάδια της μεθόδου είναι τα εξής:

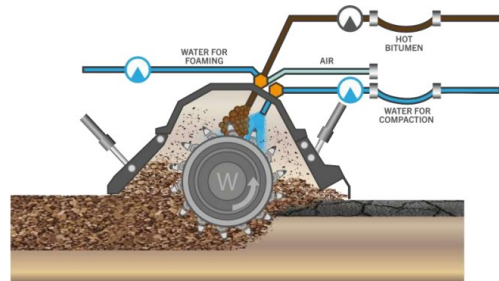
- Καθαρισμός της πληγείσας περιοχής με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα από το ακροφύσιο του μηχανήματος.
- Εφαρμογή συγκολλητικού γαλακτώματος στην πληγείσα περιοχή από το ακροφύσιο του μηχανήματος.
- Εφαρμογή μίγματος αδρανών υλικών και γαλακτώματος υπο πίεση από το ακροφύσιο του μηχανήματος.
- Εφαρμογή λεπτόκοκκου αδρανές υλικού ως τελική στρώση από το ακροφύσιο για την βελτίωση της πρόσφυσης των ελαστικών των διερχόμενων οχημάτων.



Σχήμα 5. Στάδια μεθόδου έγχυσης με ψεκασμό.

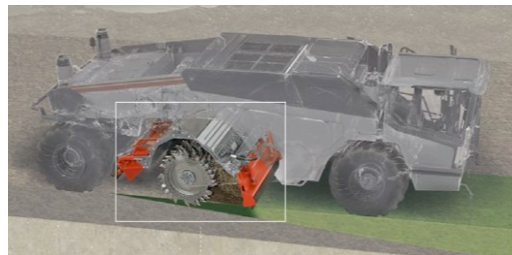
B. Ανακατασκευή βάσης οδοστρώματος με τη μέθοδο FDR

Σύμφωνα με τον (Fedrigo, "et al.", 2020), η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την επιτόπου αναμόχλευση της υπάρχουσας ασφαλτικής στρώσης και την ανάμειξή της με προκαθορισμένη ποσότητα του υλικού βάσης βλέπε σχήμα 6, ενώ ταυτόχρονα αυτά τα υλικά σταθεροποιούνται με τσιμέντο ώστε, μετά τη συμπίκνωση, να παραχθεί μια νέα στρώση βάσης.



Σχήμα 6. Σκαρίφημα μεθόδου FDR.

Αυτή η μέθοδος ενδείκνυται για την βελτίωση της υπόβασης των οδοστρωμάτων καθώς και για την διάνοιξη νέων οδών ειδικά σε χωματόδρομους. Για τη διεξαγωγή της, απαιτείται ειδικό μηχάνημα τύπου αναμοχλευτή βλέπε σχήμα 7. Το οικολογικό αποτύπωμα αυτής της μεθόδου είναι αξιοσημείωτο, καθώς μειώνεται η ανάγκη για χρήση πρώτων υλών επειδή ανακυκλώνεται το ήδη υπάρχων εδαφικό υλικό.



Σχήμα 7. Μηχάνημα αναμόχλευσης.

C. Ενίσχυση οδοστρώματος με τη χρήση πλέγματος

Τα τελευταία χρόνια, για τη συντήρηση ή αποκατάσταση των ρηγματωμένων επιφανειών οδοστρωμάτων, χρησιμοποιούνται τα ασφαλτοϋφάσματα ή και τα ασφαλτοπλέγματα βλέπε σχήμα 8. Τα ασφαλτοϋφάσματα σύμφωνα με τον (Νικολαΐδης, 2019), αποτελούνται από συνθετικές ή φυσικές ίνες ενώ λόγω της καλής εφελκυστικής τους αντοχής, επιβραδύνεται η εμφάνιση των ανακλαστικών ρωγμών στις ασφαλτικές επιστρώσεις.

Επίσης, επειδή εμποτίζονται με άσφαλο δρουν και ως υδρομονωτική στρώση, προστατεύοντας έτσι τις υποκείμενες στρώσεις από την καταστρεπτική επίδραση των επιφανειακών υδάτων που πιθανόν να διαπεράσουν τη νέα ασφαλτική επιστρώση (Νικολαΐδης, 2019).



Σχήμα 8. Εικόνα ασφαλτοπλέγματος.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια για την εύρεση τεχνολογικά σύγχρονων και περιβαλλοντικά φιλικών μεθόδων αποκατάστασης φθορών οδοστρωμάτων.

Οι εξεταζόμενες μέθοδοι της εργασίας όπως η μέθοδος έγχυσης ψυχρού ασφαλτομίγματος με ψεκάσμο καλύπτουν τα αναφερόμενα κριτήρια δείχνοντας αξιόλογες δυνατότητες όπως:

- Μειωμένο ανθρακικό αποτύπωμα,
- Ταχύτητα επιδιόρθωσης της πληγείσας περιοχής,
- Ταχύτητα απόδοσης της οδού για χρήση από την διερχόμενη κυκλοφορία.

Ωστόσο, παρά την αδιαμφισβήτητη συμβολή της στην αποκατάσταση των φθορών στα οδοστρώματα, κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή περαιτέρω μελετών για την εξακρίβωση της ποιότητας της σε βάθος χρόνου.

Παράλληλα, η μέθοδος της ψυχρής επι τόπου ανακύκλωσης με χρήση σταθεροποιητή είναι εξίσου αξιοσημείωτη, με τα προτερήματα της να είναι:

- Η οικονομία στην χρήση πρώτων υλών,
- Η αύξηση της δομική ικανότητα του οδοστρώματος,
- Η ανακύκλωση υπάρχοντων υλικών,
- Το μειωμένο ανθρακικό αποτύπωμα.

Ωστόσο, παρά τις δυνατότητες που προσφέρει αυτή η καινοτόμα μέθοδος, τα μειονεκτήματά της όπως ο μεγάλος αριθμός εργαστηριακών ελέγχων και η αυξημένη τεχνογνωσία που οφείλει να διαθέτει το εργατοτεχνικό προσωπικό την καθιστούν λιγότερο ελκυστική για εφαρμογή. Επιπροσθέτως, η εφαρμογή της στον Ελλαδικό χώρο θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς το βάθος ανακύκλωσης της οδού όπου θα πραγματοποιηθεί η ανακύκλωση θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να αποφευχθούν φθορές σε δίκτυα κοινής ωφέλειας εξαιτίας της άναρχης χωροθέτησης τους στα Ελληνικά οδοστρώματα. Παρ' όλα αυτά η διεξαγωγή ερευνητικών τομών και η εκ των προτέρων προμήθεια με σχέδια δικτύων ΟΚΩ αποτελεί λύση στο πρόβλημα.

Συμπερασματικά, παρά τις υφιστάμενες προκλήσεις που παρουσιάζουν οι νέες και καινοτόμες μέθοδοι, η

υιοθέτηση τους σε συνδυασμό με ένα ορθώς οργανωμένο πλαίσιο κρίνεται αποδοτική.

Ως εκ τούτου, μεταξύ άλλων, οι μελετητικές εταιρείες και οι τεχνικές υπηρεσίες των ΟΤΑ οφείλουν να αναλάβουν δράση με στόχο να ενθαρρύνουν την επιλογή τους κατά την εκπόνηση μελετών, ώστε εκείνες να διαδοθούν περαιτέρω, ενώ παράλληλα όλο και περισσότερες τεχνικές εταιρείες θα ενδιαφερθούν για να εξελίξουν το γνωστικό τους αντικείμενο και να συμβαδίσουν με τις τεχνολογικές εξελίξεις.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bong Ju Kwon, Dahae Kim, Suk Keun Rhee, Y. Richard Kim, *Spray injection patching for pothole repair using 100 percent reclaimed asphalt pavement, Construction and Building Materials*, Volume 166, 2018, Pages 445-451, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.145>.
- Fedrigo, William & Núñez, Washington & Visser, Preng. (2020). *A review of full-depth reclamation of pavements with Portland cement: Brazil and abroad. Construction and Building Materials*. 262. 120540. 10.1016/j.conbuildmat.2020.120540.
- Hajj, Ramez and Lu, Yujia (2021). *Current and Future Best Practices for Pothole Repair in Illinois*. <https://doi.org/10.36501/0197-9191/21-003>
- Johnson, A., Professional Engineering Services, Ltd. (2000). *Best Practises Handbook on Asphalt pavement maintenance*. Minesota: Minnesota Technology Transfer (T2) Center / LTAP Program Center for Transportation Studies University of Minnesota 511 Washington Avenue S.E. Minneapolis, MN 55455-0375
- Li, F. & Shi, X.-P & Xu, J. (2013). *Performance evaluation and technical requirements of asphalt pavement crack seal band*. 39. 1855-1860.
- Li, Jiusu & Liu, Jianfang & Zhang, Wenbo & Liu, Guanlan & Dai, Lingchun. (2019). *Investigation of thermal asphalt mastic and mixture to repair potholes. Construction and Building Materials*. 201. 286-294. 10.1016/j.conbuildmat.2018.12.153.
- Paige-Green, A. Maharaj, J. Komba, *Potholes: Technical guide to their causes, identification and repair*, CSIR Built Environment, Stellenbosch, South Africa, 2010.
- Raheb Hafezzadeh, Federico Autelitano, Felice Giuliani, *Asphalt-based cold patches for repairing road potholes – An overview, Construction and Building Materials, Volume 306*, 2021, 124870, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124870>
- Νικολαΐδης, Αθ. (2019). *ΟΔΟΠΟΙΙΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ - ΥΑΙΚΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ*, Τέταρτη έκδοση Θεσσαλονίκη, Τριανταφύλλου & Σία.