

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Συντήρηση οδοστρωμάτων

Υπεύθυνος διδασκαλίας: Αθανάσιος Χασιακός
Επιμέλεια παρουσίασης: Παναγιώτης Φαρμάκης



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ & ΣΤΟΧΟΙ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Παρουσίαση των κυριότερων βελτιωτικών παρεμβάσεων για την αποκατάσταση φθορών στα οδοστρώματα.

ΣΤΟΧΟΣ

Η δυνατότητα επιλογής αποτελεσματικών βελτιωτικών παρεμβάσεων συντήρησης ανάλογα με τον τύπο φθορών που εντοπίζονται σε ένα οδόστρωμα, ο καθορισμός της διαδικασίας και των απαιτούμενων μέσων για την επιτυχή υλοποίησή τους.

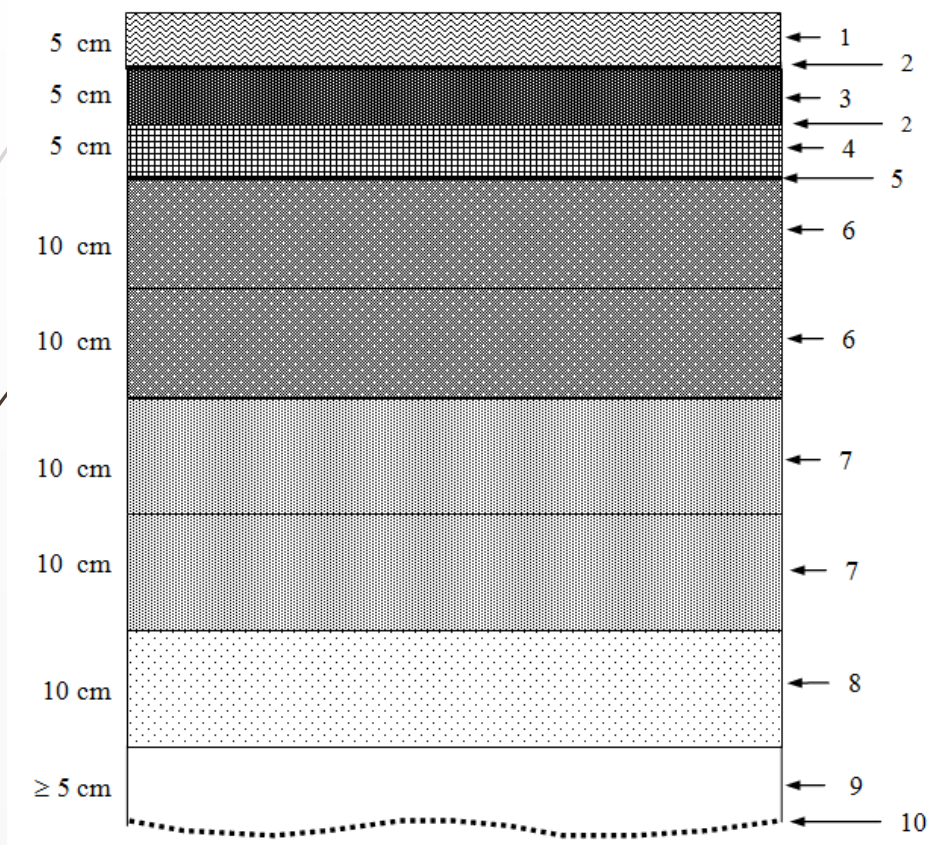
Κατηγορίες παρεμβάσεων συντήρησης οδοστρωμάτων 1/2

- **Στοιχειώδης συντήρηση (routine maintenance):** συνεχείς εργασίες μικρής έκτασης, αποκαθιστούν το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού (επούλωση λάκκων, σφράγιση ρωγμών, καθαρισμός φρεατίων, εκχιονισμοί, κλάδεμα φυτών κλπ.)
- **Προληπτική συντήρηση (preventive maintenance):** εργασίες μικρής κλίμακας και χαμηλού κόστους, παρόμοιες με τη στοιχειώδη συντήρηση, διαφοροποιούνται στο χρόνο εκτέλεσης καθώς πραγματοποιούνται προληπτικά πριν την εμφάνιση των φθορών.
- **Επιφανειακή επιστρώση (resurfacing):** προσθήκη νέας ασφαλτικής στρώσης (με απόξεση ή μη της παλαιάς) προς επιδιόρθωση τοπικών φθορών και αποκατάσταση της επιπεδότητας και αντολισθηρότητας του οδοστρώματος (λεπτές επιστρώσεις 25 mm, τάπητες slurry seal).

Κατηγορίες παρεμβάσεων συντήρησης οδοστρωμάτων 2/2

- **Αποκατάσταση (rehabilitation):** μεγάλης κλίμακας (πάχος στρώσης, μήκος εφαρμογής) επίστρωση που συνοδεύεται από απόξεση και απομάκρυνση των επιφανειακών στρώσεων του παλαιού οδοστρώματος αποσκοπώντας στη βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του.
- **Βελτιώσεις (improvements):** σχετίζονται όχι τόσο με την ποιότητα του οδοστρώματος όσο με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (πλάτος, επικλίσεις καμπυλότητα, κλπ).
- **Ανακατασκευή (reconstruction):** πλήρης καθαίρεση και αντικατάσταση του οδοστρώματος στην υπάρχουσα χάραξη, (αντικατάσταση στρώσεων, μικρών τεχνικών έργων, διαγραμμίσεων, σήμανσης, κλπ).
- **Νέα κατασκευή (new construction):** Νέα χάραξη της οδού.

Τυπική διατομή εύκαμπτου οδοστρώματος



1. Αντιολισθηρή στρώση κυκλοφορίας πάχους 5 εκ. της Π.Τ.Π. A-265.
2. Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη.
3. Ασφαλτική συνδετική στρώση (ισοπεδωτική) πάχους 5 εκ. της Π.Τ.Π. A-265.
4. Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 5 εκ. της Π.Τ.Π. A-260.
5. Ασφαλτική προεπάλειψη ανασφάλτωσης βάσης.
6. Βάση από θραυστό υλικό λατομείου συμπιεσμένου πάχους 10 εκ. της Π.Τ.Π. O-155.
7. Βάση από θραυστό υλικό λατομείου συμπιεσμένου πάχους 10 εκ. της Π.Τ.Π. O-150.
8. Στραγγιστική στρώση συμπιεσμένου πάχους 10 εκ.
9. Ισοπεδωτική στρώση υπόβασης από φυσικό ή θραυστό αμμοχάλικο.
10. Στάθμη χωματουργικών εργασιών.



Μηχανήματα οδοστρωσίας-ασφαλτικών

Αποξέστης ασφάλτου (Pavement Scraper)



Ασφαλτοδιανομέας (Federal)



Σάρωθρο



Ασφαλτοδιαστρωτήρας (Finisher)



Οδοστρωτήρας (Roller)




Φορτηγά αυτοκίνητα (Trucks)



Τύποι ασφαλτομίγματος

- **Θερμό ασφαλτόμιγμα:** παράγεται με θέρμανση της ασφάλτου και ξήρανση των αδρανών σε θερμοκρασίες 130 – 180 °C , διαστρώνεται με καλές καιρικές συνθήκες, απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας έχοντας σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- **Ψυχρό ασφαλτόμιγμα:** παράγεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με χρήση ασφαλτικών γαλακτωμάτων (μίγματα διασπαρμένων σταγονιδίων ασφάλτου σε νερό). Δεν έχει ιδιαίτερες ενεργειακές απαιτήσεις, μεταφέρεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις και διαστρώνεται σε οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες. Μεγαλύτερου κόστους ($\approx 30\%$) και κατώτερης ποιότητας (αντοχή ελαστικότητα) από το θερμό ασφαλτόμιγμα γι' αυτό και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως επισκευαστικό υλικό.
- **Ασφαλτόμιγμα ανοιχτού - κλειστού τύπου:** ανάλογα με τη συνέχεια ή μη της κοκκομετρικής καμπύλης (αν λείπουν κλάσματα αδρανών ή βρίσκονται σε μικρές ποσότητες) μπορεί να διαθέτουν από πολύ λίγα (πυκνής σύνθεσης) έως πάρα πολλά (ανοιχτής σύνθεσης) κενά αέρος.
Κατηγορίες (κενά αέρος): α) κλειστού τύπου 3-5% β) ανοιχτού τύπου 5 – 15 % γ) πορώδεις 18-24%



Συνήθεις
βελτιωτικές
παρεμβάσεις

Επισκευή λακκουβών
(pothole repair)

Τοπικές εξυγιάνσεις – μπαλώματα
(patching)

Πλήρωση ρωγμών με ασφαλική
μαστίχη (crack sealing)

Σποραδικές
βελτιωτικές ασφαλτοστρώσεις

Αποκατάσταση επιφάνειας τμήματος
οδού (area rehabilitation)

Επούλωση λάκκων (pothole repair)

- 1. Πλήρωση χωρίς συγκολλητική επάλειψη:** Τάχιστη εφαρμογή για έκτακτες περιπτώσεις, χρήση έτοιμου ψυχρού μίγματος (σε σάκους ή δοχεία 25 kg), άμεση παράδοση της οδού σε κυκλοφορία.
Εφαρμογή: καθαρισμός, πλήρωση με ελαφρά υπερύψωση (2-3 εκ) & ελαφρά συμπίκνωση.
- 2. Πλήρωση με συγκολλητική επάλειψη άνευ τετραγωνισμού:** Η συνηθέστερη αντιμετώπιση, επέμβαση μόνο στο άνοιγμά τους. Χρήση θερμού ή ψυχρού μίγματος (αναλόγως των καιρικών συνθηκών).
Εφαρμογή: σήμανση, καθαρισμός, συγκολλητική, διάστρωση μίγματος & συμπίκνωση σε στρώσεις.
- 3. Πλήρωση με συγκολλητική επάλειψη & τετραγωνισμό:** Ομοίως με (2) διαφοροποιείται στο ότι προηγείται τετραγωνισμός της λακούβας (χρήση ασφαλτοκόπτη & αεροσυμπιεστή) & απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής. Πιο αποτελεσματική παρέμβαση, όμως πιο δαπανηρή και χρονοβόρα.
- 4. Πλήρωση με εκτοξευόμενο ασφαλτόμιγμα (spray patching):** Λιγότερο διαδεδομένη στη χώρα μας.

Η διάρκεια ζωής μιας επισκευής σχετίζεται άμεσα με την επιλογή επέμβασης & την επιμέλεια της εργασίας.

Τοπικές εξυγιάνσεις - μπαλώματα (patches)

- **Μπαλώματα (patches):** Σύνηθης τεχνική σποραδικών παρεμβάσεων συντήρησης, εκτελείται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου αποσκοπώντας στη βελτίωση της βατότητας της επιφάνεια του οδοστρώματος τμήματος οδού.
- Επιδιορθώνουν (κατά κύριο λόγο) λακκούβες και άλλες τοπικές ατέλειες του οδοστρώματος όπως αυλακώσεις, καθιζήσεις κλπ.
- Δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά προβλήματα που έχουν τα αίτια τους στις κατώτερες στρώσεις. Σε περιπτώσεις εκτεταμένων φθορών, είναι προτιμότερη η επιλογή της αντικατάστασης του οδοστρώματος.
- Δύναται να χρησιμοποιηθεί θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμιγμα.



Πλήρωση λάκκου χωρίς συγκολλητική επάλειψη

<https://www.youtube.com/watch?v=xRMAYgExfag>



Πλήρωση μικρής λακκούβας με τετραγωνισμό

<https://www.youtube.com/watch?v=VYFAI-G3SFM>



Πλήρωση μεγαλύτερης λακκούβας με τετραγωνισμό

<https://www.youtube.com/watch?v=6nshjyT067c>

<https://www.youtube.com/watch?v=lhxfbRsMjfQ>



Τοπικές εξυγιάνσεις (μπαλώματα)

<https://www.youtube.com/watch?v=KugNiBDRI3Y>





Επούλωση λάκκου με εκτοξευόμενο ασφαλτοσκυρόδεμα

<https://www.youtube.com/watch?v=r4fZCW7GfAM>

Πλήρωση ρωγμών με ασφαλική μαστίχη (crack sealing)

- **Σφράγιση ρωγμών με ασφαλική μαστίχη (ή αμμάσφαλτο):** Εφαρμογή στα πρώιμα στάδια εμφάνισης των ρωγμών με σκοπό την αποτροπή διείσδυσης νερού που έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία επιδείνωση της κατάστασης του οδοστρώματος (πίεση νερού από κυκλοφοριακά φορτία, διαστολή πάγου, κλπ).
- Χρήση ελαστομερούς ή πλαστομερούς μαστίχης (θερμής ή ψυχρής εφαρμογής) σε στεγνή ρωγμή αφού προηγηθεί επιμελής καθαρισμός για την απομάκρυνση σκόνης και τυχόντων χαλαρών υλικών.
- Προσωρινή λύση αντιμετώπισης ρηγματώσεων στο οδόστρωμα με εφαρμογή κυρίως στα δύσκαμπτα οδοστρώματα για την πλήρωση ρωγμών ανάκλασης.
- Σε περίπτωση ρωγμών μεγάλης έκτασης, θα πρέπει να αναζητηθούν τα αίτια που τις προκάλεσαν (συνήθως στις κατώτερες στρώσεις του οδοστρώματος) και να επιλεγεί διαφορετική, πιο αποτελεσματική, βελτιωτική παρέμβαση.



Πλήρωση ρωγμής με ασφαλική μαστίχη

<https://www.youtube.com/watch?v=mPWkvHCwnrk>



Σποραδικές βελτιωτικές ασφαλτοστρώσεις

- Διάστρωση ασφαλτομίγματος για διασφάλιση της βατότητας & άρση της επικινδυνότητας σε δρόμους με χαμηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και ιδιαίτερα επιβαρυμένο οδόστρωμα (δευτερεύον & τριτεύον οδικό δίκτυο).

Εφαρμογή:

- αποξήλωση της φθαρμένης στρώσης με grader ή εκσκαφέα (εφόσον απαιτείται),
 - καθαρισμός της επιφάνειας & εφαρμογή συγκολλητικής επάλειψης ,
 - διάστρωση ασφαλτομίγματος με grader ή/και finisher (για μικρές ή/και μεγαλύτερες επιφάνειες),
 - δονητική συμπύκνωση.
- Τεχνική χαμηλού κόστους, ελκυστική όταν οι διατιθέμενες πιστώσεις συντήρησης είναι περιορισμένες.
 - Εφαρμόζεται και σε περιπτώσεις ολίσθησης ταπήτων, τροχοαυλακώσεις, τοπικές καθιζήσεις, διογκώσεις, συσσώρευση ασφάλτου (ανάδυση) κλπ.



Βελτιωτικές ασφαλτοστρώσεις (καθιζήσεις- αυλακώσεις)

<https://www.youtube.com/watch?v=eYfS4tXYkE0>

Αποκατάσταση επιφάνειας (area rehabilitation)

Εκτεταμένη επισκευή με αντικατάσταση ασφαλτοτάπητα. Ενδειγμένη για τμήματα με εκτεταμένες φθορές, δυνατότητα επιδιόρθωσης προβλημάτων σε κατώτερες στρώσεις.

Εφαρμογή:

- Εφαρμογή σήμανσης ασφαλείας.
- Απόξεση παλαιού ασφαλτοτάπητα (φρεζάρισμα).
- Εξυγίανση – επισκευή των κατώτερων στρώσεων τοπικά (εφόσον κρίνεται απαραίτητο).
- Καθαρισμός της επιφάνειας με σάρωθρο.
- Συγκολλητική επάλειψη με κατιονικό (όξινο) ασφαλτικό γαλάκτωμα, ταχείας διασπάσεως, μικρού ιξώδους περιεκτικότητας σε άσφαλτο 55-60 %.
- Κατασκευή τάπητα από ασφαλτόμιγμα A-265 ή αντιολισθηρού τύπου (4-5 εκ), διάστρωση με χρήση finisher.
- Συμπύκνωση με χρήση οδοστρωτήρα 8-10 tn.



Αποκατάσταση επιφάνειας (area rehabilitation)

<https://www.youtube.com/watch?v=Yo4aXYfzrug>

Είδη αντιολισθηρών ασφαλτοταπήτων 1/2

- **Αντιολισθηροί τάπητες πυκνής και ανοικτής σύνθεσης (τύπου I και II):** Οι τάπητες κλειστής σύνθεσης διασφαλίζουν στεγανότητα, αντιολισθηρότητα όχι όμως και τραχύτητα (μακροϋφή), εφαρμόζονται κυρίως στον αστικό ιστό παρέχοντας αυξημένη φέρουσα ικανότητα. Οι ανοικτού τύπου διασφαλίζουν τραχύτητα και ολισθηρότητα στις υψηλές ταχύτητες, εφαρμόζονται κυρίως σε αυτοκινητόδρομους, όμως λόγω αυξημένου ποσοστού κενών έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής.
- **Πορώδεις ασφαλτοτάπητες (porous surfacing):** Τάπητες υψηλής διαπερατότητας (κ.α. > 18 %). Πλεονεκτήματα τους η αρίστη συμπεριφορά έναντι υδρολίσθησης (ταχεία αποστράγγιση) & η μείωση των επιπέδων του θορύβου επαφής ελαστικού/οδοστρώματος. Μειονεκτήματα η μικρή διάρκεια ζωής (20 έτη) & η απαίτηση για στεγανή υποκείμενη στρώση & ικανοποιητικές εγκάρσιες κλίσεις.
- **Τάπητες με έμπεικτες προεπαλειμμένες ψηφίδες (precoated chippings):** Δημιουργούνται με διασπορά ψηφίδων που έχουν προηγουμένως προαλειφθεί με μικρή ποσότητα ασφάλτου. Πλεονεκτούν λόγω αυξημένης αδιαπερατότητας και αντιολισθηρότητας ωστόσο παρουσιάζουν δυσκολία στην κατασκευή, αυξημένα επίπεδα θορύβου & φθοράς των ελαστικών ενώ φθείρονται γρήγορα λόγω λείανσης των ψηφίδων.

Είδη αντιολισθηρών ασφαλτοταπήτων 2/2

- **Ασφαλτικές επιστρώσεις με ψηφίδες (chip seal):** Δημιουργούνται με διάστρωση αδρανών σε προεπαλειμμένη με συνδετικό υλικό επιφάνεια οδοστρώματος. Δεν επιφέρει αύξηση της μηχανικής αντοχής του οδοστρώματος αλλά βελτιώνει την επιφάνεια κύλισης. Συχνά εμφανίζει φαινόμενα εξίδρωσης, αποκόλληση αδρανών και αυξημένα επίπεδα θορύβου.
- **Λεπτοτάπητες microsurfacing & slurry seal (thin overlays):** Στρώσεις πάχους 1 - 4 εκ., χρησιμοποιούνται ως επενδύσεις για την επισκευή επιφανειακών φθορών, βελτιώνοντας την επιφανειακή υφή και την αντιολισθηρότητα του οδοστρώματος παρέχοντας παράλληλα προστασία στις κατώτερες στρώσεις.
- **Ασφαλτική σκυρομαστιχη (Stone Mastic Asphalt, S.M.A.):** Ασφαλτόμιγμα από αδρανή μη συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης, ασφαλτικό συνδετικό υλικό και σταθεροποιητικά πρόσμικτα (κυρίως ίνες κυτταρίνης). Χρησιμοποιείται διεθνώς (κυρίως σε βόρεια Ευρώπη και Αμερική) παρέχοντας μεγάλη αντίσταση σε ολίσθηση & τροχοαυλακώσεις καθώς και μειωμένα επίπεδα θορύβου.



Πορώδης ασφαλτοτάπητας (porous surfacing)

<https://www.youtube.com/watch?v=WI1tnEayZSU>





Τάπητας με προεπαλειμμένες ψηφίδες (precoated chips)

https://www.youtube.com/watch?v=NWJZQ7G_xYQ



Ασφαλτική επίστρωση με ψηφίδες (chip seal)

<https://www.youtube.com/watch?v=PoPnXQycue0>





Ασφαλτικός λεπτοτάπητας (slurry seal)

<https://www.youtube.com/watch?v=NaKvtMu9B7M>



Η συντήρηση του οδικού δικτύου στη χώρα μας

- Στο **Οδικό Δίκτυο της Ελλάδας** οι συνήθεις παρεμβάσεις ξεκινούν από τη στοιχειώδη συντήρηση (επούλωση λάκκων, σποραδικές ασφαλτοστρώσεις για τη βελτίωση της βατότητας & την άρση της επικινδυνότητας) και εκτείνονται μέχρι ανακατασκευή του ασφαλτοτάπητα. Δεδομένων των περιορισμένων πιστώσεων και των αυξημένων αναγκών συντήρησης, τα επίπεδα ασφάλειας και λειτουργικότητας του δικτύου δεν είναι τα επιθυμητά (ιδιαίτερα στο δευτερεύον κι τριτεύον).
- Στο **Ελληνικό Δίκτυο Αυτοκινητοδρόμων**, πέραν της τακτικής – προληπτικής συντήρησης σε στοιχεία που υπόκεινται στη φθορά του χρόνου (π.χ., οδοφωτισμός) ή σε τρίτους παράγοντες (π.χ., καταστροφές λόγω ατυχήματος), πραγματοποιείται περιοδικά βαριά συντήρηση (λεπτοτάπητες microsurfacing & αντικατάσταση αντιολισθηρής στρώσης) για τη διατήρηση υψηλών επιπέδων λειτουργικότητας σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

Διαδικασίες εκτέλεσης βελτιωτικών παρεμβάσεων

- **Αυτεπιστοασία** (εκτέλεση με ίδια μέσα του φορέα συντήρησης) για παρεμβάσεις στοιχειώδους συντήρησης ιδίως για φθορές που χρίζουν άμεσης αντιμετώπισης όπως:
 - επουλώσεις λάκκων,
 - πλήρωση ρωγμών με ασφαλική μαστίχη,
 - τοπικές διαστρώσεις τάπητα,
 - καθαρισμό των τάφρων απορροής των υδάτων,
 - αντικατάσταση λαμπτήρων οδοφωτισμού, κλπ.
- **Ανάθεση εργολαβιών**: για προγραμματισμένες εργασίες βαριάς συντήρησης οι οποίες δεν δύνανται να εκτελεστούν με τα μέσα του φορέα διαχείρισης, όπως:
 - ανακατασκευή οδοστρωμάτων,
 - απόξεση και αντικατάσταση ασφαλτοτάπητα,
 - τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας,
 - διαγραμμίσεις, οδοφωτισμός, κλπ σε μεγάλη κλίμακα.

Ενδεικτικό κόστος εργασιών συντήρησης οδοστρωμάτων

- **Άσφαλτος:** 400-550 €/tn (κυμαίνεται ανάλογα με την τιμή του πετρελαίου)
- **Ασφαλτόμιγμα :** 50 €/tn (ΑΣ-Τ II 12,5 mm μέγιστος κόκκος με ποσοστό ασφάλτου 4,30 % κατά βάρος)
- **Συγκολλητική επάλειψη:** (μεταξύ δύο ασφαλτικών στρώσεων) 0,60 €/m²
- **Προεπάλειψη (πετρελαϊκό):** (μεταξύ βάσης και ασφαλτικής στρώσης) 1,20 €/m²
- **Φρέζαρισμα:** 1,50 €/m² (φρέζα + σάρωθρο + φορτηγό)
- **Διάστρωση (με finisher) και συμπύκνωση ασφαλτομίγματος:** 5 €/tn
- **Μεταφορά ασφαλτομίγματος:** 5 €/tn
- **Αμμοχάλικο 3Α (για βάση- υπόβαση):** 12€/tn (μεταφορά και προμήθεια)
- **Αμμοχάλικο 3Α (για βάση- υπόβαση):** 1,20 €/m² (εργασία οδοστρωσίας)

Πρόσθετα βίντεο συντήρησης οδοστρωμάτων

- Φθορές <https://www.youtube.com/watch?v=poDI2b4g5c8>
- Λακούβες <https://www.youtube.com/watch?v=lhxfbRsMjfQ>
- Καθιζήσεις- αυλακώσεις <https://www.youtube.com/watch?v=eYfS4tXYkE0>
- Ρηγματώσεις <https://www.youtube.com/watch?v=g50xu7jl6Kw>
- Ρηγματώσεις <https://www.youtube.com/watch?v=if9Pw4julG8>
- Ρηγματώσεις <https://www.youtube.com/watch?v=jnjfr-twWjw>
- Λεπτές επιστρώσεις <https://www.youtube.com/watch?v=SQyJQfrfusc>



Τέλος παρουσίασης