

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ (Τ.Ε.)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<<ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ>>



ΦΟΙΤΗΤΕΣ : ΣΙΔΕΡΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ-ΜΑΡΙΟΣ

ΠΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΛΟΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΡΩΜΑΝΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΠΑΤΡΑ – 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	6
<u>Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1^ο</u> ΑΔΡΑΝΗ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	7
1.1. ΑΔΡΑΝΗ	7
1.2. ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	13
1.2.1. Κατηγορίες οδοστρωμάτων ανάλογα με την ελαστικότητα τους	15
1.2.2. Διαφορές οδοστρωμάτων	19
1.2.3. Κατηγορίες οδοστρωμάτων	22
<u>Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2^ο</u> ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ	26
2.1. ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	26
2.1.1. Ανακύκλωση αδρανών αποβλήτων	27
2.1.2. Ανακύκλωση γυαλιού	29
2.1.2.1. Γενικά για το γυαλί	30

2.1.2.2. Μειονεκτήματα glassphalt	33
2.2. ΑΦΡΩΔΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΣ	34
2.2.1. Η ποιότητα του αφροποιημένου ασφαλτικού	35
2.2.2. Εκτίμηση της ποιότητας του αφροποιημένου ασφαλτικού	36
2.2.3. Χρήση αφρώδους ασφαλτικού ως συντελεστή συναρμογής σε υλικά ψυχρής επεξεργασίας	36
2.2.4. Έλεγχος των ιδιοτήτων του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού	37
2.2.5. Καθορισμός της βέλτιστης περιεκτικότητας αφρώδους ασφαλτικού	38
2.2.6. Οι ιδιότητες του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού	38
2.2.7. Χαρακτηριστικές τιμές για στρώσεις σταθεροποιημένες με αφρώδες ασφαλτικό	39
2.2.8. Τεχνολογία μηχανών και διαδικασίες για την τοποθέτηση εν ψυχρώ κατεργασμένου παραγόμενου υλικού με αφροποιημένο ασφαλτικό	40
2.2.9. Εκτιμήσεις	42

2.3. ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ	44
2.4. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ	45
2.4.1. Προϊόντα ενίσχυσης της ασφάλτου	46
2.5. ΑΝΤΥΙΔΡΟΦΙΛΑ ΥΛΙΚΑ	47
2.6. STREET PRINT	48
2.7. ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ	50
2.8. ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ	51
2.8.1. Ιστορικό	51
2.8.2. Σύθεση	52
2.8.3. Εφαρμογή	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

2.9. ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ	55
2.9.1.Εφαρμογές	56
2.9.1.1. Εφαρμογή στην οδοποιία	57
<u>Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3⁰</u> ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ.....	60
3.1. ΦΘΟΡΕΣ	60
3.1.1. Αίτια φθορών	60
3.1.2. Επισημάνση φθορών	61
3.1.3. Εξέλιξη των φθορών	62
3.1.4. Επιφανειακές φθορές του οδοστρώματος	62
3.1.5. Φθορές εύκαμπτων οδοστρωμάτων	63

3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΘΟΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	64
3.2.1. Ρηγματώσεις	64
3.2.2. Σφράγιση / πλήρωση ρωγμών	64
3.2.3. Ρωγμές τύπου αλλιγάτορα ή Ρωγμές συρρίκνωσης	65
3.2.4. Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος	68
3.2.5. Ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης	69
3.2.6. Ρωγμές από ανάκλαση	70
3.2.7. Ρωγμές από ολίσθηση ταπήτων	73
3.2.8. Ρωγμές στην τροχιά των τροχών	74
3.2.9. Ευθύγραμμες ρηγματώσεις κόπωσης	75
3.3. Παραμορφώσεις	76
3.3.1. Παραμορφώσεις (Στρεβλώσεις) της επιφάνειας	76
3.3.2. Τοπικά βυθίσματα.....	77
3.3.3. Καθίζηση	77

3.3.4. Διόγκωση οδοστρώματος κατά την κατεύθυνση της κυκλοφορίας	78
3.4. Αποσυνθέσεις	79
3.4.1. Αποσύνθεση	79
3.4.2. Αποκόλληση αδρανών από ασφαλτοτάπητες	79
3.4.3. Απογύμνωση αδρανών	80
3.4.4. Αποκόλληση υλικού κατά πλάκες	81
3.4.5. Λάκκοι (φωλιές)	82
3.5. Λείανση της επιφάνειας κύλισης	82
3.5.1. Λεία επιφάνεια οδοστρώματος	82
3.5.2. Λείανση αδρανών (στίλβωση)	83
3.5.3. Ανάδυση ασφάλτου	84

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται γενικά στα οδοστρώματα και δίνει ιδιαίτερο βάρος στα καινοτόμα υλικά κατασκευής τους, άλλα και στους τρόπους συντήρησής τους από έρευνα που έγινε στη βιβλιογραφία και στο internet.

Αρχικά αναφερόμαστε στα εδάφη επάνω στα οποία θεμελιώνουμε τις οδούς και στα αδρανή που χρησιμοποιούμε για την κατασκευή των άνω στρώσεων. Έπειτα γίνεται μια γενική αναφορά στα οδοστρώματα και στις κατηγορίες όπου διακρίνονται.

Ακολουθεί το σημαντικότερο κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζονται σύγχρονα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή έργων οδοποιίας όπως υλικά από ανακυκλώσιμα προϊόντα, η ιπτάμενη τέφρα, η χρωματιστή ασφαλτος, η αφρώδης ασφαλτος, η οποία παρ όλο που είναι γνωστή από τη δεκαετία του '60 εφαρμόζεται συνεχώς εξελισσόμενη τα τελευταία χρόνια..

Τέλος, σε ένα εξίσου σημαντικό κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση των φθορών και του τρόπου συντήρησης των οδοστρωμάτων.

Οι εκπονούντες αυτή την εργασία δε διαθέτουν τα πνευματικά δικαιώματα για τις φωτογραφίες, τα σχήματα, τα σκίτσα και τα αποσπάσματα μελετών και προηγούμενων δημοσιεύσεων που θα δείτε σε αυτή την εργασία. Για λόγους συντομίας οι πηγές καταγράφονται στη τελευταία σελίδα της εργασίας ενώ όλες οι φωτογραφίες πάρθηκαν από έρευνα στο διαδίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΔΡΑΝΗ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

1.1. ΑΔΡΑΝΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Στην οδοποιία χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά, ασύνδετα ή σταθεροποιημένα με συνδετικό υλικό, για την κατασκευή στρώσεων βάσεων ή υποβάσεων, σκυροδέματος και αντιστοιχηρών στρώσεων.

Αδρανή ονομάζονται τα κοκκομετρικώς διαβαθμισμένα φυσικής ή βιομηχανικής προέλευσης υλικά που χρησιμοποιούνται είτε με συγκολλητικό μέσο (σκυρόδεμα, ασφαλτόμιγμα) είτε αυτούσια (έρμα σιδηροδρομικών γραμμών, στραγγιστηριών, φράγματα, αναβαθμίδες ποταμών, λιμενικά έργα) σε ποικίλα τεχνικά έργα. Τα αδρανή υλικά προσφέρουν όγκο και υψηλότερη αντοχή στις διάφορες τεχνικές κατασκευές. Δεν αντιδρούν χημικά με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες, αλλά παρουσιάζουν φυσική συνοχή εξαιτίας της γεωμετρικής ταξινόμησης των κόκκων τους και του βάρους τους.

Τα αδρανή υλικά διακρίνονται σε οικογένειες ως εξής :

1. Με βάση την προέλευσή τους

Φυσικής προέλευσης: Είναι τα αδρανή τα οποία έχουν ληφθεί από το φυσικό περιβάλλον και έχουν υποστεί μόνο μηχανική επεξεργασία θραύσης, πλυσίματος και διαλογής.

8.

Τεχνητά ή βιομηχανικά: Είναι τα αδρανή που έχουν προκύψει ως προϊόντα ή παραπροϊόντα βιομηχανικής δραστηριότητας από χημική ή θερμική επεξεργασία πρώτων υλών ορυκτής ή άλλης προέλευσης (π.χ. τέφρες, σκωρίες, υπολείμματα καύσεων, άργιλοι, βερμικουλίτης, περλίτης, αργιλικόι σχιστόλιθοι, σχιστοπηλοί κλπ.).

Ανακυκλωμένα: Είναι τα αδρανή που προκύπτουν από την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών από υφιστάμενες κατασκευές (υλικά κατεδάφισης σκυροδέματος, τοιχοποιίας, ασφαλτικών έργων κλπ.).

2 .Με βάση την πηγή απόληψης

Φυσικά ή συλλεκτά αδρανή: Ονομάζονται τα αδρανή που η λήψη τους γίνεται από φυσικές αποθέσεις (π.χ. ποτάμια, ορυχεία κλπ.). Είναι τα γνωστά χαλίκια, τα αμμοχάλικα ή η φυσική άμμος.

Τα μειονεκτήματά τους είναι οι προσμίξεις χώματος , η λεία επιφάνεια και το στρογγυλεμένο σχήμα των κόκκων τους.

Αδρανήλατομείων: Ονομάζονται τα αδρανή που προκύπτουν από εξόρυξη και θραύση όγκων πετάματος. Είναι η κύρια κατηγορία αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται στον Ελλαδικό χώρο. Περιέχουν ποσοστό παιπάλης πολύ μεγαλύτερο από αντίστοιχα φυσικά αδρανή.

3. Με βάση το ειδικό τους βάρος

Κανονικού ειδικού βάρους: Είναι τα αδρανή Μεγαλύτερο ειδικό βάρος 2-3 Mg/m³ (gr/cm³). Είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα αδρανή για τεχνικά έργα (ασφαλτικά, οδοστρωσίας, παραγωγή σκυροδέματος, κονιαμάτων, κλπ.).

Ελαφροβαρή: Είναι τα αδρανή με ειδικό βάρος $<2 \text{ Mgr/m}^3$.

Βαρέα: Είναι τα αδρανή με ειδικό βάρος $>3 \text{ Mgr/m}^3$. Έχουν ειδικές χρήσεις (πχ. κατασκευές από σκυρόδεμα για προστασία από την ακτινοβολία κλπ.).

4. Με βάση το μέγεθος των κόκκων

Σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς Αδρανών Υλικών ταξινομούνται σε:

Χονδρόκοκκα: Είναι τα αδρανή με μέγεθος κόκκων $D > 2 \text{ mm}$.

Λεπτόκοκκα: Είναι τα αδρανή με μέγεθος κόκκων $D = 2 - 0,063 \text{ mm}$.

Παιπάλη: Είναι το διαβαθμισμένο λεπτομερές αδρανές υλικό με μέγεθος κόκκων $D < 0,063 \text{ m}$

5. Με βάση τη χρήση τους

5.1 Αδρανή βάσεων και υποβάσεων

Στην οδοποιία χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά για την κατασκευή στρώσεων βάσεων ή υποβάσεων. Σκοπός του οδοστρώματος είναι να παραλάβει τα φορτία της κυκλοφορίας και να τα κατανέμει στο υπέδαφος.

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται σε βάσεις ή υποβάσεις μπορεί να είναι φυσικά αδρανή ή θραυστά (αδρανή λατομείων). Σύμφωνα με την ΠΤΠ Ο-150 (1966) και ΠΤΠ Ο-155 (1966) (Ελληνικές Προδιαγραφές που ισχύουν μέχρι σήμερα δίχως καμία αναθεώρηση) τα αδρανή της

υπόβασης μπορούν να είναι φυσικά ή θραυστά, ενώ τα αδρανή της βάσης πρέπει να είναι μόνο θραυστά.

10.

Σύμφωνα με το νέο Ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13242, τα αδρανή της βάσης και της υπόβασης μπορεί, εκτός από φυσικά και θραυστά, να είναι τεχνητά και ανακυκλωμένα. Μια ουσιαστική αλλαγή είναι ότι εισάγει την ορυκτολογική και πετρογραφική εξέταση του προοριζόμενου πετρώματος για χρήση αδρανών, η οποία μπορεί να δώσει σαφείς πληροφορίες για τη συμπεριφορά του πετρώματος σε διάφορες καιρικές συνθήκες. Μη επιθυμητά πετρώματα είναι ο σχιστόλιθος, ο φυλλίτης, η κμωλία, η μάργα, ο αργιλικός σχιστόλιθος και πετρώματα συνδεδεμένα χαλαρά με αργιλικά ορυκτά.

5.2 Αδρανή σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα αποτελείται από αδρανή με συγκεκριμένη κοκκομετρική διαβάθμιση και τσιμέντο ως συγκολλητικό υλικό. Τα αδρανή υλικά αποτελούν το σκελετό του σκυροδέματος, επηρεάζουν καθοριστικά τις ιδιότητές του, τόσο στη νωπή όσο και στη σκληρυμένη μορφή. Η ανθεκτικότητα των κατασκευών από σκυρόδεμα επιτυγχάνεται με την αντίσταση του σκυροδέματος στις φθορές από φυσικά ή χημικά αίτια και από την προστασία του οπλισμού από τη διάβρωση. Οι κύριες αιτίες της αποσάθρωσης του σκυροδέματος (και άρα της μείωσης της ανθεκτικότητας) είναι: α) φθορές που οφείλονται στη δράση του περιβάλλοντος (αέρας, νερό, διάβρωση εξαιτίας της επίδρασης της θάλασσας κλπ.) και στη δράση του ανθρώπινου παράγοντα (π.χ. κίνηση οχημάτων).

Πετρώματα τα οποία αποσαθρώνονται εύκολα όπως οι αργιλικοί σχιστόλιθοι, είναι ακατάλληλα για αδρανή. β) Αποσάθρωση λόγω παγετού: οφείλεται στην εναλλαγή ψύξης-απόψυξης του σκυροδέματος. γ) Αποσάθρωση από χημικές προσβολές: οφείλεται στη χημική δράση διαφόρων ουσιών στο σκυρόδεμα, όπως ενώσεις θείου, σιδήρου, μολύβδου, ψευδαργύρου, χλωριούχες, φωσφορικές, νιτρικά άλατα και αλογόνα κλπ. δ) Αποσάθρωση λόγω αλκαλοπυριτικής αντίδρασης: οφείλεται σε αντίδραση των αλκαλίων του τσιμέντου με πυριτικά αδρανή που περιέχουν άμορφο SiO_2 . Η αντίδραση αυτή προκαλεί διόγκωση στην οποία οφείλεται η αποσάθρωση του σκυροδέματος. Τέτοια πετρώματα μπορεί να είναι οι δολομίτες, ζεόλιθοι, υαλώδεις έως κρυπτοκρυσταλικοί ρυόλιθοι, δακίτες, λατίτες και ανδεσίτες. Επικίνδυνα ορυκτά είναι ο οπάλιος, χαλκηδόνιος, τριδυμίτης και χριστοβαλίτης (ΕΛΟΤ 408). Ο κίνδυνος για τη χώρα μας είναι πολύ μειωμένος, γιατί κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούμενα ασβεστολιθικά αδρανή και επιπλέον, όπου χρησιμοποιούνται πυριτικά αδρανή αυτά δεν είναι ενεργά. Οι ισχύουσες προδιαγραφές για τα αδρανή σκυροδέματος είναι ο ΚΤΣ-97 Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 1997 και το Σχέδιο Ελληνικού Προτύπου ΕΛΟΤ 408 Θραυστά αδρανή για συνήθη σκυροδέματα. Σύμφωνα με το νέο Ευρωπαϊκό Πρότυπο Αδρανών Σκυροδέματος ΕΛΟΤΕΝ 12620 ως αδρανή υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνητά και ανακυκλωμένα αδρανή. Επιπλέον το νέο πρότυπο εισάγει την ονοματολογία του αδρανούς και την ορυκτολογική και πετρογραφική εξέταση.



Σχ: Τα αδρανή είναι εμφανή στο ασφαλτικό της εικόνας.

12.

1.2. ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

ΓΕΝΙΚΑ

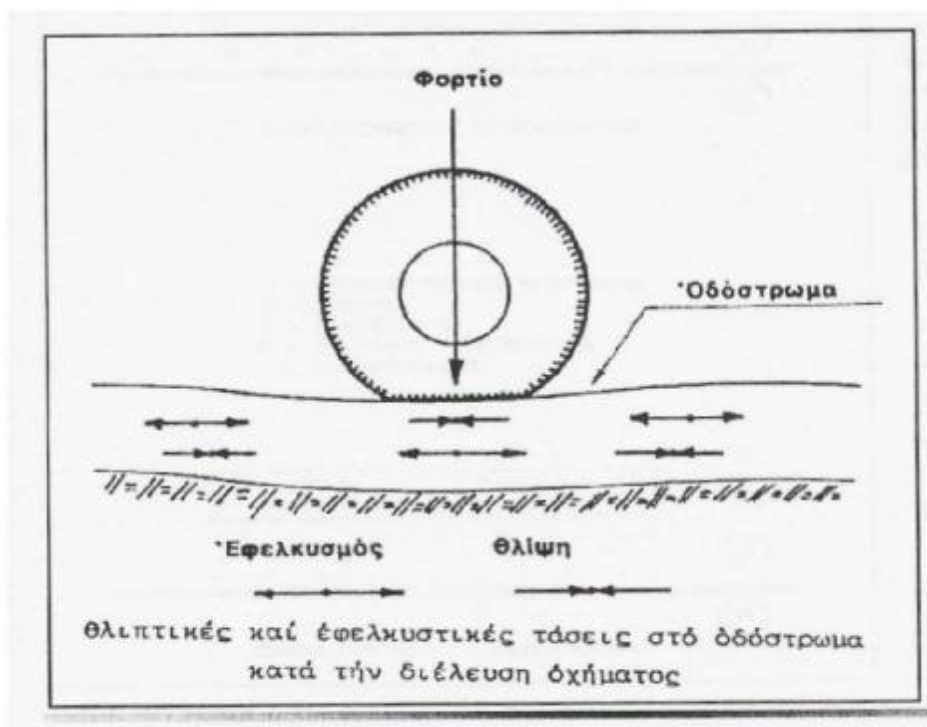
Το φυσικό έδαφος στη μορφή που βρίσκεται δεν είναι ικανό να φέρει τις προσερχόμενες από την κυκλοφορία καταπονήσεις και δεν έχει την απαιτούμενη λεία επιφάνεια για την ομαλή κίνηση έπ' αυτού των τροχών. Επί πλέον δεν αντέχει στις κλιματολογικές διακυμάνσεις, την υγρασία, την βροχή κλπ όταν επάνω του κινούνται οχήματα. Για τους λόγους αυτούς κατασκευάζονται τα οδοστρώματα.

Οδόστρωμα ορίζεται το σύνολο των επαλλήλων στρώσεων που είναι τοποθετημένες πάνω από το φυσικό έδαφος για τη δημιουργία της οδού. Το οδόστρωμα είναι μια σύνθετη κατασκευή που έχει να επιτελέσει διάφορες λειτουργίες οι οποίες είναι ανόμοιες μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό κάνει την κατασκευή αρκετά πολύπλοκη. Είναι γνωστό ότι οι δρόμοι στην αρχαιότητα συνήθως δεν έφεραν οδόστρωμα, ήταν απλοί χωματόδρομοι, όπου όλο το βάρος δινόταν στην ομαλότητα της χάραξης. Οι χωματόδρομοι όμως είναι ευπαθείς τόσο στις καιρικές επιδράσεις, όσο και στη φθορά από τα φορτία κυκλοφορίας. Η δράση του νερού της βροχής κυρίως είναι εκείνη που

μαλακώνει και διαβρώνει την επιφάνεια τους. Αντίστοιχα, οι τροχοί των οχημάτων, αλλά και η δράση ανθρώπων και ζώων, διαταράσσει και φθείρει την επιφάνεια των χωματόδρομων. Η συνδυασμένη δε επιρροή των παραπάνω παραγόντων (βροχή και φορτία κυκλοφορίας) θεωρείται ιδιαίτερα δυσμενής και φθοροποιός.

Είναι προφανές ότι, όσο αυξάνει η χρήση ενός δρόμου, τόσο μεγαλώνει και η φθορά του, αλλά παράλληλα αυξάνονται και οι απαιτήσεις που οι χρήστες έχουν από αυτόν. Έτσι από τους αρχαίους ακόμα χρόνους κατέστη αναγκαία κάποια μορφή προστασίας και ενίσχυσης της επιφάνειας κίνησης. Σήμερα είναι προφανές ότι, η επίστρωση των οδών με σύγχρονα οδοστρώματα είναι αναγκαία για να επιτευχθεί ένα αποδεκτό επίπεδο ασφαλούς, άνετης, οικονομικής και γρήγορης μετακίνησης των οχημάτων. Το φυσικό έδαφος στη μορφή που βρίσκεται δεν είναι ικανό να φέρει τις καταπονήσεις που προέρχονται από τη κυκλοφορία, ούτε έχει λεία επιφάνεια για την ομαλή κίνηση των οχημάτων. Επίσης η αντοχή στις κλιματολογικές εναλλαγές είναι μικρή. Ως λύση για να παρακάμψουμε αυτά τα μειονεκτήματα, είναι το οδόστρωμα. Αυτό, έχει σα κύριο λόγο να διανέμει τις πιέσεις, ώστε η καταπόνηση του εδάφους θεμελίωσης να μην υπερβαίνει τα όρια.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τις θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται σε ένα οδόστρωμα από τον τροχό ενός οχήματος.



1.2.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Ανάλογα με την ελαστικότητα τους, τα οδοστρώματα διακρίνονται κατά κανόνα, σε εύκαμπτα και δύσκαμπτα.

Σαν εύκαμπτα θεωρούνται:

- Τα ασφαλτικά
- Τα κυκλοφοριόπηκτα
- Τα σταθεροποιημένα
- Τα σκυρωτά

Σαν δύσκαμπτα θεωρούνται:

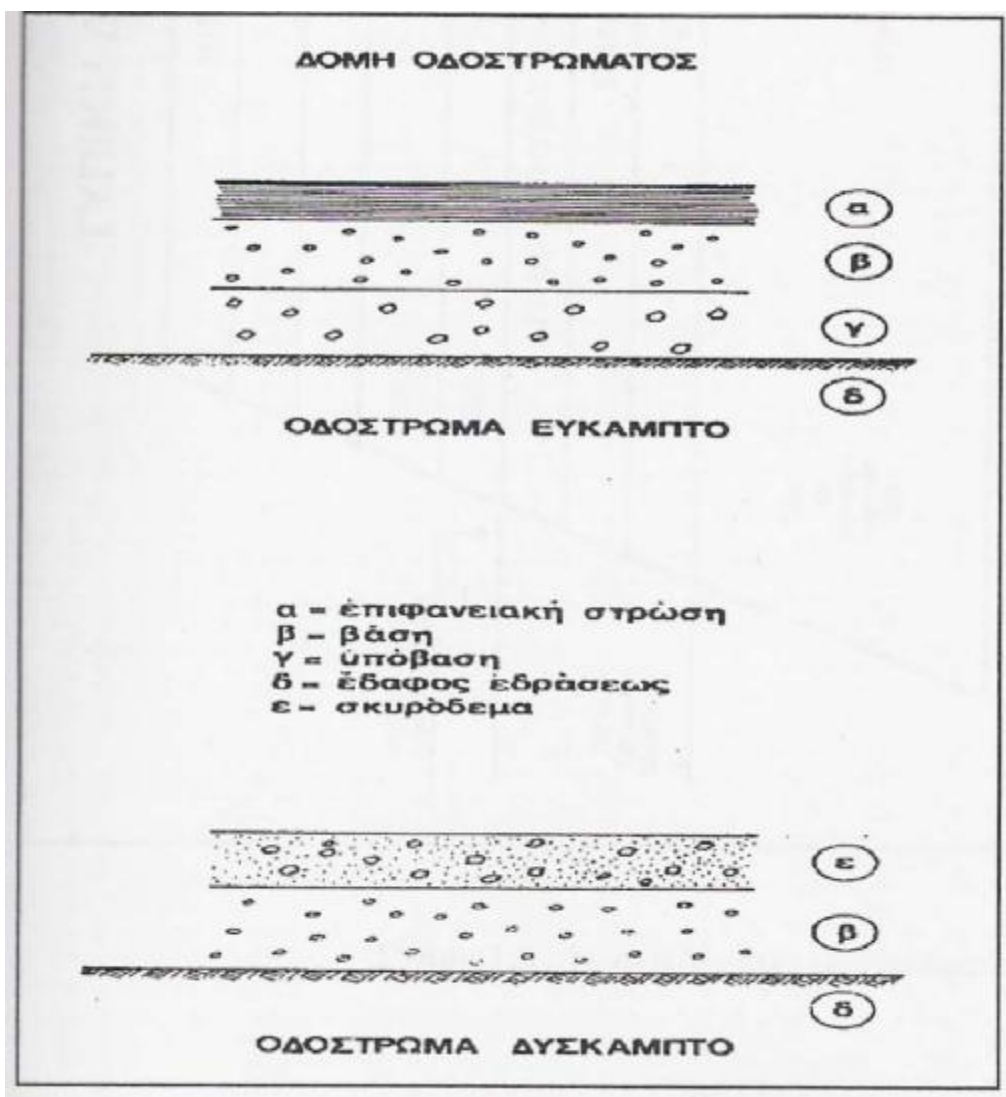
- Τα από σκυρόδεμα
- Τα λιθόστρωτα

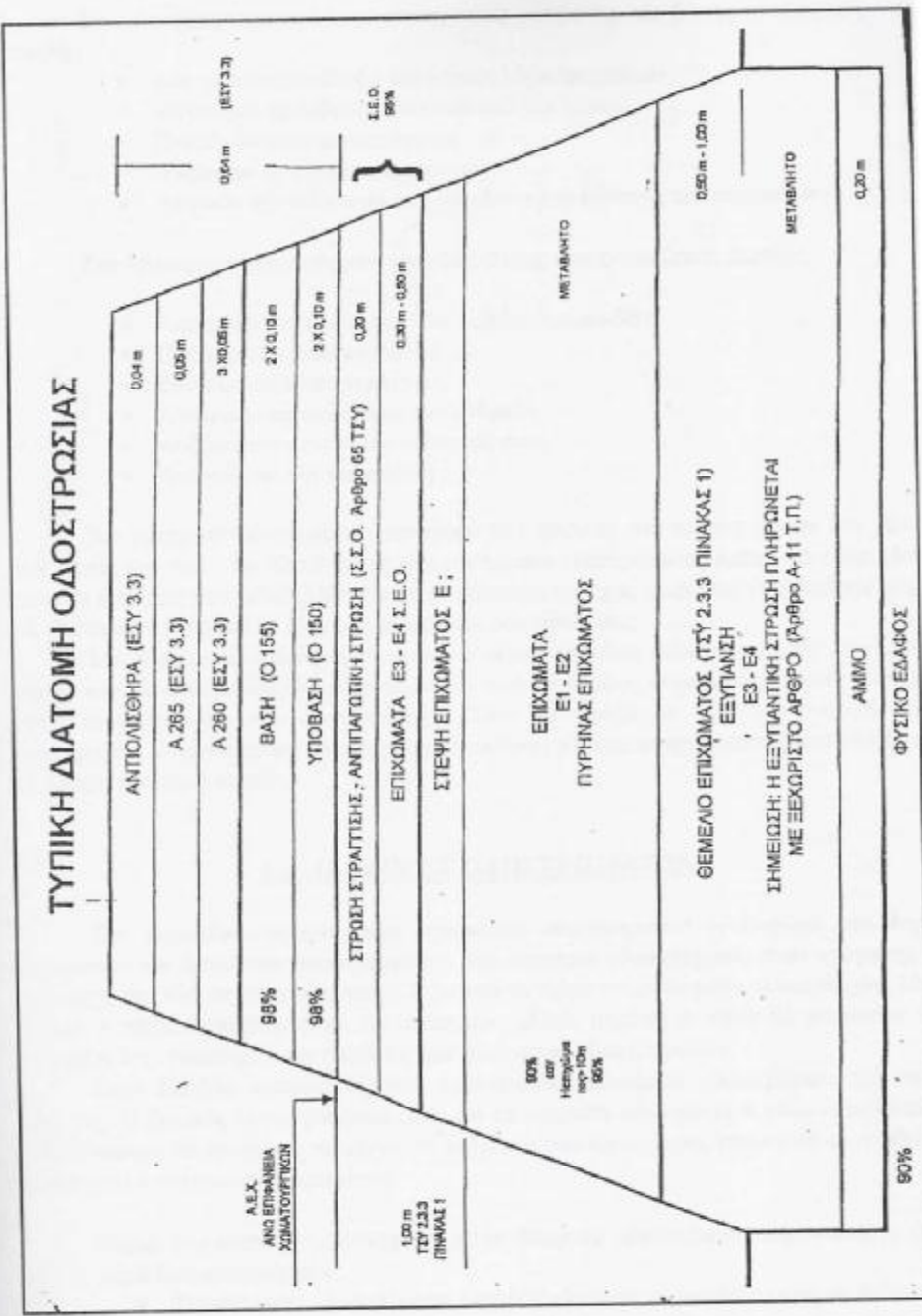
Κατά κανόνα τα εύκαμπτα οδοστρώματα αποτελούνται από:

- Υπόβαση
- Βάση
- .- Επιφανειακή στρώση

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα (άοπλο, οπλισμένο ή προεντεταμένο) και εδράζονται σε κατάλληλη βάση. Ο σκοπός και η λειτουργία των στρώσεων ποικίλει, ανάλογα με την ελαστικότητα του οδοστρώματος.

Σχήματα : Δομές οδοστρωμάτων, τα διάφορα στρώματα που αποτελούνται και τυπική διατομή οδοστρωμάτων.





Σχήμα 1.3 : Τυπική διατομή οδοστρώματος.

Στα εύκαμπτα οδοστρώματα οι στρώσεις υπόβασης και βάσης κατασκευάζονται, επειδή:

- . Αποτρέπουν την άνοδο του ύδατος λόγω τριχοειδών
- . Δίνουν μια πρόσθετη προστασία από τον παγετό
- . Συντελούν στην αποστράγγιση
- . Αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα
- . Βοηθούν την κατανομή των φορτίων με το σύστημα των στρώσεων

Στα δύσκαμπτα οδοστρώματα η στρώση βάσης κατασκευάζεται, επειδή:

- . Αποτρέπει την άνοδο του ύδατος λόγω τριχοειδών
- . Προστατεύει από τον παγετό
- . Συντελεί στην αποστράγγιση.
- . Αποτρέπει τις καθιζήσεις του εδάφους
- . Αυξάνει την αντοχή του οδοστρώματος
- . Διευκολύνει την κατασκευή

Στο εύκαμπτο οδόστρωμα η μεταφορά των φορτίων στο έδαφος γίνεται δια μέσου των στρώσεων του. Το ολικό πάχος του εύκαμπτου οδοστρώματος πρέπει να είναι τόσο, ώστε οι δυνάμεις που μεταβιβάζονται σε μεγαλύτερη συνεχώς επιφάνεια να μειωθούν μέχρι να γίνονται ανεκτές από το έδαφος έδρασης του οδοστρώματος. Στο δύσκαμπτο οδόστρωμα, όπου το υλικό του είναι μεγάλης αντοχής, το κύριο μέρος των τάσεων μεταβιβάζεται στο φορέα, ενώ το έδαφος θεμελίωσης απλώς αντιδρά στην παραμόρφωση του οδοστρώματος. Έτσι το πρόβλημα του υπολογισμού των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων είναι η στατική επίλυση πλάκας σκυροδέματος, που εδράζεται σε άπειρα ελαστικά σημεία.

1.2.2. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Στα παραπάνω σχήματα είχε σχεδιασθεί σκαριφηματικά η διαφορά στη δομή ευκάμπτων και άκαμπτων οδοστρωμάτων. Στα άκαμπτα οδοστρώματα, είναι προφανής η κυριαρχία της πλάκας σκυροδέματος. Πρόκειται συνήθως για οπλισμένη πλάκα πάχους 20 - 30 cm η οποία εδράζεται πάνω σε επιλεγμένο υλικό, στρώση η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί στην υπόβαση των ευκάμπτων οδοστρωμάτων.

Στην Ελλάδα κατασκευάζονται αποκλειστικά εύκαμπτα οδοστρώματα για τους δρόμους. Ο βασικός λόγος για αυτό είναι ότι τα άκαμπτα οδοστρώματα είναι ακριβότερα. Κατ' εξαίρεση σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά και στα αεροδρόμια, μπορεί να προκριθεί η κατασκευή άκαμπτων οδοστρωμάτων. Πέραν του κόστους τα εύκαμπτα με τα άκαμπτα οδοστρώματα παρουσιάζουν μια ακόμα σειρά διαφοροποιήσεων:

Τα εύκαμπτα οδοστρώματα παραμορφώνονται περισσότερο από τη διέλευση ενός βαρέως φορτηγού. Γι' αυτό άλλωστε ονομάζονται και εύκαμπτα. Θα μπορούσε να αναφερθεί ότι μια τέτοια διέλευση προκαλεί βύθιση της τάξης των 2 mm, ενώ στα άκαμπτα οδοστρώματα η βύθιση είναι ανεπαίσθητη.

Η πίεση στη διεπιφάνεια οδοστρώματος - εδάφους, κάτω από το φορτίο κυκλοφορίας είναι υψηλότερη στα εύκαμπτα οδοστρώματα. Θα μπορούσε να αναφερθεί ότι είναι της τάξης του 15% των φορτίων κυκλοφορίας, ενώ στην ίδια θέση στα άκαμπτα οδοστρώματα είναι της τάξης του 2-3%.

Τα οδοστρώματα σκυροδέματος θεωρούνται καταλληλότερα όπου τα φορτία είναι ισχυρά. Για αυτό και χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. και στους κεντρικούς αυτοκινητόδρομους και λεωφόρους (αν και όχι συχνά). Χρησιμοποιούνται όμως συχνότερα στα οδοστρώματα αεροδρομίων, αφού τα φορτία των αεροσκαφών είναι μια τάξη μεγαλύτερα από τα αξονικά φορτία των φορτηγών). Τα οδοστρώματα σκυροδέματος θεωρούνται καταλληλότερα "σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις καταπόνησης, όπως, όπου βαριά οχήματα σταθμεύουν ή κινούνται πολύ αργά (σε χώρους στάθμευσης φορτηγών, αεροσκαφών, πριν από διόδια ή σε μεγάλες ανηφόρες, σε χώρους στάσης λεωφορείων, σε προβλήτες λιμανιών, σε τελωνεία κλπ. Αυτό οφείλεται στο ότι η άσφαλτος έχει ρεολογική συμπεριφορά, οι παραμορφώσεις της δηλαδή εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου, οπότε μακροχρόνια δράση ισχυρών φορτίων θα προκαλούσε τοπικές παραμορφώσεις).

Επίσης, όπου υπάρχει κίνδυνος να πέσουν λάδια ή καύσιμα στο οδόστρωμα (τα καύσιμα και λιπαντικά, ως παραπλήσιας χημικής σύστασης με την άσφαλτο την προσβάλλουν και την διαλύουν). Έτσι, σε χώρους μακροχρόνιας στάθμευσης, σε πρατήρια καυσίμων, σε συνεργεία, προτιμώνται οδοστρώματα σκυροδέματος). Θεωρούνται, τέλος, καταλληλότερα όπου οι αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα εύκαμπτα οδοστρώματα. Χαρακτηριστική θέση ανάπτυξης υψηλών θερμοκρασιών είναι η αρχή των αεροδιαδρόμων, εξ αιτίας των θερμών αερίων που εκβάλλουν οι κινητήρες των αεροσκαφών.

Τα οδοστρώματα σκυροδέματος θεωρείται ότι φθείρονται λιγότερο, έχουν δηλαδή μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (έως και 40 χρόνια αντί για 25 των ισχυρών εύκαμπτων οδοστρωμάτων). Η επιρροή της θερμοκρασίας στους δύο τύπους οδοστρωμάτων είναι διαφορετική. Η άσφαλτος είναι θερμοπλαστικό υλικό. Υψηλές θερμοκρασίες την μαλακώνουν και ως εκ τούτου τα εύκαμπτα οδοστρώματα είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε τροχαυλακώσεις κατά τους θερινούς μήνες.

Επίσης ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες την καθιστούν εύθραυστη, με συνέπεια να είναι ευπαθής σε ρηγματώσεις στις βαρυχειμωνιές. Αντίθετα τα οδοστρώματα σκυροδέματος υφίστανται συστολές - διαστολές από τη μεταβολή της θερμοκρασίας, δράση που αντιμετωπίζεται με την όπλιση των πλακών και την κατασκευή αρμών. Η αναγκαιότητα των αρμών δημιουργεί με τη σειρά της προβλήματα ευπάθειας των άκαμπτων οδοστρωμάτων στην περιοχή των αρμών τους. Συναφές είναι και το πρόβλημα των τάσεων από τη συστολή πήξης που εμφανίζεται, προφανώς, μόνο στα οδοστρώματα σκυροδέματος.

Η βασικότερη, ωστόσο, διαφοροποίηση μεταξύ ευκάμπτων και άκαμπτων οδοστρωμάτων θεωρείται ο τρόπος συμπεριφοράς του συστήματος στα φορτία κυκλοφορίας. Στα εύκαμπτα οδοστρώματα το σύστημα έδαφος οδόστρωμα συμπεριφέρεται πιο ενιαία. Αν υπάρχει στο υπέδαφος ένα ασθενές σημείο (το οποίο δεν έχει εντοπισθεί και εξυγιανθεί κατά την κατασκευή), τότε υπό τα φορτία κυκλοφορίας το έδαφος εκεί δεν καθιζάνει. Το υπερκείμενο οδόστρωμα δεν έχει αυτοτέλεια συμπεριφοράς, η υπόβαση, ως ασύνδετο υλικό θα καταρρεύσει ακολουθώντας την καθίζηση του εδάφους, η βάση ως ασύνδετο υλικό θα καταρρεύσει και αυτή. Ο ασφαλοτάτητος βέβαια, είναι στρώση με δομική συνοχή, είναι όμως ανίκανη να γεφυρώσει μεγάλα υποκείμενα κενά για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αργά ή γρήγορα θα καταρρεύσει και αυτός ακολουθώντας το σχήμα παραμόρφωσης της υποκείμενης βάσης.

Αντίθετα, αν αυτό συμβεί σε οδόστρωμα - σκυροδέματος, η υπόβαση, προφανώς, θα καταρρεύσει, ακολουθώντας την καθίζηση του εδάφους, αλλά η πλάκα σκυροδέματος μπορεί χωρίς πρόβλημα να γεφυρώσει καθιζήσεις υπό την επιφάνεια της, εφόσον είναι οπλισμένη, χωρίς να ραγίσει. Δρα κατά τρόπο παραπλήσιο (διότι δεν είναι και παρόμοια οπλισμένη) με τις τυπικές πλάκες ενός κτιρίου, οι οποίες δεν υποστηρίζονται παρά μόνο περιμετρικά. Δεν έχουμε δηλαδή ενιαία κατάρρευση εδάφους όπως στα εύκαμπτα οδοστρώματα.

1.2.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ:

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΟΠΗΚΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Από απόψεως εξυπηρετήσεως των συγκοινωνιών, τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα κατατάσσονται αμέσως μετά τα οδοστρώματα με ασφαλική επάλειψη. Είναι δε πιο οικονομικά. Πρέπει να δώσουμε μεγάλη προσοχή στην εξεύρεση των αδρανών υλικών για την κατασκευή του κυκλοφοριόπηκτου οδοστρώματος. Τα αδρανή είναι ο κυριότερος παράγοντας για την επιτυχία του οδοστρώματος.

ΥΔΑΤΟΠΗΚΤΑ ΣΚΥΡΩΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ (MAC-ADAM)

Τα σκυρωτά οδοστρώματα MAC - ADAM αποτελείται:

Από μια κάτω στρώση
(θεμελίωση)

Από μια πάνω στρώση
(επιφάνεια κυλίσεως)

Η κάτω στρώση έχει χαρακτηριστικά που εξαρτώνται από την φύση του εδάφους (επιφάνεια εδράσεως).

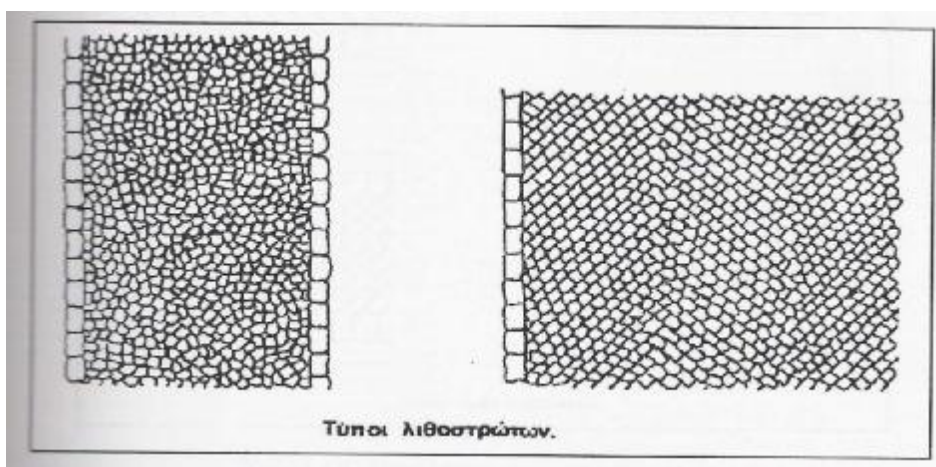
Πάχη πάνω στρώσεως.

. Πάνω στρώση (με κάτω στρώση) 10 - 15 εκ

. Πάνω στρώση (χωρίς κάτω στρώση) 20 - 25 εκ

ΛΙΘΟΣΤΡΩΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Λιθόστρωτα οδοστρώματα καλούνται όλες οι στρώσεις κυκλοφορίας της οδού από φυσικούς λίθους που τοποθετούνται με το χέρι και που εφαρμόζονται ο ένας δίπλα στον άλλο. Έντεχνα λιθόστρωτα μπορούν να κατασκευασθούν μόνο με τα χέρια και με έμπειρο προσωπικό. Απαγορεύεται στην κατασκευή των λιθόστρωτων να χρησιμοποιείται πέτρωμα ή υλικό που μπορεί να γίνει λείο από την κυκλοφορία.



Σχήμα: Τύποι λιθόστρωτων οδοστρωμάτων.

ΕΜΠΟΤΙΣΤΑ ΣΚΥΡΩΤΑ ΜΕ ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Στα εμποτιστά σκυρωτά με τσιμέντο, σαν συνοδευτική ύλη χρησιμοποιούμε μείγμα τσιμέντου, άμμου και νερού. Το οδόστρωμα αποτελείται από μία στρώση αδρανών υλικών, σκληρών και καθαρών, με διαστάσεις 2,5 – 7,5 εκ. που διαστρώνονται στη σκάφη η στην υποθεμελίωση. Έτσι δημιουργούμε ένα σκυρωτό οδόστρωμα με συνδετική ύλη τσιμέντου – άμμου – νερού. Το μείγμα, εκτοξεύεται στο οδόστρωμα από την αντλία του αναμεικτήρα.

ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (ΑΟΠΛΟ)

Αυτά τα οδοστρώματα ανήκουν στην κατηγορία των δύσκαμπτων. Από στατικής συμπεριφοράς, διαφέρουν από τα εύκαμπτα στο ότι συμπεριφέρονται υπό το βάρος του φορτίου σαν ένα στατικό δύσκαμπτο στοιχείο που εδράζεται σε ελαστικό υπόστρωμα ενώ τα εύκαμπτα διανέμουν το φορτίο με τον μηχανισμό των στρώσεων.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- . Τα απαιτούμενα υλικά (άμμος, χαλίκια , τσιμέντο και νερό) βρίσκονται παντού και πολλές φορές κοντά στο έργο.
- . Είναι οικονομικό διότι χρησιμοποιούμε μηχανές.
- . Έχει επιφάνεια ομαλή, κανονική όχι ολισθηρή και με μεγάλο βαθμό συνάφειας.
- . Σε περίπτωση που φθείρεται η επιφάνεια, είναι δυνατή η εφαρμογή ασφαλικής επιστρώσεως.
- . Μεγάλη διάρκεια ζωής (20 - 30 χρόνια) .

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- . Στερείται ελαστικότητας (δύσκαμπτο οδόστρωμα), η δε επιφάνεια του τρίβεται ευκολότερα από τα άλλα οδοστρώματα.
- . Οι μεταβολές της θερμοκρασίας και η κακή ποιότητα του εδάφους προκαλούν ρήγματα σε αυτό.

- . Προκαλείται θόρυβος από την διέλευση των οχημάτων.
- . Παρουσιάζει δυσχέρειες κατασκευής στα σημεία διαβάσεως από έκχωμα σε επίχωμα

ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα είναι συνήθως άοπλα όταν οι πλευρές κάθε πλάκας έχουν λόγο μικρότερο του 1,25 . Αν ο λόγος των πλευρών δεν έχει την τιμή αυτή ή αν οι πλάκες δεν είναι ορθογωνικές τότε χρειάζεται οπλισμός και κατά τις δύο διευθύνσεις.



Σχ: Κατασκευή ενδιάμεσης λωρίδας από άοπλο σκυρόδεμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

2.1. ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Τα αδρανή απόβλητα ή αλλιώς οικοδομικά απορρίμματα (συμπεριλαμβανομένων των κατεδαφίσεων και των εκσκαφών γαιών θεμελίωσης διαφόρων έργων) ανέρχονται στην Ε.Ε. σε 300 εκατομμύρια τόνους ετησίως, ενώ άλλες πηγές ανεβάζουν την τιμή αυτή σε 450 εκ. τόνους (1,2). Το ρεύμα αυτό σε ποσοτικούς όρους είναι από τα μεγαλύτερα, μαζί με αυτά από τις μεταλλευτικές και αγροτικές δραστηριότητες, ενώ η διαχείρισή του είναι αντίθετη με τις αρχές της αειφορίας και προκαλεί αξιοσημείωτες περιβαλλοντικές οχλήσεις. Περίπου το 75% από αυτές τις ποσότητες οδηγείται σε χώρους ΧΥΤΑ, καταλαμβάνοντας σημαντικό χώρο, παρόλο που τα περισσότερα από αυτά είναι ανακυκλώσιμα υλικά και μπορούν να αποτελέσουν πρώτη ύλη για τον κατασκευαστικό κλάδο. Με βάση τα παραπάνω μπορεί να γίνει διαχωρισμός των αδρανών απορριμμάτων ανάλογα με την προέλευσή τους στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Υλικά Εκσκαφών
- Υλικά Οδοποιίας
- Υλικά Κατεδαφίσεων – Μπάζα
- Εργοταξιακά Απορρίμματα

2.1.1. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ανάγκη για ανακύκλωση των αδρανών αποβλήτων υπαγορεύεται από το γεγονός ότι α) η πλειονότητα των αποβλήτων αποτελεί εν δυνάμει χρήσιμο υλικό που μπορεί να εξοικονομήσει τις αντίστοιχες παρθένες πρώτες ύλες και β) η διάθεση αδρανών σε ΧΥΤΑ οικιακών απαγορεύεται πλέον. Ο πυρήνας όλων των τεχνολογιών ανακύκλωσης των αδρανών αποβλήτων βασίζεται στις διεργασίες θραύσης-κοσκίνησης. Δεδομένου ότι το εισερχόμενο ρεύμα είναι ιδιαίτερα ετερογενές, η διεργασία συνδυάζεται συχνά με κάποιο σύστημα διαχωρισμού, απλό ή και εξεζητημένο.

Οι διαθέσιμες τεχνολογίες ανακύκλωσης πρακτικά χωρίζονται σε τρία επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αναφέρεται κυρίως σε μονάδες φορητές, μικρής δυναμικότητας, οι οποίες είτε εγκαθίστανται επί τόπου του έργου για την απευθείας ανακύκλωση των υλικών είτε εγκαθίστανται σε σταθερή βάση σε ΧΥΤΑ. Το τελικό προϊόν περιέχει αρκετές προσμίξεις και είναι χαμηλών προδιαγραφών.

Το δεύτερο επίπεδο αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση και αναφέρεται σε μονάδες με ελαφρώς πιο πολύπλοκο εξοπλισμό χωρίς ιδιαίτερα μεγάλη αύξηση στο κόστος, ο οποίος επιτυγχάνει και κάποιο βασικό διαχωρισμό (π.χ. μαγνητικός διαχωρισμός, απομάκρυνση ανεπιθύμητων προσμίξεων). Η βιωσιμότητα των μονάδων σχετίζεται κυρίως με τα κόστη διάθεσης, μεταφοράς και πρώτων υλών.

Τέλος το τρίτο επίπεδο εφαρμόζεται σε κράτη, τα οποία έχουν απαγορεύσει τη διάθεση των αδρανών προς ταφή ή τα τέλη είναι σχεδόν απαγορευτικά, με αποτέλεσμα η ανακύκλωση να αποτελεί τη βασική οδό διαχείρισης. Η αγορά περιλαμβάνει μονάδες επεξεργασίας μεγάλης κλίμακας με εξεζητημένα συστήματα διαχωρισμού, όπως αεροδιαχωριστές.

Υπάρχουν ακόμα συστήματα διαλογής στην πηγή, στα οποία χρήσιμα υλικά απομακρύνονται και ταξινομούνται σε σωρούς πριν την κατεδάφιση. Με αυτό τον τρόπο, παράγονται υλικά υψηλής προστιθέμενης αξίας και κάποιες χώρες (Αυστρία, Γερμανία και Ολλανδία) έχουν αυξήσει τα ποσοστά ανακύκλωσης που φτάνουν μέχρι 85-90%.

Τα προϊόντα που εξάγονται από την επεξεργασία των αδρανών απορριμμάτων μπορούν να αξιοποιηθούν με αντίστοιχη εξοικονόμηση πρώτων υλών σε διάφορες κατηγορίες τεχνικών έργων, όπως αυτοκινητόδρομοι, πεζοδρόμια και παρόμοια έργα. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στο ορυκτής προέλευσης (mineral materials), κλάσμα που είναι και το μεγαλύτερο. Από προχωρημένες διεργασίες διαχωρισμού μπορούν να προκύψουν προϊόντα για ένα εύρος εφαρμογών, ως ακολούθως:

- Δευτερογενής άσφαλτος για ανάμιξη
- Μίγμα για την παραγωγή τούβλων
- Μίγμα για την παραγωγή κλίνκερ τσιμέντου
- Μίγμα για την παραγωγή σκυροδέματος (έως C20-25)
- Υλικό υποστρώματος οδών
- Υλικό στεγάνωσης ή επικάλυψης ΧΥΤΑ
- Γενικά οπουδήποτε απαιτούνται αδρανή υλικά και άμμος

Ο υπολογισμός του κόστους επεξεργασίας ανά τόνο αδρανών απορριμμάτων πρέπει να περιλαμβάνει τον προϋπολογισμό του έργου, τον αναμενόμενο χρόνο ζωής, τις αποσβέσεις, καθώς και τα λειτουργικά έξοδα (ενέργεια, συντήρηση και έξοδα προσωπικού). Σε αυτά πρέπει να προστεθούν και τα έξοδα μεταφοράς από το σημείο παραγωγής στο ΧΥΤ, τα οποία συχνά δεν είναι αμελητέα λόγω των αποστάσεων.

:

2.1.2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της οικονομίας και τη συνεχή αύξηση της κατανάλωσης , δημιουργείται ένα μεγάλο μέρος απορριμμάτων σε παγκόσμια κλίμακα . Η αξιοποίηση των μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων γυαλιού είναι επείγον εθνικό και παγκόσμιο θέμα. Η ανακύκλωση γυαλιού μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια και τη μείωση των περιβαλλοντικών αποβλήτων.

Έμφαση στην τεχνολογία ανακύκλωσης γυαλιού θα διευρύνει το πεδίο εφαρμογής των αποβλήτων πάνω στο γυαλί και θα προωθήσει την περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνικών του γυαλιού.

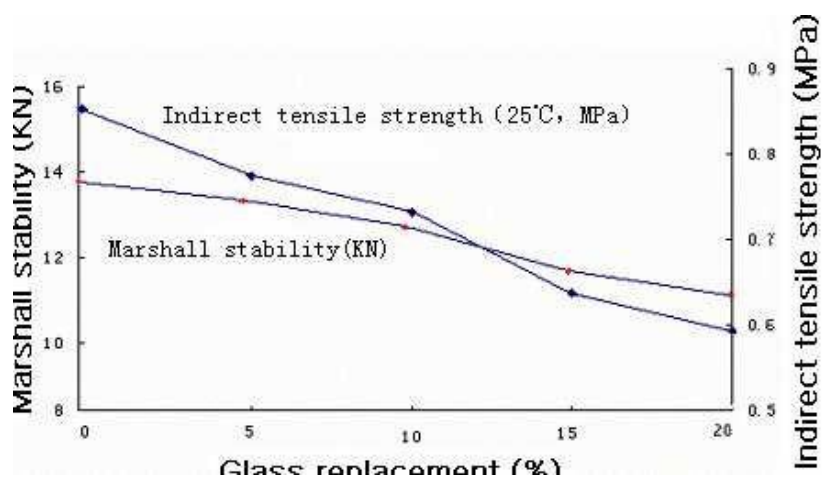
Σχεδόν 10 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων γυαλιού συλλέγονται σε μητροπόλεις κάθε χρόνο, δηλαδή περίπου 3 ~ 5% κατά βάρος των οικιακών αποβλήτων. Η ανακύκλωση γυαλιού στην Ευρώπη έφθασε 77,8% το 2002, σε 80% το 2005, ενώ η αναλογία στην Ιαπωνία ήταν απλώς και μόνο το 20% πριν από το 1996.

Η ποιότητα και οι επιδόσεις των προϊόντων που κατασκευάζονται από ανακυκλωμένο γυαλί δεν είναι εύκολο να ελεγχθούν. Λίγες επιχειρήσεις θα παράγουν προϊόντα από ανακύκλωση γυαλιού, που χρησιμοποιούν την εκ νέου τήξη του ανακυκλωμένου γυαλιού. Ανάμεσά τους, τα απορρίμματα γυαλιού που αποτελούν σημαντικό μέρος.

2.1.2.1. Γενικά για το γυαλί

Το γυαλί είναι μη μεταλλικό και ανόργανο υλικό από επιλεγμένες πρώτες ύλες, γι 'αυτό δεν μπορεί ούτε να αποτεφρωθεί ούτε αποσυντίθεται. Η ανακύκλωση του εκ νέου είναι δύσκολη διαδικασία. Το γυαλί είναι ανόργανο πολυμερές , στο οποίο η βασική δομική μονάδα της πολυμερούς αλυσίδας είναι η ομάδα $-Si-O-$.

Τα υλικά από γυαλί είναι εύθραυστα και πλούσια σε πυρίτιο, ώστε τα βασικά τεχνικά ευρετήρια από γυαλί-ασφαλτικό σκυρόδεμα είναι δυνατά και παρουσιάζουν αντίσταση σε ζημιές από νερά. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις δοκιμές περιλαμβάνουν AH-70 και SBS τροποποιημένων ασφαλτικών - ασβεστόλιθο τα οποία συνθλίβονται και παράγουν ανακυκλωμένο γυαλί. Η δοκιμή Marshall χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει την επίδραση της βέλτιστης ασφάλτου σε περιεχόμενο, όγκο και δύναμη αλλά και στις ιδιότητες της όταν προστέθηκαν ποσοστά από θραύσματα γυαλιού. Τα δεδομένα από τις τροποποιημένες δοκιμές Lottman , έδειξαν ότι η αντίσταση κατά των ζημιών από νερά στο γυαλί -ασφαλτικό σκυρόδεμα, είναι πιο απλοί από ότι σε ασφαλτικό σκυρόδεμα.



.Πίνακας 1: Αποτελέσματα διαφορετικών δοκιμών Marshall από αναπλήρωση γυαλιού.

Ποσοστό προστιθέμενο υ γυαλιού	Θεωρητική μέγιστη πυκνότητα	Λόγος σε αέρα (%)	Σταθερότητα σύμφωνα με δοκιμή Marshall (kN)	Έμμεση αντοχή σε εφελκυσμό (25 . MPa)
0	2.530	4.13	13.76	0.846
5	2.521	4.19	13.32	0.775
10	2.514	4.16	12.72	0.733
15	2.503	4.22	11.69	0.637
20	2.496	4.25	11.13	0.594

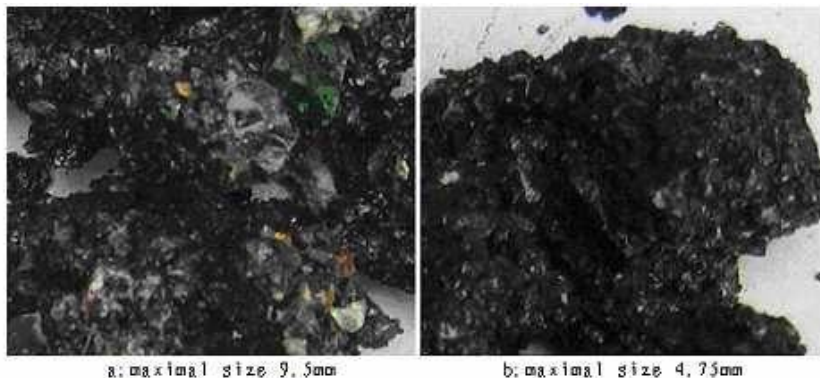
Οι ιδιότητες μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση υγρών ή την απογύμνωση της ένυδρης άσβεστου . Η υψηλή θερμοκρασία της σταθερότητας και της κόπωσης των επιδόσεων σε γυαλί-άσφαλτο συγκεκριμένα έχουν επίσης δοκιμαστεί και τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά. Η έρευνα κατέδειξε ότι η ανακύκλωση και η χρήση των αποβλήτων γυαλιού στο ασφαλτικό σκυρόδεμα είναι εφικτή. Glassphalt είναι η άσφαλτος γυαλιού που περιέχει σωματίδια από υαλοθραύσματα και είναι ευρύτατη γνωστή στη Μ. Βρετανία. Χρησιμοποιείται ως μέσο για τη διάθεση των πλεονασμάτων των αποβλήτων γυαλιού από τη δεκαετία του 1960. Η άσφαλτος από γυαλί είναι ουσιαστικά η ίδια με συμβατικό θερμό μίγμα ασφάλτου, εκτός από το ότι το 5% έως 40% του βράχου ή και άμμου συνολικά αντικαθίσταται από πολτοποιημένο γυαλί και η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας του γυαλιού για την αποκατάσταση συμβατικών συνολικά εξαρτάται από την τοποθεσία, την ποιότητα και το κόστος των μεγεθών.

Ένας μεγάλος αριθμός έργων χρήσης ασφάλτου με γυαλί έχουν διεξαχθεί σε πόλεις όλης της Μ. Βρετανίας. Στις Η.Π.Α. τα περισσότερα από αυτά τα έργα δεν έχουν προχωρήσει πέρα από το πιλοτικό στάδιο, λόγω των οικονομικών, αφού δεν είναι οικονομικό στις περισσότερες περιοχές της Αμερικής η συλλογή γυαλιού, διαδικασία που σύμφωνα με κάποιες προδιαγραφές συνολικά το ποτήρι με το φυσικό συνολικό μίγμα προσθέτουν την παρτίδα τροποποιητών όπου χρειάζονται για την κάλυψη των προδιαγραφών. Η καλύτερη δυνατότητα για συνεχή παραγωγή glassphalt είναι σε κοινότητες με δημοτικές εγκαταστάσεις με άσφαλο, γιατί η κοινότητα μπορεί να κάνει μια άμεση συσχέτιση μεταξύ του επιπλέον κόστους που πραγματοποιούνται σε εγκαταστάσεις glassphalt και στη εξοικονόμηση από τα στερεά απόβλητα που θα εκτραπεί σε tip τελών. Η δυνατότητα για καλύτερη glassphalt βιώσιμης χρήσης από τον ιδιωτικό τομέα και τους αναδόχους κατασκευαστές είναι μέσω της δημιουργίας οικονομικών κίνητρων για τη συνεχή χρήση του γυαλιού.

Η δημιουργία glassphalt είναι δύσκολο να αναγνωριστεί από ένα κοινό μάτι ειδικά αν δεν υπάρχουν μεγάλα σωματίδια γυαλιού στο επιφανειακό στρώμα. Όταν εγκατασταθεί σωστά, glassphalt δεν παρουσιάζει κίνδυνο στον άνθρωπο ή ζημιές στα λάστιχα οχημάτων. Λόγω του γυαλιού που περιέχεται, η glassphalt κρατάει περισσότερη θερμότητα από τις συμβατικές ασφάλτους. Το χαρακτηριστικό αυτό θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμο σε περιπτώσεις κατά τις οποίες διεξάγεται έργο οδοποιίας στο κρύο, ή όταν μεγάλο χρονικό διάστημα μετά το μείγμα της μεταφοράς είναι αναγκαίο. Επιπλέον, οι επιφάνειες glassphalt φαίνεται να στεγνώνουν γρηγορότερα από παραδοσιακές ασφάλτους διότι τα σωματίδια γυαλιού δεν απορροφούν νερό. Επίσης οι επιφάνειες Glassphalt είναι περισσότερο ανακλαστικές από τη συμβατική άσφαλο, και μπορεί να βελτιώσουν την οδήγηση στη νυχτερινή ορατότητα.

2.1.2.2. Μειονεκτήματα **glassasphalt**

1. Πολλά μεγάλα και επίπεδα σωματίδια γυαλιού τα οποία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα όπως η αφαίρεση της ταινίας ασφάλτου δηλαδή η αποκόλληση σωματιδίων γυαλιού από την επιφάνεια του οδοστρώματος, με αποτέλεσμα εύκολη ολίσθηση.
2. Η επιφάνεια των θραυσμάτων γυαλιού των σωματιδίων είναι ομαλή και υπερβαίνει το διοξείδιο του πυριτίου, το ποσοστό είναι σχετικά υψηλό με αποτέλεσμα να είναι αρκετά όξινο. Επομένως τα οδοστρώματα με γυαλί είναι λογικό να μην απορροφούν ποσότητες νερού.
3. Το γωνιώδες σχήμα και η γωνία τριβής παρέχει ανεπαρκή εγκάρσια σταθερότητα (σε πέδηση ή κίνηση).
4. Η χαμηλή απορρόφηση της ασφάλτου είναι λόγος όπως και η πυκνότητα να προκαλέσει προβλήματα αιμορραγίας στο οδόστρωμα.
5. Η ανάκλαση του φωτός στο γυαλί μπορεί κάποιες φορές να είναι εκθαμβωτική και να στραβώνει τον οδηγό.
6. Κίνδυνος φθοράς ελαστικών αν δε στρωθεί σωστά.



Εικόνα : Εσωτερικά σημεία ασφάλτου με γυαλί ύστερα από βύθιση νερού.

2.2. ΑΦΡΩΔΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΣ

Γενικά

Η αφρώδης ασφαλτος παράγεται προσθέτοντας μικρές ποσότητες νερού σε θερμό ασφαλτικό (περίπου 2 - 3 % κατά βάρος ασφαλτικού). Η ασφαλτος που χρησιμοποιείται γι' αυτή τη διαδικασία είναι ασφαλτικό συνηθισμένου βαθμού διείδυσης, τύπου Β60 έως Β200, το οποίο επίσης χρησιμοποιείται για την παρασκευή ασφάλτου στην κατασκευή νέου δρόμου. Όταν εισάγεται στο θερμό ασφαλτικό, το νερό εξατμίζεται απότομα, προκαλώντας έτσι εκρηκτική αφροποίηση του ασφαλτικού στον κεκορεσμένο ατμό. Το νερό είναι ο φορέας του διαμορφωμένου σε σταγονίδια ασφαλτικού και μέσα σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα, το ασφαλτικό μπορεί έτσι να επεκταθεί 20 με 30 φορές από τον αρχικό του όγκο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να συγκριθεί με αυτό που μπορεί να παρατηρηθεί εάν λίγες σταγόνες νερού προστεθούν σε ζεστό λάδι σε ένα τηγάνι. Το νερό εξατμίζεται απότομα και οδηγεί σε μία συνήθως μη ελεγχόμενη διαστολή του λαδιού στο τηγάνι.

Η ένταση και αποτελεσματικότητα της διαδικασίας αφροποίησης μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω μέσω μίας ελεγχόμενης λειτουργίας των βασικών φυσικών παραγόντων, όπως η πίεση και η θερμοκρασία. Στις μηχανές κατασκευής δρόμου ή - Ως εργαστηριακές εγκαταστάσεις, αυτή η διαδικασία ως εκ τούτου πραγματοποιείται σε ένα κιβώτιο διαστολής όπου το νερό εισάγεται στο θερμό ασφαλτικό το οποίο έχει μία θερμοκρασία περίπου 180 C, σε πίεση περίπου 5 bar. Το αφρώδες ασφαλτικό που παράγεται έτσι διαφεύγει από το κιβώτιο διαστολής μέσω ενός εγχυτήρα και μπορεί αμέσως μετά να αναμιχθεί με το ορυκτό αδρανές για να υποστεί επεξεργασία.

Η αφροποίηση του ασφαλτικού καταλήγει σε έναν αριθμό βελτιώσεων όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του και στο "χειρισμό" του ως συνδετικού παράγοντα. Ο αφρός έχει μία σημαντικά μεγαλύτερη επιφάνεια από ότι το υγρό ασφαλτικό και έτσι μπορεί να καλύψει καλύτερα το ψυχρό και υγρό μίγμα ορυκτών αδρανών

Η διαδικασία αφροποίησης μειώνει το ασφαλτικό ιξώδες και έτσι βελτιώνει τις δυνατότητες διασποράς του. Αυτό, επίσης, τελικά οδηγεί σε βελτιωμένες δυνατότητες κάλυψης του μίγματος ορυκτών αδρανών, δια του οποίου υλικά με μικρότερη επιφάνεια καλύπτονται καλύτερα από ότι εκείνα με μεγαλύτερη επιφάνεια. Σε αντίθεση με το θερμό ασφαλτικό, το αφροποιημένο ασφαλτικό έχει μία θερμοκρασία περίπου 50 – 60 C μόνο.

2.2.1. Η ποιότητα του αφροποιημένου ασφαλτικού

Οι κύριοι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα του τελικού αφροποιημένου ασφαλτικού προϊόντος είναι η "διαστολή" και η "ημιζωή". Η διαστολή ορίζεται ως η αναλογία ανάμεσα στον μέγιστο επιτυγχανόμενο όγκο αφροποιημένου ασφαλτικού και στον πρωταρχικό όγκο του μη - αφροποιημένου ασφαλτικού. Για να επιτευχθεί αφροποιημένο ασφαλτικό υψηλής ποιότητας, η διαστολή θα πρέπει να είναι > 15. Η ημιζωή ορίζεται ως ο χρόνος στον οποίο το αφροποιημένο ασφαλτικό έχει μειώσει το μέγιστο επιτευχθέντα όγκο κατά 50%. Μετά από κάποιο συγκεκριμένο χρόνο, το αφροποιημένο ασφαλτικό καταρρέει εξαιτίας της πυκνοποίησης του ατμού που ψεκάζεται στο κιβώτιο διαστολής. Η ημιζωή συνήθως μετράται σε δευτερόλεπτα. Σαν κανόνας, μπορεί να ειπωθεί ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η διαστολή και όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος υποδιπλασιασμού, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του αφροποιημένου ασφαλτικού. Για αφροποιημένο ασφαλτικό υψηλής ποιότητας, ο χρόνος υποδιπλασιασμού θα πρέπει να είναι μεταξύ 5 και 10 δευτερολέπτων.

Οι παράμετροι ημιζωή και διαστολή - συνεπώς και η ποιότητα του αφροπονημένου ασφαλτικού - μπορούν να επηρεαστούν από έναν αριθμό παραγόντων, όπως είναι η θερμοκρασία του θερμού ασφαλτικού, η ποσότητα του νερού που προστίθεται ή η πίεση που εφαρμόζεται στη διαδικασία αφροποίησης.

2.2.2. Εκτίμηση της ποιότητας του αφροπονημένου ασφαλτικού

Οι αφρώδεις ιδιότητες μπορούν, για παράδειγμα, να ελεγχθούν με την κινητή εργαστηριακή εγκατάσταση Wirtgen, WLB 10. Η εργαστηριακή εγκατάσταση για αφροπονημένο ασφαλτικό καθιστά δυνατό τον εκτεταμένο έλεγχο των ιδιοτήτων αφρισμού των ασφαλτούχων τύπων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Με σκοπό να καθοριστεί ο βέλτιστος ασφαλτούχος αφρός, μία σειρά από δοκιμές μπορούν να διεξαχθούν με ποικίλες θερμοκρασίες ασφάλτου και ποσότητες προστιθέμενου νερού και αέρα. Ο ασφαλτικός αφρός μπορεί επίσης να εισαχθεί απευθείας σε ένα εργαστηριακό αναμίκτη για την παραγωγή δειγμάτων ελέγχου, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δοκιμή καταλληλότητας.

2.2.3. Χρήση αφρώδους ασφαλτικού ως συντελεστή συναρμογής σε υλικά ψυχρής επεξεργασίας

Σε ένα πρώτο στάδιο, το μίγμα αδρανών ελέγχεται, και επακόλουθα το εν ψυχρό κατεργασμένο υλικό, αναμινύεται με το αφρώδες ασφαλτικό άριστης ποιότητας και υποβάλλεται σε δοκιμή.

Η περιεκτικότητα παιπάλης στο μίγμα των ανόργανων αδρανών (διερχόμενα από το κόσκινο των 0.075 mm) είναι πολύ σημαντική όταν χρησιμοποιείται αφρώδες ασφαλτικό ως συνδετικός παράγοντας. Η διαδικασία αφροποίησης οδηγεί σε μία διαστολή της επιφάνειας του ασφαλτικού και έχει ως αποτέλεσμα, την ίδια στιγμή, μία μείωση του ιξώδους του. Οι ιδιότητες διασποράς που βελτιώνονται έτσι διασφαλίζουν καλύτερη επικάλυψη των συστατικών στο μίγμα του ορυκτού αδρανούς, το οποίο έχει ένα σχετικά μικρό μέγεθος κόκκων και είναι έτσι συνδεδεμένα σε μορφή κονιάματος μέσω του συνδετικού παράγοντα αφρώδους ασφαλτικού. Εάν υπάρχει ανεπάρκεια στην απαιτούμενη περιεκτικότητα υλικού πλήρωσης (παιπάλη) της τάξης περίπου 4 - 5 % στα ορυκτά αδρανή, θραυστή άμμος 0/2 ή ένας υδραυλικός συνδετικός παράγοντας (άσβεστος ή τσιμέντο) μπορεί να προστεθεί σαν εναλλακτική λύση.

2.2.4. Έλεγχος των ιδιοτήτων του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού

Έχει ήδη επισημανθεί ότι είναι μεγάλης σημασίας μία επαρκής περιεκτικότητα σε παιπάλη του υλικού που πρόκειται να σταθεροποιηθεί. Η ανάλυση με κόσκινα ενός καλά διαβαθμισμένου υλικού με μία ικανοποιητική κατανομή από λεπτόκοκκα έως χονδρόκοκκα αδρανή θα βοηθήσει να βγούνε συμπεράσματα για το εάν θα πρέπει να προστεθεί υλικό πλήρωσης (άμμος και / ή τσιμέντο). Ο προσδιορισμός της βέλτιστης περιεκτικότητας σε νερό και της μέγιστης ξηρής πυκνότητας είναι επίσης σημαντικός. Η ικανότητα σταθεροποίησης ενός μίγματος υλικών, που εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε νερό, συνήθως καθορίζεται από την δοκιμή Proctor (DIN 18 127).

2.2.5. Καθορισμός της βέλτιστης περιεκτικότητας αφρώδους ασφαλικού

Αφού έχουν καθοριστεί οι βέλτιστες ιδιότητες αφρού, για παράδειγμα με την κινητή εργαστηριακή εγκατάσταση του αφρώδους ασφαλικού Wirtgen, WLB 10, δείγματα ελέγχου μπορούν να παραχθούν από το υλικό ψυχρής επεξεργασίας. Εδώ, επίσης, η εργαστηριακή εγκατάσταση Wirtgen, WLB 10 μπορεί να βοηθήσει. Ο ασφαλούχος αφρός μπορεί να εισαχθεί απευθείας στο ομογενοποιημένο αδρανές που έχει τοποθετηθεί σε ένα εργαστηριακό μίκτη. Με σκοπό να προσδιοριστεί και να επιτευχθεί η βέλτιστη ασφαλική περιεκτικότητα, ποικίλες ασφαλικές ποσότητες με τη βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό προστίθενται στο μίγμα των αδρανών.

2.2.6. Οι ιδιότητες του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού

Το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό που παράγεται με αφρώδες ασφαλικό (χωρίς την προσθήκη τσιμέντου) μπορεί να αποθηκευτεί για πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους. Οι ιδιότητες αποθήκευσης εξαρτώνται από την περιεκτικότητα σε νερό. Εάν η περιεκτικότητα του νερού στο εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό διατηρηθεί κοντά στη βέλτιστη τιμή μέσω κατάλληλων μέτρων, όπως προστασία από τον ήλιο και τον άνεμο, μπορεί να αποθηκευτεί περισσότερο ή λιγότερο απροσδιόριστα. Οι μικρής σημασίας απώλειες υγρασίας μπορούν να αναπληρωθούν προσθέτοντας μία αντίστοιχη ποσότητα νερού και ομογενοποιώντας το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό άλλη μία φορά, για παράδειγμα σε μία εγκατάσταση ανάμιξης. Τα υλικά που κατεργάζονται με αφρώδες ασφαλικό μπορούν, για μία παρατεταμένη περίοδο, επίσης να τοποθετηθούν κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

. Ένα ιδιαίτερο πλεονέκτημα στις περιοχές εργασιών αποκατάστασης δρόμων είναι το γεγονός ότι το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό μπορεί να αποδοθεί στην κυκλοφορία αμέσως μετά τη συμπύκνωση. Τα κωλύματα στην κυκλοφορία που προκαλούνται από την εκτέλεση των εργασιών πεδίου μπορούν έτσι να διατηρηθούν σε ένα απόλυτο ελάχιστο. Το γεγονός ότι το αφρώδες ασφαλτικό μπορεί να παραχθεί από ασφαλτικό συνηθισμένου βαθμού διείδυσης με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων νερού μόνο, καταλήγει σε οικονομικά οφέλη εξαιτίας του μειωμένου κόστους για τη χρήση του ως συνδετικού παράγοντα και αναφορικά με τις ευκολίες μεταφοράς. Οικολογικές απόψεις επίσης, μιλάνε για την εφαρμογή της τεχνολογίας του αφρώδους ασφαλτικού στην κατασκευή δρόμου..

2.2.7. Χαρακτηριστικές τιμές για στρώσεις σταθεροποιημένες με αφρώδες ασφαλτικό

Οι πιο σημαντικές χαρακτηριστικές τιμές για εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό που σταθεροποιείται με αφρώδες ασφαλτικό δίνονται στον κατάλογο παρακάτω. Επιπλέον με το αφρώδες ασφαλτικό, τσιμέντο 1 - 2 % μπορεί να προστεθεί, εξασφαλίζοντας μία επιπρόσθετη πρώιμη υψηλή αντοχή. Λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα του τσιμέντου που προστίθεται, οι ποσότητες ασφαλτικού που πρέπει να προστεθούν βρίσκονται συνήθως μέσα στα ακόλουθα όρια:

- a) Αλεσμένο ασφαλτικό υλικό (RAP) / θραυστό λίθινο υλικό λίθος (50/50 ανάμιξη) 1.5 - 3.0 %
- b) θραυστός λίθος 2.5 - 4.0 %
- c) Φυσικοί χάλικες 3.0 - 4.5 %

Έμμεση εφελκυστική αντοχή:

Αυτός ο έλεγχος διεξάγεται σε ανθρακόπλινθους κατασκευασμένους σύμφωνα με τις προδιαγραφές Marshall σε θερμοκρασία 25 C.

Οι τυπικές τιμές είναι:

- a) Αλεσμένο ασφαλτικό υλικό (RAP)/θραυστό λίθινο υλικό 50/50 ανάμιξη) 350 -800kPa
- b) Θραυστό λίθινο υλικό 400 - 900kPa
- c) Φυσικοί χάλικες 250 - 500 kPa

Ανασταλτικό μέτρο

Τυπικές τιμές του ανασταλτικού μέτρου σταθεροποιημένου με αφροποιημένο ασφαλτικό και τσιμέντο είναι συνήθως οι ακόλουθες:

- a) Αλεσμένο ασφαλτικό υλικό (RAP)/ θραυστό λίθινο υλικό(50/50 ανάμιξη) 2,500 - 5,000 MPa
- b) Θραυστό λίθινο υλικό 3,000 - 6,000 MPa
- c) Φυσικοί χάλικες 2,000 - 4,000 MPa

2.2.8. Τεχνολογία μηχανών και διαδικασίες για την τοποθέτηση εν ψυχρώ κατεργασμένου παραγόμενου υλικού με αφροποιημένο ασφαλτικό.

Η επεξεργασία υλικών οδοστρωσίας όπου υπάρχουν, δηλαδή συνήθως σαν ελαττωματικό υλικό οδοστρώματος σε μια θέση εργασιών αποκατάστασης, μπορεί να διεξαχθεί επί τόπου με κατάλληλα μηχανήματα ανακύκλωσης (για παράδειγμα, ο ανακυκλωτής Wirtgen WR 2500 ή ο νέος ψυχρός ανακυκλωτής Wirtgen 2200 CR). Η τεχνολογία αφροποιημένου ασφαλτικού επιτρέπει τη διεξαγωγή της διαδικασίας αφροποίησης στο ίδιο το μηχάνημα, με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων νερού. Στο δοχείο ανάμιξης του ανακυκλωτή, το υλικό οδοστρώματος που έχει υποστεί αναμόχλευση ανακυκλώνεται για να διαμορφώσει την υπόβαση από αφροποιημένο ασφαλτικό.

Η επί τόπου ανακύκλωση με αφροποιημένο ασφαλτικό, επίσης, απαιτεί την προσθήκη της απαραίτητης περιεκτικότητας σε παιπάλη εάν το υπάρχον υλικό του οδοστρώματος δεν περιέχει το ελάχιστο απαιτούμενο επί τοις εκατό ποσοστό λεπτόκοκκων (κατ' ελάχιστον 4 - 5% διερχόμενο από το κόσκινο των 0.075 mm).

Αυτό είναι υποχρεωτικό για να επιτευχθεί η απόσπαση του συνδετικού παράγοντα από το ασφαλτικό σε μορφή σταγονιδίων και για να διασφαλιστεί μία καλή φέρουσα ικανότητα φορτίου της συμπυκνωμένης υπόβασης. Το πρόβλημα μπορεί να αποκατασταθεί διαστρώνοντας αρχικά θραυστή άμμο 0/2 ή με τη χρήση ενός υδραυλικού συνδετικού παράγοντα. Η καμπύλη διαβάθμισης της υπάρχουσας άμμου μπορεί επίσης να βελτιωθεί διαστρώνοντας επιπρόσθετο χοντρόκοκκο υλικό.

Παρόμοιες διαδικασίες μπορούν να διεξαχθούν εάν η στρώση του υπάρχοντος προς αποκατάσταση οδοστρώματος δεν έχει αρκετό πάχος. Η διάστρωση των λεπτόκοκκων υλικών και I ή του επιπρόσθετου χοντρόκοκκου υλικού πρέπει να διεξάγεται ακριβώς πριν την αναμόχλευση του υπάρχοντος κατεστραμμένου υλικού του οδοστρώματος.

Μετά την πρώτη διέλευση του μηχανήματος, που κυρίως εξυπηρετεί την ομογενοποίηση του υπάρχοντος υλικού, ο συνδετικός παράγοντας μπορεί μετά, σε μια δεύτερη διέλευση του μηχανήματος, να αναμιχθεί με το έδαφος. Αφού διαμορφωθεί η διατομή με ένα γκρέιντερ και επακολουθήσει συμπύκνωση, η στρώση της υπόβασης μπορεί να δοθεί στην κυκλοφορία αμέσως. Σαν εναλλακτική λύση στην επί τόπου παραγωγή νέων στρώσεων υπόβασης, το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό με αφροποιημένο ασφαλτικό μπορεί επίσης να παραχθεί σε εγκαταστάσεις. Αποθηκεύσιμο εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό, σταθεροποιημένο με αφροποιημένο ασφαλτικό μπορεί για παράδειγμα, να παραχθεί στην κινητή ψυχρής ανακύκλωσης εγκατάσταση ανάμιξης της Wirtgen KMA 150, χρησιμοποιώντας είτε ανακτώμενο ασφαλτικό υλικό είτε καινούρια, διαβαθμισμένα αδρανή.

2.2.9. Εκτιμήσεις

Σε αυτό το σημείο αναφέρονται όλα όσα πρέπει να εξετάσει κάποιος για να αποφασίσει αν η σταθεροποίηση με άσφαλτο είναι η κατάλληλη λύση σε μια δοσμένη κατάσταση.

- Πλεονεκτήματα

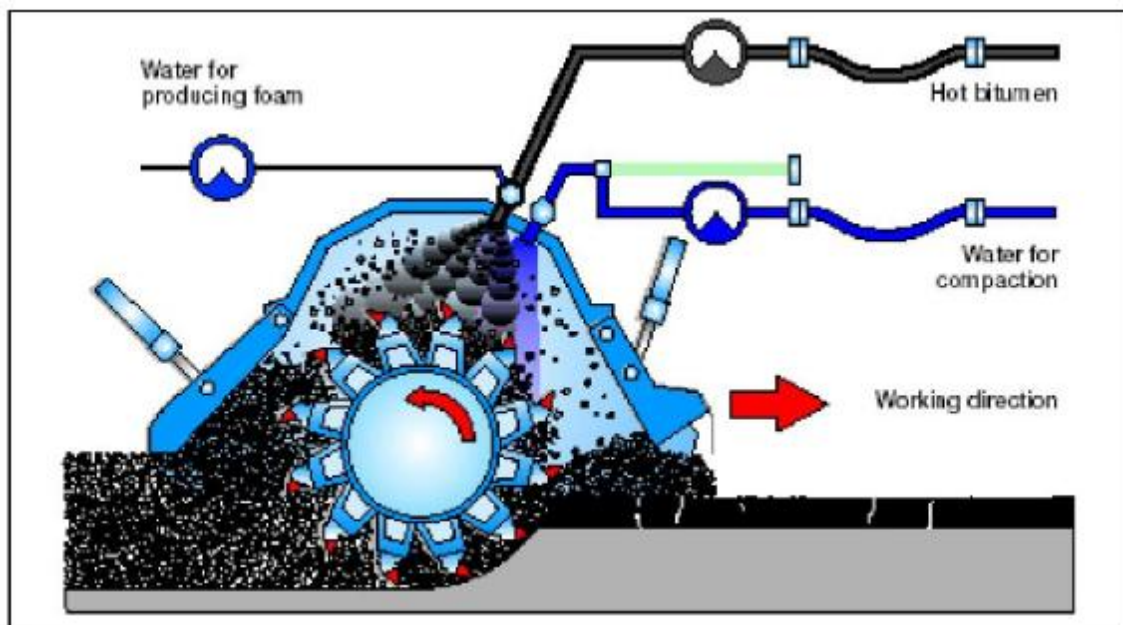
- αύξηση της διατμητικής αντοχής κοκκώδους οδοστρώματος
- τα χαρακτηριστικά αντοχής προσεγγίζουν εκείνα των κατεργασμένων με τσιμέντο υλικών ενώ παραμένουν εύκαμπτα και ως εκ τούτου ανθεκτικά σε κόπωση
- απαιτούνται χαμηλότερες περιεκτικότητες σε υγρασία σε σύγκριση με τη σταθεροποίηση με ασφαλτικό γαλάκτωμα και ως εκ τούτου τα υγρά σημεία ελαχιστοποιούνται
- μετά την κατασκευή, το οδόστρωμα μπορεί να ανεχτεί βαριά βροχόπτωση με ελάχιστη επιφανειακή φθορά κάτω από κυκλοφορία και είναι λιγότερο ευπαθές στις επιδράσεις του καιρού από ότι άλλες μέθοδοι σταθεροποίησης
- εφαρμόζεται επί τόπου και ως εκ τούτου είναι πιο γρήγορη από άλλες μεθόδους αποκατάστασης όπως η επίστρωση.



Εικ: Μηχάνημα διάστρωσης αφρώδους ασφάλτου

- Μειονεκτήματα

- πιο ακριβή από τη σταθεροποίηση με άσβεστο ιπτάμενη τέφρα
- όχι κατάλληλη για όλους τους τύπους οδοστρωμάτων (απαιτείται πλήρης κατανομή του μεγέθους των κόκκων)
- οι μεθοδολογίες σχεδιασμού για την αφρώδη άσφαλτο είναι σχετικά καινούργιες, καθώς μια γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας που σχετίζεται με τη σταθεροποίηση με αφρώδη άσφαλτο μόλις πρόσφατα έχει ξεκινήσει
- η διαδικασία απαιτεί θερμή άσφαλτο (180°C) για να είναι επιτυχής η αφροποίηση και κατά συνέπεια υπάρχει κίνδυνος εγκαυμάτων (κοινή σε όλες τις εργασίες κατασκευής του δρόμου στις οποίες χρησιμοποιείται θερμή άσφαλτος)
- απαιτείται ειδικός εξοπλισμός για τη σταθεροποίηση με αφρώδη άσφαλτο.



Σχ: Τρόπος επί τόπου διάστρωσης αφρώδους ασφάλτου. (σκαρίφημα)

2.3. ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ

Η χρήση χρώματος είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στη σύγχρονη κατασκευή και παραμόρφωση του οδοστρώματος καθώς η δυνατότητα επιλογής διαφόρων χρωματισμών ασφάλτου δίνει τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να εκμεταλλευτούν τη λειτουργικότητα των υλικών αυτών πετυχαίνοντας παράλληλα άριστο αισθητικό αποτέλεσμα. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για τη δημιουργία χρωματιστής επίστρωσης

- Χρωματισμός στο εσωτερικό του μείγματος με τη χρήση συμβατικού ασφαλτομείγματος το οποίο θα περιέχει χρωματισμένα πετρώματα ή/και χρωστικές ουσίες .
- Επιφανειακός χρωματισμός μετά τη επίστρωση με την εφαρμογή μιας ειδικής ουσίας επιφανειακού χρωματισμού της ασφάλτου.

Σε πολλές περιπτώσεις ο χρωματισμός της ασφάλτου είναι ιδιαίτερα λειτουργικός για τους εξής λόγους:

- προειδοποίηση της κυκλοφορίας σε ειδικές καταστάσεις (διασταυρώσεις, ποδηλατόδρομοι, επικίνδυνη εργοστασιακή έξοδος, στάση λεωφορείων κ.α.)
- βελτίωση της επίδρασης του φωτισμού με την επίστρωση ελαφρά χρωματισμένων επιφανειών (σήραγγες)
- δημιουργία ενός ανώτερου αισθητικού αποτελέσματος (γήπεδα τένις, παιδότοποι, parking)
- μείωση ή αύξηση της αντίθεσης (φωτεινότητα) της ασφάλτου με το φυσικό περιβάλλον.

2.4. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ

Πρόκειται για άσφαλτο η οποία ενισχύεται με πολυμερή προσθετικά τα οποία βελτιώνουν τις φυσικές /μηχανικές ιδιότητες της ασφάλτου.

Η άσφαλτος είναι χρήσιμη στην κατασκευή δρόμων λόγω της βασικής θερμοπλαστικής της φύσης, δηλαδή το ότι είναι σκληρή / στερεή, ψυχρή και σε υγρή μορφή, θερμή. Οι βασικές ιδιότητες της ασφάλτου μπορούν να τροποποιηθούν με την προσθήκη πολυμερών, τα οποία διαφοροποιούν τις φυσικές ιδιότητές της προς το καλύτερο. Τα πολυμερή προσθετικά δεν διαφοροποιούν χημικά τη χημική σύσταση της ασφάλτου, είναι όμως ικανά να τροποποιήσουν φυσικές ιδιότητες όπως το σημείο μάλθωσης και ευθραυστότητας της ασφάλτου. Ο ρόλος της τροποποιημένης ασφάλτου με θερμοπλαστικά-ελαστομερή στην οδοποιία είναι τετραπλός:

Πρώτον, αυξάνει την αντοχή του ασφαλτομίγματος, με αποτέλεσμα αυτό να μην παραμορφώνεται σε υψηλές θερμοκρασίες.

Δεύτερον, βελτιώνει την ελαστική συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος, με συνέπεια να αποφεύγεται η πρόωρη ρηγμάτωση της ασφάλτου.

Τρίτον, αυξάνει το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος με αποτέλεσμα την αύξηση της κατασκευαστικής αντοχής του οδοστρώματος και κατ' επέκταση, τη διάρκεια ζωής του.

Τέλος, αυξάνει την συγκόλληση μεταξύ ασφάλτου και αδρανών, σε όλο το φάσμα των θερμοκρασιών κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

2.4.1. Προϊόντα ενίσχυσης της ασφάλτου

Τα πιο γνωστά θερμοπλαστικά πολυμερή που χρησιμοποιούνται στην τροποποίηση της ασφάλτου είναι το **SBS** και το **EVA**.

SBS (Στυρένιο Βουταδιένιο Στυρένιο)

Αυτό είναι ένα θερμοπλαστικό καουτσούκ. Το SBS είναι ένα πολυμερές που χρησιμοποιείται στην τροποποίηση της ασφάλτου παρόλο που αρχικά κατασκευάστηκε για τη χρησιμοποίησή του στην παραγωγή των ελαστικών σολών παπουτσιών.

EVA (Οξικό Βινυλεθυλένιο)

Το EVA δεν θεωρείται μέλος της ομάδας των θερμοπλαστικών καουτσούκ αλλά έχει θερμοπλαστική φύση. Τα EVA και SBS, αυξάνουν την ακαμψία της ασφάλτου, αλλά σε πολλές περιπτώσεις λόγω της διαφορετικής του ψύξης είναι γνωστό ότι προκαλούν 'ξέφτισμα' του οδοστρώματος κατά την εφαρμογή. Στην Ελλάδα η τροποποιημένη ασφαλτος με πολυμερή όπως το SBS και το EVA χρησιμοποιείται στην κατασκευή οδοστρωμάτων αεροδρομίων και δρόμων υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου. Ο λόγος γι' αυτό, είναι οι βελτιωμένες φυσικές ιδιότητες που έχει αυτού του είδους η τροποποιημένη ασφαλτος.

2.5. ΑΝΤΙΥΔΡΟΦΙΛΑ ΥΛΙΚΑ

Η επιτυχημένη ασφαλτική κατασκευή εξαρτάται και από το βαθμό προσφύσεως του ασφαλτικού στα αδρανή. Γι' αυτό δοκιμάζουμε το ασφαλτικό υλικό με τα αδρανή για να διαπιστώσουμε τον βαθμό προσφύσεως.

Η δοκιμασία γίνεται ως εξής:

Επικαλύπτουμε το αδρανές με το ασφαλτικό υλικό που θα χρησιμοποιήσουμε και στη συνέχεια το τοποθετούμε μέσα σε νερό. Μετά από έναν ορισμένο χρόνο εκτιμούμε με το μάτι μας πόση επιφάνεια του αδρανούς έχει παραμείνει καλυμμένη με το ασφαλτικό. Αν η επιφάνεια είναι μεγαλύτερη του 95% της ολόκληρης επιφάνειας τότε λέμε ότι το υλικό δεν παρουσιάζει υδροφιλία και δεν χρειάζεται βελτίωση της προσφύσεως. Σε αντίθετη περίπτωση η πρόσφυση δεν είναι καλή.

Για να αυξήσουμε τον βαθμό προσφύσεως χρησιμοποιούμε διάφορα χημικά μέσα που ονομάζονται αντιυδρόφιλα υλικά. Συνήθως η αναλογία τους προς το ασφαλτικό υλικό κατά βάρος είναι 0,50-1,50%. Το απαιτούμενο ποσό καθορίζεται με δοκιμές. Βελτίωση της προσφύσεως με αντιυδρόφιλα υλικά γίνεται στα εξής ασφαλτικά συνδετικά: .

α) Σε καθαρή άσφαλτο

β) Σε ασφαλτικά διαλύματα

Τα αντιυδρόφιλα υλικά είναι πολύπλοκα χημικά παρασκευάσματα που περιέχουν ιδιαίτερες ενεργές ομάδες (NH_2 , COOH), οι οποίες εγγυούνται απορρόφηση ενός φιλμ ασφάλτου στην επιφάνεια του πετρώματος καθώς τροποποιούν χημικά την άσφαλτο. Τα αντιυδρόφιλα υλικά χρησιμοποιούνται σε ποσοστό έως 1.5% στο βάρος της ασφάλτου, τροποποιώντας την 'και καθιστώντας την ανθεκτική στην υγρασία τόσο του περιβάλλοντος όσο και των πετρωμάτων.

Κυριολεκτώντας, όταν χρησιμοποιείται αντιϋδρόφιλο υλικό η άσφαλτος απωθεί το νερό και κολλάει στην επιφάνεια του πετρώματος. Τα αντιϋδρόφιλα υλικά προσθέτονται στην άσφαλτο και το μίγμα αναμιγνύεται έως ομογενοποίησης.

2.6. STREET PRINT

Το Street Print είναι η καλύτερη λύση ασφαλτόστρωσης που συνδυάζει την αντοχή του τσιμέντου με την ελαστικότητα της ασφάλτου μέσα από την τεχνολογία και τα ποικίλα χρώματα. Το Street Print αποδίδει την πιο ανθεκτική και καλαίσθητη λύση στην υπάρχουσα αγορά με καλύτερα τελικά αποτελέσματα και το χαμηλό κόστος συντήρησης.

Η Street Print είναι μία πατενταρισμένη διαδικασία που χρησιμοποιείται από κατασκευαστές ασφάλτου υψηλής ποιότητας σε όλο το κόσμο και στην Ελλάδα από κατασκευαστές οι οποίοι έχουν την έγκριση της Bulk Oil A.E.

Το Street Print είναι ιδανικό για:

- δρόμους
- πεζόδρομους
- διαβάσεις
- εισόδους επιβραδύνσεως
- χώρους πάρκινγκ
- πλατείες
- εκκλησίες, προαύλια
- πάρκα, παιδικές χαρές
- δημόσιους χώρους
- εμπορικά πολυκαταστήματα
- αθλητικούς χώρους
- χώρους διευκρινιστικούς, λεωφορειόδρους κ.α.

Το προϊόν μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε φρέσκια κοκκοειδή βάση ή ως επίστρωση σε ήδη υπάρχουσα ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια. Το διάλυμα Στεγανότητας Street Print είναι ένα στεγνωτικό υψηλής ποιότητας, ακρυλικό πολυμερές και διάφανο που αφήνει την επιφάνεια να «αναπνέει», σχεδιασμένο ειδικά για χρήση με τα μίγματα Street Print. Όλα μαζί τα προϊόντα αυτά αποτελούν το «Σύστημα Επίστρωσης Street Print». ακρυλικό πολυμερές προϊόν με στοιχεία τσιμέντου για επίστρωση, το οποίο κατασκευάστηκε ειδικά για χρήση πάνω σε άσφαλτο που έχει υποστεί εγχάραξη. Έχει εξαιρετικά χαρακτηριστικά συγκόλλησης, προσαρμοστικότητας και αντοχής



Σχ: Street Print



Ασφαλτική μεμβράνη (βλ. επόμενη σελίδα)

2.7. ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Οι ασφαλικές μεμβράνες (ασφαλτόπανα) χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των επιχωμάτων των οδών. Ο ρόλος τους είναι να παρεμποδίζουν τις διακυμάνσεις της υγρασίας μέσα στα εδάφη που ο όγκος τους μεταβάλλεται σε μεγάλο βαθμό και που υπόκεινται σε μείωση αντοχής λόγω αυξήσεως της περιεκτικότητας σε υγρασίας και σε ρωγμές εξαιτίας συστολής που είναι συνέπεια της μείωσης της υγρασίας.

Οι ασφαλικές μεμβράνες που κατασκευάζονται στην κατώτερη ζώνη χρησιμεύουν σαν μονωτικές στα τριχοειδή φαινόμενα ενώ της ανώτερης ζώνης παρεμποδίζουν την ξήρανση και συστολή του εδάφους. Με συνδυασμό των δύο παραπάνω ασφαλικών μεμβρανών τα επιχώματα περικλείονται εντελώς και έτσι παρεμποδίζεται η μεταβολή της περιεκτικότητας της υγρασίας με αποτέλεσμα ομοιόμορφη φέρουσα ικανότητα και σταθερότητα όγκου.

Το ασφαλικό περίβλημα πρέπει να κατασκευάζεται προσεκτικά ώστε η ανώτερη και κατώτερη ασφαλική μεμβράνη να συνδέονται χωρίς ανοίγματα που μέσα απ' αυτά θα μπορούσε να μεταδοθεί η υγρασία.

Χρησιμοποιείται άσφαλτος διεισδυτικότητας 60/70 και σε ποσότητες τουλάχιστον ενός γαλονιού για κάθε τετραγωνική γυάρδα. Στην περίπτωση που υπάρχει κίνδυνος διατρήσεως της ασφαλικής μεμβράνης διαστρώνουμε πάνω της λεπτόκοκκα αδρανή υλικά.

2.8. ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ

2.8.1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα οδοποιίας έγιναν γνωστά στη χώρα μας από την εποχή των επειγόντων δημοσίων έργων ήτοι αμέσως μετά τον τελευταίο πόλεμο. Την εποχή αυτή μάλιστα λειτούργησαν υπό την εποπτεία Αμερικανών Τεχνικών και δύο μονάδες παραγωγής ασφαλτικών γαλακτωμάτων ανιονικού τύπου. Στη συνέχεια η παραγωγή και εμπορία των ασφαλτικών γαλακτωμάτων πέρασε στην ιδιωτική πρωτοβουλία χωρίς ωστόσο να τύχουν ευρείας εφαρμογής ακόμα και μέχρι σήμερα παρά την έκδοση από την Υπηρεσία επισήμων προδιαγραφών που αναφέρονται τόσο στα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά όσο και στην εφαρμογή τους.

Πιθανόν, προβλήματα τα οποία παρουσιάστηκαν στην αρχή της χρησιμοποίησής τους και τα οποία ενδεχομένως οφείλονταν στις περιορισμένες τεχνολογικές γνώσεις, την ατέλεια των τεχνικών μέσων και κυρίως την απειρία του τεχνικού προσωπικού, δημιούργησαν μια δυσπιστία ως προς την αποτελεσματικότητά τους στα έργα, τόσο από τους κατασκευαστές όσο και από τους αρμόδιους υπηρεσιακούς τομείς.

2.8.2. ΣΥΝΘΕΣΗ

Τα ασφατικά γαλακτώματα ως γνωστόν είναι αιωρήματα ασφάλτου σε λεπτό διαμερισμό (1 έως 5μ) μέσα στο νερό. Η σταθεροποίηση του διφασικού αυτού συστήματος επιτυγχάνεται με την ομοιόμορφη ηλεκτροφόρτιση των τεμαχίων της ασφάλτου με θετικά ή αρνητικά ηλεκτρικά φορτία, τα οποία έτσι απωθούνται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η συνένωσή τους σε άσφαλτο (διάσπαση του γαλακτώματος). Η ηλεκτροφόρτιση των σωματιδίων της ασφάλτου επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση ειδικών χημικών ουσιών που καλούνται γαλακτοποιητές και ανάλογα με την σύνθεσή τους ηλεκτροφορτίζουν τα τεμάχια της ασφάλτου είτε θετικά, όπως στην περίπτωση των κατιονικών (όξινων) γαλακτωμάτων, είτε αρνητικά, όπως στην περίπτωση των ανιονικών (αλκαλικών) γαλακτωμάτων. Στην περίπτωση που τα σωματίδια της ασφάλτου χάσουν το ηλεκτρικό τους φορτίο, όπως συμβαίνει με την επαφή τους με τα αδρανή υλικά ή άλλες ουσίες αντίθετα ηλεκτροφορτισμένες, συσσωματώνονται και διαχωρίζονται από την υδατική φάση ανακτωμένης έτσι της αρχικής ασφάλτου.

Ο βασικός λοιπόν σκοπός της ρευστοποίησης της ασφάλτου με τη μορφή γαλακτώματος, είναι η παροχή δυνατότητας χρησιμοποίησης της δε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή ή επιθυμητή για διάφορους λόγους η χρησιμοποίησή της είτε με την μορφή της καθαρής ασφάλτου είτε ρευστοποιημένη με την μορφή ασφατικού διαλύματος.

2.8.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η εξέλιξη της έρευνας και της τεχνολογίας επιτρέπει σήμερα την παραγωγή ασφαλτικών γαλακτωμάτων οδοποιίας, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν τόσο την άσφαλτο όσο και τα ασφαλτικά διαλύματα σεόλες τις περιπτώσεις ασφαλτικών έργων οδοποιίας. Με τη χρησιμοποίηση των ασφαλτικών γαλακτωμάτων επεκτάθηκε και στους πλέον εξειδικευμένους τομείς οδοποιίας, καθώς και δε πλήθος άλλων παρεμφερών με την οδοποιία ασφαλτικών έργων. Με την βοήθεια επίσης ειδικών γαλακτοποιητών, έχει επιτευχθεί η παραγωγή ασφαλτικών γαλακτωμάτων μέσης ή βραδείας διάσπασης. Έτσι αποκλείεται η χρήση φωτιστικού πετρελαίου όπως προβλέπεται από τις αντίστοιχες Ελληνικές προδιαγραφές που ισχύουν για τα ασφαλτικά διαλύματα με συνέπεια την οικονομία καυσίμων και την μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Σημειώνουμε επίσης ότι από τις δύο περιπτώσεις ασφαλτικών γαλακτωμάτων, ήτοι των κατιονικών και των ανιονικών, τα κατιονικά γαλακτώματα τυγχάνουν ευρύτατης και σχεδόν μονοπωλιακής χρησιμοποίησης, αφού με τις νεώτερες συνθέσεις γαλακτοποιητών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την ίδια επιτυχία τόσο με αλκαλικά (ασβεστολιθικά) όσο και με όξινα (πυριτικά) πετρώματα. Σημειώνουμε εδώ σαν πλεονέκτημα των ασφαλτικών γαλακτωμάτων και ιδιαίτερα των σύγχρονων κατιονικών, το γεγονός ότι δεν αντιμετωπίζεται πρόβλημα υδροφιλίας, αφού οι παράγοντες γαλακτοποίησης ενεργούν και σαν αντιυδροφιλικά υλικά.

Σήμερα με τα βελτιωμένης και εξειδικευμένης ποιότητας ασφαλτικά γαλακτώματα οδοποιίας αντιμετωπίζονται επιτυχώς όλες οι περιπτώσεις έργων οδοποιίας ήτοι, προεπαλείψεων, συγκολλητικών επαλείψεων, σφραγιστικών επαλείψεων, εμποτισμένων σκυρωτών, κατασκευών ανοικτού ή κλειστού τύπου ασφαλτομιγμάτων καθώς επίσης λεπτοταπήτων κ.λπ.

Στην χώρα μας ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια, τόσο προδιαγραφές ποιότητας για τα ανιονικά και κατιονικά γαλακτώματα όσο και προδιαγραφές μεγάλου αριθμού ασφαλτικών κατασκευών. Οι προδιαγραφές αυτές δίνουν το δικαίωμα επιλογής μεταξύ των διαφόρων τύπων ασφαλτικών υλικών (άσφαλτοι γαλακτώματα διαλύματα) και παρέχουν επίσης οδηγίες εφαρμογής καθενός από τα παραπάνω υλικά στις υπ'όψιν κατασκευές. Στην επιλογή του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου ασφαλτικού υλικού θα πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψιν μερικά βασικά πλεονεκτήματα των ασφαλτικών γαλακτωμάτων σε σχέση με τα υπόλοιπα ασφαλτικά υλικά και ιδιαίτερα τα ασφαλτικά διαλύματα όπως π.χ. ότι τα γαλακτώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ελαφρά μόνο ή χωρίς καθόλου θέρμανση (περιορισμός στη χρήση καυσίμων και μόλυνσης του περιβάλλοντος), να χρησιμοποιηθούν με ύφυγρα αδρανή υλικά ή σε ύφυγρες επιφάνειες ασφαλτικών στρώσεων ή στρώσεων βάσεων (κέρδος χρόνου) να μην χρησιμοποιηθούν αντιδρόφιλα παρασκευάσματα για την αντιμετώπιση τυχών υδροφιλίας των αδρανών (μείωση κόστους) κ.λπ.

2.9. ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 450 για τα κατασκευαστικά υλικά, η ιπτάμενη τέφρα ορίζεται ως το λεπτόκοκκο υλικό αποτελούμενο από κυρίως σφαιρικά, υαλώδη σωματίδια, προερχόμενα από την καύση κονιορτοποιημένου άνθρακα. Λαμβάνεται από τα ηλεκτροστατικά ή μηχανικά φίλτρα, τα οποία την δεσμεύουν από τα απαέρια των λεβήτων καύσης κονιορτοποιημένου άνθρακα. Μπορεί να είναι πυριτικής ή ασβεστολιθικής προέλευσης. Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN197-1 διαχωρίζει τις τέφρες σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Στις πυριτικές τέφρες (V), οι οποίες περιέχουν λιγότερο από 10% CaO
- Στις ασβεστολιθικές τέφρες (W), η οποίες περιέχουν 10-35% CaO

Οι τέφρες της πρώτης κατηγορίας παρουσιάζουν ποζολανικές ιδιότητες, ενώ της δεύτερης κατηγορίας μπορεί να έχουν και υδραυλικές ιδιότητες. Σύμφωνα με το αμερικάνικο πρότυπο ASTM C 618, οι τέφρες διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Στις τέφρες τύπου N, οι οποίες περιλαμβάνουν ακατέργαστες ποζολάνες με τουλάχιστον 70% SiO₂, Al₂O₃ και Fe₂O₃.
- Στις τέφρες τύπου F που παράγονται από την καύση ανθρακίτη ή βιταμινούχου κάρβουνου με τουλάχιστον 70% SiO₂, Al₂O₃ και Fe₂O₃,
- Στις τέφρες τύπου C, που είναι εκείνες που παράγονται από την καύση λιγνίτη και υπό-βιταμινούχου κάρβουνου και περιέχουν τουλάχιστον 50% αλλά λιγότερο από 70% SiO₂, Al₂O₃ και Fe₂O₃.

Οι τέφρες τύπου F περιέχουν συνήθως λιγότερο από 5% CaO, ενώ οι τέφρες τύπου C περιέχουν μεγάλη ποσότητα CaO (10-35%). Οι ελληνικές ιπτάμενες τέφρες ανήκουν στην κατηγορία των ασβεστολιθικών τεφρών (W) σύμφωνα με το EN197-1 και στην κατηγορία C σύμφωνα με το ASTM C 618, λόγω των υψηλών ποσοστών CaO που περιέχουν.

2.9.1.

Εφαρμογές

Η ιπτάμενη τέφρα βρίσκει εφαρμογή στους εξής τομείς:

- Παραγωγή τσιμέντου
- Σκυρόδεμα
- Σκυρόδεμα μεγάλων διατομών
- Σκυρόδεμα πεζοδρόμησης
- Κονιάματα – Τσιμεντενέσεις
- Δομικά τυποποιημένα στοιχεία
- Αγωγοί από σκυρόδεμα
- Δομικά υλικά
- **Οδοποιία**
- Ανάκτηση μετάλλων
- Σταθεροποίηση-στερεοποίηση επικίνδυνων αποβλήτων
- Εξυγίανση βιομηχανικών αποβλήτων
- Αποκατάσταση λιγνιτοφόρων περιοχών
- Παραγωγή συνθετικών ζεόλιθων

Εμάς μας ενδιαφέρει η εφαρμογή της ιπτάμενης τέφρας στην οδοποιία και παρακάτω παρουσιάζεται αυτή αναλυτικά:

2.9.1.1. Εφαρμογή στην οδοποιία

Η ιπτάμενη τέφρα έχει εκτεταμένη εφαρμογή στην κατασκευή οδοστρωμάτων στις χώρες του εξωτερικού και ιδιαίτερα στη Γαλλία και στην Ινδία όπου υπάρχουν προδιαγεγραμμένοι τύποι οδοστρωμάτων που περιλαμβάνουν στρώσεις από σταθεροποιημένα με ιπτάμενη τέφρα υλικά και καλύπτουν διάφορες περιπτώσεις κυκλοφορίας και φέρουσας ικανότητας εδάφους. Η σταθεροποίηση των υλικών οδοποιίας με ιπτάμενη τέφρα εξαρτάται από τη χημική σύσταση και τη λεπτότητα της ιπτάμενης τέφρας και έχει στόχους όπως: να προσδώσει αντοχή (θλιπτική, εφελκυστική) σε υλικά που στη φυσική τους κατάσταση δεν είχαν τη δυνατότητα να παραλάβουν μεγάλα φορτία, αυξάνοντας έτσι τη φέρουσα ικανότητα της στρώσης και να χρησιμοποιήσει "περιθωριακά" και αρχικά "ακατάλληλα υλικά" που δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια σε στρώσεις οδοποιίας, όπως ισόκοκκοι άμμοι, ιλυώδεις άμμοι κλπ.

Στα οδοστρώματα έχουμε τις παρακάτω συστάσεις:

- Την επιφανειακή στρώση, που κύριο σκοπό έχει την εξασφάλιση ομαλότητας για την κύλιση των τροχών και την ανάπτυξη επαρκών δυνάμεων με το λάστιχο. Συνήθως είναι ένα μίγμα ασφάλτου πάχους 3 έως και 5 cm.
- Τη στρώση βάσης, που έχει ως κύριο σκοπό την ανάληψη συγκεντρώσεων φορτίων των τροχών και την κατανομή τους σε μεγαλύτερες επιφάνειες στις υποκείμενες στρώσεις, και για αυτό και ονομάζεται φέρουσα στρώση. Το πάχος της μπορεί να κυμαίνεται από 10 ως και 30 cm και εξαρτάται από την ένταση της κυκλοφορίας (πυκνότητα και μέγεθος φορτίων) και τον τύπο κατασκευής, σε συνδυασμό με το είδος του στρώματος υποβάσεως.

- Τη στρώση υπόβασης που είναι αναγκαία για τη διανομή των φορτίων σε μεγαλύτερη επιφάνεια του υποκείμενου φυσικού εδάφους. Σε περίπτωση ισχυρού υπεδάφους μπορεί να παραλείπεται (πάχος 0) ενώ σε πολύ ασθενή υπεδάφη μπορεί να έχει πάχος έως και 1 m.

Η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται ως ενισχυτικό στις δύο τελευταίες στρώσεις. Από έρευνες που έγιναν με τη χρήση της τέφρας σαν συνδετικό υλικό για την κατασκευή οδοστρωμάτων, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Η ανάμιξη της τέφρας με διάφορα υλικά βελτιώνει τα φυσικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά όπως την αντοχή σε θλίψη, την πλαστικότητα και την κοκκομετρική διαβάθμιση. Ο βαθμός βελτίωσης των χαρακτηριστικών εξαρτάται από τη λεπτότητα της χρησιμοποιούμενης ιπτάμενης τέφρας και της χημικής της σύστασης. Από πειραματική εφαρμογή της ιπτάμενης τέφρας σε οδόστρωμα, διαπιστώθηκε ότι είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση κατάλληλου κατασκευαστικού εξοπλισμού (όπως χρήση ελαστικοφόρου οδοστρωτήρα) και η πιστή τήρηση των κανόνων ορθής κατασκευής (καλή άλεση των υλικών). Ως εκ τούτου, θεωρείται αναγκαία η σύνταξη τεχνικών προδιαγραφών για τη χρησιμοποίηση της ιπτάμενης τέφρας στην οδοποιία καθώς επίσης και ο σωστός προγραμματισμός έργων που να επιτρέπει την προμήθεια του απαραίτητου μηχανικού εξοπλισμού.

Θα πρέπει να βρεθεί η έκταση της εφαρμογής της ιπτάμενης τέφρας καθώς και η οικονομική ακτίνα χρήσης της, σε συνάρτηση με αναζήτηση μεθόδων μαζικής μεταφοράς της που θα μειώνει το κόστος μεταφοράς, που είναι το βασικό μειονέκτημα των ιπτάμενων τεφρών σε σχέση με τη χρήση της στην οδοποιία.

Επίσης, πολύ συχνά το πέτρωμα του υπεδάφους ενισχύεται ύστερα από όργανα και ανάμιξη τσιμέντου ή υδρασβέστου ή ποζολανικής κονίας και νερού, με επακολουθούσα συμπίεση με οδοστρωτήρα ή δονητικές πλάκες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται "σταθεροποίηση του εδάφους" και αποτελεί μια δυνατότητα εκτεταμένων εφαρμογών του μίγματος ιπτάμενης τέφρας- υδρασβέστου.

Γενικά κρίνεται ότι είναι δυνατή η χρησιμοποίηση της ιπτάμενης τέφρας σε στρώσεις οδοποιίας, με την επιφύλαξη όμως ότι θα πρέπει κάθε φορά να γίνεται ειδική μελέτη για την εύρεση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής της που εξαρτάται από τη σύστασή της.



Κατασκευή δρόμου με χρήση ιπτάμενης τέφρας (Fly Ash)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

3.1. ΦΘΟΡΕΣ

Φθορά ονομάζεται κάθε είδους ανωμαλία η οποία χειροτερεύει της συνθήκες κύλισης των οχημάτων στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Οι φθορές οι οποίες εμφανίζονται σε ένα οδόστρωμα είναι συγχρόνως αιτίες και αποτέλεσμα, διότι οι αρχικές φθορές γίνονται συχνά αιτίες νέων φθορών του ίδιου ή διαφορετικού τύπου. Η εξέλιξή τους είναι ταχύτατη και οδηγούν το οδόστρωμα σε καταστροφή, αν δεν προγραμματιστεί η συντήρησή τους.

3.1.1. Αίτια φθορών

Οι φθορές διακρίνονται σε:

- Φθορές 'ποσοτικής φύσης' οι οποίες είναι απόρροια ελλειψών ή και ανακριβών στοιχείων αφορούντα κυκλοφοριακά, κλιματολογικά και περιβαλλοντικά δεδομένα.
- Φθορές 'ποιοτικής φύσης' οι οποίες είναι συνέπεια κατασκευαστικών αποκλίσεων από την αρχική μελέτη. Εντοπίζονται σε χρήση υλικών κατωτέρας ποιότητας ή ελλιπούς διαδικασίας κατασκευής.
- Φθορές 'τυχαίας φύσης' οι οποίες εντοπίζονται σε τυχαία γεγονότα ή σε ακραία χρήση των δρόμων. Σεισμοί ή κατολισθήσεις λόγω σεισμών, όπως επίσης χρήση από γεωργικά ή άλλου είδους μηχανήματα που προκαλούν αθέλητες ζημιές.

3.1.2. Επισήμανση φθορών

Για τη σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος συντήρησης του οδικού δικτύου είναι απαραίτητο να είναι γνωστά τα κύρια χαρακτηριστικά της οδού, η ακριβής εξέλιξη των υπαρχουσών φθορών του οδοστρώματος και τα σημεία τα οποία προαναγγέλλουν τη δημιουργία νέων φθορών. Ο προγραμματισμός της συντήρησης των φθορών απαιτεί πληροφορίες μεγάλης ακρίβειας, οι οποίες πρέπει να παρέχονται από έμπειρους μηχανικούς με θεωρητική και πρακτική κατάρτιση σε αυτό το θέμα. Από στοιχεία που συγκεντρώνονται συμπληρώνεται το 'Μητρώο οδών' και ακολουθεί βάσει αυτού η μελέτη σύνταξης του προγράμματος συντήρησης

Όταν δεν υπάρχει 'Μητρώο οδών' για να προγραμματιστεί συντονισμένα η συντήρηση ολόκληρου του οδικού δικτύου, χωρίζεται το δίκτυο σε τμήματα, επισημαίνονται και καταγράφονται οι φθορές κάθε τμήματος χωριστά, κατόπιν κατατάσσονται με φθίνουσα σειρά σπουδαιότητας και προγραμματίζεται η συντήρησή τους ανεξάρτητα από τα άλλα τμήματα. Η επισήμανση και η καταγραφή των φθορών είναι σημαντική διότι:

- εντοπίζονται οι υπάρχουσες φθορές
- οι θέσεις που προαναγγέλλουν τη δημιουργία νέων φθορών
- οδηγεί σε σωστό προγραμματισμό της συντήρησης του τμήματος του οδικού δικτύου.

Η εκτίμηση των φθορών γίνεται με:

- οπτική εκτίμηση της κατάστασης του οδοστρώματος
- A) άμεση οπτική εκτίμηση
- B) φωτογραφική εκτίμηση
- Εκτίμηση της κατάστασης του οδοστρώματος με συσκευές

.Τα στοιχεία που παίρνονται από τις δύο αυτές μεθόδους εκτίμησης των φθορών μεταξύ τους, προσδιορίζουν με περισσότερη ακρίβεια την κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος. Όσο περισσότερο σαφής είναι η κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος τόσο καλύτερα προγραμματίζεται η συντήρηση.

3.1.3. Εξέλιξη των φθορών

Οι φθορές του σώματος του οδοστρώματος μπορούν να εξελιχθούν προοδευτικά σε μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτού του είδους οι φθορές είναι η ολισθηρότητα, οι ρωγμές και οι αυλακώσεις, των οποίων η εξέλιξη παρακολουθείται σε σχέση με το χρόνο. Προγραμματίζεται έγκαιρα η συντήρηση αυτών, ώστε να εμποδιστεί η επέκτασή τους σε σημαντικότερες φθορές, κρίσιμες για το οδόστρωμα, οι οποίες μειώνουν την ασφάλεια και την άνεση των χρηστών του δρόμου. Μπορούν όμως να εξελιχθούν και γρήγορα, ξαφνικά, σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Τέτοιες φθορές είναι οι μεγάλες λακκούβες, οι διογκώσεις και οι καθιζήσεις, των οποίων η εξέλιξη δεν παρακολουθείται, λόγω της έλλειψης χρονικού περιθωρίου, διότι μειώνουν την ασφάλεια και την άνεση των χρηστών της οδού. Προγραμματίζεται σύντομα η συντήρησή τους διότι βάζουν σε κίνδυνο το οδόστρωμα.

3.1.4. Επιφανειακές φθορές του οδοστρώματος

Οι μμετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος, όπως η αντιολισθηρότητα. Η ομαλότητα κτλ παρέχουν τη δυνατότητα προσδιορισμού της κατάστασης του οδοστρώματος βάσει συγκεκριμένων μεγεθών και ταυτόχρονα παρέχουν ενδείξεις για την εμφάνιση φθορών στην επιφάνεια του. Ο ακριβής προσδιορισμός των επιφανειακών φθορών γίνεται έπειτα από επί τόπου επιθεωρήσεις από εξειδικευμένο προσωπικό, που έχουν ως στόχο την εξασφάλιση πραγματικών δεδομένων για την κατάσταση του οδοστρώματος, με σκοπό την βέλτιστη συντήρησή του.

Βοηθητικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτοματοποιημένο σύστημα αποτύπωσης και καταγραφής των επιφανειακών φθορών του οδοστρώματος που στηρίζεται στη τεχνολογία της βιντεοσκόπησης (Video-car) με δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων. Οι επιθεωρήσεις για τον εντοπισμό επιφανειακών φθορών γίνονται σε συγκεκριμένα τμήματα του αυτοκινητόδρομου, όταν οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος εντοπίζουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης. Οι επιθεωρήσεις αυτές δεν συνδέονται με τις επιθεωρήσεις του οδοστρώματος, που γίνονται στα πλαίσια της στοιχειώδους συντήρησης.

3.1.5. Φθορές εύκαμπτων οδοστρωμάτων

Όλες οι φθορές που εμφανίζονται στα εύκαμπτα οδοστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ρηγματώσεις, στη δεύτερη οι παραμορφώσεις παντός είδους, στην τρίτη οι αποσαθρώσεις και στην τέταρτη η λείανση της επιφάνειας κύλισης.

Αναλυτική περιγραφή όλων των αναπτυσσόμενων φθορών μαζί με τα πιθανά αίτια που τις προκαλούν καθώς και των προτεινόμενων τρόπων συντήρησης-θεραπείας αυτών δίνεται παρακάτω. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονισθεί το γεγονός ότι, για τον καθορισμό της καταλληλότερης συντήρησης-θεραπείας των φθορών θα πρέπει πρώτα να καθορίζεται επακριβώς η κύρια αιτία που προκάλεσε τη φθορά.

3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΘΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

1^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΡΗΓΜΑΤΩΣΕΙΣ

3.2.1. Ρηγματώσεις (cracking)

Οι μορφές των επιφανειακών ρηγματώσεων του οδοστρώματος ποικίλουν και οφείλονται σε διάφορες αιτίες. Σε πολλές περιπτώσεις η έγκαιρη απλή σφράγιση της ρωγμής ή των ρωγμών είναι η σωστότερη και αποτελεσματικότερη συντήρηση. Σε άλλες περιπτώσεις όμως, είναι αναγκαία η πλήρης εξυγίανση της περιοχής που προσβλήθηκε.

3.2.2. Σφράγιση / πλήρωση ρωγμών

Η σφράγιση / πλήρωση των ρωγμών σε όλες τις περιπτώσεις γίνεται με πηχτό υλικό που είναι ειδική τροποποιημένη ασφάλτος. Η τροποποιημένη ασφάλτος (ελαστομερής) θα πρέπει να εκπληρώνει τις απαιτήσεις της προδιαγραφής ASTM 1190 ή BS 2499. Για την εφαρμογή της τροποποιημένης ασφάλτου προς σφράγιση των ρωγμών απαιτείται η χρήση ειδικού μηχανικού εξοπλισμού, όπως (α) μηχανήμα θέρμανσης της ελαστομερούς ασφάλτου με δυνατότητα θέρμανσης μέχρι και 200°C και με δυνατότητα παροχής του θερμού ασφαλτικού υλικού επί της ρωγμής και (β) ειδικό φλόγιστρο (προπανίου) που εκτοξεύει υπέρθερμο αέρα (όχι φλόγα) για τη θέρμανση και τον καθορισμό της ρωγμής πριν τη διάχυση της τροποποιημένης ασφάλτου.

Οι διάφορες μορφές ρηγματώσεων είναι:

3.2.3. Ρωγμές τύπου αλλιγάτορα (alligator cracks) ή Ρωγμές συρρίκνωσης (shrinkage cracks)

Οι ρωγμές τύπου αλλιγάτορα έχουν συνήθως ακανόνιστη μορφή. Είναι διακλαδιζόμενες και αλληλοσυνδεόμενες ρωγμές που σχηματίζουν πολυγωνικά κομμάτια (μπλοκ) με οξείες γωνίες όμοια με αυτά του δέρματος του αλλιγάτορα. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα κομμάτια αυτά δίνουν την εντύπωση ότι είναι σχεδόν έτοιμα να αποκολληθούν.



Αίτια

Τα αίτια που προκαλούν τις ρηγματώσεις αυτές τις περισσότερες φορές, είναι το μεγάλο βέλος κάμψης που αναπτύσσεται στις ασφαλτικές στρώσεις του οδοστρώματος λόγω μειωμένης φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους ή και της υπόβασης / βάσης. Η μείωση προέρχεται από τη μείωση της φέρουσας ικανότητας των στρώσεων αυτών λόγω εποχιακής αύξησης της υγρασίας στις στρώσεις αυτές ή λόγω κακής αποστράγγισης της βάσης και υπόβασης. Οι ρωγμές στην περίπτωση αυτή συνήθως εμφανίζονται τοπικά και σε περιορισμένη έκταση.

Όταν οι ρωγμές τύπου αλλιγάτορα εμφανίζονται σε μεγάλη έκταση κατά μήκος του δρόμου, η αιτία εμφάνισής τους είναι διαφορετική. Στην προκειμένη περίπτωση η αιτία (-ες) που προκάλεσε τη φθορά αυτή είναι η πλήρης κόπωση του οδοστρώματος λόγω των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων του οδοστρώματος από τον κυκλοφοριακό φόρτο, σε συνδυασμό πιθανότατα και με την ύπαρξη ασθενούς υπεδάφους ή μειωμένου πάχους υποκείμενων στρώσεων. Το τελευταίο θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται και να καθορίζεται.

Θεραπεία

α) Για τοπικές εμφανίσεις

Η ριζική επισκευή των ρωγμών αλλιγάτορα εφ' όσον οφείλονται στη μειωμένη ευστάθεια του εδάφους έδρασης συνίσταται: (i) στην πλήρη απομάκρυνση όλων των ασφαλικών στρώσεων με ασύνδετα αδρανή και μέρος του εδάφους έδρασης (ii) στη λήψη κατάλληλων μέτρων για την υποβάθμιση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και (iii) στην ανακατασκευή όλων των στρώσεων με νέα κατάλληλα υλικά. Για καλύτερα αποτελέσματα συνίσταται να αντικαθίστανται όλες οι στρώσεις με ασφαλικό σκυρόδεμα.

Η επιφάνεια που θα ανοιχθεί για επισκευή θα πρέπει να επεκτείνεται, κατά πλάτος, περίπου μισό μέτρο μέσα στην υγιή περιοχή. Επίσης, συνιστάται να ψεκάζονται οι κάθετες αλλά και οι οριζόντιες επιφάνειες της περιοχής που ανοίχθηκε με κατάλληλο κατιονικό γαλάκτωμα. Μετά από τη διάστρωση της κάθε στρώσης, σε πάχος όχι μεγαλύτερο των 100-150 mm, απαιτείται επαρκής συμπύκνωση με κατάλληλο, δονητικό κατά προτίμηση μηχάνημα.

Μετά τη διάστρωση και συμπύκνωση της τελευταίας ασφαλτικής στρώσης, συνιστάται όπως απαιτείται ειδικό ελαστομερές ασφαλτικό υλικό (χυτό υλικό) σε όλη την περίμετρο της τομής μεταξύ της παλιάς και της νέας επιφάνειας, σε πλάτος περίπου 40-50 mm, για να επιτυγχάνεται η άριστη στεγάνωση του ασθενούς αυτού σημείου. Το ελαστομερές ασφαλτικό υλικό είναι αυτό που χρησιμοποιείται στη γενική περίπτωση σφράγισης ρωγμών. Το παραπάνω ισχύει για όλες τις περιπτώσεις που γίνονται τομές και αποκατάσταση αυτών στο οδόστρωμα.

Η παραπάνω εργασία, δηλαδή της αποξήλωσης μίας ή περισσότερων στρώσεων και η ανακατασκευή αυτών με νέα υλικά, είναι γνωστή ως "μπάλωμα" (patching).

β) Μεγάλης έκτασης

Όταν οι ρωγμές τύπου αλλιγάτορα οφείλονται σε κόπωση του οδοστρώματος, η θεραπεία γίνεται μόνο με αποκατάσταση του τάπητα, δηλαδή με μια πρόσθετη ασφαλτική στρώση πάχους αναλόγου της κατάστασης του οδοστρώματος, μετά ή άνευ απομάκρυνσης του ρηγματωμένου τάπητα κυκλοφορίας. Στην περίπτωση που δεν απομακρύνεται ο ρηγματωμένος τάπητας, συνιστάται η διάστρωση ισοπεδωτικής στρώσης, πριν τη διάστρωση του νέου τάπητα. Η διάστρωση ισοπεδωτικής στρώσης είναι απολύτως αναγκαία στην περίπτωση που ορισμένα κομμάτια έχουν αποκολληθεί ή εμφανίζονται ταυτόχρονα και τοπικές καθιζήσεις. Τα τελευταία χρόνια για τη συντήρηση των ρωγμών αυτών χρησιμοποιούνται και τα ασφαλτοϋφάσματα ή οι μεμβράνες απορρόφησης τάσεων. Τα ασφαλτοϋφάσματα ή οι μεμβράνες τοποθετούνται επί της ρηγματωμένης επιφάνειας ή επί της ισοπεδωτικής (αν απαιτείται να χρησιμοποιηθεί).

Στην περίπτωση που το άνοιγμα των ρωγμών τύπου αλιγάτορα είναι μικρότερο των 3 mm η προσωρινή συντήρηση της επιφάνειας μπορεί να γίνει και με σφραγιστικά ψυχρά ασφαλτομίγματα η μεμβράνη απορρόφησης τάσεων.

3.2.4. Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος (edge cracks)

Οι ρωγμές αυτές είναι συνήθως επιμήκεις και εμφανίζονται περίπου 30-50 cm από τα άκρα του οδοστρώματος μετά ή άνευ εγκαρσίων ρωγμών.

Αίτια

Οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή υποστήριξη του οδοστρώματος λόγω ενός ή περισσότερων από τους παρακάτω λόγους: κακή συμπύκνωση, κακή αποστράγγιση, δράση παγετού, συρρίκνωση λόγω ξηρασίας του εδάφους της περιοχής ή λόγω μειωμένου πάχους των στρώσεων στα σημεία αυτά.



Θεραπεία

Η συντήρηση των ρωγμών αυτών συνίσταται στην πλήρωση αυτών με κατάλληλη τροποποιημένη άσφαλτο, μετά από επιμελή καθαρισμό. Εάν στην περιοχή παρουσιάζεται και καθίζηση τότε αυτή θα πρέπει να πληρούται με τη διάστρωση ψυχρού ή θερμού ασφαλτομίγματος. Ψυχρό ασφαλτόμιγμα τύπου Slurry, διαβάθμισης III ή IV, διαστρώνεται όταν η καθίζηση είναι μικρότερη των 25 mm, αλλιώς χρησιμοποιείται θερμό ασφαλτόμιγμα.

Αν υπάρχει πρόβλημα αποστράγγισης του οδοστρώματος αυτό εντοπίζεται και αποκαθίσταται.

3.2.5. Ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυσης (lane and widening cracks)

Οι ρωγμές αυτές εμφανίζονται μεταξύ των λωρίδων διάστρωσης ή της διαπλάτυσης και είναι πάντοτε διαμήκεις (πλην της περίπτωσης διακοπής των εργασιών).

Αίτια

Οφείλονται αποκλειστικά και μόνο σε κακοτεχνία κατά τη διάρκεια της κατασκευής, όπως: διάστρωση τάπητα με μειωμένη ποσότητα ασφαλτομίγματος στη ραφή, κακή ή ανεπαρκή συγκόλληση της κάθετης επιφάνειας της προηγούμενης λωρίδας διάστρωσης και πτώση της θερμοκρασίας κατά την εκτέλεση των εργασιών. Στην ειδική περίπτωση, που η ρωγμή εμφανίζεται πάνω στο σημείο που έγινε διαπλάτυση της οδού, το αίτιο πιθανόν να είναι η κακή συμπύκνωση των υποκείμενων νέων στρώσεων. Πλην όμως, στις περιπτώσεις αυτές θα υπάρχει, κατά πάσα πιθανότητα, εμφάνιση και άλλης μορφής αστοχίας του οδοστρώματος (κυρίως καθίζηση).

Διαμήκειες ρωγμές

Περιγραφή: διαμήκειες ρηγματώσεις κατά μήκος της οδού, που εμφανίζονται κοντά στον άξονα της οδού ή στα άκρα του οδοστρώματος. Πιθανά αίτια: κακοτεχνία στην συναρμογή των λωρίδων διάστρωσης, κακή αποστράγγιση, μειωμένη αντοχή οδοστρώματος, δράση παγετού, κακή συμπύκνωση κλπ

Εγκάρσιες ρωγμές

Περιγραφή: ρηγματώσεις κάθετες προς τον άξονα της οδού. Πιθανά αίτια: περιβαλλοντικές συνθήκες, μειωμένη αντοχή οδοστρώματος, τοπικές αστοχίες κλπ

Θεραπεία

Η συντήρηση των ρωγμών αυτών γίνεται όπως και των ρωγμών από ανάκλαση.

3.2.6. Ρωγμές από ανάκλαση (reflection cracks)

Οι ρωγμές από ανάκλαση εμφανίζονται κατά κανόνα σε πρόσθετες ασφαλτικές στρώσεις (overlays) που διαστρώθηκαν στο παρελθόν για την αποκατάσταση σοβαρών φθορών του οδοστρώματος. Η μορφή και η κατεύθυνσή τους ποικίλλει από διαμήκης, εγκάρσια, διαγώνια ή και μερικώς διακλαδιζόμενη, ανάλογα με τη μορφή που είχαν οι παλαιές ρωγμές της επισκευασθείσας επιφάνειας. Τυπικές ρωγμές από ανάκλαση είναι αυτές που εμφανίζονται σε ασφαλτικές επιστρώσεις πάνω σε δύσκαμπτα οδοστρώματα, ή οδοστρώματα από βάση με ισχύρο σκυρόδεμα ή ακόμη σε επιστρώσεις που έγιναν απάνω από παλαιά εγκιβωτισμένα ερείσματα ή διαπλατύνσεις.

Αίτια

Τα αίτια που προκαλούν αυτού του είδους τις ρωγμές είναι οι κάθετες και οριζόντιες μετακινήσεις του υποκείμενου οδοστρώματος. Οι μετακινήσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε μετακινήσεις του υπεδάφους, ή στη διόγκωση / συρρίκνωση αυτού λόγω ύπαρξης αργλικών υλικών σε συνδυασμό με την μεταβολή των επιπέδων υγρασίας ή στην κάθετη μετακίνηση των πλακών του δύσκαμπτου οδοστρώματος ή στην κάθετη μετακίνηση των ανεξάρτητων ρηγματωμένων κομματιών της παλαιάς επιφάνειας, γενικότερα ή λόγω της ύπαρξης τσιμέντου ως σταθεροποιητή.

Θεραπεία

Ο τρόπος συντήρησης των ρωγμών από ανάκλαση εξαρτάται από το μέγεθος και την έκταση αυτών, όπως:

α) Όταν οι ρωγμές έχουν άνοιγμα μικρότερο των 3 mm περίπου και είναι σε μικρή έκταση, η συντήρηση γίνεται με τη σφράγιση/ πλήρωση αυτών με τροποποιημένη άσφαλτο.

β) Όταν οι ρωγμές έχουν άνοιγμα μικρότερο των 3-5mm περίπου και είναι σε μεγάλη έκταση, η συντήρηση μπορεί να γίνει με απλή ασφαλτική επάλειψη.

γ) Όταν οι ρωγμές έχουν άνοιγμα μεγαλύτερο των 3-5 mm και είναι σε μικρή έκταση, τότε η συντήρηση αυτών γίνεται ως ακολούθως: (i) οι ρωγμές ανοίγονται με ειδικό κόφτη σε βάθος περίπου 10-15 mm και πλάτος όσο το πλάτος που δημιουργείται από τον κόφτη (10-15mm). Ο ειδικός κόφτης έχει τη δυνατότητα να ακολουθεί τη ρωγμή, δηλαδή μπορεί να στρίβει εύκολα από οξείες γωνίες.

Με αυτό επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των χαλαρών (σαθρών) μικρών τεμαχίων του ασφαλτομίγματος που έχουν δημιουργηθεί στη ρωγμή, (ii) η διευρυνθείσα ρωγμή καθαρίζεται με συμπιεσμένο αέρα, κατόπιν στεγνώνεται και θερμαίνεται με ειδικό φλόγιστρο υπέρθερμου αέρα και (iii) η καθορισμένη ρωγμή γεμίζει, αμέσως μετά τη θέρμανση, με ειδική ελαστομερή άσφαλτο. Η πλήρωση της διευρυμένης ρωγμής μπορεί να γίνει και με ψυχρό ασφαλτόμιγμα τύπου Slurry - διαβάθμισης 1.

Σε ορισμένες χώρες, όπως η Αγγλία, η ελαστομερής άσφαλτος - όταν το πλάτος της λωρίδας που δημιουργείται είναι μεγαλύτερο των 20 mm - περιέχει και λεπτόκοκκη σκληρή άμμο έτσι ώστε η επιφάνεια να έχει ικανοποιητικό συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση (> 55 με το Βρετανικό εκκρεμές). Η ίδια απαίτηση υπάρχει στην Αγγλία και όταν πρόκειται για διαμήκεις ρωγμές.

Σε περιπτώσεις που οι ανακλαστικές ρωγμές είναι αρκετά μεγάλες (>5 mm) ή επειδή δημιουργήθηκαν λόγω ύπαρξης παλαιού υποκειμένου δύσκαμπτου οδοστρώματος, από ορισμένους οργανισμούς και υπηρεσίες του εξωτερικού ακολουθείται σήμερα η παρακάτω θεραπεία: (i) οι ρωγμές "φρεζάρονται" κατά τη διαμήκη τους διεύθυνση, με ειδικές μικρές φρέζες σε βάθος 10-20 mm και πλάτος όσο το δημιουργηθέν μικρό πλάτος της φρέζας, (ii) η φρεσκαρισθείσα επιφάνεια, αφού καθαρισθεί, πληρούται με ελαστομερή άσφαλτο και (iii) επί της ελαστομερούς ασφάλτου διαστρώνονται μονόκοκκα αδρανή (6 mm περίπου) για τη δημιουργία αντιολισθηρής επιφάνειας. Εναλλακτικά για την παραπάνω περίπτωση, η ρωγμή μπορεί να διανοιχτεί σε πλάτος 50-100 mm και βάθος περίπου 40 mm, το ασφαλτόμιγμα να αφαιρεθεί και να πληρωθεί με καινούργιο κατάλληλο ασφαλτόμιγμα.

δ) Όταν οι ρωγμές έχουν άνοιγμα μεγαλύτερο των 3 mm περίπου και είναι σε μεγάλη έκταση, επειδή η παραπάνω θεραπεία (γ) είναι χρονοβόρα, εξετάζεται, βάσει τεchnοοικονομικής ανάλυσης, μια από τις παρακάτω τεχνικές συντήρησης:

Απλή ή διπλή ασφαλτική επάλειψη, χρήση μεμβράνης απορρόφησης τάσεων (SMA), μεμβράνη με ίνες, ψυχρό ασφαλτικό μίγμα τύπου Slurry με ελαστομερή άσφαλτο και ίνες, ή λεπτοτάπητας με θερμό ασφαλτόμιγμα με τροποποιημένη άσφαλτο ή ακόμη και ασφαλτική επίστρωση πάχους 40 mm - 50 mm μετά ή άνευ ασφαλτοϋφάσματος. Η ασφαλτική επίστρωση είναι σοβαρός υποψήφιος στην περίπτωση που συντρέχει και άλλος λόγος όπως ενίσχυση του οδοστρώματος, οπότε στην περίπτωση αυτή το πάχος της στρώσης καθορίζεται ανάλογα με τις συνθήκες και τις απαιτήσεις.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, όταν οι ρωγμές είναι τοπικές και πυκνές σε σχετικά μικρή επιφάνεια ορισμένων τετραγωνικών μέτρων, είναι σύνηθες το φαινόμενο να αποξηλώνεται η τελευταία ασφαλτική στρώση και να αποκαθίσταται με νέο κατάλληλο ασφαλτόμιγμα. Η εκτέλεση των εργασιών είναι όμοια με αυτήν της αποκατάστασης τοπικών ρωγμών τύπου αλλιγάτορα.

3.2.7. Ρωγμές από ολίσθηση ταπήτων (slippage cracks)

Η μορφή των ρωγμών από ολίσθηση των ταπήτων έχει σχήμα "μισοφέγγαρου".

Αίτια

Οι ρωγμές αυτές οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην ολίσθηση του τάπητα κυκλοφορίας επί της υποκείμενης στρώσης λόγω κακής συνοχής αυτών. Η κακή συνοχή των ταπήτων οφείλεται στην απουσία συγκολλητικής επάλειψης ή την ανεπαρκή και κακή συγκολλητική επάλειψη, ή την ύπαρξη μεταξύ των στρώσεων χωμάτων (κυρίως αργιλικών) ή λαδιών αυτοκινήτων ή ύδατος.

Οι ρωγμές αυτής της μορφής μπορεί να οφείλονται επίσης, ελάχιστες όμως φορές στη μεγάλη περιεκτικότητα του ασφαλτομίγματος σε λεπτόκοκκα αδρανή ή ακόμη και στην κακή συμπύκνωση της υπερκείμενης στρώσης.

Θεραπεία

Η συντήρηση των ρωγμών αυτών γίνεται μόνο με την απομάκρυνση του τάπητα κυκλοφορίας γύρω από τη ρωγμή, μέχρι του σημείου όπου υπάρχει καλή συνοχή ταπήτων, και κατόπιν πλήρωση της αποξηλωθείσας επιφάνειας με θερμό ασφαλτόμιγμα. Πριν την πλήρωση η επιφάνεια θα πρέπει να καθαριστεί επιμελώς και κατόπιν να ψεκασθεί επ' αυτής και επί των καθέτων τοιχωμάτων της συγκολλητική επάλειψη από κατιονικό γαλάκτωμα. Τέλος, απαιτείται επαρκής συμπύκνωση της πληρωθείσας επιφάνειας με δονητικό μηχάνημα ή οδοστρωτήρα.

3.2.8. Ρωγμές στην τροχιά των τροχών (wheel path cracks)

Οι ρωγμές αυτές, που εμφανίζονται στην τροχιά των τροχών είναι πάντοτε διαμήκεις.

Αίτια

Οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην τοπική θραύση του οδοστρώματος. Η θραύση οφείλεται στη μειωμένη φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους (εποχιακή ή μη) σε συνδυασμό με τα μεγάλα αξονικά φορτία που επιβάλλονται και το μειωμένο πάχος των ασφαλτικών στρώσεων και της βάσεως (περίπτωση υπό-διαστασιολόγησης του οδοστρώματος). Πλην όμως, η εμφάνιση ρωγμών στην τροχιά των τροχών μπορεί να οφείλεται και στην κόπωση των ασφαλτομιγμάτων (σύνηθες φαινόμενο). Συνεπώς, απαιτείται η συστηματική διερεύνηση των αιτιών και η λήψη των κατάλληλων μέτρων προς αποφυγή περαιτέρω επιδείνωσης.

Θεραπεία

Η συντήρηση των ρωγμών αυτών, όταν οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην εποχιακή μείωση της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους, γίνεται όπως και στις ρωγμές από ανάκλαση με παράλληλη ρύθμιση του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα (στραγγιστικά έργα). Στις άλλες περιπτώσεις το οδοστρώμα χρειάζεται ενίσχυση. Αυτό γίνεται με τη διάστρωση νέας ασφαλτικής στρώσης (overlay).

3.2.9. Ευθύγραμμες ρηγματώσεις κόπωσης (**Wheel Track Cracking**)

Λεπτές ρωγμές επιμήκεις, παράλληλες προς τον άξονα του δρόμου, που εμφανίζονται πάνω ή κοντά στα ίχνη των τροχών των οχημάτων.

Αίτια

Κόπωση του οδοστρώματος, ανεπαρκής φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος ή του εδάφους κυκλοφορίας ή υποχώρηση της στρώσης κυκλοφορίας κάτω από την επίδραση βαριάς κυκλοφορίας (κυρίως την άνοιξη).

Εξέλιξη

Το μήκος τους μεταβάλλεται από μερικά εκατοστά μέχρι μερικές δεκάδες μέτρα. Εξελίσσονται σε ρηγμάτωση τύπου αλιγάτορα.

2^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

3.3.1. Παραμορφώσεις (Στρεβλώσεις) της επιφάνειας (**Surface Distortion**)

Οι παραμορφώσεις ή στρεβλώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι, σε γενικές γραμμές, οι φθορές εκείνες που χαρακτηρίζουν το οδόστρωμα ως μη επίπεδο.

Η εμφάνιση επιφανειακών παραμορφώσεων αυξάνει την επικινδυνότητα της οδού δεδομένου ότι, αναλόγως της ταχύτητας του οχήματος, χάνεται ή μειώνεται η επαφή του ελαστικού με το οδόστρωμα. Επιπροσθέτως, επιφέρουν σημαντική μείωση της άνεσης κατά την οδήγηση. Οι παραμορφώσεις μπορεί να συνοδεύονται και από ρηγματώσεις γεγονός που επιδεινώνει ακόμη περισσότερο την κατάσταση, κυρίως ως προς τη δομική λειτουργία του οδοστρώματος.

Οι παραμορφώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος μπορεί να οφείλονται σε έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω λόγους:

1. στην ελαστοπλαστική συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος
2. στη χαμηλή ευστάθεια των ασφαλτομιγμάτων
3. στη μη καλή συμπύκνωση όλων των στρώσεων
4. στην καθίζηση του υπεδάφους.

Για την αποτελεσματικότερη συντήρηση των παραμορφώσεων, είναι αναγκαίο να διερευνηθούν επακριβώς τα αίτια. Γενικά, η συντήρηση των παραμορφώσεων μπορεί να συνίσταται από απλή πλήρωση αυτών με θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμιγμα έως την πλήρη απομάκρυνση της προσβληθείσης περιοχής και την αντικατάστασή της με νέα υλικά.

3.3.2. Τοπικά βυθίσματα (Depression/Bird Path)

Καθίζηση μικρής έκτασης της επιφάνειας του οδοστρώματος συνήθως κυκλικής μορφής. Συνοδεύεται συχνά και από ρηγματώσεις. Δημιουργούνται λεκάνες βάθους δύο ή περισσότερων εκατοστών που συγκρατούν νερό με αποτέλεσμα την επιταχυνόμενη φθορά του οδοστρώματος και τη δημιουργία κινδύνου στην κυκλοφορία των οχημάτων (υδρολίσθηση, παγετός)

Αίτια

Ελλιπής συνάφεια ασφαλτικού σκυροδέματος και βάσης του οδοστρώματος. Τοπική απώλεια συνοχής της στρώσης της βάσης (κακή ποιότητα υλικών, ανεπαρκές πάχος), χαμηλή αντοχή υπεδάφους

Εξέλιξη

Εξελίσσεται σε ρηγμάτωση τύπου αλλιγάτορα και στη συνέχεια σε λάκκο με απόσπαση υλικών.

3.3.3. Καθίζηση (Subsidence)

Υποχώρηση ορατή και αρκετά εκτεταμένη είτε κοντά στο έρεισμα, είτε στη μέση της οδού.

Αίτια

Ανεπαρκές πάχος οδοστρώματος τοπικά Ανάμιξη των υλικών των στρώσεων του οδοστρώματος με αργιλικές γαίες. Τοπική κακοτεχνία η κακή αποστράγγιση.

Εξέλιξη

Ακολουθούν σύντομα και άλλες βλάβες (κύρια τοπικές ανυψώσεις, ρωγμές τύποι αλλιγάτορα κλπ).

3.3.4. Διόγκωση οδοστρώματος κατά την κατεύθυνση της κυκλοφορίας (**Shoving Along**)

Ανύψωση ασφαλτικού υλικού κατά την κατεύθυνση της κυκλοφορίας που συνοδεύεται από παραμόρφωση του τύπου Π1 ή Π2 (ίχνη τροχών) ή από άλλη παραμόρφωση του οδοστρώματος και συνήθως συνοδεύονται από θραύση του οδοστρώματος στην ανυψωμένη περιοχή (φωτογραφία 13).

Αίτια

- . Καθίζηση των κατώτερων στρώσεων του οδοστρώματος
- . Κακή συμπύκνωση κατά την κατασκευή
- . Τοπική κακοτεχνία του οδοστρώματος (ανεπαρκές πάχος, μόλυνση υλικού κλπ).
- . Παγοπληξία της υποδομής ή των κατωτέρων στρώσεων του οδοστρώματος.
- . Δυνατόν επίσης να προέρχεται από διαστολή, λόγω υγρασίας, διογκομένων εδαφών.

Εξέλιξη

Εξελίσσεται σε μπακλαβάδιασμα των παραμορφώσεων, αύξηση του βάθους των ιχνών ή των τοπικών καθιζήσεων κλπ.

Θεραπεία

Κόβουμε το εξόγκωμα, αφού καθοριστεί το ακριβές μέγεθος και τα όριά του, έως ότου έρθει η επιφάνεια στην αρχική της στάθμη. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε ασφαλική επάλειψη και ακολουθεί ελαφριά κυλίνδρωση.

3η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ: ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ

3.4.1. Αποσύνθεση

Αποσύνθεση είναι η θρυμμάτιση του οδοστρώματος σε μικρά ασύνδετα κομμάτια. Σε αυτήν περιλαμβάνεται και η αποκόλληση των αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος. Εάν η αποσύνθεση, όπως ορίστηκε παραπάνω, δεν αποκατασταθεί έγκαιρα, είναι σίγουρο ότι θα οδηγήσει πολύ σύντομα σε κατάσταση όπου θα απαιτείται αντικατάσταση του οδοστρώματος. Οι κυριότερες μορφές αποσύνθεσης σε αρχικό στάδιο είναι η αποκόλληση αδρανών (ravelling) και οι λακκούβες (potholes).

3.4.2. Αποκόλληση αδρανών από ασφαλοτάπητες (Ravelling)

Η αποκόλληση αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος είναι το γνωστό 'ψώριασμα' ή απογύμνωση της επιφάνειας, που αρχίζει, συνήθως, από την άκρη του οδοστρώματος και διαδίδεται προς το κέντρο. Η αποκόλληση των αδρανών γίνεται προοδευτικά. Πρώτα αποκολλώνται τα λεπτόκοκκα αδρανή και κατόπιν τα χονδροκόκκα. Στα πρώτα στάδια, η επιφάνεια παρουσιάζει μια σχετική τραχύτητα και κατόπιν μικρές 'φωλιές' οι οποίες αρχίζουν να πυκνώνουν και να μεγαλώνουν, δημιουργώντας έτσι σε πολλές περιπτώσεις λακκούβες.

Αίτια

- . Ανεπαρκής συμπύκνωση της στρώσης.
- . Κατασκευή του τάπητα με κακές καιρικές συνθήκες (βροχές, χαμηλές θερμοκρασίες κλπ)
- . Χρησιμοποίηση μη καθαρών αδρανών ή αδρανών που συντρίβονται με την πάροδο του χρόνου (π.χ. ψαμμιτικά αδρανή).
- . Μικρή περιεκτικότητα ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα ή υπερθέρμανσή του.

Εξέλιξη

Με την πάροδο του χρόνου αυξάνεται η διαπερατότητα της ασφαλικής στρώσης, δεν συγκρατούνται πλέον τα αδρανή τα οποία αποκολλούνται, με συνέπεια την αποσύνθεση της επιφάνειας του οδοστρώματος και τη δημιουργία λάκκων.

3.4.3. Απογύμνωση αδρανών (**Protrusion of Aggregates**)

Απώλεια λεπτόκοκκων αδρανών και ασφαλικού υλικού γύρω από τα αδρανή μιας στρώσης κυκλοφορίας.

Αίτια

- . Ανεπαρκής συνάφεια συνδετικού υλικού, αδρανών.
- . Κατασκευή τάπητα με κακές καιρικές συνθήκες.
- . Συγκέντρωση νερών στο οδόστρωμα

Εξέλιξη

Αύξηση της διαπερατότητας του ασφαλτομίγματος με σύγχρονη απώλεια σκύρων που δεν συγκρατούνται μετά την απογύμνωση τους. Πρέπει να επισκευάζεται αμέσως χρησιμοποιώντας ασφαλική επάλειψη



3.4.4. Αποκόλληση υλικού κατά πλάκες (Peeling)

Αποκόλληση της στρώσης κυκλοφορίας κατά πλάκες.

Αίτια

- . Μικρό πάχος της στρώσης κυκλοφορίας
- . Κακή συγκόλληση της στρώσης κυκλοφορίας με την υποκείμενη στρώση (π.χ. απουσία συγκολλητικής).

Εξέλιξη

Επέκταση σε αριθμό και έκταση των τμημάτων που έχουν υποστεί την υπόψη βλάβη.

3.4.5. Λάκκοι (φωλιές) (Potholes)

Είναι τρύπες διαφόρων μεγεθών στο οδόστρωμα σε σχήμα μικρής λεκάνης. Προέρχονται από τοπική αποσύνθεση του οδοστρώματος, λόγω της ανεπαρκούς αντοχής του ασφαλτικού τάπητα.

Αίτια

. Ανεπαρκής αντοχή του οδοστρώματος (μειωμένο πάχος ασφαλτικής στρώσης, μικρή περιεκτικότητα σε άσφαλτο, έλλειψη ή υπερβολική ποσότητα παιπάλης). Έλλειψη συνδετικού υλικού στο ασφαλτόμιγμα. Ανεπαρκής αποστράγγιση της οδού. Εξέλιξη άλλων φθορών (ρωγμές τύπου αλλιγάτορα, καθίζηση κ.ά.)

Εξέλιξη

Διεύρυνση του λάκκου, αποσύνθεση οδοστρώματος σε μεγάλη έκταση.

4η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ: ΛΕΙΑΝΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΥΛΙΣΗΣ

3.5.1. Λεία επιφάνεια οδοστρώματος

Η λεία επιφάνεια είναι μια φθορά του οδοστρώματος, η οποία, σε αντίθεση με τους άλλους τύπους φθορών, δεν επιδρά στην επιδείνωση της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος, αλλά στο επίπεδο ασφάλειας και εξυπηρέτησης που αυτό προσφέρει και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ολισθηρότητα της επιφάνειας.

Η λεία επιφάνεια του οδοστρώματος οφείλεται κυρίως στη λείανση των επιφανειακών αδρανών. Μπορεί επίσης να οφείλεται στην ανάδυση της ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος ή στη βύθιση των χονδρόκοκκων αδρανών. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, επέρχεται μείωση ή εκμηδένιση της μικρό- ή μακρό- υφής της επιφάνειας του οδοστρώματος και μείωση του συντελεστή τριβής μεταξύ των ελαστικών και της επιφάνειας. Η παρουσία νερού επιδεινώνει την κατάσταση και παράλληλα είναι αιτία ανάπτυξης του φαινομένου της υδρολίσθησης (ιδιαίτερα στα σημεία παρακράτησης ύδατος). Επιδείνωση της ολισθηρότητας επίσης, μπορεί να επέλθει με την παρουσία λαδιών ή χώματος πάνω στην επιφάνεια, καθώς και με την εναπόθεση ελαστικών (στις περιοχές που παρατηρείται έντονη πέδηση των οχημάτων).

3.5.2. Λείανση αδρανών (στίλβωση) (Polished aggregate)

Λεία και ολισθηρή επιφάνεια κύλισης με γυαλιστερή όψη.

Αίτια

Λείανση των αδρανών της επιφανειακής ασφατικής στρώσης από την επίδραση της κυκλοφορίας (συνήθως πρόκειται για αδρανή με μεγάλο συντελεστή φθοράς σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles) Βύθιση των χονδρόκοκκων αδρανών από ασφαλτόμιγμα από την επίδραση της κυκλοφορίας.

Εξέλιξη

Το οδόστρωμα με την πάροδο του χρόνου γίνεται λείο και γυαλιστερό με αποτέλεσμα την αύξηση της ολισθηρότητάς του.

Θεραπεία

Η αντιμετώπιση της ολισθηρότητας γίνεται με τοποθέτηση καρφιών στην επιφάνεια του οδοστρώματος και στη συνέχεια διάστρωση ασφαλικού σκυροδέματος με γωνιώδη αδρανή. Μετά τη διάστρωση το ασφαλικό σκυρόδεμα κυλινδρώνεται με οδοστρωτήρα. Ακόμη μπορούμε να εφαρμόσουμε διάστρωση ασφαλτομίγματος ή ασφαλικής επάλειψης.

3.5.3. Ανάδυση ασφάλτου (Flushing)

Παρουσία ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος που του δίνει μαύρη και γυαλιστερή όψη, η οποία ανεβαίνει τις ζεστές μέρες και υπερκαλύπτει τα αδρανή.

Αίτια

Μεγάλη περιεκτικότητα ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα. Χρήση μαλακής ασφάλτου. Κακοτεχνία στην κατασκευή σφραγιστικής επάλειψης. Μεγάλη ποσότητα ασφαλικού υγρού στην προεπάλειψη ή στη συγκολλητική επάλειψη (σε εποχές με υψηλή θερμοκρασία) και βαριά κυκλοφορία, που συμπυκνώνει υπερβολικά το ασφαλτόμιγμα.

Εξέλιξη

Εμφάνιση της ασφάλτου στις τροχιές των οχημάτων σε περιόδους που έχουμε υψηλές θερμοκρασίες. Συνοδεύεται με παραμόρφωση της στρώσης κυκλοφορίας, ενώ εμφανίζεται με τη μορφή ασφαλικής μεμβράνης που προκαλεί ολισθηρότητα στην οδό κατά τις βροχερές μέρες

Θεραπεία

Επισκευάζεται με διάστρωση άμμου, σκουριάς ή ψηφίδες και στη συνέχεια ελαφριά κυλίνδρωση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΘΩΡΩΝ ΣΕ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ. ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : ΝΤΑΙΛΙΑΝΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ - ΣΕΡΙΦΗ ΚΛΕΟΠΑΤΡΑ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ – ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ. ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ - ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΤΖΙΤΖΗ ΖΩΗ - ΤΣΑΜΠΑΡΔΟΥΚΑ ΦΩΤΕΙΝΗ - ΧΩΤΟΥ ΣΤΕΛΛΑ

ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ – ΥΛΙΚΑ- ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ Α.Θ. ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΙΝΤΕΡΝΕΤ

- <http://www.flyash.gr/>
- <http://www.keridis.com/>
- <http://www.modernasphalts.com/>
- <http://www.herco.gr/>
- <http://www.kamatakis.gr/>
- http://www.cwc.org/gl_bp/qbp4-0201.htm
- <http://www.nytimes.com/>
- <http://www.veqvesen.no/binary?id=192739>
- <http://www.elemka.gr/>
- <http://www.allstatesasphalt.com/nf-pr-4.htm>

