

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.Φ.

ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : ΚΑΒΟΥΚΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΥΦΑΝΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ**

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΗ ΕΛΕΝΗ

ΠΑΤΡΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο- ΑΔΡΑΝΗ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	
1.1 ΑΔΡΑΝΗ.....	9
1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	11
1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	14
1.4 ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο- ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	
2.1 ΦΘΟΡΕΣ.....	18
2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΛΑΒΩΝ	20
2.2.1 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ.....	21
2.2.2 ΡΗΓΜΑΤΩΣΕΙΣ.....	23
2.2.3 ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ.....	25
2.2.4 ΑΝΑΔΥΣΕΙΣ.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο- ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	
3.1 ΑΦΡΩΔΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΣ.....	29
3.1.1 Γενικά.....	29
3.1.2 Ποιότητα αφροποιημένου ασφαλτικού προϊόντος.....	29
3.1.3 Εκτίμηση της ποιότητας του αφροποιημένου ασφαλτικού.....	30
3.1.4 Χρήση αφρώδους ασφαλτικού ως συντελεστή συναρμογής σε υλικά ψυχρής επεξεργασίας.....	30
3.1.5 Έλεγχος των ιδιοτήτων του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού.....	30
3.1.6 Καθορισμός της βέλτιστης περιεκτικότητας αφρώδους ασφαλτικού.....	31
3.1.7 Οι ιδιότητες του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού.....	31
3.1.8 Κατάλληλες χρήσεις.....	31
3.1.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	31

3.2 ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ.....	32
3.2.1 Γενικά.....	32
3.2.2 Ανακύκλωση αδρανών αποβλήτων.....	33
3.2.3 Ανακύκλωση ελαστικών.....	34
3.2.3.1 Ελαστικά και Περιβάλλον.....	34
3.2.3.2 Εναλλακτική διαχείριση χρησιμοποιημένων ελαστικών.....	35
3.2.3.3 Αξιοποίηση κι ανακύκλωση ελαστικών.....	35
3.2.3.4 Τι πρέπει να γνωρίζουμε.....	36
3.2.3.5 Τι άλλο πρέπει να γίνει.....	36
3.2.4 Ανακύκλωση γυαλιού.....	37
3.2.4.1 Γενικά για το γυαλί.....	37
3.2.4.2 Glassphalt.....	39
3.2.4.3 Πλεονεκτήματα.....	39
3.2.4.4 Μειονεκτήματα.....	39
3.2.5 Επιτόπια ανακύκλωση.....	41
3.2.5.1 Επιτόπια ανακύκλωση εν ψυχρώ.....	41
3.2.5.2 Επιτόπια ανακύκλωση εν θερμώ.....	41
3.2.6 Ανακύκλωση σε κεντρική εγκατάσταση.....	42
3.3 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ.....	42
3.3.1 Προϊόντα ενίσχυσης της ασφάλτου.....	43
3.3.2 Τρόπος παραγωγής.....	44
3.4 ΑΝΤΙΥΔΡΟΦΙΛΑ ΥΛΙΚΑ.....	45
3.5 ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ.....	45
3.6 ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ.....	46
3.6.1 Σύνθεση.....	46
3.6.2 Εφαρμογή.....	47
3.6.3 Προεπαλείψεις συγκολλητικές και σφραγιστικές επαλείψεις.....	48
3.7 ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ.....	50
3.7.1 Ορισμός.....	50
3.7.2 Εφαρμογές της ιπτάμενης τέφρας.....	51
3.7.2.1 Εφαρμογή της ιπτάμενης τέφρας στην οδοποιία.....	52
3.8 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΚΩΡΙΩΝ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΟΥΣ ΤΑΠΗΤΕΣ.....	53
3.8.1 Παραγωγή σκωριών.....	53
3.8.2 Πεδία χρήσης σκωριών σε παγκόσμιο επίπεδο.....	54
3.8.3 Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.....	55
3.8.4 Μετρήσεις επιφανειακών χαρακτηριστικών οδοστρωμάτων σε ασφαλτοτάπητες με σκωρίες.....	56
3.8.5 Σύγκριση επιφανειακών χαρακτηριστικών σε αντιολισθηρούς τάπητες με σκωρίες και φυσικά αδρανή.....	58
3.9 SLURRYSEALING.....	59
3.9.1 Τι είναι το slurryseal.....	59
3.9.2 Πως παρασκευάζεται το SlurrySeal.....	59
3.9.3 Αποτελεσματικότητα.....	60
3.9.4 Ευελιξία.....	60
3.9.5 Ασφάλεια.....	61
3.9.6 Περιβάλλον.....	61
3.9.7 Διάρκεια.....	61
3.9.8 Πλεονεκτήματα SlurrySeal.....	61
3.9.9 Τύποι SlurrySeal.....	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο- ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

4.1 STREETPRINT.....	63
4.1.1 Δοκιμασμένη τεχνολογία.....	63
4.1.2 Τι είναι ακριβώς το streetprint.....	63
4.1.3 Σύσταση καυλικά.....	64
4.2 PATCHERS.....	70
4.3 ΓΚΙΛΣΟΝΙΤΗΣ.....	73
4.4 ROADTECH.....	76
4.4.1 Roadtech 2000.....	76
4.4.2 Roadtech 1500.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε από τους σπουδαστές Καβουκλή Κωνσταντίνο και Υφαντή Αλέξανδρο κατά το Ακαδημαϊκό Έτος 2012-2013, στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής του ΤΕΙ Πατρών, υπό την επίβλεψη της κ. Γρεβενιώτη Ελένη, καθηγήτριας στο μάθημα της Οδοποιίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επισκόπηση των σύγχρονων μεθόδων και των εναλλακτικών υλικών στην κατασκευή οδοστρωμάτων.

Η ανάγκη της καθημερινότητας έχει επιφέρει ραγδαία αύξηση κατοχής οχημάτων με αποτέλεσμα την κατακόρυφη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Αύξηση του φόρτου σημαίνει για το οδόστρωμα μεγαλύτερες πιέσεις για την υπόβαση, προβλήματα και φθορές του οδοστρώματος. Συνεπώς για να επισκευασθούν αυτά τα προβλήματα εκτελούνται κάποιες εργασίες οι οποίες κοστίζουν.

Σκοπός του παρόντος συγγράμματος είναι η παρουσίαση νέων μεθόδων και εναλλακτικών υλικών για την κατασκευή ενός οδοστρώματος με τις ελάχιστες φθορές, επομένως την ελάχιστη συντήρησή του. Αναφέρονται και αναλύονται οι σημαντικότερες μέθοδοι και τα πιο διαδεδομένα εναλλακτικά υλικά που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το οδόστρωμα αποτελείται από ένα σύνολο διαφόρων στρώσεων οι οποίες τοποθετούνται πάνω από το φυσικό έδαφος για τη δημιουργία της οδού.

Σκοπός του είναι να παραλαμβάνει τα φορτία της κυκλοφορίας και να τα καταναίμει στο υπέδαφος. Ο τάπητας κυκλοφορίας, η συνδετική στρώση και η ασφαλτική βάση έχουν όλα σαν συνδετικό υλικό την άσφαλτο. Η βάση και η υπόβαση αποτελούνται συνήθως από ασύνδετα υλικά και σε μερικές περιπτώσεις από σταθεροποιημένα με τσιμέντο κοκκώδη υλικά ή εδαφικά υλικά. Τα οδοστρώματα διακρίνονται σε **εύκαμπτα** και **δύσκαμπτα**. Τα οδοστρώματα υπόκεινται σε **φθορές** ανάλογα την ποιότητα κατασκευής τους αλλά και τον κυκλοφοριακό φόρτο. Φθορά ονομάζεται κάθε είδους ανωμαλία, η οποία επιδεινώνει τις συνθήκες κύλισης των οχημάτων στην επιφάνεια ενός οδοστρώματος. Οι φθορές είναι συγχρόνως αιτίες και αποτέλεσμα, διότι οι αρχικές φθορές αποτελούν συνήθως αιτία νέων φθορών του ίδιου ή διαφορετικού τύπου. Η εξέλιξη τους είναι ταχύτατη και οδηγούν σε καταστροφή, αν δεν προγραμματιστεί συντήρηση και αποκατάστασή τους. Όλες οι φθορές που εμφανίζονται στα εύκαμπτα οδοστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες: **ρηγματώσεις, παραμορφώσεις παντός είδους, αποσαθρώσεις και λείανση της επιφάνειας κύλισης.**

Για την μείωση του κόστους συντήρησης αλλά και τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των οδοστρωμάτων αναζητούμε νέα υλικά πιο ανθεκτικά αλλά και πιο οικονομικά σε βάθος χρόνου. Η **αφρώδης άσφαλτος** είναι ένα από τα υλικά αυτά. Παράγεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας νερού σε θερμή άσφαλτο. Όταν προστίθεται στη θερμή άσφαλτο, το νερό εξατμίζεται απότομα, δημιουργώντας έτσι φυσαλίδες ατμού επικαλυμμένες με μια λεπτή μεμβράνη ασφάλτου. Σ' αυτή την παροδική αφρώδη κατάσταση, η άσφαλτος έχει χαμηλό ιξώδες, γεγονός που της επιτρέπει να αναμιχθεί με αδρανή υλικά σε θερμοκρασία και υγρασία περιβάλλοντος.

Τα **αδρανή απόβλητα** ή αλλιώς οικοδομικά απορρίμματα (συμπεριλαμβανομένων των κατεδαφίσεων και των εκσκαφών γαιώνθμελίωσης διαφόρων έργων) ανέρχονται στην Ε.Ε. σε 300 εκατομμύρια τόνους ετησίως, ενώ άλλες πηγές ανεβάζουν την τιμή αυτή σε 450 εκ. τόνους. Για την κατασκευή οδοστρωμάτων ανακυκλώνονται **γυαλί και ελαστικά.**

Οι **τροποποιημένες άσφαλτοι** αναπτύχθηκαν για να βελτιώσουν την συμπεριφορά των ασφαλτομίγμάτων και κατά συνέπεια του οδοστρώματος. Τα οφέλη που θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τη χρήση τροποποιημένων ασφάλτων συνοψίζονται: στη βελτίωση της αντίστασης σε παραμένουσα παραμόρφωση του ασφαλτομίγματος σε υψηλές θερμοκρασίες, στη μεγαλύτερη κατανομή τάσεων (αύξηση της δυσκαμψίας) για συγκεκριμένο πάχος στρώσεων, στη βελτίωση της συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος σε κόπωση με συνέπεια τη μείωση της ρηγμάτωσης υπό την επίδραση επαναλαμβανόμενης φόρτισης κ.α.

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. Για να αυξήσουμε τον βαθμό προσφύσεως χρησιμοποιούμε διάφορα χημικά μέσα που ονομάζονται **αντιυδροφιλα υλικά.**

Οι **ασφαλτικές μεμβράνες** 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 αύξησεως της περιεκτικότητας σε υγρασία και σε ρωγμές εξαιτίας συστολής που είναι συνέπεια της μειώσεως της υγρασίας.

Τα **ασφαλτικά γαλακτώματα** ως γνωστόν είναι αιωρήματα ασφάλτου σε λεπτό διαμερισμό μέσα στο νερό. Ο βασικός σκοπός της ρευστοποίησης της ασφάλτου με τη μορφή γαλακτώματος, είναι η παροχή δυνατότητας χρησιμοποίησής της σε 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 ασφαλτικού διαλύματος.

Ηιπτάμενη 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.

Σκωρία ορίζεται «το μη μεταλλικό παραπροϊόν (της παραγωγικής διαδικασίας των χαλυβουργιών) το οποίο συνίσταται κυρίως από οξειδία του αργιλίου, του πυριτίου, του σιδήρου, του θείου και άλλων στοιχείων».

Το **Slurry Seal** είναι ένα μίγμα επιλεγμένων αδρανών συνεχούς διαβάθμισης, τσιμέντου, ασφαλτικού γαλακτώματος και νερού σε προκαθορισμένες αναλογίες, αναμιγμένα και διαστρωμένα ως στρώση κυκλοφορίας.

Το **Street Print** χρησιμοποιείται με έτοιμο ζεστό μίγμα ασφάλτου, το οποίο πρέπει να απλώνεται με τις σωστές μεθόδους. Η σχεδίαση της ζεστής, συμπαγούς ασφάλτου γίνεται κατόπιν, με μία σειρά από πλέγματα πολλών χρήσεων τα οποία πιέζουμε πάνω στην επιφάνεια της.

Η μέθοδος **PATCHERS** επινοήθηκε στην Αμερική και επιτρέπει να επισκευάσουμε τους δρόμους σε ασύλληπτα μικρό χρόνο και κάτω από οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες αφού σήμερα που οι απαιτήσεις των πολιτών έχουν αυξηθεί, δεν αρκεί η άρτια κατασκευή ενός τεχνικού έργου αλλά και η γρήγορη αποκατάσταση της οδού και η απόδοσή της στην κυκλοφορία.

Ο **Γκίλσονίτης** είναι ένας φυσικός υδρογονάνθρακας που τροποποιεί την ασφαλτο έτσι ώστε αφενός να μην "μαλακώνει" ο ασφαλτοτάπητας και αλλάζει μορφή στις υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και αφετέρου να αυξάνει την αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (διατηρώντας την ελαστικότητα της).

Τέλος η **RoadTech 2000** στηρίζεται σε μοναδικό μείγμα από φυσικώς απαντώμενα μικρόβια τα οποία αντιμετωπίζουν τα σωματίδια αργίλου στο έδαφος. Τα μικρόβια παράγουν ένα πολυμερές (μία φυσική «κόλλα»), η οποία αντικαθιστά αποτελεσματικά το νερό μεταξύ των σωματιδίων αργίλου μειώνοντας έτσι σημαντικά την ικανότητα της αργίλου να απορροφήσει εκ νέου υγρασία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται γενικά στα οδοστρώματα και δίνει ιδιαίτερο βάρος στις σύγχρονες τεχνικές και στις νέες μεθόδους για την κατασκευή τους μέσα από έρευνα που έγινε στη βιβλιογραφία και στο internet.

Αρχικά γίνεται μια γενική αναφορά στα οδοστρώματα και στην κατασκευή αυτών, στις δυο κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται. Αναφερόμαστε στα εδάφη επάνω στα οποία θεμελιώνουμε τις οδούς και στα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούμε για την κατασκευή των άνω στρώσεων.

Έπειτα γίνεται μια αναφορά στη συμπεριφορά των οδοστρωμάτων, μέσα από την ανάλυση των φθορών και του τρόπου συντήρησής τους.

Ακολουθεί ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο καθώς αναφέρονται τα εναλλακτικά υλικά για την κατασκευή οδοστρωμάτων.

Τέλος γίνεται αναφορά στις σύγχρονες τεχνικές στην κατασκευή οδοστρωμάτων, αναλύοντας δυνατότητες και προοπτικές της χρήσης των αποβλήτων και κάποιων ανακυκλωμένων υλικών για τη δημιουργία αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο. ΑΔΡΑΝΗ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

1.1 ΑΔΡΑΝΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο αδρανή υλικά εννοούμε τα διαβαθμισμένα, ορυκτής ή βιομηχανικής προέλευσης υλικά που χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια (έρμα σιδηροδρομικών σταθμών, στραγγιστηρίων, φίλτρων διηθήσεως ή καθαρισμού, βράχοι θωράκισης, κ.λ.π.) σε πάσης φύσεως τεχνικά έργα, είτε με συγκολλητικό υλικό (για παρασκευή κονιαμάτων, σκυροδεμάτων, ασφαλτομιγμάτων κ.λ.π.) Τα αδρανή υλικά δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά ούτε και με το συγκολλητικό μέσο παρά μόνο συγκρατούνται απ' αυτό. Τα αδρανή διακρίνονται σε χονδρόκοκκα συγκρατούμενα στο κόσκινο No 8 (2,36 mm), σε λεπτόκοκκα διερχόμενα από το κόσκινο No 8 και συγκρατούμενα στο κόσκινο No 200 και σε παιπάλη διερχόμενη από το κόσκινο No 200.



Εικόνα 1.1: Κόσκινο

Χονδρόκοκκο υλικό. Στις ασφαλτικές στρώσεις το χονδρόκοκκο κλάσμα των αδρανών είναι εκείνο που προσδίδει κυρίως τις χαρακτηριστικές αντιολισθηρές ιδιότητες (μικροϋφή και μακροϋφή) της επιφανείας του οδοστρώματος και για αυτό θα πρέπει να αποτελείται κατά 100% από αδρανές υλικό με εξαιρετικά μηχανικά χαρακτηριστικά, μεγάλη καθαρότητα και κατάλληλο σχήμα κόκκων.

Λεπτόκοκκο υλικό. Το λεπτόκοκκο κλάσμα (διερχόμενο από το κόσκινο No 8 και συγκρατούμενο στο κόσκινο No 200), πρέπει να αποτελείται από κόκκους γωνιώδεις, θραυστιγενείς και απαλλαγμένους από άργιλο ή άλλες επιβλαβείς προσμίξεις. Σε περιπτώσεις βαριάς κυκλοφορίας, είναι προτιμότερο να είναι της ίδιας προέλευσης με το χονδρόκοκκο υλικό. Στις λοιπές περιπτώσεις, μπορεί να είναι θραυστό ασβεστολιθικής σύστασης ή φυσικής προέλευσης.

Καθαρότητα και σχήμα κόκκων. Το χονδρόκοκκο κλάσμα πρέπει να προέρχεται από θραύση πετρώματος με τα προδιαγραφόμενα μηχανικά χαρακτηριστικά και να είναι απαλλαγμένο από επιβλαβείς προσμίξεις (άργιλο, οργανικά ή άλλα μαλακά εύθρυπτα υλικά). Στην περίπτωση που προέρχεται από φυσικές αποθέσεις ποταμών ή χειμάρρων, οι προς θραύση κροκάλες θα πρέπει να συγκρατούνται από κόσκινο με άνοιγμα οπής τριπλάσιο του ονομαστικού μεγέθους των κόκκων και το 80% τουλάχιστον των κόκκων που συγκρατούνται στο κόσκινο No 4, να έχει μία τουλάχιστον θραυστιγενή επιφάνεια.

Οι κόκκοι πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κυβοειδούς μορφής. Ο έλεγχος του σχήματός τους θα γίνεται με τη μέθοδο BS 812, με προσδιορισμό για το συγκρατούμενο στο κόσκινο 6,3 mm (1/4") υλικό του "δείκτη πλακοειδούς" (Flakiness Index), ο οποίος θα πρέπει να είναι μικρότερος από 30%.

Τα αδρανή υλικά με βάση την προέλευσή τους διακρίνονται σε:

1. Φυσικής προέλευσης (θραυστά πετρώματα, ποταμίσιες λιμναίες ή θαλάσσιες αποθέσεις, λάβα, ηφαιστειακοί τόφοι, λατομικά προϊόντα κ.λ.π.).

2. 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, περλίτης, βερμικουλίτης κ.λ.π.).

3. Ανακυκλωμένα είναι τα αδρανή που προκύπτουν από την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών από υφιστάμενες κατασκευές (υλικά κατεδαφίσεων σκυροδέματος, τοιχοποιίας, ασφαλτικών έργων κ.λ.π.).

Τα αδρανή λατομείων είναι τα αδρανή από εξόρυξη και θραύση όγκων πετρώματος και είναι η κύρια κατηγορία αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται στον Ελλαδικό χώρο.

Τα Θραυστά Αδρανή Υλικά, όσον αφορά στη λιθολογική τους σύσταση και το πεδίο χρήσης τους, διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

(α) **Συνήθη ή συμβατικά αδρανή** για οικοδομικές χρήσεις, για την οδοποιία, σε τεχνικά έργα καθώς και για τις υποβάσεις και βάσεις των δρόμων. Στα πλαίσια των παραπάνω χρήσεων η παραγωγή του συνήθους σκυροδέματος καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Τα αδρανή της κατηγορίας αυτής είναι γενικά ανθρακικής σύστασης, γιατί αφενός ικανοποιούν τις ποιοτικές απαιτήσεις των έργων συνδυάζοντας το σχετικά χαμηλό κόστος παραγωγής και αφετέρου επειδή τα ανθρακικά πετρώματα παρουσιάζουν ευρεία εξάπλωση στον Ελληνικό χώρο.

(β) **Αδρανή ειδικών χρήσεων** για αντιολισθηρούς ασφαλτοτάπητες ή υποβάσεις σιδηροδρομικών γραμμών, τα οποία συνίστανται κυρίως από ηφαιστειακά πετρώματα ή άλλα κατάλληλης σύστασης πετρώματα. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται επίσης και τα αδρανή για τη παραγωγή τσιμέντου ή ασβέστη, που είναι μεν ασβεστολιθικής σύστασης αλλά ειδικών προδιαγραφών (όρια περιεκτικότητας κύριων στοιχείων, απουσία προσμίξεων κ.α.).



Άμμος οδοστρωσίας

Σκύρα οδοστρωσίας

Εικόνα 1.2: Αδρανή υλικά

1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Το έδαφος στη φυσική του μορφή δεν είναι ικανό να αντέξει στις καταπονήσεις που δέχεται από την κυκλοφορία των οχημάτων αλλά ούτε και η επιφάνειά του είναι κατάλληλη για την ομαλή κίνηση των οχημάτων. Επίσης σε κλιματολογικές αλλαγές αλλάζει τελείως η αντοχή του, κάτι που το καθιστά ακατάλληλο για ασφαλή κυκλοφορία. Λύση για όλα αυτά τα προβλήματα έρχεται να δώσει το οδόστρωμα.

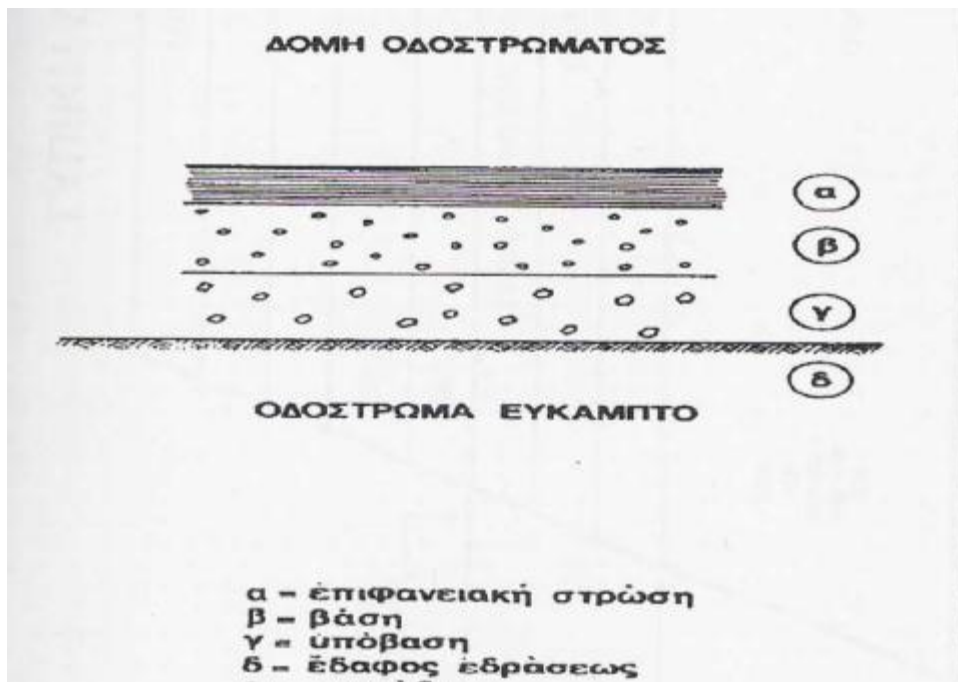
Ανάλογα με την ελαστικότητά τους, τα οδοστρώματα διακρίνονται σε εύκαμπτα και δύσκαμπτα.

Εύκαμπτα θεωρούνται :

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

Τα εύκαμπτα οδοστρώματα αποτελούνται από :

1. Υπόβαση
2. Βάση
3. Επιφανειακή στρώση



Εικόνα 1.3: Χαρακτηριστική δομή εύκαμπτου οδοστρώματος

Δύσκαμπτα θεωρούνται :

- ο Τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα
- ο Τα λιθόστρωτα

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα από σκυρόδεμα (άοπλο, οπλισμένο ή προεντεταμένο) και εδράζονται σε κατάλληλη βάση.



Εικόνα 1.4: Χαρακτηριστική δομή δύσκαμπτου οδοστρώματος

Οι λόγοι που κατασκευάζονται οι στρώσεις υπόβασης και βάσης στα εύκαμπτα οδοστρώματα είναι οι εξής :

- 1) Αποτρέπουν την άνοδο του ύδατος λόγω τριχοειδών.

- 2) Προσφέρουν μια πρόσθετη προστασία από τον παγετό.
- 3) Συντελούν στην αποστράγγιση.
- 4) Αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα.
- 5) Τα φορτία κατανέμονται καλύτερα με το σύστημα των στρώσεων.

Αντίστοιχα στα δύσκαμπτα οδοστρώματα η στρώση βάσης κατασκευάζεται επειδή :

- 1) Εμποδίζει την άνοδο του ύδατος λόγω τριχοειδών.
- 2) Προστατεύει από τον παγετό.
- 3) Συντελεί στην αποστράγγιση.
- 4) Εμποδίζει τις καθιζήσεις του εδάφους.
- 5) Αυξάνει την αντοχή του οδοστρώματος.
- 6) Διευκολύνει την κατασκευή.

Η μεταφορά των φορτίων στο έδαφος στο εύκαμπτο οδόστρωμα 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 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 οδοστρώματων είναι η στατική επίλυση της πλάκας σκυροδέματος, που εδράζεται σε άπειρα ελαστικά σημεία.

Οι κυριότεροι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του πάχους του εύκαμπτου οδοστρώματος, είναι :

- α) Η φύση του εδάφους έδρασης του οδοστρώματος.
- β) Οι κλιματολογικές συνθήκες.
- γ) Τα επί τόπου διαθέσιμα υλικά.
- δ) Ο κυκλοφοριακός φόρτος.

Η φύση του εδάφους επηρεάζει άμεσα τη συμπεριφορά του οδοστρώματος, επομένως είναι απαραίτητη η εδαφοτεχνική μελέτη στη ζώνη που θα εδράζεται το οδόστρωμα. Πολλές φορές όμως δεν είναι αρκετή μία εδαφοτεχνική μελέτη στη ζώνη έδρασης αλλά χρειάζονται και άλλα σημαντικά στοιχεία που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδοστρώματος. Τα στοιχεία αυτά είναι : η στάθμη των υπογείων υδάτων, οι κατολισθήσεις του εδάφους, το βάθος των μαλακών εναποθέσεων αλλά και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής (το ύψος των βροχοπτώσεων, ο παγετός και οι εναλλαγές του και οι μεταβολές της θερμοκρασίας).

Για το πάχος και τη σύνθεση του οδοστρώματος πρέπει να γίνεται μελέτη έτσι ώστε αν είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται τα επιτόπια υλικά. Γίνεται αντιληπτό ότι η φέρουσα ικανότητα της υπόβασης εξαρτάται από το είδος του υλικού. Δηλαδή η χρήση θραυστού πετρώματος θα έχει μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα από ίσο πάχος φυσικού αμμοχάλικου. Άρα με την κατάλληλη αυξομείωση του πάχους της στρώσης της υπόβασης έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Σε ένα δύσκαμπτο οδόστρωμα οι βασικοί παράγοντες που υπεισέρχονται στη μεθοδολογία υπολογισμού είναι :

- a) Η ποιότητα του σκυροδέματος.
- b) Η αντοχή της υποδομής.
- c) Τα φορτία και η συχνότητά τους.

Το σκυρόδεμα δέχεται σημαντικές καμπτικές τάσεις από τις διάφορες περιπτώσεις φόρτισης. Το σκυρόδεμα πρέπει να παρουσιάζει στερεότητα, ικανή καμπτική αντοχή και στερεή αντιολισθηρή επιφάνεια.

1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Τα οδοστρώματα διαχωρίζονται σε δυο κατηγορίες, στα εύκαμπτα και άκαμπτα, όπου στα άκαμπτα κυριαρχεί η πλάκα σκυροδέματος. Πρόκειται για μια οπλισμένη πλάκα με πάχος 20-30 cm η οποία τοποθετείται πάνω σε επιλεγμένο υλικό, όπου θεωρούμε ότι αντιστοιχεί με την υπόβαση των εύκαμπτων οδοστρωμάτων.

Στην Ελλάδα, η συντριπτική πλειοψηφία των δρόμων κατασκευάζονται από εύκαμπτα οδοστρώματα, και αυτό διότι τα άκαμπτα οδοστρώματα έχουν υψηλό κόστος κατασκευής.

Ας δούμε λοιπόν μερικές διαφορές που έχουν οι δύο αυτές κατηγορίες οδοστρωμάτων.

Καταρχήν τα εύκαμπτα οδοστρώματα παραμορφώνονται περισσότερο από την διέλευση, ενός βαρέως οχήματος πραγματοποιώντας μια βύθιση της τάξεως των 2 mm, ενώ στα άκαμπτα οδοστρώματα η πίεση είναι πολύ μικρή έως και μηδαμινή.

Η πίεση στην επιφάνεια οδοστρώματος και εδάφους, είναι περίπου στο 15% για τα εύκαμπτα οδοστρώματα, ενώ για τα άκαμπτα το ποσοστό είναι κατά πολύ μικρότερο μεταξύ του 2-3%

Οδοστρώματα σκυροδέματος παρατηρούμε επί το πλείστον στα αεροδρόμια όπου τα φορτία των αεροσκαφών είναι πολύ μεγαλύτερα από αυτά των φορτηγών. Επίσης σε χώρους στάθμευσης φορτηγών, αεροσκαφών, σε χώρους στάσης λεωφορείων, σε προβλήτες λιμανιών και σε τελωνεία.

Η άσφαλτος θα προκαλούσε μακροχρόνιες παραμορφώσεις με την επιβολή των ισχυρών φορτίων. Επίσης σκυρόδεμα χρησιμοποιούμε, στα σημεία που υπάρχει συχνή ρήξη λαδιών αλλά και καυσίμων, όπως συνεργεία, πρατήρια καυσίμων και χώρους μακροχρόνιας στάθμευσης

Η άσφαλτος είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό το οποίο μαλακώνει με τις υψηλές θερμοκρασίες, ακόμη είναι ευάλωτο σε τροχαυλακώσεις κατά τους θερινούς μήνες. Επίσης, οι χαμηλές θερμοκρασίες την καθιστούν εύθραυστη με αποτέλεσμα να έχουμε ρηγματώσεις στις βαρυχειμωνιές.

Ενώ στα οδοστρώματα σκυροδέματος υφίστανται συστολές και διαστολές από την μεταβολή της θερμοκρασίας, αυτό όμως υπάρχει τρόπος να αντιμετωπιστεί με την όπλιση των πλακών και την κατασκευή αρμών.

Η αναγκαιότητα των αρμών προκαλεί ευπάθεια των άκαμπτων οδοστρωμάτων στην περιοχή των αρμών τους. Επίσης, υπάρχει και το πρόβλημα των τάσεων από την συστολή και πήξη που εμφανίζεται στα οδοστρώματα σκυροδέματος.

Η πιο σημαντική διαφοροποίηση, μεταξύ στα εύκαμπτα και άκαμπτα οδοστρώματα είναι η συμπεριφορά 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 δεν καθιζάνει. Το υποκείμενο οδόστρωμα δεν έχει αυτοτέλεια συμπεριφοράς, η υπόβαση, ως ασύνδετο υλικό θα καταρρεύσει ακολουθώντας και αυτή. Ο ασφαλοτάπητας 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. Αυτό μας δείχνει ότι δεν έχουμε ένα τόσο ενιαίο έδαφος, όπως είναι αυτό των εύκαμπτων οδοστρωμάτων.

1.4 ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ

Στην οδοποιία τα ασφαλτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι υδρογοναθρακούχα υλικά φυσικής ή πυρογενούς προέλευσης, τα οποία έχουν συγκολλητικό χαρακτήρα. Στα υδρογοναθρακούχα αυτά υλικά περιλαμβάνεται η άσφαλτος και η πίσσα. Η άσφαλτος για να διατηρεί τις συνδετικές της ιδιότητες πρέπει να παραμένει πλαστική. Σε περιοχές με ψυχρό κλίμα χρησιμοποιείτε μαλακή άσφαλτος για την οδοστρωσία ενώ σε θερμότερες περιοχές χρησιμοποιείτε σχετικά σκληρή άσφαλτος. Η άσφαλτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα σε μορφή διαλύματος ή γαλακτώματος.

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα αποτελούνται από θραυστό υλικό λατομείου αναμιγμένο με ασφαλτικό υλικό το οποίο σταθεροποιείτε με συμπύκνωση, με την βοήθεια οδοστρωτήρα. Στην Ελλάδα ο τύπος που χρησιμοποιείτε για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας είναι το ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου.

Άσφαλτος καλείτε το μείγμα από μάλθη και ανόργανες ουσίες και διακρίνεται σε:

Φυσική άσφαλτο όπου είναι προϊόν που παράχθηκε από πετρέλαιο μέσω της φυσικής οδού της εξάτμισης, ή της απόσταξης, σε υπόγεια στρώματα και απαντώνται υπό μορφή ασφαλτολίθων με μικρή περιεκτικότητα σε μάλθη (4-20% κ.β.) και υπό μορφή ασφάλτων με μεγάλη περιεκτικότητα σε μάλθη.

Είδη φυσικής ασφάλτου

- Ασφαλτόλιθοι στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετοί, εμφανίζονται στα δυτικά παράλια. Χρησιμοποιούνται και για την παρασκευή ασφαλταλεύρου.(ασβεστολιθικοί, ψαμμιτικοί)
- Ασφαλτος σελενίτσης υπάρχει στην βόρεια ήπειρο, κοντά στην Αυλώνα. Χρησιμοποιείται και για την παρασκευή ασφάλτου οδοστρωσίας.
- Ασφαλτος Trinidad προέρχεται από την ασφαλτολίμνη Trinidad
- Ασφαλτοι Βερμούδων προέρχεται από την ασφαλτολίμνη Bermuder στην Βενεζουέλα.

Τεχνητή άσφαλτος: λαμβάνεται με ανάμειξη μάλθης και αδρανών υλικών. Χρησιμοποιείτε, κυρίως στην οδοστρωσία, υπό μορφή ασφαλτικής μαστίχης, χυτής ασφάλτου, αμμασφάλτου, ασφαλτικών μειγμάτων τύπου Μακαντάμ, ασφαλτοσκυροδεμάτων κ.λ.π. Η ασφαλτική μαστίχη παρασκευάζεται από λιθάλευρο ή από ασφαλτάλευρο μικρής περιεκτικότητας σε μάλθη και από άσφαλτο οδοστρωσίας της κατηγορίας B25 – B45 (κατά DIN 1995). Διακρίνεται σε ασφαλτική μαστίχη για ασφαλτοτάπητες από χυτή άσφαλτο δαπέδων ειδικής χρήσεως (π.χ. οξύμαχοι ασφαλτοτάπητες χωρίς ασβεστόλιθο), σε ασφαλτική μαστίχη οδοστρωσίας και σε ασφαλτικούς στόκους.

Χρωματιστή άσφαλτος: οι έγχρωμοι ασφαλτοτάπητες υπερκαλύπτουν κάποιες απαιτήσεις όπως προειδοποιούν για ορισμένες κατασκευές (διασταυρώσεις, ποδηλατοδρόμους, στάσεις λεωφορείων κ.α.) επίσης βελτιώνουν την απόδοση του φωτισμού (τούνελ, διαβάσεις) ακόμα εξαλείφουν την οπτική αντίθεση της ασφάλτου με το περιβάλλον έδαφος ή την βλάστηση, ενσωματώνοντας την στο φυσικό τοπίο.

Ο χρωματισμός της ασφαλτικής επιφάνειας μπορεί να επιτευχθεί με διαφορετικούς τρόπους όπως με την χρήση εγχρωμών αδρανών υλικών ακόμα με την χρήση έγχρωμων επιφανειακών επεξεργασιών, μετά την διάστρωση συμβατικού ασφαλτοτάπητα π.χ. slurry επίσης και με την συμβατική άσφαλτο με έγχρωμα αδρανή και έγχρωμα οξειδία στο θερμό ασφαλτόμιγμα.

Ασφαλτικό σκυρόδεμα

Το ασφαλτοσκυρόδεμα είναι μίγμα ασφαλτικών υλικών, άμμου και σκύρων. Τα ασφαλτικά υλικά αποτελούν τη συγκολλητική ύλη, γεμίζουν τα κενά της άμμου και συγκολλούν τους κόκκους της με τα σκύρα, ακριβώς όπως ενεργεί το τσιμέντο με το τσιμεντοσκυρόδεμα.

Τα χρησιμοποιούμενα ασφαλτικά υλικά είναι φυσικές ή τεχνητές άσφαλτοι και πίσσες λιθανθράκων. Τα υλικά αυτά έχουν ισχυρές συγκολλητικές ιδιότητες, μεγάλη ευστάθεια, δηλαδή αντοχή στον χρόνο και δεν επηρεάζονται από τις καιρικές μεταβολές .

Τα αδρανή υλικά πρέπει να έχουν μεγάλη αντοχή σε τριβή, γιατί τα ασφαλτοσκυροδέματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή οδοστρωμάτων, όπου η μεγαλύτερη καταπόνηση προέρχεται από τις τριβές των κινούμενων οχημάτων. Η αναλογία μίξης των υλικών του ασφαλτοσκυροδέματος, εξαρτάται από το είδος του ασφαλτικού υλικού και την κατηγορία της οδού, επάνω στην οποία θα γίνει το οδόστρωμα.

Επίσης διαφορετικής σύνθεσης θα είναι το ασφαλτοσκυρόδεμα που προορίζεται για οδούς θερμών ή ψυχρών κλιμάτων και για τις οδούς των πόλεων ή της υπαίθρου.

Η ποιότητα και το είδος των υλικών, που θα χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή ασφαλτοσκυροδέματος, ο έλεγχος των ιδιοτήτων και η κοκκομετρική σύνθεσή τους, ο τρόπος ανάμιξης και παρασκευής και ο τρόπος διάστρωσης αναφέρονται λεπτομερώς στις πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές του πρώην Υπουργείου Δημοσίων Έργων, για κατασκευές οδοστρωμάτων στις ελληνικές οδούς.

Πλεονεκτήματα ασφαλτικών οδοστρωμάτων

α) ομαλότητα οδοστρώματος

Η επιφάνεια είναι συνεχής, ευχάριστη στην όψη, απαλή στην κύλιση και χωρίς καταπόνηση των οχημάτων και επιβατών.

β) ελαστικότητα οδοστρώματος

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα είναι ελαστικά και απορροφούν τις κρούσεις από την κυκλοφορία των οχημάτων, χωρίς να αποσυντίθεται ή να θρυμματίζονται.

γ) φθορά κανονική

φθείρονται κανονικά και ομοιόμορφα χωρίς να σχηματίζεται σκόνη ή λάσπη

δ) στεγανότητα της επιφάνειας

Η επιφάνεια είναι αδιαπέρατη από το νερό και έτσι προφυλάσσεται η θεμελίωση

ε) γρήγορη παράδοση και εύκολη συντήρηση

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα παραδίδονται στην κυκλοφορία σε μικρό χρονικό διάστημα εφόσον έχει τελειώσει η κατασκευή. Η συντήρηση είναι πολύ εύκολη χωρίς να παρεμποδίζει την κυκλοφορία και χωρίς παρακαμπτήριους οδούς.

στ) χρήση σε οποιοδήποτε κλίμα

Είναι για όλα τα κλίματα και γεωγραφικά πλάτη.

ζ) οικονομία

Θεωρούνται ως τα οικονομικότερα οδοστρώματα γιατί η δαπάνη κατασκευής σε σχέση με την μεγάλη κυκλοφορία, την μικρή συντήρηση και την εύκολη εξεύρεση των υλικών είναι μικρή.

η) υγιεινό και αθόρυβο κατά την κατασκευή

Επειδή δεν υπάρχει σκόνη και είναι αθόρυβα προτιμούνται και για οδοστρώματα πόλεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.1 ΦΘΟΡΕΣ

Φθορά ονομάζεται κάθε είδους ανωμαλία, η οποία επιδεινώνει τις συνθήκες κύλισης των οχημάτων στην επιφάνεια ενός οδοστρώματος. Οι φθορές είναι συγχρόνως αιτίες και αποτέλεσμα, διότι οι αρχικές φθορές αποτελούν συνήθως αιτία νέων φθορών του ίδιου ή διαφορετικού τύπου. Η εξέλιξη τους είναι ταχύτατη και οδηγούν σε καταστροφή, αν δεν προγραμματιστεί συντήρηση και αποκατάστασή τους.

Αίτια φθορών

Οι φθορές διακρίνονται σε :

- Ποσοτικής φύσης, οι οποίες είναι απόρροια ελλειπών ή και ανακριβών στοιχείων αφορούντα κυκλοφοριακά, κλιματολογικά και περιβαντολλογικά δεδομένα.
- Ποιοτικής φύσης, οι οποίες είναι σύνεπεια κατασκευαστικών αποκλίσεων από την αρχική μελέτη. Εντοπίζονται σε χρήση υλικών κατώτερης ποιότητας ή ελλιπούς διαδικασίας κατασκευής.
- 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 αθέμητες ζημιές.

Επισημανση φθορών

Οι πληροφορίες των φθορών πρέπει να καταγράφονται στο 'Μητρώο οδών' όπου ακολουθείτε βάση αυτού η μελέτη σύνταξης του προγράμματος συντήρησης.

Εάν δεν υπάρχει 'Μητρώο οδών' τότε η συντήρηση κατατάσσεται σε δύο τμήματα όπου είναι η επισημανση και η καταγραφή των φθορών.

Οι δύο αυτές κατηγορίες είναι σημαντικές διότι:

- εντοπίζονται οι υπάρχουσες φθορές
- οι θέσεις που προαναγγέλλουν την 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 με άμεση οπτική εκτίμηση και με 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 πιο σαφής είναι η κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος τόσο καλύτερα προγραμματίζεται η συντήρηση.

Εξέλιξη φθορών

Κατά την εξέλιξη των φθορών παρατηρούνται οι εξής παραμορφώσεις: κατά μήκος φθορές στον άξονα και τα άκρα του οδοστρώματος, ρωγμές αλιγάτορα, ολίσθησης, συρρίκνωσης, τοπικές καθιζήσεις και αυλακώσεις, αποκόλληση υλικού και λείανση επιφάνειας.

Η επέμβαση συντήρησης και ενίσχυσης του οδοστρώματος θεωρείται απαραίτητη στην παρούσα φάση, προκειμένου να αποφευχθεί η περαιτέρω εξέλιξη των υπαρχουσών φθορών, οι οποίες είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε ολική καταστροφή του.

Εκτιμάτε ότι οι επεμβάσεις αυτές θα επιμηκύνουν την ζωή της οδού και, σε συνδυασμό με βελτιώσεις στην χάραξη και την μηκοτομή, θα βελτιώσουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες και θα αυξήσουν την κυκλοφοριακή ικανότητα και την οδική ασφάλεια.

Επιφανειακές φθορές

Οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος, όπως η αντολισθηρότητα, η ομαλότητα κλπ. παρέχουν την δυνατότητα προσδιορισμού της κατάστασης του οδοστρώματος βάση 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 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.

Φθορές εύκαμπτων οδοστρωμάτων

Όλες οι φθορές που εμφανίζονται στα εύκαμπτα οδοστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες.

- α) Ρηγματώσεις
- β) Παραμορφώσεις παντός είδους
- γ) Αποσαθρώσεις
- δ) Λείανση της επιφάνειας κύλισης

Αναλυτική περιγραφή όλων των αναπτυσσόμενων φθορών μαζί με πιθανά αίτια που τις προκαλούν καθώς και των προτεινόμενων τρόπων συντήρησης και θεραπείας αυτών δίνεται παρακάτω.

2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΛΑΒΩΝ

Για τον πλήρη έλεγχο της κατάστασης του οδοστρώματος επιβάλλεται η συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή των σημείων, που προαναγγέλλουν τη δημιουργία των βλαβών. Η επισήμανση και η εκτίμηση των βλαβών σε ένα οδόστρωμα γίνεται για να επισημάνει τα σημεία που εμφανίζουν βλάβες, να αποκαλύψει τα σημεία του οδοστρώματος που προαναγγέλλουν τις βλάβες και να βοηθήσει στην επεξεργασία των προγραμμάτων συντήρησης.

Η επισήμανση μπορεί να γίνει κυρίως με δύο τρόπους :

ο **Οπτική εξέταση**

- 1) *Άμεση οπτική εξέταση* : Γίνεται από τεχνικούς που διασχίζουν την οδό πεζοί. Δεν έχει ακριβή αποτελέσματα καθώς ο κάθε τεχνικός μπορεί να εκτιμήσει διαφορετικά τις βλάβες.
- 2) *Φωτογραφική εξέταση* : Με αυτή τη μέθοδο περιορίζονται οι μετακινήσεις του προσωπικού αφού γίνεται κινηματογράφηση του οδοστρώματος με μία τοποθετημένη κάμερα σε ένα όχημα. Έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη συλλογή στοιχείων με μεγαλύτερη ακρίβεια.

ο **Μηχανική εξέταση**

Για τη μηχανική εξέταση υπάρχουν διάφορα μηχανήματα ελέγχου του οδοστρώματος:

- I. Για τη μέτρηση της αντοχής του οδοστρώματος υπάρχει το DEFLECTOGRAPH, που καταγράφει αυτόματα σε ταινία τις παραμορφώσεις του οδοστρώματος.
- II. Για τη μέτρηση της ομαλότητας της επιφάνειας του οδοστρώματος, υπάρχει ο αναλυτής μηκοτομής που δίνει το βαθμό άνεσης και ασφάλειας για το όχημα και τους επιβάτες.

Οι βλάβες των οδοστρωμάτων χωρίζονται σε τέσσερα είδη :

- 1) Παραμορφώσεις
- 2) Ρηγματώσεις
- 3) Αποσυνθέσεις της επιφάνειας
- 4) Αναδύσεις ή μετακινήσεις του υλικού (ολισθηρότητα).

2.2.1 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Με τον όρο παραμόρφωση εννοούμε κάθε μεταβολή της αρχικής μορφής της επιφάνειας του οδοστρώματος.

Οι πιο συχνές αιτίες παραμόρφωσης είναι :

- Ατελής συμπύκνωση των διαφόρων στρώσεων του οδοστρώματος.
- Ασφαλτομίγματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε άσφαλτο ή σε λεπτά στοιχεία.
- Διόγκωση ή υποχώρηση της υποδομής.

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΑΥΛΑΚΩΣΗ



Εικόνα 2.1: Κατά μήκος αυλάκωση οδοστρώματος

Είναι φθορά στο οδόστρωμα με μορφή αυλακιών και διεύθυνση τη φορά της κυκλοφορίας. Δημιουργούνται από συμπίεση ή πλάγια μετακίνηση των υποκείμενων στρώσεων από την κυκλοφορία όπως και από μετατόπιση του ίδιου του τάπητα κυκλοφορίας.

Για την επισκευή της γίνονται οι παρακάτω εργασίες :

- α) Καθορισμός των ορίων αυλάκωσης και σήμανσή τους.
- β) Εφαρμογή συγκολλητικής επάλειψης.
- γ) Διάστρωση ασφαλτομίγματος πυκνής σύνθεσης για την πλήρωση των αυλακώσεων.
- δ) Συμπύκνωση με οδοστρωτήρα.
- ε) Επικάλυψη του αντίστοιχου τμήματος της οδού σε όλο το πλάτος της με ασφαλτοτάπητα μικρού πάχους ή με σφραγιστική επάλειψη.

ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΑΥΛΑΚΩΣΗ



Εικόνα 2.2: Κατά πλάτος αυλάκωση οδοστρώματος

Είναι αυλάκια κάθετα στον άξονα της οδού και έχουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης σε σημεία της οδού, όπου η κυκλοφορία σταματά για μικρό χρονικό διάστημα (στάση λεωφορείων, σηματοδότες κ.λπ). Διάφορα αίτια εμφάνισης της είναι η ανεπαρκής ευστάθεια στο ασφαλτόμιγμα, η ρύπανση του οδοστρώματος από ορυκτέλαια.

Συναντάμε δύο τρόπους επισκευής :

- α) Με ασφαλτικές επαλλείψεις
- β) Με ασφαλτοτάπητες πάχους άνω των 3 cm

ΒΥΘΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΥΛΙΣΗΣ



Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικό βύθισμα της επιφάνειας κύλισης

Είναι τοπικές ταπεινώσεις της στάθμης της οδού με περιορισμένη έκταση, που μπορεί να συνοδεύονται και από ρηγματώσεις. Η ταπεινώση που δημιουργείται έχει βάθος 2 cm ή περισσότερο, συγκρατεί το νερό που αποτελεί αίτιο καταστροφής του οδοστρώματος αλλά και κίνδυνο για τα οχήματα που κυκλοφορούν.

Για την επισκευή γίνεται πλήρωση του βυθίσματος με ασφαλτόμιγμα μέχρι το επίπεδο του γύρω οδοστρώματος.

ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΝΥΨΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑΠΕΙΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Ωφείλονται σε τοπικές και πλαστικές παραμορφώσεις του οδοστρώματος. Δηλαδή προέρχονται από συμπίεση ή πλάγια μετακίνηση των υποκείμενων στρώσεων από την κυκλοφορία, καθώς και από μετατόπιση του ίδιου του τάπητα κυκλοφορίας.

Για την επισκευή γίνονται οι παρακάτω εργασίες :

- Αφαίρεση του οδοστρώματος σε όσο βάθος απαιτείται, για την εξασφάλιση σταθερής θεμελίωσης.
- Εφαρμογή ελαφριάς συγκολλητικής επάλειψης.
- Πλήρωση του σκάμματος με ασφαλτόμιγμα πυκνής σύνθεσης και θερμοκρασίας άνω των 120 °C.
- Επιμελημένη συμπύκνωση σε στρώσεις.

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΔΙΟΓΚΩΣΗ

Είναι η προς τα πάνω μετακίνηση του οδοστρώματος, που οφείλεται σε τοπική διόγκωση της υποδομής και του οδοστρώματος (λόγω παγετού). Η επισκευή γίνεται ακολουθώντας τα ίδια βήματα της περίπτωσης των τοπικών ανυψώσεων και τοπικών ταπεινώσεων.

2.2.2 ΡΗΓΜΑΤΩΣΕΙΣ

Οι ρηγματώσεις στα ασφαλτικά οδοστρώματα παρουσιάζουν διάφορες μορφές ανάλογα με την αιτία που τις δημιουργεί.

ΡΩΓΜΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΑΛΛΙΓΑΤΟΡΑ

Είναι ρωγμές, που σχηματίζουν μεταξύ τους ένα σύνολο μικρών πολυγώνων και το όλο σχήμα μοιάζει με δέρμα αλλιγάτορα. Συνήθως αυτές οι ρωγμές προέρχονται από παραμορφώσεις της ασφαλτικής επιφάνειας, λόγω ασταθής βάσης ή υποδομής που προκαλείται από τη διαβροχή των λίθινων βάσεων ή της υποδομής.

Η επισκευή διακρίνεται σε μόνιμη και προσωρινή.



Εικόνα 2.4: Ρωγμές οδοστρώματος μορφής αλλιγάτορα

ΡΩΓΜΕΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ



Εικόνα 2.5: Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος

Είναι ρωγμές που παρατηρούνται στα άκρα και παράλληλα του άξονα της οδού σε απόσταση περίπου 30 cm με ή χωρίς εγκάρσιες διακλαδώσεις προς το έρεισμα. Οφείλονται σε έλλειψη πλευρικής αντιστήριξης του ερείσματος ή του στερεού εγκιβωτισμού ή επίσης από υποχώρηση των υποκείμενων στρώσεων, λόγω κακής αποστράγγισης, παγοπληξίας ή συστολής ξήρανσης του γύρω εδάφους.

Και πάλι η επισκευή διακρίνεται σε προσωρινή και μόνιμη.

ΡΩΓΜΕΣ ΑΠΟ ΟΛΙΣΘΗΣΗ

Είναι ρωγμές με μορφή παραβολική, με το κυρτό μέρος προς την κατεύθυνση της ώθησης των τροχών, που ασκείται στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Οι ρηγματώσεις από ολίσθηση, προέρχονται από την κακή σύνδεση και συγκόλληση της στρώσης κυκλοφορίας με την υποκείμενη στρώση.

Για την αποκατάσταση της φθοράς αφαιρείται η στρώση κυκλοφορίας σε όλη την έκτασή της, όπου δεν υπάρχει επαρκής σύνδεση με την υποκείμενη στρώση και συμπληρώνεται με ασφαλτόμιγμα.



Εικόνα 2.6: Ρωγμές από ολίσθηση

ΡΩΓΜΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

Είναι οι ρωγμές που παρουσιάζονται στο οδόστρωμα και κατά κάποιο τρόπο μεταφέρουν το σχήμα των ρωγμών της θεμελίωσης στη επιφάνεια του οδοστρώματος. Αυτού του είδους οι ρωγμές εμφανίζονται συνήθως σε ασφλατικούς τάπητες πάνω από δύσκαμπτη ή ημιδύσκαμπτη βάση.

ΡΩΓΜΕΣ ΣΥΣΤΟΛΗΣ

Είναι ρωγμές που αλληλοσυνδέονται και σχηματίζουν σειρά από μεγάλα πολύγωνα με οξείες γωνίες. Δημιουργούνται από μεταβολές του όγκου ασφαλτομίγματος με λεπτόκοκκα αδρανή και με μεγάλη περιεκτικότητα σε ασφαλτο χαμηλού βαθμού διείδυσης.

Τα στάδια επισκευής είναι :

- Καθαρισμός της επιφάνειας και απομάκρυνση των χαλαρών κόκκων από τις ρωγμές
- Διαβροχή με νερό της επιφάνειας του οδοστρώματος και των ρωγμών
- Εφαρμογή συγκολλητικής επάλειψης με ασφαλτικό γαλάκτωμα αραιωμένο με ίσα μέρη ύδατος
- Πλήρωση των ρωγμών με ασφαλτοπολτό
- Εήρανση του ασφαλτοπολτού και σφραγιστική επάλειψη.

2.2.3 ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ

Με τον όρο αποσύνθεση του οδοστρώματος εννοούμε τον κατακερματισμό του σε μικρά, χαλαρά κομμάτια. Στην περίπτωση αυτή περιλαμβάνεται και η αποκόλληση των κόκκων των αδρανών.

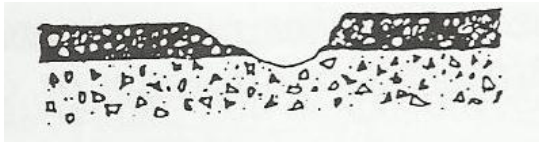
ΛΑΚΚΟΥΒΕΣ



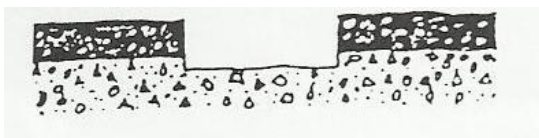
Εικόνα 2.7: Χαρακτηριστικές λακκούβες σε οδόστρωμα

Πρόκειται για οπές διαφόρων μεγεθών μέσα στο οδόστρωμα, με μορφή μικρών λεκανών, που προέρχονται από τοπική αποσύνθεση του οδοστρώματος. Συνήθως οφείλονται σε ανεπαρκή αντοχή του οδοστρώματος λόγω μειωμένου πάχους ασφαλτικής στρώσης ή μικρή περιεκτικότητα σε άσφαλτο, ανεπαρκή απορροή του ύδατος από την επιφάνεια της οδού.

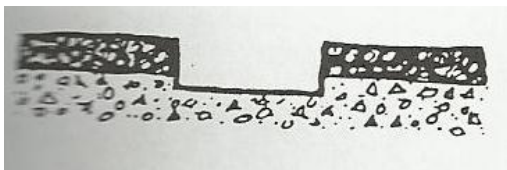
Για την επισκευή γίνονται οι παρακάτω εργασίες που φαίνονται και σχηματικά :



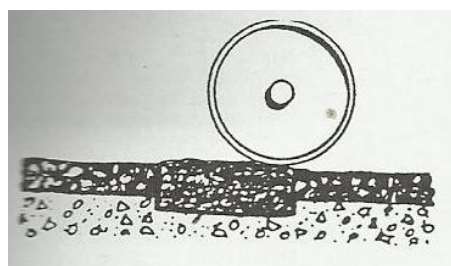
Σχ. 2.1: Εντοπισμός της λακκούβας



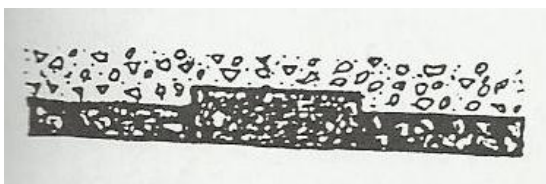
Σχ. 2.2: Εκσκαφή, μέχρι να βρεθεί γερή και σταθερή στρώση .



Σχ. 2.3: Συγκολλητική επάλειψη



Σχ. 2.4: Γέμισμα με ασφαλτόμιγμα. Συμπύκνωση



Σχ. 2.5: Εξομάλυνση της επιφάνειας του μαλώματος

ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ

Είναι ο προοδευτικός διαχωρισμός των αδρανών από το ασφαλτικό οδόστρωμα, προχωρεί από τη επιφάνεια προς τα κάτω ή από τα άκρα του οδοστρώματος προς το εσωτερικό.

Η βλάβη αυτή μπορεί να προέρχεται :

- Από ανεπαρκή συμπύκνωση της ασφλατικής στρώσης.
- Λόγω κατασκευής της στρώσης κατά τη διάρκεια ψυχρού ή υγρού καιρού.
- Λόγω χρησιμοποίησης μη καθαρών αδρανών ή αδρανών με κόκκους αποσυντιθεμένους εκ των υστέρων.
- Λόγω μικρής περιεκτικότητας ασφάλτου στο μίγμα.
- Λόγω υπερθέρμανσης του ασφαλτομίγματος.

Η επισκευή διακρίνεται σε μόνιμη και προσωρινή.

2.2.4 ΑΝΑΔΥΣΕΙΣ

ΑΝΑΔΥΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Η ανάδυση συνίσταται στην εμφάνιση υλικού, συνήθως, ασφάλτου, ύδατος ή μίγματος από άσφαλτο και άμμο, στην επιφάνεια κύλισης του οδοστρώματος. Τα υλικά που αναδύονται στη επιφάνεια δημιουργούν μία μεμβράνη που γίνεται πολλές φορές αιτία ολισθηρότητας.

ΑΝΑΔΥΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΥ

Είναι η εμφάνιση και η υπερκάλυψη των αδρανών με άσφαλτο, που ανεβαίνει σε περίοδο μεγάλης θερμοκρασίας. Η πιο συνηθισμένη αιτία ανάδυσης ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος, είναι η ύπαρξη ποσότητας ασφάλτου μεγαλύτερης από εκείνης, που χρειάζεται σε μία ή περισσότερες στρώσεις του.

Η επισκευή γίνεται κατά κανόνα με επανειλημμένη διάστρωση θερμής άμμου ή ψηφίδων, για τη δέσμευση της ασφάλτου. Επίσης μπορεί να εξαλειφθεί η ασφαλτική μεμβράνη με τη χρησιμοποίηση ειδικού μηχανήματος – θερμαντήρα. Ακόμα, επισκευή μπορεί να γίνει και με διάστρωση θερμών αδρανών.

ΑΝΑΔΥΣΗ ΥΔΑΤΟΣ

Αιτία είναι το νερό υπό πίεση κάτω από τη βάση, που οφείλεται στο αδιαπέραστο του εδάφους κάτω από τη βάση και σε μια ισχυρή κατά μήκος κλίση. Σε τέτοιες επιφάνειες όταν το νερό δεν έχει εύκολη διέξοδο προς την επιφάνεια, μπορεί να ανασηκώσει την πάνω στρώση του ασφαλτομίγματος. Ακόμα αιτία είναι και ο υψηλός υδροφόρος ορίζοντας. Για την αποφυγή όλων των παραπάνω πρέπει να προηγηθεί ο υποβιβασμός της στάθμης των υπογείων υδάτων και η αποστράγγιση.

ΑΝΑΔΥΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ

Είναι η ίδια περίπτωση με την ανάδυση ασφάλτου, με τη διαφορά, ότι εκτός από τη περίσσεια της ασφάλτου έχουμε και περίσσεια φίλλερ στο ασφαλτόμιγμα.

ΛΕΙΑΝΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ

Οφείλεται σε κακή εκτίμηση της αντοχής των αδρανών που χρησιμοποιήσαμε για τον ασφαλοτάπητα. Λόγω της κυκλοφορίας τα αδρανή, με μικρή αντοχή φθείρονται με αποτέλεσμα την εμφάνιση λείας επιφάνειας στο οδόστρωμα. Επισκευάζεται με διάστρωση ασφαλτομίγματος ή σφραγιστικής επάλειψης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΕΝΝΑΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

3.1 ΑΦΡΩΔΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΣ

3.1.1 Γενικά

Η αφρώδης άσφαλτος παράγεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας νερού συνήθως 2-3% κατά βάρος ασφάλτου σε θερμή άσφαλτο. Όταν προστίθεται στη θερμή άσφαλτο, το νερό εξατμίζεται απότομα, δημιουργώντας έτσι φυσαλίδες ατμού επικαλυμμένες με μια λεπτή μεμβράνη ασφάλτου. Σ' αυτή την παροδική αφρώδη κατάσταση, η άσφαλτος έχει χαμηλό ιξώδες, γεγονός που της επιτρέπει να αναμιχθεί με αδρανή υλικά σε θερμοκρασία και υγρασία περιβάλλοντος.

Η άσφαλτος που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή της αφρώδους ασφάλτου θα πρέπει να είναι κοινή άσφαλτος οδοστρωσίας . Ο βαθμός διείδυσης θα πρέπει να είναι μεταξύ 60 και 100. Ο ακριβής τύπος της ασφάλτου που θα χρησιμοποιηθεί θα καθορίζεται από τον μελετητή μηχανικό, και από τα αποτελέσματα των δοκιμών αεροποίησης κατά την μελέτη σύνθεσης.

Τα αποτελέσματα κάθε μελέτης σύνθεσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Τη θερμοκρασία στην οποία θα αεροποιείται η άσφαλτος.
- Την ποσότητα νερού που θα προστεθεί στην άσφαλτο για να επιτευχθούν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά αεροποίησης.
- Τις αναλογίες ανάμειξης του ανακτώμενου υλικού με τα πρόσθετα νέα αδρανή, αν αυτά απαιτηθούν.
- Την περιεκτικότητα του μείγματος σε αφρώδη άσφαλτο, τσιμέντο και υδράσβεστο (αν απαιτηθεί).
- Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του επιλεγμένου μείγματος

3.1.2 Ποιότητα αεροποιημένου ασφαλτικού προϊόντος

Οι κύριοι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα του τελικού αεροποιημένου ασφαλτικού προϊόντος είναι η 'διαστολή' και η 'ημιζωή'. Η διαστολή ορίζεται ως η αναλογία ανάμεσα στον μέγιστο επιτυγχανόμενο όγκο αεροποιημένου ασφαλτικού και στον πρωταρχικό όγκο του μη αεροποιημένου ασφαλτικού. Για να επιτευχθεί αεροποιημένο ασφαλτικό υψηλής ποιότητας, η διαστολή θα πρέπει να είναι >15.

Η ημιζωή ορίζεται ως ο χρόνος στον οποίο το αεροποιημένο ασφαλτικό έχει μειώσει το μέγιστο επιτευχθέντα όγκο κατά 50%. Μετά από κάποιο συγκεκριμένο χρόνο, το αεροποιημένο ασφαλτικό καταρρέει εξαιτίας της πυκνοποίησης του ατμού που ψεκάζεται στο κιβώτιο διαστολής. Για αεροποιημένο ασφαλτικό υψηλής ποιότητας, ο χρόνος υποδιπλασιασμού θα πρέπει να είναι 5 με 10 δευτερόλεπτα. Οι παράμετροι ημιζωή και διαστολή συνεπώς και η ποιότητα του αεροποιημένου 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 στην διαδικασία αφροποίησης.

3.1.3 Εκτίμηση της ποιότητας του αφροποιημένου ασφαλτικού

Οιαφρώδεις ιδιότητες μπορούν, για παράδειγμα, να ελεγχθούν με την κινητή εργαστηριακή εγκατάσταση Wirtgen, WLB 10.

Η εργαστηριακή εγκατάσταση για αφροποιημένο ασφαλτικό προϊόν 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 να επιτευχθεί η βέλτιστη ασφαλτική περιεκτικότητα, ποικίλες ασφαλτικές ποσότητες με τη βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό προστίθενται στο μίγμα των αδρανών.

3.1.4 Χρήση αφρώδους ασφαλτικού ως συντελεστή συναρμογής σε υλικά ψυχρής επεξεργασίας

Σε ένα πρώτο στάδιο, το μίγμα αδρανών ελέγχεται, και επακόλουθα το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό αναμιγνύεται 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.

3.1.5 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).

3.1.6 Καθορισμός της βέλτιστης περιεκτικότητας αφρώδους ασφαλτικού

Αφού έχουν καθοριστεί οι βέλτιστες ιδιότητες αφρού, για παράδειγμα με την κινητή εργαστηριακή εγκατάσταση του αφρώδους ασφαλτικού 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 ασφαλτούχος αφρός μπορεί να εισαχθεί απευθείας στο ομογενοποιημένο αδρανές που έχει τοποθετηθεί σε ένα εργαστηριακό μίκτη. Με σκοπό να προσδιοριστεί και να επιτευχθεί η βέλτιστη ασφαλτική περιεκτικότητα, ποικίλες ασφαλτικές ποσότητες με τη βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό προστίθενται στο μίγμα των αδρανών.

3.1.7 Οι ιδιότητες του εν ψυχρώ κατεργασμένου υλικού

Το εν ψυχρώ κατεργασμένο υλικό που παράγεται με αφρώδες ασφαλτικό (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 ασφαλτικό μπορούν, για μία παρατεταμένη περίοδο, επίσης να τοποθετηθούν κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Το ασφαλτικό δεν ξεπλένεται από τα αδρανή. 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 συμπίκνωση. 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 διεύθυνσης 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.

3.1.8 Κατάλληλες χρήσεις

Καταστάσεις οι οποίες μπορούν να δώσουν λαβή να εξεταστεί η χρήση της τεχνολογίας της αφρώδους ασφάλτου περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- ένα οδόστρωμα έχει επανειλημμένως υποστεί μπαλώματα σε έκταση όπου οπισκευές του οδοστρώματος δεν είναι πλέον οικονομικά εφικτές
- μια ασθενής κοκκώδης βάση υπέρκειται ενός εύλογα ισχυρού υπεδάφους (απαιτείται ελάχιστο CBR 5%)
- συμβατικές σφραγίσεις ή λεπτές ασφαλτικές επιστρώσεις δεν μπορούν να επιδιορθώσουν προβλήματα πλημμύρας
- η υπερφόρτωση είναι σημαντική και δεν μπορεί να ελεγχθεί εύκολα.

3.1.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

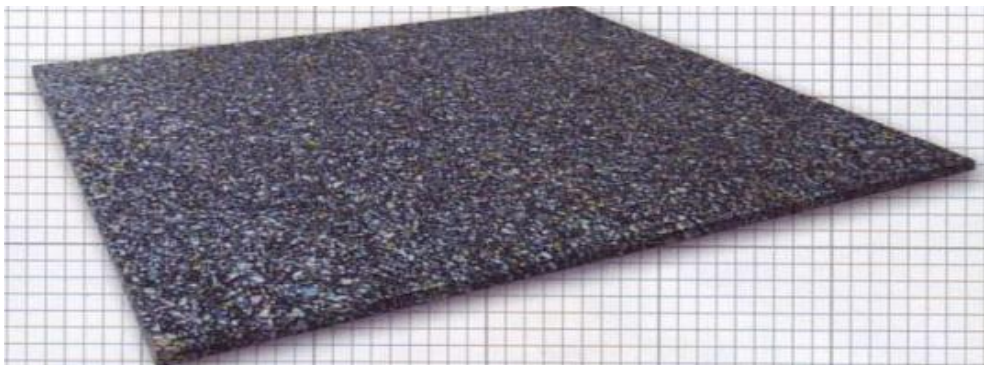
Τα πλεονεκτήματα της χρήσης συμπεριλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- αύξηση της διατμητικής αντοχής κοκκώδους οδοστρώματος

- τα χαρακτηριστικά αντοχής προσεγγίζουν εκείνα των κατεργασμένων με τσιμέντουλικών 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.

Τα μειονεκτήματα της χρήσης σταθεροποίησης με αφρώδη ασφαλτοσυμπεριλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- 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 ασφαλτο είναι σχετικά καινούργιες, καθώς μια γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας που σχετίζεται με τη σταθεροποίηση με αφρώδη ασφαλτο μόλις πρόσφατα έχει ξεκινήσει
- η διαδικασία απαιτεί θερμή ασφαλτο (180°C) για να είναι επιτυχής η αφοροποίηση και κατά συνέπεια υπάρχει κίνδυνος εγκαυμάτων (κοινή σε όλες τις εργασίες κατασκευής του δρόμου στις οποίες χρησιμοποιείται θερμή ασφαλτος)
- απαιτείται ειδικός εξοπλισμός για τη σταθεροποίηση με αφρώδη ασφαλτο.



Εικόνα 3.1: COPOPRENACOUSTIC 100. Παράγεται από ανακυκλωμένο ηχοαπορροφητικό αφρώδες υλικό

3.2 ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα αδρανή απόβλητα ή αλλιώς οικοδομικά απορρίμματα (συμπεριλαμβανομένων των κατεδαφίσεων και των εκσκαφών γαιών θμελίωσης 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 διαχειρισή 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 Απορρίματα

3.2.2 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ανάγκη για ανακύκλωση των αδρανών αποβλήτων υπαγορεύεται από το γεγονός ότι :

α) η πλειονότητα των αποβλήτων αποτελεί εν δυνάμει χρησιμολογικό που μπορεί να εξοικονομήσει τις αντίστοιχες παρθένες πρώτες ύλες και

β) η διάθεση αδρανών σε ΧΥΤΑ οικιακών απορριμμάτων 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 επίπεδο αυτό ανταποκρίνεται κυρίως στις μεσογειακές χώρες, στις οποίες το τέλος ταφής είναι ακόμα χαμηλό.

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 κλάσμα (mineral materials), 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 ΧΥΤΑ, τα οποία συχνά δeneίνai αμελητέα λόγω των αποστάσεων.

3.2.3 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

Τα λάστιχα από κάθε είδους όχημα, όπως ΙΧ, φορτηγά, μοτοποδήλατα, τρίκυκλα, ελαφρά τετράτροχα καθώς και μηχανήματα έργων και γεωργικά, μετατρέπονται σε απόβλητα όταν δεν χρησιμοποιούνται άλλο. Κάθε χρόνο φτάνουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους παγκοσμίως 1 δισεκατομμύρια ελαστικά, τα 250.000.000 στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 15. Στην Ελλάδα κάθε χρόνο εισάγονται 47-50.000 τόνοι ελαστικών, το 57% των οποίων είναι επιβατικά ελαστικά και το 43% είναι ελαστικά φορτηγών. Το 20% κατά βάρος των εισαγόμενων ποσοτήτων ελαστικών έρχονται στην χώρα μας με τα εισαγόμενα αυτοκίνητα.

3.2.3.1 Ελαστικά και Περιβάλλον

Τα ελαστικά κατασκευάζονται από φυσικό και συνθετικό καουτσούκ, ενώ χρησιμοποιείται επίσης επίστρωση από χάλυβα προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή τους στο σημείο όπου ενώνονται με τις ζάντες. Περιέχουν, επίσης και άλλα συστατικά, όπως λινά, οξειδίο ψευδαργύρου, θείο και διάφορες άλλες οργανικές ουσίες. Το 20% κατά βάρος των εισαγόμενων ελαστικών απορρίπτεται στην Αττική.

Τα ελαστικά δεν αποσυντίθενται εύκολα και γι' αυτό όταν πετάγονται σε ρεματιές και στο περιβάλλον γενικότερα – μια συνηθισμένη μέχρι σήμερα εικόνα - παραμένουν για πολύ μεγάλο διάστημα και γίνονται εστίες κουνουπιών και άλλων εντόμων.

Όταν καταλήγουν ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον και ιδιαίτερα όταν καίγονται ανεξέλεγκτα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία αφού ελευθερώνονται στο περιβάλλον βλαβερές ουσίες, όπως οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, βενζόλιο και φαινόλες, ουσίες με καρκινογόνες ιδιότητες.

Πολλές ήταν οι χώρες που επέλεξαν την ταφή των ελαστικών ως λύση για τη διαχείριση των παλαιών ελαστικών. Όμως, η επιλογή αυτή σύντομα εγκαταλείφθηκε αφού τα ελαστικά καταλαμβάνουν τεράστιο όγκο στους χώρους ταφής και αυξάνουν τον κίνδυνο ανάφλεξης των σκουπιδιών.

Η στεγανότητα των χώρων ταφής δεν εξασφαλίζεται πάντα, γεγονός που σημαίνει ότι οι επικίνδυνες ουσίες που δημιουργούνται κατά την αποσύνθεση των ελαστικών μπορούν να διαπεράσουν το έδαφος και να επηρεάσουν τη γύρω περιοχή. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να ρυπάνουν τα νερά και το έδαφος και να έχουν βλαβερές συνέπειες στους ζώντες οργανισμούς.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές, ότι η ανακύκλωση και αξιοποίηση παλαιών ελαστικών, έχει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.

3.2.3.2 Εναλλακτική διαχείριση χρησιμοποιημένων ελαστικών

Σύμφωνα με τη νομοθεσία (29407/3508/2002 ΚΥΑ «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων») δεν επιτρέπεται να πετάγονται στο περιβάλλον ή να μεταφέρονται σε χώρους ταφής σκουπιδιών ολόκληρα ή τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων. Εξαιρέση αποτελούν τα υλικά που προορίζονται για χρήση σε κατασκευαστικά έργα εντός του ΧΥΤΑ. Οι εισαγωγείς ελαστικών έχουν είτε ατομικά είτε σε συνεργασία με άλλους την ευθύνη «εναλλακτικής διαχείρισής τους», δηλαδή να οργανώσουν τη συλλογή, μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση, επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση των μεταχειρισμένων ελαστικών οχημάτων, ώστε μετά την επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίησή τους να επιστρέφουν στο ρεύμα της αγοράς. Δεν επιτρέπεται να κυκλοφορούν στην αγορά ελαστικά που ο εισαγωγέας τους δεν έχει οργανώσει μόνος τους ή μαζί με άλλους την συλλογή και τη διαχείρισή τους. Σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 109/ ΦΕΚ Α 75/ 5-3-2004 σε εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 2939/2001 (διατάξεις των άρθρων 15, 16, 17 και 18) πρέπει κατά προτεραιότητα να επιτυγχάνεται η πρόληψη παραγωγής αποβλήτων από ελαστικά των οχημάτων, και μετά η επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και η ενεργειακή αξιοποίησή τους, ώστε να μειώνεται η ποσότητα των αποβλήτων που οδηγούνται σε χώρους ταφής και να βελτιώνεται η περιβαλλοντική επίδοση όλων όσων συμμετέχουν στο κύκλο ζωής των ελαστικών. Έως την 31η Ιουλίου 2006, η αξιοποίηση των μεταχειρισμένων αποβλήτων ελαστικών οχημάτων πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 65 % των αποσυρόμενων ελαστικών. Εντός του ίδιου χρονικού ορίου, η ανακύκλωση πρέπει να φθάνει τουλάχιστον στο 10 %. Για το σκοπό αυτό έχει εγκριθεί μετά από υποβολή σχετικού φακέλου και θετική εισήγηση από την Επιτροπή Παρακολούθησης Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΠΕΔ) με την Υπουργική Απόφαση του ΥΠΕΧΩΔΕ (ΦΕΚ 1145/28-07-2004) η λειτουργία ενός φορέα, στον οποίο συμμετέχουν οι εταιρίες εισαγωγής ελαστικών που ονομάζεται Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης ECOELASTIKA ΑΕ.

3.2.3.3 Αξιοποίηση κι ανακύκλωση ελαστικών

Τα ελαστικά οχημάτων μετά τη χρήση τους:

- είτε αναγομώνονται και επαναχρησιμοποιούνται
- είτε οδηγούνται σε τσιμεντοβιομηχανία για να χρησιμοποιηθούν ως "εναλλακτικό καύσιμο" σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις, εφόσον ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της νομοθεσίας περί εκπομπών αερίων αποβλήτων που προέρχονται από καύση.
- είτε παραδίδονται σε αδειοδοτημένες και εγκεκριμένες εγκαταστάσεις για κοπή, τεμαχισμό, κοκκοποίηση με στόχο την χρήση του ελαστικού τρίμματος ως πρόσθετου σε ασφαλτοτάπητες για δρόμους, αεροδρόμια ή άλλες εγκαταστάσεις.

Το 2005 συλλέχτηκαν για επεξεργασία από συνεργεία που ασχολούνται με την αντικατάσταση, επισκευή και συντήρηση ελαστικών και γενικότερα συνεργεία επιδιόρθωσης οχημάτων συνολικά 24.625 τόνοι μεταχειρισμένων ελαστικών. Από αυτή την ποσότητα, το 20,63 % οδηγήθηκε σε εγκαταστάσεις της τσιμεντοβιομηχανίας ΤΙΤΑΝ για θερμική αξιοποίηση, το 19,15 % της συνολικής αξιοποιούμενης ποσότητας υπέστη επεξεργασία και παρήχθη τρίμμα ελαστικού διαφόρων κοκκομετριών, το 6,89 % είναι μέταλλα από την παραγωγική διαδικασία, το 7,79 % είναι λινά και λοιπά κατάλοιπα της παραγωγικής

διαδικασίας (π.χ. πούδρα ελαστικού) τα οποία μπορούν να οδηγηθούν σε ΧΥΤΑ, το 19,27 % είναι ενδιάμεσα προϊόντα τεμαχισμού (π.χ. τεμάχια ελαστικού, chips κλπ.) τα οποία είτε διατίθενται ως έχουν σε κατασκευαστικά (π.χ. αποστραγγιστικά κλπ.) είτε λειτουργούν ως ενδιάμεσο depot ασφαλείας για την παραγωγή τελικού προϊόντος (π.χ. τρίμματος). Ποσοστό 26,28% είναι αποθηκευμένες ποσότητες ολόκληρων ελαστικών.



Εικόνα 3.2: Διαδικασία κοκκοποίησης ελαστικών (καουτσούκ)

3.2.3.4 Τι πρέπει να γνωρίζουμε

Οι εισαγωγείς ελαστικών ή οχημάτων για να μπορούν να διακινούν τα προϊόντα τους στην αγορά πρέπει να συμμετέχουν σε Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ). Κάθε επιχείρηση που διακινεί ελαστικά πρέπει να έχει τη διαβεβαίωση από τον εισαγωγέα ότι είναι συμβεβλημένος με ΣΣΕΔ. Τα συνεργεία επισκευής, συντήρησης κι αλλαγής ελαστικών αλλά και τα συνεργεία πρέπει να παραδίδουν τα απόβλητα ελαστικά σε εγκεκριμένο ΣΣΕΔ ελαστικών ή σε νόμιμο συλλέκτη. Εάν ο πολίτης έχει χρησιμοποιημένα ελαστικά πρέπει να τα παραδώσει σε κάποιο συνεργείο, δεν επιτρέπεται να τα πετάξει στο περιβάλλον, στα σκουπίδια ή σε χώρο ταφής αποβλήτων. Όσοι συλλέγουν τα μεταχειρισμένα ελαστικά από τα σημεία συνεργεία ελαστικών ή οχημάτων είναι υποχρεωμένοι να έχουν άδεια συλλογής και να διατηρούν αναλυτικά στοιχεία ποσοτήτων των μεταχειρισμένων ελαστικών που συνέλεξαν, μετέφεραν και παρέδωσαν σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις διάθεσης-αξιοποίησης χρησιμοποιημένων ελαστικών. Η οργάνωση προγραμμάτων ενημέρωσης κι ευαισθητοποίησης των πολιτών καθώς και η παροχή στοιχείων για τα αποτελέσματα των προγραμμάτων ανακύκλωσης κι αξιοποίησης και η σύνταξη εκθέσεων είναι υποχρεωτικές.

3.2.3.5 Τι άλλο πρέπει να γίνει

Σήμερα συλλέγεται ένα σημαντικό ποσοστό των μεταχειρισμένων ελαστικών αλλά χρειάζονται κίνητρα, ρυθμίσεις και κανονισμοί ώστε να χρησιμοποιούνται τα τρίμματα ή η πούδρα από τα μεταχειρισμένα ελαστικά σε έργα ή σε νέα προϊόντα, όπως για παράδειγμα για

μείγματα ασφαλήστρωσης, ηχοπετάσματα σε αυτοκινητοδρόμους ή αεροδρόμια για τον περιορισμό της όχλησης από το θόρυβο των αυτοκινήτων ή αεροπλάνων. Το ΥΠΕΧΩΔΕ δεν έχει εκδώσει ακόμα παρόμοιες ρυθμίσεις ή κανονισμούς.

3.2.4 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.

3.2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΑΛΙ

Το γυαλίτο χρησιμοποιούμε συχνά στη ζωή μας σε διάφορες μορφές. Όταν βρεθεί όμως στη φύση δεν αποσυντίθεται γι' αυτό πρέπει να το ανακυκλώνουμε. Μολονότι τεράστιες ποσότητες γυαλίνων δοχείων χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο, τα περισσότερα δεν ανακυκλώνονται.

Για κάθε τόνο ανακυκλωμένου γυαλιού εξοικονομούμε ενέργεια αντίστοιχη με 135 λίτρα πετρελαίου. Ακόμα, με την ανακύκλωση του γυαλιού χρησιμοποιούμε λιγότερα ακατέργαστα υλικά και ελαττώνουμε τις "πληγές" στη φύση από το σκάψιμο που χρειάζεται για την εξόρυξή τους.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση του γυαλιού είναι η μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για την παραγωγή προϊόντων κατά 25-31%, η εξοικονόμηση πρώτων υλών, καθώς επίσης η μείωση του όγκου των απορριμμάτων και η μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας.

Για κάθε ένα τόνο ανακυκλωμένου γυαλιού εξοικονομούνται 1,1 τόνοι πρώτων υλών (άμμος, άσβεστος και σόδα).

Το γυαλί, σε αντίθεση με το χαρτί, μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς αλλοίωση και χαρακτηρίζεται από μηδενική διαπίδυση προς το περιεχόμενό του. Για τους λόγους αυτούς, το γυαλί θεωρείται για πολλές χρήσεις το φιλικότερο προς το περιβάλλον υλικό.

Η ποσότητα του γυαλιού που καταλήγει στις ελληνικές χωματερές θα πρέπει να ξεπερνά τους 100.000 τόνους το χρόνο.

Η ποσοστιαία συμμετοχή του γυαλιού στα απορρίμματα είναι 3%. Το ποσοστό ανακύκλωσης είναι 26%, πολύ χαμηλότερο σε σχέση με άλλες χώρες της ΕΕ που φτάνει έως και 80%.



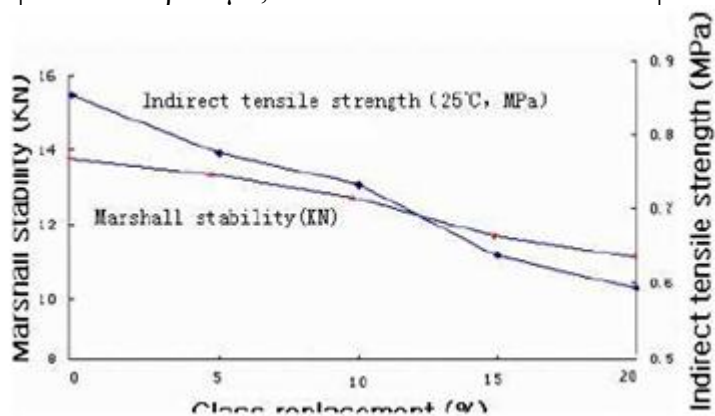
Εικόνα 3.3: ανακύκλωση μπουκαλιών από γυαλί

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 η 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 ΑΗ-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 τις ιδιότητες της όταν προστέθηκαν ποσοστά απόθραυσμα γυαλιού. Τα δεδομένα από τις τροποποιημένες δοκιμές Lottman, έδειξαν ότι η αντίσταση κατά των ζημιών από νερά στο γυαλί - ασφαλτικό σκυρόδεμα, είναι πιο απλό από ότι σε ασφαλτικό σκυρόδεμα.



Διάγραμμα 3.1 Δοκιμή Marshall από αναπλήρωση γυαλιού

Ποσοστό προστιθέμενου γυαλιού (%)	Θεωρητική μέγιστη πυκνότητα (g/cm ³)	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

Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα διαφορετικών δοκιμών Marshall από αναπλήρωση γυαλιού

3.2.4.2 GLASSPHALT

Το Glassphalt αρχικά αναπτύχθηκε ως εναλλακτική λύση για τη διάθεση των χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων που αναμειγνύονται με χρωματιστά γυαλιά.

Μικτά χρωματιστά γυαλιά, που είναι ακατάλληλα για ανακύκλωση σε νέα δοχεία, προέρχονται από τα περισσότερα προγράμματα ανακύκλωσης. Εάν δεν υπάρχουν εναλλακτικές τοπικές αγορές για τα χρωματιστά γυαλιά και η μόνη άλλη επιλογή είναι με τη διάθεση τελών υγειονομικής ταφής, τότε με τη χρήση μεταποιημένων γυαλιών ως υποκατάστατο του φυσικού γυαλιού συνολικά στην ασφάλτο μπορεί να είναι μια επιλογή που πρέπει να εξετάζεται.

Η καλύτερη δυνατότητα για συνεχή παραγωγή glassphalt είναι σε κοινότητες με δημοτικές εγκαταστάσεις με ασφάλτο, 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 καλύτερο glassphalt βιώσιμης χρήσης από τον ιδιωτικό τομέα και τους αναδόχους κατασκευαστές είναι μέσω της δημιουργίας οικονομικών κίνητρων για τη συνεχή χρήση του γυαλιού.

3.2.4.3 Πλεονεκτήματα

1. Το glassphalt κρατάει την θερμότητα περισσότερο από την συμβατική ασφάλτο λόγω της περιεκτικότητας του γυαλιού.
2. Η επιφάνεια glassphalt φαίνεται να στεγνώνει πιο γρήγορα από παραδοσιακά επειδή τα σωματίδια γυαλιού δεν απορροφούν νερό της βροχής.
3. Είναι πιο στοχαστική από την συμβατική ασφάλτο.
4. Μπορεί να βελτιώσει την νυχτερινή ορατότητα του δρόμου.
5. Μπορεί να αποθηκευτεί μέχρι και 6 μήνες υπό κανονικές συνθήκες δωματίου.
6. Το glassphalt έχει όλα τα πράσινα διαπιστευτήρια και με τις επιδόσεις του είναι αποτελεσματικό στις επιδιορθώσεις λακκούβων.
7. Επειδή είναι κατασκευασμένο από γυαλί, δεν συνεπάγεται παρεμβατική εξόρυξη και χρήση των περιορισμένων πόρων.

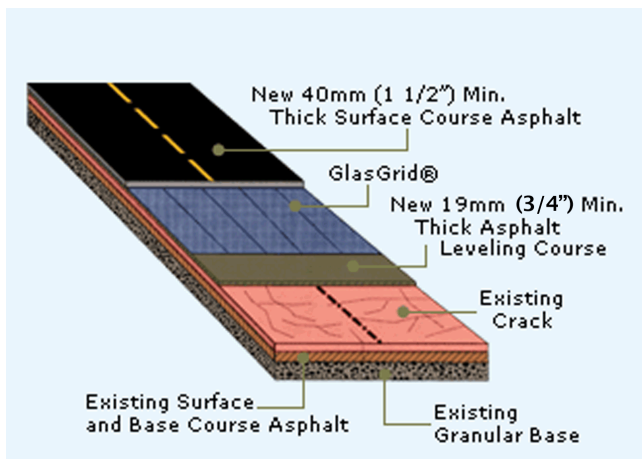
3.2.4.4 Μειονεκτήματα

1. Πολλά μεγάλα και επίπεδα σωματίδια γυαλιού τα οποία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα όπως η αφαίρεση της ταινίας ασφάλτου δηλαδή αποκόλληση σωματιδίων γυαλιού από την επιφάνεια του οδοστρώματος, με αποτέλεσμα εύκολη ολίσθηση στο οδόστρωμα και την τριβή των ελαστικών κλπ.

2. Η επιφάνεια των θραυσμάτων γυαλιού των σωματιδίων είναι ομαλή και υπερβαίνει το διοξειδίο 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-βροχής (ιδίως όταν το μέγεθος σωματιδίων γυαλιού είναι αυξημένο ή μεγάλη ποσότητα).
3. Το γωνιώδες σχήμα και η γωνία τριβής παρέχει ανεπαρκή εγκάρσια σταθερότητα (σε πέδηση ή εκκίνηση).
4. Η χαμηλή απορρόφηση της ασφάλτου είναι λόγος όπως και η πυκνότητα να προκαλέσει προβλήματα αιμορραγίας στο οδόστρωμα.
5. Η ανάκλαση του φωτός που γίνεται αποτελεί κίνδυνο στην ασφαλήνυχτερινή οδήγηση. Όταν το μέγεθος σωματιδίων γυαλιού είναι αυξημένου υπάρχει κίνδυνος να είναι εκθαμβωτικό.
6. Η παρουσία πολλές φορές μικρών σωματιδίων αιχμηρών γυαλιών προκαλούν το γδάρισμα των ελαστικών των οχημάτων.



Εικόνα 3.4: Glass Asphalt



Εικόνα 3.5: Χαρακτηριστική τομή οδοστρώματος με GlassAsphalt

3.2.5 ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Στη μέθοδο αυτή το ασφαλτικό υλικό του δρόμου που πρόκειται να ανακατασκευαστεί, διασπάται και αναμειγνύεται μέσω ενός κονιοποιητή. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί με ή χωρίς την προσθήκη θερμότητας (εν θερμώ – εν ψυχρώ). Η επιτόπια ανακύκλωση λόγω των τεχνικών χαρακτηριστικών των μηχανημάτων που χρησιμοποιεί, περιορίζεται μόνο στα υλικά της κυκλοφοριακής στρώσης του οδοστρώματος.

3.2.5.1 Επιτόπια ανακύκλωση εν ψυχρώ

Στην μέθοδο αυτή τα υλικά κατασκευής του οδοστρώματος διασπώνται με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, και ακολούθως αναμειγνύονται με νέο ασφαλτικό υλικό. Η προσθήκη του νέου υλικού δύναται να γίνει πριν την κονιοποίηση ή σε οποιαδήποτε φάση μετά το πρώτο πέρασμα του υλικού από τον κονιοποιητή. Το συνδετικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι σχεδόν πάντα ένα ασφαλτικό γαλάκτωμα, ώστε να διασφαλίζεται το πορώδες του υλικού. Το οδόστρωμα που αποκαθίσταται με τον τρόπο αυτό, είναι κατάλληλο για χρήση σε ήπια κλίματα και για ελαφρά κυκλοφορία. Στα ζεστά κλίματα το ποσοστό της υγρασίας στο ανακυκλωμένο μίγμα πριν αυτό απλωθεί στην επιφάνεια πρέπει να είναι χαμηλό, διότι διαφορετικά θα οδηγήσει σε αστοχία εξαιτίας της εσωτερικής πίεσης από την εξάτμιση του πλεονάζοντος νερού.

3.2.5.2 Επιτόπια ανακύκλωση εν θερμώ

Η επιτόπια ανακύκλωση εν θερμώ μπορεί να χωριστεί σε τρεις διαδικασίες, που έχουν ως χαρακτηριστικό τη χρήση του ίδιου μηχανικού εξοπλισμού και τη χρησιμοποίηση θερμότητας. Αυτές είναι η αναμόρφωση (reshape), η επαναδιάστρωση (repave) και η επανάμιξη (remix).

α) Αναμόρφωση του ασφαλτικού οδοστρώματος

Στη μέθοδο αυτή η επιφάνεια του οδοστρώματος θερμαίνεται με υπέρυθρες ακτίνες σε θερμοκρασία 120-130⁰ C και επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση χωρίς πρόσμιξη υλικού. Με τη βοήθεια κοχλιών διενεργείται μια εγκάρσια κατανομή του αναμοχλευθέντος υλικού κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο διαστρωτήρας που ακολουθεί να μπορεί να διαστρώσει το υλικό σύμφωνα με την διατομή και σε σταθερό πάχος. Το υλικό που ενδεχομένως περισσεύει απομακρύνεται από τα πλάγια του οδοστρώματος. Η συμπύκνωση του επαναδιαστρωθέντος τάπητα γίνεται αμέσως με βαρείς στατικούς ή δονητικούς συμπτκνωτές και πρέπει να ολοκληρωθεί πριν πέσει η θερμοκρασία της στρώσης που υφίσταται επεξεργασία. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος θα πρέπει το οδόστρωμα να έχει τη σωστή διατομή και να μην παρουσιάζει μεγάλες ανωμαλίες, διότι σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να προηγηθεί πλάνισμα και φρεζάρισμα της επιφάνειας. Επίσης το υπάρχον ασφαλτικό υλικό του ασφαλτοτάπητα θα πρέπει να έχει σωστή κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανούς υλικού και σωστή αναλογία σε άσφαλτο. Τέλος η άσφαλτος δεν θα πρέπει να έχει υποστεί χημικές αλλοιώσεις (π.χ. οξείδωση) σε προχωρημένο βαθμό.

β) Επαναδιάστρωση του παλιού οδοστρώματος με προσθήκη υλικού χωρίς ανάμιξη

Στη μέθοδο αυτή το οδόστρωμα θερμαίνεται με υπέρυθρες ακτίνες και στη συνέχεια αναμοχλεύεται σε βάθος 3-4 cm. Εν συνεχεία διαμορφώνεται η αναμοχλευόμενη στρώση του παλιού οδοστρώματος και αναθερμαίνεται, ενώ συγχρόνως διαστρώνεται πάνω σε αυτή ένας λεπτοτάπητας (πάχους 3 cm) από νέο ασφαλτόμιγμα. Ακολουθεί συμπύκνωση της διπλής στρώσης ασφαλτομίγματος. Αν το παλιό ασφαλτόμιγμα έχει υποστεί αλλοιώσεις χημικής φύσεως, αυτές θα αντιμετωπιστούν από την κάλυψη του με τη νέα επίστρωση.

γ) Επανάμιξη του παλαιού υλικού οδοστρώματος με νέο ασφαλτικό μίγμα

Στη μέθοδο αυτή ο παλιός ασφαλτοτάπητας θερμαίνεται και αναμοχλεύεται σε βάθος περίπου 5 cm. Το παλιό ασφαλτόμιγμα αναμιγνύεται με νέο συμπληρωματικό ασφαλτόμιγμα σε θερμαινόμενο ειδικό αναμικτήρα του μηχανήματος ανακύκλωσης. Ακολούθως γίνεται η διάστρωση του νέου μίγματος και η κυλίνδρωσή του ώστε να επέλθει συμπύκνωση. Με τη μέθοδο αυτή διορθώνεται η κοκκομετρική διαβάθμιση του αδρανούς υλικού, το ποσοστό της ασφάλτου στο μίγμα καθώς και το είδος της ασφάλτου. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η σχετική ομοιομορφία του ασφαλτομίγματος, ως προς τη διαβάθμιση των υλικών και το ποσοστό της ασφάλτου.

3.2.6 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Στη μέθοδο αυτή το ανακτημένο υλικό μεταφέρεται σε κατάλληλη εγκατάσταση μίξεως όπου μπορούν να δημιουργηθούν αποθέματα για μελλοντική χρήση ή να υποβληθούν αμέσως σε ανακύκλωση ώστε να παραχθεί νέο ασφαλτικό υλικό. Οι κεντρικές εγκαταστάσεις όπου λαμβάνει χώρα η ανακύκλωση, δύναται να είναι παλιές εγκαταστάσεις παραγωγής ασφαλτομίγματος που έχουν τροποποιηθεί, ή καινούριες εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν με την πρόβλεψη να δέχονται και να επεξεργάζονται και τα ανακυκλωμένα υλικά από τα παλιά ασφαλτικά οδοστρώματα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει καλύτερο έλεγχο της ποιότητας των υλικών και καλύτερο μηχανικό έλεγχο της κατασκευαστικής λειτουργίας, με αποτέλεσμα το παραγόμενο μίγμα να παρουσιάζει υψηλή συνοχή και ποιότητα.

3.3 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ

Οι τροποποιημένες άσφαλτοι αναπτύχθηκαν για να βελτιώσουν την συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων κατά συνέπεια του οδοστρώματος. Τα οφέλη που θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τη χρήση τροποποιημένων ασφάλτων συνοψίζονται: στη βελτίωση της αντίστασης σε παραμένουσα παραμόρφωση του ασφαλτομίγματος σε υψηλές θερμοκρασίες, στη μεγαλύτερη κατανομή τάσεων (αύξηση της δυσκαμψίας) για συγκεκριμένο πάχος στρώσεων, στη βελτίωση της συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος σε κόπωση με συνέπεια τη μείωση της ρηγμάτωσης υπό την επίδραση επαναλαμβανόμενης φόρτισης, στη βελτίωση της ολκιμότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες με συνέπεια τη μείωση της θερμικής ρηγμάτωσης, στη βελτίωση της συγκόλλησης με τα αδρανή που επιφέρει μείωση της αποκόλλησης αδρανών, στην αύξηση της συνεκτικότητας (συνοχής) του μίγματος, στη μείωση της σκλήρυνσης ή γήρανσης της ασφάλτου δίνοντας μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στις επιφανειακές στρώσεις, στη μείωση της θερμοκρασιακής ευαισθησίας-ευπάθειας της ασφάλτου, στην αύξηση του ιξώδους που επιτρέπει τη δημιουργία μεγαλύτερου πάχους υμένασφάλτου σε

ανοικτού τύπου ασφαλτομίγματα και στην εξάλειψη του φαινομένου της ανάδυσης της ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος.

Οι κύριοι τροποποιητές ασφάλτου, σήμερα, είναι τα πολυμερή, τα οποία διακρίνονται σε ελαστομερή (SBS κλπ), πλαστομερή (EVA κλπ.) και θερμοσκληρυνόμενα (ρητίνες).

Στους τροποποιητές επίσης μπορούν να συμπεριληφθούν και οι ίνες, οι οποίες παρόλο που δεν αλλάζουν τις ιδιότητες της ασφάλτου, επηρεάζουν την συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος.

Ο κάθε ένας από τους παραπάνω τροποποιητές επιφέρει ανάλογες βελτιώσεις στο ασφαλτομίγμα και κατά συνέπεια στο οδόστρωμα. Οι επερχόμενες βελτιώσεις με την προσθήκη αυτών των τροποποιητών στην ασφάλτο καθώς και άλλες ιδιότητες αυτών συνοψίζονται στον Πίνακα 3.2.

Βελτιώσεις	Ελαστομερή (SBS, κλπ)	Πλαστομερή (EVA κλπ)	Θερμοσκληρυνόμενα (ρητίνες)	Ίνες
Παραμένουσα παραμόρφωση	Ναι	Ναι	Ναι	-
Ρηγμάτωση κόπωσης	Ναι	Κάποια	Ναι	Κάποια
Θερμική ρηγμάτωση	Ναι	Κάποια	Ναι	-
Αποστράγγιση ασφάλτου	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Γήρανση	Κάποια	Κάποια	Ναι	Κάποια
Αντίσταση καταστροφής από υγρασία	Ναι	-	Ναι	-
<i>Άλλα χαρακτηριστικά</i>				
Δυσκολία στην ανακύκλωση	Μέτρια		Μεγάλη	Χαμηλή
Προσαύξηση κόστους	Μέτρια-υψηλή		Υψηλή	Χαμηλή
Περιβαλλοντική θεώρηση	Αποσυντίθεται εάν υπερθερμανθεί		Βλαβερό όταν δεν ωριμάσει	Επικίνδυνο λόγω λεπτότητας υλικού

Πίνακας 3.2 Βελτιώσεις που επέρχονται με τη χρήση τροποποιητών ασφάλτου

3.3.1 Προϊόντα ενίσχυσης της ασφάλτου

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

Αυτό είναι ένα θερμοπλαστικό καουτσούκ. Το SBS είναι ένα συνπολυμερές 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 καουτσούκα αλλά έχει θερμοπλαστική φύση. Το EVA και το SBS, αυξάνει την ακαμψία της ασφάλτου, αλλά σε πολλές περιπτώσεις λόγω της διαφορετικής του ψύξης είναι γνωστό ότι προκαλεί 'ξέφτισμα' του οδοστρώματος κατά την εφαρμογή.

Στην Ελλάδα η τροποποιημένη ασφάλτος 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 ασφάλτος.

3.3.2 Τρόπος παραγωγής

Η παραγωγή της τροποποιημένης ασφάλτου γίνεται σε ειδικό μηχάνημα παραγωγής Εικόνα 3.3.1 ανά παρτίδα, του οποίου τα κύρια μέρη είναι ο μύλος και οι δύο δεξαμενές ανάμιξης των δύο υλικών (τροποποιητής και άσφαλτος). Τα δύο υλικά τροφοδοτούνται σε μια προκαθορισμένη αναλογία στις δεξαμενές, όπου αναμοχλεύονται βιαίως για καλύτερη διασπορά του ελαφρύτερου στο άλλο υλικό. Η βίαιη αναμόχλευση επιβάλλεται επίσης για αποφυγή του διαχωρισμού των δύο υλικών. Μετά την προανάμιξη το υλικό διέρχεται μέσα από τον μύλο τόσες φορές όσες είναι αναγκαίες για την πλήρη ανάμιξη των υλικών. Μετά το τέλος των περασμάτων, το υλικό αποθηκεύεται σε θερμαινόμενες δεξαμενές, όπου και παραμένει για κάποιο χρονικό διάστημα για την πλήρη ωρίμανσή του. Μετά την ωρίμανση είναι έτοιμο προς χρήση.

Η υπόψη διαδικασία παραγωγής τροποποιημένης ασφάλτου αποτελεί πιλοτική εφαρμογή συστήματος κινητής μονάδας, καθώς έως τώρα η παραγωγή γινόταν σε μόνιμες εγκαταστάσεις.

Η διαδικασία παραγωγής ασφαλτομίγματος με τροποποιημένη άσφαλτο είναι η ίδια διαδικασία παραγωγής με εκείνη της κοινής ασφάλτου με τις εξής διαφορές: Η θερμοκρασία των αδρανών πρέπει να είναι περίπου 170°C και όχι κάτω από 160°C . Η θερμοκρασία της ασφάλτου δεν πρέπει να είναι $< 180^{\circ}\text{C}$ και τούτο διότι η τροποποιημένη άσφαλτος έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από την κοινή, πράγμα που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα τόσο στην ανάμιξη όσο και στη διάστρωση. Ο χρόνος ανάμιξης πρέπει να είναι αυξημένος κατά 10 sec, σε σχέση με το χρόνο ανάμιξης παραγωγής με κοινή άσφαλτο. Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της παραγωγής φαίνεται στην Εικόνα 3.3.1



Εικόνα 3.3.1: Παραγωγή τροποποιημένης ασφάλτου ισοπεδωτικής στρώσης ασφάλτου

3.4 ΑΝΤΙΥΔΡΟΦΙΛΑ ΥΛΙΚΑ

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

Η δοκιμασία γίνεται ως εξής:

Επικαλύπτουμε το αδρανές με το ασφαλτικό υλικό που θα χρησιμοποιήσουμεκαι στη συνέχεια το τοποθετούμε μέσα σε νερό. Μετά από έναν ορισμένοχρόνο εκτιμούμε με το μάτι μας πόση επιφάνεια του αδρανούς έχει παραμείνεικαλυμμένη με το ασφαλτικό.

Αν η επιφάνεια είναι μεγαλύτερη του 95% της ολόκληρης επιφάνειας τότε λέμεότι 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 χημικάμέσα που ονομάζονται αντιυδρόφιλα υλικά. Συνήθως η αναλογία τους προς τοασφαλτικό υλικό κατά βάρος είναι 0,50-1,50%. Το απαιτούμενο ποσοστόκαθορίζεται με δοκιμές.

Βελτίωση της προσφύσεως με αντιυδρόφιλα υλικά γίνεται στα εξής ασφαλτικάσυνδεδετικά :

α) Σε καθαρή άσφαλτοκαι β) Σε ασφαλτικά διαλύματα

Τα αντιυδρόφιλα υλικά είναι πολύπλοκα χημικά παρασκευάσματα πουπεριέχουν ιδιαίτερες ενεργές ομάδες (NH₂, COOH), οι οποίες εγγυούνταιαπορρόφηση ενός φιλμ ασφάλτου στην επιφάνεια του πετρώματος καθώςτροποποιούν χημικά την άσφαλτο.

Τα αντιυδρόφιλα υλικά χρησιμοποιούνται σε ποσοστό έως 1.5% στο βάροςτης ασφάλτου, τροποποιώντας την και καθιστώντας την ανθεκτική στηνυγρασία τόσο του περιβάλλοντος όσο και των πετρωμάτων. Κυριολεκτώντας,όταν χρησιμοποιείται αντιυδρόφιλο υλικό η άσφαλτος απωθεί το νερό καικολλάει στην επιφάνεια του πετρώματος.

Τα αντιυδρόφιλα υλικά προσθέτονται στην άσφαλτο και το μίγμα αναμιγνύεταιμέχρι ναομογενοποιηθεί.

3.5 ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Οι ασφαλτικές μεμβράνες 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 αύξησεως της περιεκτικότητας σε υγρασία και σε ρωγμές εξαιτίας συστολής που είναι συνέπεια της μειώσεως της υγρασίας.

Οι ασφαλτικές 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 ασφαλτικών μεμβρανών τα επιχώματα περικλείονται εντελώς και έτσι παρεμποδίζεται η μεταβολή της περιεκτικότητας της υγρασίας με αποτέλεσμα ομοιόμορφη φέρουσα ικανότητα και σταθερότητα όγκου.

Το ασφαλτικό περίβλημα πρέπει να κατασκευάζεται προσεκτικά ώστε η ανώτερη και κατώτερη ασφαλτική 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 ασφαλτικής μεμβράνης διαστρώνουμε πάνω της λεπτόκοκκα αδρανή υλικά. Η

συγκόλληση των μεμβρανών μεταξύ τους γίνεται με φλόγιστρο που λιώνει την μεμβράνη με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία ενιαία στρώση.



Εικόνα 3.7: Ασφαλτική μεμβράνη

3.6 ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ

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 επίσημων 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.

3.6.1. ΣΥΝΘΕΣΗ

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα ως γνωστόν είναι αιωρήματα ασφάλτου σε λεπτό διαμερισμό μέσα στο νερό. Η σταθεροποίηση του διαφασικού 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 σε 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 ασφαλικού διαλύματος.

3.6.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

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

Σημειώνουμε επίσης ότι από τις δύο περιπτώσεις ασφαλικών γαλακτωμάτων, δηλαδή των κατιονικών και των ανιονικών, τα κατιονικά γαλακτώματα τυγχάνουν ευρύτατης και σχεδόν μονοπωλιακής χρησιμοποίησης, αφού με τις νεότερες 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 ασφαλικών 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 ασφαλικά γαλακτώματα οδοποιίας αντιμετωπίζουν επιτυχώς όλες οι περιπτώσεις έργων οδοποιίας δηλαδή, προεπαλείψεων, συγκολλητικών επαλείψεων, σφραγιστικών επαλείψεων, εμποτισμένων σκυρωτών, κατασκευών ανοικτού ή κλειστού τύπου ασφαλτομιγμάτων καθώς επίσης λεπτοταπήτων τύπου SLURRY SEALING κ.λπ.

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

3.6.3 ΠΡΟΕΠΑΛΕΙΨΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΦΡΑΓΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΑΛΕΙΨΕΙΣ

α) Περίπτωση ασφαλικών προεπαλείψεων

Οι ασφαλικές προεπαλείψεις γίνονται σε στρώσεις βάσης πάνω στις οποίες πρόκειται να τοποθετηθούν διάφορες ασφαλτοκατασκευές. Αφορούν τον εμποτισμό της στρώσης με ρευστό ασφαλτικό υλικό χαμηλού ιξώδους.

Σκοπός της προεπάλειψης είναι αφ' ενός μεν η αδιαβροχοποίηση κατά κάποιο τρόπο της εμποτισμένης στρώσης και αφ' ετέρου η παροχή δυνατότητας συνοχής των επιφανειακών αδρανών κόκκων της στρώσης.

Σημειώνουμε εδώ ότι στην περίπτωση χρησιμοποίησης ασφαλτικού διαλύματος αντιμετωπίζονται τα ενδεχόμενα :

α) Να μην χρησιμοποιηθεί σαν διαλυτικό της ασφάλτου φωτιστικό πετρέλαιο όπως προβλέπεται από τη σχετική προδιαγραφή αλλά αντί αυτού να χρησιμοποιηθεί βαρύτερος καταλύτης όπως π.χ. πετρέλαιο ντίζελ . Ο λόγος σχετίζεται άμεσα με το κόστος αφού το φωτιστικό πετρέλαιο χρησιμοποιείται στο διάλυμα σε μεγάλη αναλογία (45% περίπου) και είναι ακριβότερο από το πετρέλαιο ντίζελ.

β) Να μη δοθεί ο απαιτούμενος χρόνος ή οι καιρικές συνθήκες να μην επιτρέψουν την εξατμίση του πετρελαίου από την κατασκευή με συνέπεια να μην έχουμε τα προσδοκώμενα αποτελέσματα από την εφαρμογή της προεπάλειψης, δηλαδή συνοχή των επιφανειακών αδρανών κόκκων και αδιαβροχοποίηση της επιφανείας της στρώσης.

γ) Να μην ελεγχθεί και να μην αντιμετωπισθεί η περίπτωση υδροφιλίας του πετρώματος της στρώσης οπότε και πάλι δεν θα έχουμε τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, αφού το πετρελαϊκό διάλυμα μειώνει ως γνωστό την πρόσφυση του συνδετικού υλικού στα αδρανή υλικά και δεν επιτρέπει την επίτευξη συγκόλλησης των κόκκων. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στην περίπτωση του πετρελαίου ντίζελ που σαν βαρύτερο δεν εξατμίζεται τελείως .

β) Περίπτωση Συγκολλητικών Επαλείψεων

Οι συγκολλητικές επαλείψεις στοχεύουν στην συγκόλληση μιας νέας ασφαλικής στρώσης πάνω σε μια υφιστάμενη ασφαλική στρώση (παλιά ή νέα) ή σε μια προεπαλειμμένη στρώση βάσης. Η συγκόλληση της νέας ασφαλικής στρώσης με την υφιστάμενη πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι δύο στρώσεις να μπορούν να συνεργάζονται σαν ενιαία στρώση και χωρίς να αντιμετωπίζεται περίπτωση ολίσθησης της υπερκείμενης στρώσης πάνω στην υποκείμενη . Αυτό επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση κατάλληλου ασφαλτικού υλικού μεταξύ των δύο στρώσεων σε ποιότητα και ποσότητα τέτοιες που να εξυπηρετούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Με ελάχιστες εξαιρέσεις το συγκολλητικό αυτό υλικό είναι άσφαλτος οδοστρωσίας που μπορεί να εφαρμοσθεί με την μορφή είτε καθαρής ασφάλτου είτε ασφαλτικού διαλύματος είτε ασφαλτικού γαλακτώματος και μάλιστα σε ίσες ποσότητες ανά M2 επιφάνειας ήτοι 0,4 έως 0,6 KG/m² (Π.Τ.Π. Α245).

Επί του προκειμένου επιδιώκεται όπως η ποσότητα συγκολλητικού υλικού που θα εφαρμοστεί ανά m² επιφάνειας να βρίσκεται κοντά στα κατώτερα προσδιοριζόμενα όρια για την επίτευξη μικρότερου πάχους συγκολλητικού υμένα αφού οι μεγάλοι πάχους συγκολλητικές επαλείψεις δημιουργούν προβλήματα ολίσθησης ιδιαίτερα στις εποχές υψηλών θερμοκρασιών περιβάλλοντος και σε τμήματα οδών με μεγάλες κλίσεις. Η πείρα έδειξε ότι οι πλέον επιτυχείς συγκολλητικές επαλείψεις επιτυγχάνονται με τη χρησιμοποίηση (κατιονικών) ασφαλικών γαλακτωμάτων ταχείας διάσπασης των τύπων KE-1 (ακολουθεί πίνακας με τις οριακές τιμές που έχει υποβληθεί το συγκεκριμένο γαλάκτωμα) και KE-2 αφού με τα υλικά αυτά είναι εύκολο να επιτευχθεί αφενός μεν η επιθυμητή ανά M2 ποσότητα ασφάλτου κατά την εφαρμογή και αφετέρου η ομοιόμορφη καθ' όλο το μήκος και πλάτος της οδού επικάλυψη της στρώσης. Γι' αυτό και από την πλευρά μας συνιστούμε, σχεδόν

αποκλειστικά την χρήση των ασφαλικών αυτών γαλακτωμάτων για κάθε περίπτωση συγκολλητικών επαλείψεων. Με την ευκαιρία θα θέλαμε να τονίσουμε εδώ ότι οι συγκολλητικές επαλείψεις με την χρήση ασφαλικών γαλακτωμάτων είναι απαραίτητες και στην περίπτωση νεοκατασκευαζομένων επάλληλων ασφαλικών στρώσεων της Π.Τ.Π. Α265, αφού σε πάρα πολλές περιπτώσεις η έκπλυση, η ρύπανση και η θραύση των επιφανειακών κόκκων της υποκείμενης στρώσης κατά την κυλίνδρωση, δεν επιτρέπουν πλήρη συγκόλληση συνεπώς τη συνεργασία των δύο ασφαλικών στρώσεων. Η κατασκευή συγκολλητικής επάλειψης από καθαρή άσφαλο θα πρέπει να γίνεται σε περιπτώσεις που η χρησιμοποίηση των ασφαλικών γαλακτωμάτων για διάφορους λόγους δεν είναι εφικτή. Οι συγκολλητικές επαλείψεις με καθαρή άσφαλο παρουσιάζουν συχνότατα αστοχίες και προβλήματα όπως είναι π.χ. η ανομοιομορφία πάχους ή μερική αλληλοεπικάλυψη αυτών, η παρουσία μη επικαλυμμένων με άσφαλο τμημάτων επεξεργασμένης, η χρησιμοποίηση της ασφάλτου σε χαμηλότερες από τις επιτρεπόμενες θερμοκρασίες κ.λπ. Οι αστοχίες αυτές αφορούν κυρίως στο τρόπο εφαρμογής όπως π.χ. στη διαφοροποίηση της ταχύτητας κατά τη διαδρομή, σε βλάβες του μηχανήματος διανομής (βούλωμα των μπεκ κ.λπ.) και σχετίζονται άμεσα με την τεχνική επάρκεια τόσο του χειριστή όσο και του μηχανήματος διανομής της ασφάλτου. Επί του προκειμένου επισημαίνουμε τα ακόλουθα :

Στην περίπτωση που η συγκολλητική επικάλυψη δεν είναι συνεχής και δημιουργεί για οποιοδήποτε λόγο ρωγμή στην ανώτερη ασφαλική στρώση, τότε το νερό της βροχής (ή άλλης προέλευσης), εισχωρεί και κυκλοφορεί ανάμεσα στις δύο στρώσεις (χωρίς να είναι δυνατόν ν' απομακρυνθεί με εξάτμιση). Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή επέκταση της αποκόλλησης των δύο στρώσεων υπό την επίδραση της κυκλοφορίας με άμεση συνέπεια την προοδευτική ρηγμάτωση του ασφαλτοτάπητα.

Για τις συγκολλητικές επαλείψεις προτείνουμε την χρησιμοποίηση σχεδόν αποκλειστικά ασφαλικών γαλακτωμάτων κατά προτίμηση κατιονικού τύπου, ενώ είμαστε αντίθετοι με τη χρησιμοποίηση ασφαλικών διαλυμάτων οποιονδήποτε πηγών σε πετρέλαιο .

ΚΕ-1 ΔΟΚΙΜΕΣ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΠΤΠ	
	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ
ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ		
1. ΔΟΚΙΜΗ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ	55	-
2. ΔΟΚΙΜΗ ΙΞΩΔΟΥΣ ΚΑΤΑ FUROL	20	100
3. ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ		3
4. ΔΕΙΚΤΗΣ ΡΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ	3	7
5. ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΣΦΥΣΗΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	95	-
ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΟΣ		
1. ΔΙΕΙΣΔΥΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ 25οC	80	320
2. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥΣ ΔΙΑΛΥΤΕΣ (CS ₂ , %)	97,5	-
3. ΟΛΚΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ 25οC (cm)	40	-
4. ΤΕΦΡΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ (%)	-	2

Πίνακας 3.3: Ελάχιστες και μέγιστες απαιτήσεις γαλακτώματος ΚΕ-1 έναντι δοκιμών

γ) Περίπτωση σφραγιστικών επαλείψεων

Οι σφραγιστικές επαλείψεις ως γνωστόν αποσκοπούν στην στεγάνωση ασφαλτικών κατασκευών ανοικτού ή ημίκλειστου τύπου έναντι των υδάτων της βροχής. Οι εν λόγω ασφαλτοκατασκευές ειδικότερα ο ανοικτός τύπος με ανάμειξη επί της οδού (Π.Τ.Π.Α 245) συνηθίζονται κυρίως στο επαρχιακό και νησιωτικό οδικό δίκτυο όπου η κυκλοφορία (μέση ή ελαφρά) δεν απαιτεί υψηλής ποιότητας ασφαλτοκατασκευές .

Η σφράγιση των ανοικτού τύπου ασφαλτοκατασκευών γίνεται με τον εμποτισμό της στρώσης με ασφαλτικό υλικό που μπορεί να είναι καθαρή άσφαλτος, ασφαλτικό διάλυμα φτωχό σε διαλύτη και ασφαλτικά γαλακτώματα ταχείας διάσπασης. Οι χρησιμοποιούμενες για τον εμποτισμό αυτές ποσότητες ασφαλτικού υλικού ανά m² είναι 1-1,5 KG περίπου (Π.Τ.Π. Α245). Οι ασφαλτικές αυτές επικαλύψεις τελικά επικαλύπτονται με λιθοσύντριμμα για την αποφυγή απομάκρυνσης της σφραγιστικής επάλειψης από τους τροχούς των κυκλοφορούντων οχημάτων.

Και στην παρούσα περίπτωση επάλειψης, είναι προτιμότερη η χρησιμοποίηση των ασφαλτικών γαλακτωμάτων σαν ασφαλτικό υλικό σφραγιστικής επάλειψης, αφού η εφαρμογή του είναι λίαν ευχερής με κοινά τεχνικά μέσα, αντίθετα με την περίπτωση των άλλων ασφαλτικών υλικών που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες εφαρμογής γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένο κόστος εφαρμογής, την κατανάλωση καυσίμων και την ρύπανση του περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα ασφαλτικά γαλακτώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν άνετα και κατά προτίμηση στις παραπάνω ασφαλτικές εργασίες καθώς και στις εργασίες συντήρησης ασφαλτικών οδοστρωμάτων. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις περιπτώσεις αντί των ασφαλτικών διαλυμάτων καθώς και στις περιπτώσεις έργων που δεν είναι εφικτή η χρησιμοποίηση καθαρής ασφάλτου.

Όσον αφορά στη συγκριτική εκτίμηση του κόστους παραγωγής και εφαρμογής των τρίτων τύπων ασφαλτικών υλικών οδοποιίας, δηλαδή καθαρής ασφάλτου, ασφαλτικών διαλυμάτων και ασφαλτικών γαλακτωμάτων το θέμα δεν είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί από εμάς αφού το κάθε έργο παρουσιάζει τις ιδιαιτερότητες του γνώστες των οποίων είναι οι μελετητές και εκτελεστές αυτού.

3.7 ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ

3.7.1 Ορισμός

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.



Εικόνα 3.8: Ιπτάμενη τέφρα

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, και τέλος

-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.

3.7.2 Εφαρμογές της ιπτάμενης τέφρας

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.

3.7.2.1 Εφαρμογή της ιπτάμενης τέφρας 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 όργωμα 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.

3.8 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΚΩΡΙΩΝ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΟΥΣ ΤΑΠΗΤΕΣ

Οι σκωρίες χαλυβουργίας έχουν γνωρίσει διεθνώς μία ευρύτατη εφαρμογή στην οδοποιία τα τελευταία χρόνια. Μεταξύ διαφόρων πεδίων εφαρμογής, η χρήση των αδρανών σκωρίας στη παρασκευή ασφαλτομιγμάτων αντιολισθηρών ταπήτων κατέχει πρωτεύουσα θέση.

Κατά A8TM Γ125 ως σκωρία ορίζεται «το μη μεταλλικό παραπροϊόν (της παραγωγικής διαδικασίας των χαλυβουργειών) το οποίο συνίσταται κυρίως από οξειδία του αργιλίου, του πυριτίου, του σιδήρου, του θείου και άλλων στοιχείων». Οι σκωρίες, αναλόγως της παραγωγικής διαδικασίας και του τελικού προϊόντος διακρίνονται κυρίως σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

α. *Σκωρίες Υψικαμίνων ή Σκωρίες Σιδηρουργίας*, που παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις οξειδίων του πυριτίου και του αργιλίου.

β. *Σκωρίες χαλυβουργίας* που παρουσιάζουν σημαντικά ποσοστά οξειδίων του σιδήρου.

Άλλες σκωρίες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές. Οι ως άνω σκωρίες διατίθενται σε διάφορες μορφές. Η διαφορά στην μορφή (κόκκοι, σβώλοι, σκόνη, αδρανή) και τις ιδιότητες προκύπτει από την ποικιλία που υπάρχει: στη διαδικασία παραγωγής, στη διαδικασία ψύξεως και στο υλικό τροφοδοσίας της παραγωγικής μονάδος.

3.8.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΚΩΡΙΩΝ

Σκωρίες σιδηρουργίας και χαλυβουργίας παράγονται ως παραπροϊόντα της κύριας διαδικασίας παραγωγής χάλυβος, σε ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες που διαθέτουν αντίστοιχες βιομηχανικές μονάδες. Στον Πίνακα 3.4 περιλαμβάνονται στοιχεία για την παραγωγή σκωριών υψικαμίνου σε ορισμένες χώρες.

Χώρα	Αυστραλία	Κίνα	Γαλλία	Γερμανία	Ιαπωνία	Ινδίες	ΗΠΑ	Ην.Βα- σίλειο
Παραγωγή	4.7	22.0	10.4	15.0	24.0	7.8	23.0	1.5

Πίνακας 3.4: Ετήσια παραγωγή σκωρίας υψικαμίνου (tx10⁶)

Η παραγωγή σκωριών στον Ελλαδικό χώρο παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.5. Τα εργοστάσια χαλυβουργίας είναι συγκεντρωμένα στις περιοχές Αττικής, Θεσσαλονίκης και Μαγνησίας. Οι ελληνικές σκωρίες, που κυρίως χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικά υλικά για παρασκευή προϊόντων (τσιμέντου) ή για κατασκευές (οδοποιία), είναι σκωρίες χαλυβουργίας που διατίθενται σε διάφορες μορφές.

Παραγωγός	Ηλεκτροκαμίνου	Κάδου	Φίλτρου
ΣΙΔΕΝΟΡ	0.17	0.05	0.03
Ελληνική Χαλυβουργία	0.016	0.025	0.036
Χαλυβουργία Θεσσαλίας	0.012	0.05	0.01
Χαλυβουργική	0.03	0.015	0.028

Πίνακας 3.5: Μέση ετήσια παραγωγή σκωριών (tx10⁶)

3.8.2 ΠΕΔΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΣΚΩΡΙΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Η συστηματική έρευνα των τελευταίων ετών, οδήγησε τη χρήση των σκωριών να γνωρίσει μια σημαντική άνθηση λόγω της αναγνώρισης και πιστοποίησης της καταλληλότητας ως αδρανούς υλικού για σκυροδέματα. Η χρήση καλύπτει ευρεία κλίμακα έργων, θεωρείται ένα πολύτιμο υλικό γενικά στις κατασκευές και ειδικότερα στην Οδοποιία. Σκωρίες χρησιμοποιούνται ως κονίες ή ως αδρανή υλικά σε διάφορες χώρες της Ευρώπης. Ειδικότερα σε χώρες με γενικευμένη έλλειψη αδρανών, όπως το Βέλγιο, η Ολλανδία, αλλά και σε περιοχές της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Δανίας, η χρήση αδρανών σκωρίας αποτελεί μια ικανοποιητική λύση για πολλές εφαρμογές. Ακόμη, σε χώρες όπου τα φυσικά σκληρά αδρανή είναι σπάνια (ΗΠΑ), οι σκωρίες χρησιμοποιούνται σε αντιολισθηρούς τάπητες. Εντυπωσιακό είναι το παράδειγμα της Μ. Βρετανίας, μιας χώρας με αφθονία σκληρών αδρανών, όπου, παρ' όλα αυτά η χρήση των αδρανών σκωρίας σε αντιολισθηρούς τάπητες αποτελεί μια κοινή πρακτική. Ο Πίνακας 3.6 περιλαμβάνει τη διεθνή εμπειρία που προκύπτει από τη χρήση σκωριών σε διάφορες εφαρμογές της οδοποιίας. Παρατηρείται ότι το πεδίο εφαρμογής είναι ευρύτατο.

Χώρα	Εφαρμογές σε οδικές κατασκευές				
	Υπόβαση	Βάση	Ασφαλτομίγματα	Αντιπαγετική στρώση	Λοιπές (στάθμευση)
Φινλανδία	+	-	-	+	-
Αυστρία	+	+	+	-	-
Ιαπωνία	-	+	+	-	-
Ιταλία	+	+	-	-	-
Αυστραλία	+	-	-	-	-
Βέλγιο	+	+	+	-	-
Γαλλία	+	+	-	-	-
Ρωσία	-	-	+	+	-
Γερμανία	+	+	+	-	+
Μ.Βρετανία	+	+	+	-	-

Πίνακας 3.6: Εφαρμογές αδρανών σκωρίας σε οδικές κατασκευές σε παγκόσμιο επίπεδο

3.8.3 Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες

Πριν από οποιαδήποτε χρήση των σκωριών, ειδικά των ηλεκτροκλιβάνων, είναι απαραίτητο να γίνει θραύση και κοσκινισμα του υλικού εξαιτίας της ακανόνιστης μορφής των κατά την παραγωγή τους (οι διαστάσεις κυμαίνονται μεταξύ 5-100mm), ώστε η κοκκομετρική τους καμπύλη να ανταποκρίνεται στα όρια τα οποία επιβάλλουν οι ελληνικές προδιαγραφές. Τα αποτελέσματα εργαστηριακών ελέγχων για τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ελληνικών, διαφορετικής προέλευσης σκωριών, συγκρινόμενα με τις μηχανικές ιδιότητες άλλων σκληρών αδρανών, έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παρ' όλα αυτά, εκείνο που εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί είναι η μεγάλη διακύμανση τιμών ιδιαίτερα σε ορισμένα χαρακτηριστικά. Είναι χαρακτηριστικό ότι το φαινόμενο ειδικό βάρος των σκωριών είναι συνήθως μεγαλύτερο του συνήθους ειδικού βάρους των φυσικών αδρανών οδοστρωσίας. Το ειδικό βάρος των σκωριών ηλεκτροκλιβάνων είναι μικρότερο του αντίστοιχου των σκωριών φίλτρου, των δε σκωριών φίλτρου είναι μικρότερο των σκωριών ελάστρων. Αυτό οφείλεται στην διαφορετική περιεκτικότητα οξειδίων σιδήρου και άλλων μετάλλων.

Ιδιότητες	Δείκτης	Έρευνες 1993-95	Έρευνες 1997-98	Έρευνες 2002-2004(*)
Φαινόμενο Ειδικό βάρος	γ (gr/cm ³)	3,2 ÷ 3,6	3,3	-
Απορρόφηση υγρασίας	%	1 ÷ 3	-	-
Δείκτης πλακοειδούς	FI	11	-	14
Αντίσταση σε τριβή και κρούση	LA	15 ÷ 17	12	15
Αντίσταση σε Στύλωση	PSV	52 ÷ 63	56	64-71
Αντίσταση σε Απότρωση	AAV	3	3	3

(*) Οι έρευνες 2002-2004 περιορίστηκαν σε σκωρία χαλβουργίας ΣΙΔΕΝΟΡ

Πίνακας 3.7: Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες σκωριών

Παράμετρος	Όρια προδιαγραφών ΤΣΥ	ΑΔΡΑΝΗ ΔΙΑΒΑΣΗ	ΑΔΡΑΝΗ ΓΑΒΒΡΟΥ	ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΩΡΙΑΣ
Δείκτης Στύλωσης PSV	PSV ≥ 56	56	62	64
Δείκτης υγείας SD	-	7	6	1
Συντελεστής Los Angeles LA	LA ≤ 22	20	22	18
Δείκτης απότρωσης AAV	AAV ≤ 6	4	4	2,5
Αντοχή σε θραύση ACV	-	13	16	8
Αντοχή σε συντριβή AIV	-	14	13	4

Πίνακας 3.8: Μηχανικές ιδιότητες αδρανών

3.8.4 Μετρήσεις επιφανειακών χαρακτηριστικών οδοστρωμάτων σε ασφαλτοτάπητες με σκωρίες

Ασφαλτοτάπητες με σκωρίες έχουν κατασκευασθεί στο εθνικό δίκτυο αλλά και σε οδοστρώματα αυτοκινητοδρόμων κατά την τελευταία εικοσαετία. Το Εργαστήριο Οδοποιίας του ΑΠΘ διεξήγαγε επί τόπου μετρήσεις επιφανειακών χαρακτηριστικών οδοστρωμάτων σε ασφαλτοτάπητες με αδρανή σκωρίας. Οι μετρήσεις αφορούσαν μακροϋφή και ολισθηρότητα.

Παλαιότερες μετρήσεις του ΚΕΔΕ υπάρχουν επίσης για τάπητες που κατασκευάστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του '80. Όλες οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από το Εργαστήριο Οδοποιίας του ΑΠΘ έγιναν στο ίχνος του δεξιού τροχού, στη λωρίδα κυκλοφορίας (στη λωρίδα βαριάς κυκλοφορίας σε οδοστρώματα αυτοκινητοδρόμων).

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9. Από τα στοιχεία του Πίνακα 3.8 σε συνδυασμό και με άλλες συναφείς μετρήσεις, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

α. Οι τιμές του δείκτη αντίστασης σε ολίσθηση υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις των βρετανικών προδιαγραφών, στα οδοστρώματα των αυτοκινητοδρόμων. Η εκτίμηση αυτή γίνεται με βάση την συσχέτιση : $SRV = SFC_{50}$. Η απαίτηση για το δείκτη SFC σε οδοστρώματα αυτοκινητοδρόμων είναι: $SFC > 50$.

β. Οι τιμές του βάθους μακροϋφής καλύπτουν τις απαιτήσεις της ΤΣΥ για αντιολισθηρούς τάπητες τύπου II με ονομαστικό μέγεθος κόκκου 12.5mm. $HS \geq 1.0$ mm.

γ. Η φθορά λόγω κυκλοφορίας είναι σημαντική κατά τους πρώτους μήνες. Η μείωση του δείκτη SRV κατά 20 ποσοστιαίες μονάδες σε 4 μήνες κυκλοφορίας είναι χαρακτηριστική.

δ. Εντυπωσιακή είναι η μείωση του δείκτη αντίστασης σε ολίσθηση σε τάπητες κυκλοφορίας όπου υπάρχει πρόσμιξη με συμβατικά (ασβεστολιθικά) χονδρόκοκκα αδρανή.

ε. Προβλήματα συνεκτικότητας ή διόγκωσης δεν εμφανίστηκαν στους συγκεκριμένους ασφαλτοτάπητες ενώ και η γενικότερη συμπεριφορά (εργασιμότητα, συμπίκνωση) ήταν ικανοποιητική.

Α/Α	ΟΔΟΣ/ ΧΑΙΛΟΜΕΤΡΗΣΗ	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΛΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΟΛΙΣΘΗΣΗ SRV (%)	ΒΑΘΟΣ ΜΑΚΡΟΥΦΗΣ HS (mm)	ΣΧΟΛΙΑ
1.	ΠΑΘΕ/ΣΚΟΤΙΝΑ- ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΚ/ΧΑΜ. 23+200	4 ΜΗΝΕΣ /2004	60-66	1.3 – 1.4	Αντιολισθηρός Τάπητας τύπου II
2.	ΠΑΘΕ/ΣΚΟΤΙΝΑ- ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΚ/ΧΑΜ. 24+500	4 ΜΗΝΕΣ /2004	63-64	1.2 – 1.3	Αντιολισθηρός Τάπητας τύπου II
3.	ΠΑΘΕ/ΣΚΟΤΙΝΑ- ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΚ/ΧΑΜ. 26+000	4 ΜΗΝΕΣ /2004	62-70	1.3	Αντιολισθηρός Τάπητας τύπου II
4.	ΠΑΘΕ/ΥΛΙΚΗ-ΑΓ. ΚΩΝ/ΝΟΣ ΑΚ/ΧΑΜ. 08+500	4 ΜΗΝΕΣ /2004	55-60	0.9-1.0	Αντιολισθηρός Τύπου II
5.	ΠΑΘΕ/ΣΚΟΤΙΝΑ- ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΚ/ΧΑΜ. 15+300	4 ΜΗΝΕΣ /2004	58-60	1.1	Αντιολισθηρός Τάπητας τύπου II
6.	ΠΑΘΕ/ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ- ΛΑΜΥΡΟΣ ΑΚ/ΧΑΜ. 283+000	4 ΜΗΝΕΣ /2004	53-60	1.0	Αντιολισθηρός Τύπου II
7.	ΠΑΘΕ/ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ- ΛΑΜΥΡΟΣ ΑΚ/ΧΑΜ. 283+200	4 ΜΗΝΕΣ /2004	59-61	1.0-1.15	Αντιολισθηρός Τύπου II
8.	ΠΑΘΕ/ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ- ΛΑΜΥΡΟΣ ΑΚ/ΧΑΜ. 283+000	ΧΩΡΙΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	79-81	1.15-1.2	Αντιολισθηρός- Αριστερή λωρίδα
9.	ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟΣ ΒΟΛΟΥ-ΑΙΧΙΛΑΛΟΥ	1 ΕΤΟΣ/2004	52-59	0.9-1.2	Αντιολισθηρός Τύπου II
10.	ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΛΑΜΙΑΣ- ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ ΧΑΜ. 1+900	8 ΜΗΝΕΣ /2004	45-52	0.5-1.2	Αντιολισθηρός με Σκυρία και Ασβεστολιθικά Αδρανή
11.	ΕΘΝ.ΟΔΟΣ ΛΑΜΙΑΣ- ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ	8 ΜΗΝΕΣ /2004	46-48	0.6-0.7	Αντιολισθηρός με Σκυρία και Ασβεστολιθικά Αδρανή

Πίνακας 3.9: Μετρήσεις Μακροϋφής και ολισθηρότητας σε τάπητες με σκωρίες

Συνοπτικά, φαίνεται ότι οι τάπητες κυκλοφορίας με σκωρίες παρουσιάζουν πολύ καλά χαρακτηριστικά επιφανειακής υφής και αντιολισθηρότητας και αποτελούν μια εξαιρετική επιλογή για οδοστρώματα αυτοκινητοδρόμων. Οι συνδυασμοί της ελληνικής και της διεθνούς εμπειρίας αποδεικνύει, ωστόσο, ότι η χρήση των αδρανών σκωρίας σε ασφαλτοτάπητες κυκλοφορίας πρέπει να γίνεται με προσοχή. Στον Πίνακα 3.10 παρουσιάζονται συνοπτικά οι προϋποθέσεις, τα πλεονεκτήματα καθώς και ορισμένα μικρά προβλήματα για την χρήση των σκωριών χαλυβουργίας.

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΠΙΘΑΝΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ομοιογένεια προϊόντος 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ικανοποιητικά μηχανικά χαρακτηριστικά τραχύτητας και σκληρότητας 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Μεγάλο ειδικό βάρος, σημαντικό κόστος μεταφοράς
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ανταπόκριση στις εκάστοτε προδιαγραφές & ειδικότερα σε εκείνες των αντιολισθηρών ταπήτων 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ικανοποιητικά χαρακτηριστικά σχήματος, γωνιώδεις κόκκοι 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Αλκαλική αντίδραση, πιθανώς επιβλαβής για αλουμίνιο και γαλβανισμένα μέταλλα
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Προεπεξεργασία ➤ Θραύση και διαλογή 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Υψηλοί δείκτες αντίστασης σε ολίσθηση για ασφαλτοτάπητες κυκλοφορίας 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Κίνδυνος αποσύνθεσης σε ασφαλτοτάπητες, ➤ Χρήση αντιυδρόφιλων
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Χρήση σε μικρή απόσταση από τον τόπο παραγωγής 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Χαμηλό κόστος ➤ Ευεργετική επίπτωση στο περιβάλλον 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Κίνδυνος διόγκωσης σε περίπτωση αυξημένων αναλογιών σε CaO, MgO

Πίνακας 3.10: Προϋποθέσεις και οφέλη από την εφαρμογή σκωριών σε ασφαλτοτάπητες

3.8.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΟΥΣ ΤΑΠΗΤΕΣ ΜΕ ΣΚΩΡΙΕΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΑΔΡΑΝΗ

Η κατασκευή αντιολισθηρών ταπήτων σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας συνοδεύεται πάντοτε από χρήση σκληρών αδρανών που παρουσιάζουν αυξημένη αντίσταση στη λείανση (PSV). Στην Ελλάδα, η χρήση σκληρών αδρανών έχει καθιερωθεί σε οδοστρώματα αυτοκινητοδρόμων, σε περιφερειακές οδούς ταχείας κυκλοφορίας (Αττική Οδός) καθώς και σε δάπεδα προσγείωσης αεροσκαφών σε αεροδρόμια. Η χρήση σκληρών αδρανών φυσικής προέλευσης, ωστόσο, παρουσιάζει ιδιαίτερα και συγκεκριμένα προβλήματα:

- Τα λατομεία σκληρών αδρανών (γάββρου, ανδεσίτη, βασάλτη, γρανοδιορίτη) είναι περιορισμένα ανά την επικράτεια. Αντίστοιχα η παραγωγή μπορεί να μην έχει σταθερό ρυθμό, όπως και η ποιότητα του πετρώματος και των αδρανών μπορεί να εμφανίσει διαφορές.
- Το κόστος των σκληρών αδρανών είναι σημαντικό και, πολλές φορές, στο κόστος αυτό θα πρέπει να προστεθεί και το κόστος μεταφοράς.

- Περιβαλλοντικές δεσμεύσεις είναι δυνατό να προβάλουν εμπόδια στην εκμετάλλευση ορισμένων περιοχών με σκληρά πετρώματα.

Για όλους αυτούς τους λόγους αλλά και για πολλούς άλλους, όπως επί παραδείγματι, τα εξαιρετικά μηχανικά χαρακτηριστικά των αδρανών σκωρίας και η σταθερή, σχετικώς, ποιότητα, έχουν στρέψει Υπηρεσίες και Κατασκευαστές προς την εναλλακτική λύση των σκωριών. Στην Ελλάδα, τάπητες με σκωρίες έχουν κατασκευασθεί τα τελευταία 15 χρόνια σε πρωτεύων οδικό δίκτυο. Αντίστοιχες μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε χαρακτηριστικά ολισθηρότητας των τάπητων αυτών.

3.9 SLURRY SEALING

3.9.1 Τι είναι το Slurry Seal

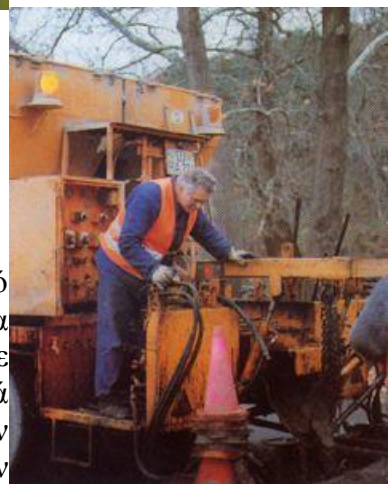
Το Slurry Seal είναι ένα μίγμα επιλεγμένων αδρανών συνεχούς διαβάθμισης, τσιμέντου, ασφαλτικού γαλακτώματος και νερού σε προκαθορισμένες αναλογίες, αναμιγμένα και διαστρωμένα ως στρώση κυκλοφορίας. Όταν διαστρωθεί το slurry seal, πρέπει να έχει ομογενή επιφάνεια, να γεμίσει τις ρηγματώσεις, να εφαρμόσει απόλυτα στο οδόστρωμα, να το στεγανοποιεί και να είναι αντιολισθηρό. Ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα χρησιμοποιείται ως συνδετικό των αδρανών μεταξύ τους και συγκολλά τον λεπτό τάπητα του slurry seal πάνω στο παλιό οδόστρωμα.



Εικόνα 3.9: Επίστρωση slurry seal πάνω στο παλιό οδόστρωμα

3.9.2 Πως παρασκευάζεται το Slurry Seal

Το Slurry Seal παρασκευάζεται και διαστρώνεται επιτόπου από ειδικά σχεδιασμένο μηχάνημα, το οποίο μεταφέρει όλα τα απαραίτητα υλικά. Η ανάμιξη και η διάστρωση συνδυάζονται σε μια συνεχή εργασία, κάτω από την επίβλεψη ειδικά εκπαιδευμένου χειριστή. Ειδικευμένο προσωπικό καθαρίζει την επιφάνεια πριν από την διάστρωση του slurry seal, επιθεωρεί την διαδικασία διάστρωσης ως προς την ομοιογένεια του υλικού και



Εικόνα 3.10: Μηχάνημα διάστρωσης

καλύπτει επιφάνειες που δεν μπορεί να προσεγγίσει το μηχάνημα διάστρωσης. Το slurry seal διαστρώνεται πάνω στην υπάρχουσα επιφάνεια με την βοήθεια ελκυσμένου κουτιού διάστρωσης το οποίο έλκεται από το ειδικό μηχάνημα. Ο διαστρωτήρας αυτός μπορεί να διαστρώνει πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας με ένα μονό πέρασμα, σε άμεση επαφή με την επιφάνεια διάστρωσης. Η χρήση τεχνολογικά εξελιγμένου προσωπικού εξασφαλίζει την ομοιογένεια του μίγματος και την ομαλή διάστρωση του. Με την διάστρωση αυτής της μορφής καλύπτονται οι μικρές επιφανειακές παραμορφώσεις, οι αλιγατορικές παραμορφώσεις, οι αλιγατορικές ρηγματώσεις και οι οξειδώσεις του οδοστρώματος.

3.9.3 Αποτελεσματικότητα

Συγκριτικά με άλλες μεθόδους το Slurry Seal μπορεί να διαστρωθεί ταχύτερα και κάτω από δυσμενέστερες καιρικές συνθήκες. Η ποιοτική υπεροχή της μεθόδου μας, επιτρέπει την διάστρωση με οριακές καιρικές συνθήκες. Η διάσπαση του μίγματος γίνεται γρήγορα και δεν απαιτείται κυλίνδρωση παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Η νέα επιφάνεια αποδίδεται πλήρως σε κυκλοφορία μέσα σε 30 λεπτά.



Εικόνα 3.11: Διάστρωση μιας λωρίδας κυκλοφορίας

3.9.4 Ευελιξία

Το Slurry seal μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια ευελιξία σε πολυσύχναστους αυτοκινητοδρόμους και σε αστικούς δρόμους. Η διάστρωση του μπορεί να γίνει πάνω σε ασφαλτοτάπητα, σε επιφάνεια σκυροδέματος, πλάκες πεζοδρομίου, κυβόλιθους.

Το Slurry seal δίνει λύση στα περισσότερα προβλήματα συντήρησης:

- Διόρθωση του προφίλ ρηγματωμένων επιφανειών που προκαλούν επικίνδυνες συνθήκες στο οδόστρωμα στις βροχερές μέρες.
- Διόρθωση της μικροϋφους της επιφάνειας όπου αυτή είναι πολύ λεία ή τραχιά.
- Στεγάνωση αλιγατορικών ρηγματώσεων και τοπικών οπών, όπου το οδόστρωμα βρίσκεται σε καλή κατάσταση.
- Περιορισμός του κυκλοφοριακού θορύβου μόνωση των οξειδωμένων επιφανειών για να υπάρξει προστασία έναντι των ρηγματώσεων και της επερχόμενης οξείδωσης.

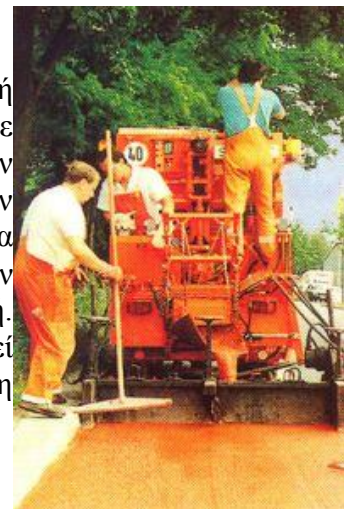
- Επισκευή οδοστρωμάτων όπου είναι αδύνατη η διάστρωση συμβατικών ασφαλτομιγμάτων λόγω περιορισμών (ύψους φρεατίων, πεζοδρομίων κλπ)

3.9.5 Ασφάλεια

Το Slurry seal προσδίδει στο οδόστρωμα μια εξαιρετική, εύκαμπτη αντολισθηρή επιφάνεια στο μέγιστο του κύκλου ζωής του οδοστρώματος, χωρίς την υπερύψωση του. Οι δρόμοι σχολείων, οι πεζόδρομοι και οι ποδηλατοδρόμοι επισημαίνονται με έγχρωμα οδοστρώματα slurry, χρησιμοποιώντας ειδικά οξείδια και γαλακτώματα.

3.9.6 Περιβάλλον

Το Slurry seal είναι περιβαλλοντικά ασφαλές. Η ψυχρή διάστρωση εξοικονομεί πολύτιμη ενέργεια. Ούτε οι εργάτες, ούτε το κοινό εκτίθεται σε ενοχλητικές, τοξικές ουσίες και δεν υπάρχουν οι κίνδυνοι ατυχήματος που συνδέονται με την διάστρωση θερμού ασφαλτομίγματος. Τα χημικά, τα πρόσθετα και τα πολυμερή που περιέχονται στο ασφαλτικό γαλάκτωμα δεν προκαλούν βλάβες στην υγεία και είναι περιβαλλοντικά ασφαλή. Το Slurry seal είναι φιλικό στο περιβάλλον αφού χρησιμοποιεί ελάχιστα αδρανή και ενέργεια, ενώ είναι δυνατή η ανακύκλωσή του.



Εικόνα 3.12: Διαστρωτήρας και προσωπικό ελέγχου

3.9.7 Διάρκεια

Η συμπεριφορά των οδοστρωμάτων με Slurry seal έχει παρατηρηθεί για μεγάλες χρονικές περιόδους και έχει αποδειχθεί η εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια τους. Πολλοί δρόμοι εξακολουθούν να ικανοποιούν τις προδιαγραφές του σχεδιασμού τους ακόμη και μετά από 10 χρόνια χρήσης. Η ενσωμάτωση των πολυμερών μέσα στη παραγωγική διαδικασία προσδίδει υποδειγμένη αντίσταση στις χαμηλές θερμοκρασίες, μεγάλη σταθερότητα, αντίσταση στην παραμόρφωση εξαιτίας των μεγάλων θερμοκρασιών και στη μεγάλη κυκλοφορία.

3.9.8 Πλεονεκτήματα Slurry Seal

- Πρόκειται για σύστημα διάστρωσης με πολλαπλή χρησιμότητα
- Έχει χαμηλό κόστος
- Προστατεύει από την οξείδωση και τις παραμορφώσεις, παρατείνοντας την διάρκεια ζωής του οδοστρώματος
- Παρέχει ανθεκτική επιφάνεια στις καιρικές μεταβολές, απαλλαγμένη από σκόνη και παραμορφώσεις
- Κυκλοφορείται λίγη ώρα μετά την διάστρωση
- Βελτιώνει την αντολισθηρότητα και τα επιφανειακά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος
- Καλύπτει τις ρηγματώσεις και τα κενά, βελτιώνοντας και την αισθητική εμφάνιση του δρόμου, με μια μόνο διάστρωση

- Η οικονομικότερη λύση στην πρόβλεψη προβλημάτων των οδοστρωμάτων

Μπορεί να διαστρωθεί πάνω από κάθε οδόστρωμα, νέο η παλαιό, χωρίς συγκολλητική επάλειψη ή κυλίνδρωση .

3.9.9 ΤΥΠΟΙ SLURRY SEAL

-Ο Τύπος I είναι κατάλληλος για την σφράγιση τριχοειδών ρωγμών και επιδιόρθωση φθαρμένων επιφανειών.

-Ο Τύπος II χρησιμοποιείται για την επιδιόρθωση σοβαρότερα φθαρμένων επιφανειών και τη δημιουργία αντλιοσθηρης επιφανείας κύλισης στην οδοποιία και στα αεροδρόμια.

-Ο Τύπος III είναι πιο χονδρόκοκκος και χρησιμοποιείται μονό στην οδοποιία για επιδιόρθωση σοβαρών επιφανειακών φθορών και τη δημιουργία αντλιοσθηρης επιφανείας σε δρόμους με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και σε μεγάλες ταχύτητες.

-Ο Τύπος IV είναι ο πλέον χονδρόκοκκος όλων των μιγμάτων και χρησιμοποιείται όπου ο τύπος III και όπου επιζητείται μεγαλύτερη επιφανειακή μακρουφή. Το τελικό πάχος διάστρωσης κυμαίνεται μεταξύ 10 και 12 mm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο- ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

4.1 STREETPRINT

Το streetprint είναι το πιο καινοτόμο σύστημα διακόσμησης δρόμων και όχι μόνο, που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία 30 χρόνια. Πρόκειται για μια κατοχυρωμένη, με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τεχνολογία ιδιόκτητη, διαδικασία και την εφαρμογή που παράγει ρεαλιστικό τούβλο, σχιστόλιθο, πέτρα και άλλα αποτελέσματα σε μια βάση άσφαλτο.

Συνδυάζει την ευελιξία και τη δύναμη της ασφαλτικής βάσης με τις κορυφαίες τεχνολογίες αιχμής επιφανειών. Αυτό οδηγεί σε μια οικονομικά αποδοτική, ανθεκτική επιφάνεια με χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, μακράς διάρκειας χρώμα και χημική αντίσταση.

Από τον μοναδικό εξοπλισμό θέρμανσης για τις εξειδικευμένες επικαλύψεις, τα συστατικά έχουν σχεδιαστεί για να εργαστούν από κοινού για να παρέχουν ένα ανώτερο σύστημα επιφανειών.

Το StreetPrint παρέχει απεριόριστη δημιουργική ελευθερία, με πλεονέκτημα κόστους σε σχέση με εναλλακτικές λύσεις, όπως τούβλο ή πέτρα.

4.1.1 Δοκιμασμένη τεχνολογία

Το Street Print έχει τεθεί σε όλα τα είδη των εφαρμογών και τις συνθήκες σε όλο τον κόσμο από το 1993 με εξαιρετικά αποτελέσματα.

Οι ειδικά σχεδιασμένες εγκαταστάσεις δοκιμής που χρησιμοποιούνται για να παρακολουθεί την εξέλιξη της ποιότητας του υλικού μέσω ταχείας δοκιμής αντοχής κάτω από ακραίες καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες κυκλοφορίας.

Ένα ευρύ φάσμα των τυποποιημένων και κατά παραγγελία σχεδίων μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν μοναδικά και εντυπωσιακά σχέδια.

4.1.2 Τι είναι ακριβώς το streetprint

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
- . εμπορικά κέντρα
- . αθλητικούς χώρους
- . χώρους διευκρινιστικούς, λεωφορειόδρομους

Το Street Print δημιουργεί αρχιτεκτονικά αποτελέσματα με παραδοσιακό "τελείωμα".

Η Σχεδίαση Ασφάλτου Street Print μπορεί να εφαρμοστεί σχεδόν σε όλους τους χώρους που είναι δυνατό να καλυφθούν με ζεστό μίγμα ασφάλτου (ZMA).

Κάποιες χαρακτηριστικές εφαρμογές είναι σε:

- . παρκινγκ
- . δρόμους πεζόδρομου
- . διαβάσεις
- . νησίδες κυκλοφορίας
- . εισόδους κλπ.

Το προϊόν μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε φρέσκια κοκκοειδή βάση ή ως επίστρωση σε ήδη υπάρχουσα ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια.

4.1.3 Σύσταση και Υλικά

Το Street Print χρησιμοποιείται με έτοιμο ζεστό μίγμα ασφάλτου, το οποίο πρέπει να απλώνεται με τις σωστές μεθόδους. Η σχεδίαση της ζεστής, συμπαγούς ασφάλτου γίνεται κατόπιν, με μία σειρά από πλέγματα πολλών χρήσεων τα οποία πιέζουμε πάνω στην επιφάνεια της. Αν κριθεί αναγκαίο, μπορούμε να αναμειξουμε και προσθετικές ουσίες στην άσφαλτο για υψηλότερη απόδοση. Προς το παρόν, διατίθενται τα σχέδια, Τοίχος, Ψαροκόκαλο, Λιθόστρωτο, Πλακόστρωτο, Βρετανικός Λίθος, Βεντάλια και Τετράγωνος Σχιστόλιθος, συνεχώς όμως δημιουργούνται νέα σχέδια. Η σχεδιασμένη επιφάνεια καλύπτεται με ένα από τα Συστήματα Επίστρωσης Street Print που θα αναφέρουμε αναλυτικά πιο κάτω.

Η Street Print Standard Formula και η Street Print Traffic Formula είναι δυο μίγματα τσιμέντου, ακρυλικά πολυμερή που περιέχουν συσσωματώματα και χρωστικές ουσίες. Και τα δύο αυτά μίγματα αποτελούνται από πολυμερή, μια ρητίνη (υγρή) και ένα σκληρυντικό (στερεό). Τα δύο συστατικά αναμιγνύονται επί τόπου και τοποθετούνται στη σχεδιασμένη επιφάνεια αμέσως μετά την εγχάραξη της με το σύστημα Street Print. 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».

Streetprint Standard Formula

Η Street Print Standard Formula είναι ένα μοναδικό, πλήρως χρωματισμένο, 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 στο ξύσιμο, όπως και σταθερότητα χρώματος, και αντοχής στα χημικά και την τριβή.

Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών που υποχρεούνται να πληρούν οι εφαρμογές Street Print είναι πολύ απαιτητικός και η Street Print Standard Formula έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται σε αυτές τις μοναδικές απαιτήσεις.

Street Print Traffic Formula

Ένα ακόμα προϊόν που ανήκει στο Σύστημα Επίστρωσης Street Print είναι η Street Print Traffic Formula που αποτελεί και αυτή ένα μοναδικό, πλήρως χρωματισμένο, ακρυλικό πολυμερές προϊόν με στοιχεία τσιμέντου για επίστρωση με τα ακόλουθα ειδικά χαρακτηριστικά: συντομότερο χρόνο επαναφοράς (που να επιτρέπει χρήση της επιφάνειας σε συντομότερο διάστημα), μεγαλύτερο πάχος επίστρωσης (περίπου 20 -25 χιλιοστά) και μεγαλύτερη διαβάθμιση συσσωματωμάτων.

Το προϊόν αυτό είναι ειδικά σχεδιασμένο για περιοχές με μεγάλη κυκλοφορία ή χώρους όπου δεν είναι δυνατό να γίνει παύση της κυκλοφορίας για τουλάχιστον 24 ώρες.



Εικόνα 4.1: Σηματοδότηση με streetprint

Διάλυμα Στεγανότητας Street Print

Πρόκειται για ένα προϊόν υψηλής ποιότητας, ακρυλικό πολυμερές και διάφανο που αφήνει την επιφάνεια να αναπνέει, σχεδιασμένο ειδικά για χρήση με το Σύστημα Επίστρωσης Street Print. Όταν το τοποθετούμε πάνω από τη Street Print Standard Formula ή τη Street Print Traffic Formula, το διάλυμα Στεγανότητας Street Print δημιουργεί μια στεγανή μεμβράνη που αφήνει την επιφάνεια να αναπνέει και η οποία προσθέτει αντοχή και μεγάλη διάρκεια ζωής στα προϊόντα Street Print. Είναι απολύτως αναγκαίο να χρησιμοποιείται πάντοτε το διάλυμα Στεγανότητας Street Print πάνω και από τα δύο προϊόντα Street Print.

Τα Συστήματα Επίστρωσης Street Print δημιουργούν μια χρωματισμένη, σχεδιασμένη επιφάνεια, η οποία διαθέτει εξαιρετικά χαρακτηριστικά αντοχής στις καιρικές συνθήκες (δεν ξεθωριάζει, δεν κιτρινίζει, δεν ξεραίνεται και δεν χάνει την προσαρμογή της με το πέρασμα του χρόνου). Όλα τα προϊόντα αντέχουν στο χιόνι, στη βροχή, στις υψηλές θερμοκρασίες και σε πολλά είδη διαλυτικών, σε λάδια και στο αλάτι των δρόμων. Η γυαλάδα της τελειωμένης επιφάνειας Street Print περιορίζεται με τη χρήση του διαλύματος Στεγανότητας Street Print το οποίο έχει

χρωματιστεί με την κατάλληλη ποσότητα ρητίνης Street Print (σε υγρή μορφή).

Για εφαρμογές σε δρόμους, με μικρή ή μέτρια κυκλοφορία οχημάτων, χρησιμοποιούνται συνήθως δύο επιστρώσεις της Street Print Standard Formula και μετά η επιφάνεια αποκτά στεγανότητα με μία επίστρωση του διαλύματος Στεγανότητας Street Print.

Για εφαρμογές σε δρόμους μεγαλύτερης κυκλοφορίας, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται δύο επιστρώσεις Street Print Traffic Formula και μετά μια επίστρωση του διαλύματος Στεγανότητας Street Print

Η Street Print Traffic Formula είναι παρόμοιο προϊόν με την Street Print Standard Formula όμως έχει τα παρακάτω ειδικά χαρακτηριστικά:

- . συντομότερο χρόνο επαναφοράς (που να επιτρέπει χρήση της επιφάνειας σε συντομότερο διάστημα)
- . μεγαλύτερο πάχος επίστρωσης (περίπου 20-25 χιλιοστά)
- . μεγαλύτερη διαβάθμιση συσσωματωμάτων.

Η Street Print Standard Formula διατίθεται σε 8 βασικά χρώματα που ονομάζονται:

- . Κεραμιδί
- . Τερακότα
- . Γρανίτης
- . Σχιστόλιθος (Γκριζόμαυρο)
- . Βράχος
- . Σιέρρα
- . Λευκό
- . Μπλε

Επίσης διατίθενται και χρώματα κατά παραγγελία. Η Street Print Traffic Formula διατίθεται σε δύο χρώματα: Γρανίτης & Σχιστόλιθο (Γκριζόμαυρο).

Προτερήματα έναντι του τσιμέντου

1. Το Street Print τοποθετείται και ολοκληρώνεται ταχύτατα (έως 1500 τ.μ. σε 1 ημέρα) με αποτέλεσμα να μην παρενοχλείται ο κόσμος.
2. Το Street Print εφαρμόζεται με μηδαμινό εργατικό κόστος και έχει ελάχιστο κόστος συντήρησης. Για τους διακοσμητικούς τσιμεντένιους κυβόλιθους απαιτείται συχνότατη βαφή και συντήρηση.
3. Το Street Print επειδή έχει βάση κατασκευής την άσφαλο είναι λοιπόν και ελαστικό απορροφώντας τις συστολές - διαστολές στις αλλαγές των θερμοκρασιών του περιβάλλοντος χωρίς να ραγίζει και να σπάει. Δεν απαιτεί αρμούς και είναι συνεχής η επιφάνεια.
4. Είναι αντιολισθηρή επιφάνεια, ομοιόμορφη, δίχως βαθουλώματα ή ανωμαλίες, και τα όμβρια ύδατα διαφεύγουν ταχύτατα δίχως να εμποτίζουν την υποδομή και έτσι επιτυγχάνεται η γρήγορη στέγνωση της επιφάνειας.
5. Το Street Print επειδή είναι ασφαλτικό δεν επηρεάζεται από το αλάτι της ατμόσφαιρας και δεν λεκιάζει, όπως και δεν καταστρέφεται από αυτό.
6. Σε αντίθεση με το τσιμέντο το Street Print επισκευάζετε ευκολότατα, οικονομικότερα και ταχύτατα με τελικό αποτέλεσμα δίχως να δείχνει σημάδια επέμβασης.
7. Μπορεί να χρωματιστεί με τα ειδικά χρώματα της Street Print

Προτερήματαέναντι της παραδοσιακής πέτρας

1. Το Street Print τοποθετείται και ολοκληρώνεται ταχύτατα (έως 1500 τ.μ. σε 1 ημέρα) με αποτέλεσμα να μην παρενοχλείται ο κόσμος.
2. Το Street Print εφαρμόζεται με μηδαμινό εργατικό κόστος και απαιτεί ελάχιστο κόστος συντήρησης.
3. Το Street Print είναι μια συνεχής επιφάνεια άρα τα νερά διαφεύγουν ταχύτατα χωρίς να εμποδίζουν την υποδομή χωρίς προβλήματα καθίζησης εδάφους και χορτάρισμα στους αρμούς χωρίς να σπάει ούτε να διαβρώνεται.
4. Επειδή το Street Print κατασκευάζεται όπως ακριβώς το σύνηθες οδόστρωμα μπορεί άνετα να δεχθεί αυτοκίνητα και γενικά πίεση χωρίς να υποχωρεί ή να σπάει από το γύρισμα των τροχών όπως οι κυβόλιθοι. Επίσης δεν καταστρέφει τα λάστιχα των αυτοκινήτων.
5. Είναι αντιολισθηρό σε αντίθεση με την συνήθη πέτρα, χωρίς βαθουλώματα ή επιφανειακές ανωμαλίες.
6. Η άμμος γύρω από τους κυβόλιθους συνήθως διαφεύγει, καθίζει με τα πλυσίματα και τις βροχές με αποτέλεσμα οι κυβόλιθοι να χαλαρώνουν και να σπάζουν. Αν δεν έχει άμμο τότε χρειάζεται ειδική υποδομή τσιμέντου με επιπλέον κόστος. Το Street Print δεν αντιμετωπίζει τα προβλήματα αυτά διότι είναι συνεχής επιφάνεια.

Φυσικά Χαρακτηριστικά

Το πάχος του Ζεστού Μίγματος Ασφάλτου που θα χρειαστεί για την κατασκευή μίας εφαρμογής Street Print θα εξαρτάται από τον όγκο της κυκλοφορίας που αναμένεται και από το αν η εφαρμογή θα τοποθετείται πάνω σε φρέσκια βάση ασφάλτου ή ωσεπίστρωμα σε ήδη υπάρχουσα ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια. Στην πρώτη περίπτωση και όταν αναμένεται μικρός όγκος κυκλοφορίας, το κατώτατο συμπαγές πάχος που απαιτείται είναι 2-6 cm. Για εφαρμογές πάνω σε ήδη υπάρχουσα άσφαλτο, το επίστρωμα δεν πρέπει να έχει μικρότερο πάχος από 1,25-3 cm.

Τοποθέτηση

Καθώς, το Street Print είναι ουσιαστικά μία επιφάνεια από Ζεστό Μίγμα Ασφάλτου (ZMA) ισχύουν οι συνήθειες μέθοδοι για τη σωστή τοποθέτηση του. Πρέπει βέβαια να είμαστε σίγουροι ότι ήδη υπάρχει μία σωστά κατασκευασμένη βάση στο χώρο πριν την κατασκευή της στρώσης ZMA.



Εικόνα 4.2:Streetprint για ποδηλατόδρομο

Υπόστρωμα και Βάση

Είναι σημαντικό το Street Print να τοποθετηθεί πάνω σε μια σωστά κατασκευασμένη βάση. Το βάθος και η σύσταση του υποστρώματος και της βάσης θα εξαρτηθούν από το χρώμα και τις συνθήκες αποξήρανσης της περιοχής. Γενικότερα, το υπόστρωμα θα αποτελείται από κοσκινισμένη ή θρυμματισμένη πέτρα ή χαλίκια που θα αποτελούνται από σκληρούς, ανθεκτικούς κόκκους και δεν θα πρέπει να περιέχουν σβόλους αργίλου, τσιμεντάρισμα, υλικά οργανικά, παγωμένα ή άλλα επιβλαβή υλικά. Την βάση θα αποτελεί συνήθως μία πολύ συμπαγή στρώση θρυμματισμένης πέτρας ή χαλικιών που θα αποτελείται από σκληρούς, ανθεκτικούς, μυτερούς κόκκους και δεν θα πρέπει να περιέχει σβόλους αργίλου, τσιμεντάρισμα, υλικά οργανικά, παγωμένα ή άλλα επιβλαβή υλικά.

Το βάθος του υποστρώματος και της βάσης θα εξαρτάται επίσης από τον όγκο της κυκλοφορίας που αναμένεται να περάσει πάνω από την εφαρμογή Street Print. Πάνω στο υπόστρωμα (όπου κριθεί αναγκαίο) και τη βάση θα πρέπει να εξασκηθεί πίεση τόση ώστε να αποκτήσουν τουλάχιστον το 98% της μέγιστης στερεής πυκνότητας (ASnM D 698).

Ζεστό Μίγμα Ασφάλτου

Το συνολικό βάθος του ZMA που θα τοποθετηθεί, θα εξαρτηθεί από τον όγκο της κυκλοφορίας που αναμένεται να περάσει πάνω από την επιφάνεια Street Print.

Γενικότερα, το συμπαγές βάθος της επιφάνειας του ZMA πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί το σχέδιο Street Print ποικίλλει από 3 cm έως 6 cm αν και είναι δυνατό να γίνει επιτυχής τοποθέτηση και σε επιφάνειες μεγαλύτερου βάθους αν χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα μηχανήματα συμπίεσης. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή κατά την εφαρμογή της μεθόδου πάνω σε λεπτές επιφάνειες, ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες, διότι είναι απαραίτητο να διατηρήσουμε αρκετή θερμότητα στην επιφάνεια μέχρις ότου να αποκτήσει την απαιτούμενη πυκνότητα και μετά να σχεδιάσουμε πάνω σε αυτήν. Και σε αυτήν την περίπτωση, θα πρέπει να εφαρμόσουμε σωστές μεθόδους τοποθετήσεων του ZMA.

Καλό είναι να χρησιμοποιηθεί ένα μηχάνημα ασφαλτόστρωσης για να απλωθεί το ZMA, όπου είναι δυνατό, για να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα διαχωρισμού και το βάθος του να είναι ενιαίο παντού. Η ταχύτητα τοποθέτησης μίας ποσότητας ZMA δεν θα πρέπει να ξεπερνά την ταχύτητα σχεδίασης της πριν κρυώσει, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται κατάλληλο και ενιαίο βάθος εγχάραξης. Πριν τη σχεδίαση, θα πρέπει να εξασκείται πίεση τόση ώστε τα επίπεδα πυκνότητας του ZMA να είναι κατάλληλα για τη σχεδίαση του.

Σχεδίαση

Όταν η ασφαλτος θα έχει αποκτήσει την απαιτούμενη πυκνότητα και θα είναι ακόμα ζεστή, μια σειρά πατενταρισμένων πλεγμάτων θα τοποθετηθούν στην επιφάνεια της στην επιθυμητή θέση. Τα πλέγματα θα στερεωθούν με μια δονητική πλάκα συμπίεσης και θα πατηθούν πλήρως από το ίδιο μηχάνημα ασφαλτόστρωσης που χρησιμοποιήσαμε στην ασφαλτο ή από ένα μεγάλο παλλόμενο δίσκο συμπίεσης (κάτω από στατικό βάρος 650-700 λίβρες). Είναι σημαντικό η ασφαλτος να είναι πλήρως συμπίεσμένη πριν γίνει η σχεδίαση της.



Εικόνα 4.3: Μηχάνημα εφαρμογής streetprint

Επίστρωση σε ήδη υπάρχουσα άσφαλτο

Το σύστημα Street Print μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πάνω σε ήδη υπάρχουσα άσφαλτο ή τσιμέντο, αρκεί να βεβαιωθούμε ότι η υπάρχουσα επιφάνεια είναι σταθερή. Αυτό συνήθως συνεπάγεται την τοποθέτηση ενός ειδικού γεωλογικού υλικού πάνω σε τυχόν ρωγμές, μια στρώση ZMA για να γίνει επίπεδη η επιφάνεια αν χρειάζεται, και κατόπιν κανονική στρώση ZMA με κατώτατο συμπιεσμένο βάθος 3 cm. Η σχεδίαση γίνεται με τον ίδιο τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω.

Εφαρμογή Επίστρωσης

Η σχεδιασμένη άσφαλτος είναι έτοιμη για επίστρωση (χρωματισμό) μόλις κρυώσει. Πριν την επίστρωση, η άσφαλτος πρέπει να καθαριστεί εάν αυτό είναι αναγκαίο. Η άσφαλτος πρέπει να είναι στεγνή πριν την επίστρωση εκτός από περιπτώσεις πολύ υψηλής θερμοκρασίας, οπότε είναι αναγκαίο να γίνει ένας ελαφρύς ψεκασμός της ασφάλτου με νερό πριν την επίστρωση. Θα πρέπει επίσης να υπάρξει επαρκής κάλυψη κάποιων επιφανειών, έτσι ώστε τα προϊόντα επίστρωσης να τοποθετηθούν μόνο στις προκαθορισμένες επιφάνειες.

Το Σύστημα Επίστρωσης Street Print δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες, χαμηλότερες από 450°F ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ή όταν αναμένεται πτώση βροχής κατά τις επόμενες 24 ώρες. Τα προϊόντα Street Print είναι σε μορφή σπρέι και απλώνονται στην επιφάνεια με σκούπα ή με βούρτσες όπου απαιτείται για μικρότερες επιφάνειες. Όταν τα προϊόντα Street Print στεγνώσουν πλήρως, τοποθετείται στην επιφάνεια τους το διάλυμα Στεγανότητας Street Print ως μεμβράνη επαναφοράς.

Το διάλυμα Στεγανότητας Street Print χρωματίζεται με τη ρητίνη από τα προϊόντα Street Print, είναι σε μορφή σπρέι και απλώνεται με σκούπα πάνω στην επιφάνεια. Θα πρέπει να δίνεται προσοχή στη σωστή επικάλυψη ολόκληρης της επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένης και της εγχάρακτης επιφάνειας. Θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται η επαρκής κάλυψη

άλλων επιφανειών, έτσι ώστε τα προϊόντα επίστρωσης να τοποθετούνται μόνο στις προκαθορισμένες επιφάνειες.

Κόστος

Το κόστος της εφαρμογής Street Print ποικίλλει σε σχέση με το πάχος της ασφάλτου που απαιτείται, την ποσότητα βάσης που χρειάζεται να κατασκευαστεί, το μέγεθος του έργου, και με το σχέδιο Street Print και το πλαίσιο που θα επιλεγεί. Γενικά, η μέθοδος Street Print κοστίζει περίπου 40-70% φτηνότερα από άλλα προϊόντα που παράγουν παρόμοιο αποτέλεσμα.

Συντήρηση

Το Street Print απαιτεί συνήθως ελάχιστη συντήρηση. Εάν χρειαστεί, η επίστρωση (χρωματισμός) μπορεί να επανατοποθετηθεί. Το πότε θα χρειαστεί νέα επίστρωση εξαρτάται από τον όγκο της κυκλοφορίας στην περιοχή. Πριν γίνει νέα επίστρωση, πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι όλη η επιφάνεια είναι καθαρή από λάδια ή άλλες βλαβερές ουσίες, οι οποίες θα εμποδίσουν πιθανώς την εφαρμογή. Καθαρίστε όλη την επιφάνεια με ένα απαλό καθαριστικό, και μετά ξεπλύνετε με άφθονο νερό με χαμηλή πίεση.



Εικόνα 4.4: Εφαρμογή streetprint σε πεζοδρόμιο

4.2 PATCHERS

Η μέθοδος PATCHERS επινοήθηκε στην Αμερική και επιτρέπει να επισκευάσουμε τους δρόμους σε ασύλληπτα μικρό χρόνο και κάτω από οποιοδήποτε καιρικές συνθήκες αφού σήμερα που οι απαιτήσεις των πολιτών έχουν αυξηθεί, δεν αρκεί η άρτια κατασκευή ενός τεχνικού έργου αλλά και η γρήγορη αποκατάσταση της οδού και η απόδοσή της στην κυκλοφορία.

Εδώ και 15 χρόνια η συντήρηση των οδών στην Αμερική γίνεται με την χρήση των PATCHERS, μία μέθοδο η οποία ικανοποιεί τις πλέον αυστηρές στο κόσμο, Αμερικανικές προδιαγραφές ποιότητας και αντοχής. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται από την εταιρεία ΝΙΚΟΣ ΚΑΜΑΤΑΚΗΣ ΑΤΕΕ.

Η σύγχρονη τεχνολογία σε συνδυασμό με τα υψηλής ποιότητας υλικά δίνει τη δυνατότητα να επουλώσουμε λακκούβες, να εξαφανίσουμε προβλήματα ανισοσταθμίας ασφαλτικών οδοστρωμάτων και να προστατεύσουμε τις οδούς από τις αλιγοτορικές ρωγμές οι οποίες αλλιώς θα εξελίσσονταν σε νέες λακκούβες.

Μέθοδος PATCHERS

Παρακάτω αναλύουμε τα τέσσερα στάδια της μεθόδου.



Εικόνα 4.5: Πλήρωση λακκούβας με τη μέθοδο Patchers

Πρώτο στάδιο

Με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα, του οποίου η ταχύτητα φθάνει τα 200 μίλια την ώρα, επιτυγχάνεται ο σχολαστικός καθαρισμός της τρύπας από σκόνες, νερά και χαλαρά αδρανή, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την πρόσφυση του υλικού επούλωσης.

Δεύτερο στάδιο

Από το ίδιο στόμιο ψεκάζεται και καυτό ασφαλτικό γαλάκτωμα υψηλών προδιαγραφών, προετοιμάζοντας έτσι την επιφάνεια που θα δεχθεί το υλικό πλήρωσης.

Τρίτο στάδιο

Στη συνέχεια εκτινάσσονται αδρανή των οποίων η επιφάνεια έχει καλυφθεί πλήρως από την συνδετική ύλη γεμίζοντας έτσι την τρύπα. Χάρη στην τεράστια ταχύτητά τους επιτυγχάνεται συμύκνωση που ξεπερνά τα 95%.

Τέταρτο στάδιο

Αφού ολοκληρωθεί το γέμισμα της λακκούβας ακολουθεί το τέταρτο στάδιο το οποίο συνίσταται στη δημιουργία μιας λεπτής στρώσης αδρανών που έχουν σαν σκοπό την προστασία της επιφάνειας του μπαλώματος.

Η ίδια μεθοδολογία ακολουθείται όταν οι υπ' όψιν περιοχές πάσχουν από αλιγατορικές ρωγμές. Έτσι απαγορεύουμε την εξάπλωση του αλιγάτορα και την εξέλιξή του σε λακκούβα σ' έναν κατά τα άλλα υγιή δρόμο. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής, είναι πως κατά την διάρκεια της επισκευής ελάχιστη όχληση υφίσταται η κυκλοφορία των οχημάτων ενώ το επισκευασθέν κομμάτι αποτελεί μέρος του ενεργού οδοστρώματος αμέσως μετά την αποχώρηση του συνεργείου επισκευής. επιπλέον προσόν της μεθόδου είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες κάτι που αποτελούσε αξεπέραστη τροχοπέδη μέχρι τώρα αφού το χειμώνα δεν λειτουργούν μονάδες θερμού ασφαλτομίγματος.

Χιλιάδες ατυχήματα που γίνονται κάθε χρόνο στους δρόμους θα μπορούσαν αν είχαν αποφευχθεί εάν φροντίζαμε για την έγκαιρη επισκευή τους. Μέχρι τώρα ή γινόταν πρόχειρα και με μικρή διάρκεια ζωής ή επιμελημένα με χρήση πολλών μηχανημάτων οδοποιίας, που όμως συνεπάγονταν μεγάλα έξοδα, που συνήθως ήταν απαγορευτικά για τις οικονομικές δυνατότητες των δήμων και κοινοτήτων. Το PATCHER κατασκευάστηκε για να συνδυάσει την ποιοτική επισκευή με το χαμηλό κόστος.



Εικόνα 4.6: Λακκούβα πριν την αποκατάσταση της



Εικόνα 4.7: Κατεστραμμένο κομμάτι τύπου αλιγάτορα

4.3 ΓΚΙΛΣΟΝΙΤΗΣ

Ο Γκιλσονίτης είναι ένας φυσικός υδρογονάνθρακας που τροποποιεί την ασφαλτο έτσι ώστε αφενός να μην "μαλακώνει" ο ασφαλτοτάπητας και αλλάζει μορφή στις υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και αφετέρου να αυξάνει την αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (διατηρώντας την ελαστικότητα της).

Γενικά Χαρακτηριστικά του Γκιλσονίτη

- Φυσικός υδρογονάνθρακας
- Λεπτόκοκκο στερεό
- Απολύτως συμβατό με την ασφαλτο
- Υψηλή περιεκτικότητα σε Ασφαλτίνες
- Υψηλή περιεκτικότητα σε Άζωτο (3%)
- Ουσιαστικά καθόλου Θείο (0.3%)
- 99% καθαρό στη φυσική του κατάσταση
- Μη τοξικό
- Δεν είναι καρκινογόνο

Πλεονεκτήματα του Γκιλσονίτη στην Ασφαλτο

- α) Ριζική αύξηση της αντοχής του ασφαλτομίγματος κατ' επέκταση του ασφαλτοτάπητα.
- β) Ουσιαστική μείωση της φθοράς και της καταστροφής του ασφαλτοτάπητα.
- γ) Μείωση των επιδράσεων της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στον ασφαλτοτάπητα χωρίς την παραμόρφωση του.
- δ) Πενταπλασιασμός της αντοχής στην διάβρωση του νερού.

ε) Σημαντική αύξηση της ικανότητας αντοχής βαριάςκυκλοφορίας (μάλθωση ασφαλτοτάπητα) χωρίς παραμόρφωση.

Βασικά Χαρακτηριστικά του Γκιλσονίτη

- 1) Απολύτως συμβατό με την άσφαλτο. Αποτελεσματικές λύσεις προβλημάτων (τροχοαυλάκωση, ρηγμάτωση κλπ). Δημιουργία απολύτως σταθερών ασφαλικών μιγμάτων, δραματική αύξηση της ασφαλικής οξύτητας δραματική μείωση της ασφαλικής διεισδυτικότητας.
- 2) Οικονομικό προϊόν. Απαιτείται ελάχιστη ποσότητα ανά μετρικό τόνο ασφαλτομίγματος
- 3) Εύχρηστο προϊόν. Προστίθεται στη ζεστή άσφαλτο ή μπορεί να προστεθεί απευθείας στη μίξη του ασφαλτομίγματος
- 4) Δεν απαιτείται καμία αλλαγή στη συνήθη εφαρμογή της ασφαλτόστρωσης.

Τα παραδείγματα από χρήσεις του Γκιλσονίτη σε εφαρμογές οδοποιίας είναι ποικίλα και παγκοσμίως κλίματος. Επιτυχημένη χρήση του, συναντάμε σε περιοχές όπου υπάρχει υψηλή κυκλοφορία βαρέων οχημάτων και στον ελλαδικό χώρο :

- Δήμος Θεσσαλονίκης
 - Ιωάννινα: ιδιωτικό έργο υποδοχής τουριστικών λεωφορείων σε ξενοδοχείο
 - Δήμος Ταύρου σε έργο Street Print
 - Διάφορα ιδιωτικά
- Συνήθη Προβλήματα Οδοστρωμάτων*

- α. Τροχοαυλάκωση
- β. Ερπυσμός
- γ. Μειωμένη αντοχή στο νερό

α. Τροχοαυλάκωση

Οι τροχοαυλακώσεις στο οδόστρωμα δημιουργούνται από τον συνδυασμό υψηλώνθερμοκρασιών περιβάλλοντος (το οδόστρωμα μαλακώνει στις υψηλές θερμοκρασίεςπεριβάλλοντος και έτσι χάνει την ικανότητα συνοχής του) και την επίδραση τωνφορτίων κυκλοφορίας.

β. Ερπυσμός

Όταν στον ασφαλτοτάπητα μειωθεί η σκληρότητα του (χαμηλό ιξώδες και δείκτηςδιεισδυτικότητας) και υπάρχει και σταδιακή μείωση της ταχύτητας (φρενάρισμα) τωνοχημάτων που κινούνται επ'αυτού δημιουργείται ο ερπυσμός (σαμαράκια).

γ. Μειωμένη αντοχή στο νερό

Φυσικά αίτια.

ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΚΙΛΣΟΝΙΤΗ
Προέλευση αργό πετρέλαιο	φυσικά αποθέματα
Αζωτο 1 .0	3.2
Στοιχειώδη ανάλυση %	0.3
Συστατική ανάλυση %	
Ασφαλτενία 25	71
Μαλτενία 65	27
Κεκορεσμένα 1 0	2

Πίνακας 4.1: Χημική ανάλυση ασφάλτου-γκιλσονίτη

Λύση του προβλήματος με Γκιλσονίτη

Προσθέτοντας τον Γκιλσονίτη σε ένα ποσοστό κατά βάρος ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα (από 5% έως 12%) επιτυγχάνουμε την άμεση αύξηση των ασφαλτενίων και των μαλτενίων με φυσικό τρόπο και χωρίς προεργασία. (Ο Γκιλσονίτης είναι φυσικό προϊόν απόλυτα συμβατός με την ασφαλτο, δηλαδή διαλύεται πλήρως στην ασφαλτο και δεν διαχωρίζεται μετά ποτέ). Εμπλουτίζοντας την ασφαλτο κατ' αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουμε σημείο μάλθωσης και ιξώδες υψηλότερο και διεισδυτικότητα μικρότερη. Επίσης πενταπλασιάζουμε την αντοχή του ασφαλτοτάπητα στο νερό όπως έχουν αποδείξει μελέτες και αυξάνοντας τον δείκτη διεισδυτικότητας έχουμε τις ευεργετικές ιδιότητες του (δηλαδή μείωση της θερμοκρασιακής ευαισθησίας της ασφάλτου και κατ' επέκταση του ασφαλτοτάπητα) χωρίς να χάσει ο ασφαλτοτάπητας την ελαστικότητα του σε χαμηλές ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες, (βεβαίως σημαντικός παράγοντας είναι και το ποσοστό ανάμιξης του Γκιλσονίτη στην ασφαλτο).

Κόστος

Το κόστος κατασκευής οδών είναι γνωστό. Πέραν της χάραξης υποδομής που απαιτείται για την κατασκευή οδών και που είναι σημαντικό στο τελευταίο στάδιο προστίθεται και το κόστος του ασφαλτοτάπητα που ενδεχομένως να αποτελείται από πολλές στρώσεις. Θα λάβουμε υπ' όψιν μας μόνο την επιφανειακή στρώση των 5 εκατοστών συμπιεσμένου ασφαλτοτάπητα όπου εμφανίζονται και τα συνήθη προβλήματα. Το σύνηθες κόστος κυμαίνεται περίπου από 2.78 Ε/τ.μ. έως και 3.40 Ε/τ.μ. με ασβεστολιθικά αδρανή και αναλόγως της τοποθεσίας του έργου. Η επισκευή μόνον αυτής της επιφανειακής στρώσης (χωρίς να λάβουμε υπ' όψιν μας τον χρόνο, την πιθανή επισκευή των υποδομών λόγω της καταστροφής της επιφανείας) απαιτεί πέραν της αντικατάστασης αυτής, δηλαδή ακόμα 3.40 Ε/τ.μ. και επιπρόσθετη δαπάνη της αποξήλωσης του κατεστραμμένου επιφανειακού τάπητα με την εφαρμογή φρεζαρίσματος ή άλλης τεχνικής.

Τέλος, είναι εφικτό και έχει αποδειχθεί και στην πράξη παγκοσμίως η αποφυγή όλων των προβλημάτων των τροχοαυλακώσεων, ερπυσμού και του νερού στην ασφαλτο με την

χρησιμοποίηση του Γκιλσονίτη που αυξάνει το αρχικό κόστος της πρώτης επιφανειακής στρώσης μόνο με 0.5-0.8 Ε/τ.μ. περίπου.

Συμπεράσματα-Αποτελέσματα

Είναι δεδομένο ότι αναλύσεις της διείδυσης και μάλθωσης της ασφάλτου είναι ουσιαστικά εμπειρικές (τρόπος ανάλυσης με τα ανάλογα μηχανήματα δεν είναι απολύτως αξιόπιστα απλώς δίδουν μια γενικότητα) και έχουν εγκαταλειφθεί εδώ και αρκετό χρόνο στην Ευρώπη και Αμερική αντικαθιστώντας αυτές με ρεολογικές αναλύσεις και αναλύσεις ιξώδους και άλλες μελέτες για τον προσδιορισμό του τύπου ασφάλτου για το εκάστοτε έργο.

Βεβαίως ακόμα και με αυτά τα αποτελέσματα είναι ολοφάνερο ότι με σημείο μάλθωσης της απλής ασφάλτου 50/70 (γύρω στους 49-50.5°C) ο ασφαλτοτάπητας δεν μπορεί να αντέξει και να μην ζυμώσει, όταν βάση των υπολογισμών της θερμοκρασίας του σώματος του ασφαλτοτάπητα σε 2 cm πάχος με ατμοσφαιρική θερμοκρασία 32,5°C ανέρχεται στους 56°C. Πρέπει να λάβουμε επίσης υπ όψιν μας και τους παρατεταμένους καύσωνες που επικρατούν τους θερινούς μήνες όπου οι ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές (39-42°C) και για πολλές ημέρες όπου νοείται ότι η θερμοκρασία του ασφαλτοτάπητα θα είναι πολύ υψηλότερη από τους 56°C.

Προσθέτοντας Γκιλσονίτη ανεβάζουμε το σημείο μάλθωσης υψηλά, όπου εμείς επιθυμούμε, και αντιμετωπίζουμε να λύσουμε επιτυχώς το πρόβλημα του ζυμώματος του ασφαλτοτάπητα και την αποφυγή της τροχοαυλάκωσης και ερπυσμού. Δηλαδή με 7% Γκιλσονίτη πρόσμιξη κατά βάρος ασφάλτου επιτυγχάνουμε σημείο μάλθωσης 57.5°C (από αρχικό 50.3°C της κοινής ασφάλτου 50/70).

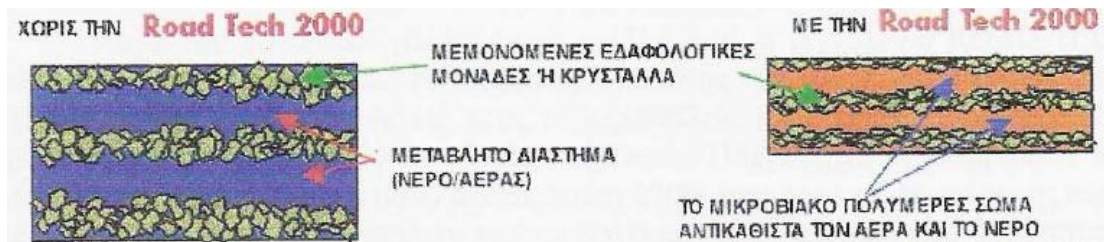
Συμπερασματικά, εργασίες που έχουν ολοκληρωθεί έως τώρα αποδεικνύουν την ικανότητα του γκιλσονίτη να αποτελεί ένα αποτελεσματικό και αποδοτικό ενισχυτικό στον ασφαλτοτάπητα, ειδικά όσον αφορά τις τροχοαυλακώσεις, τις φθορές και άλλα προβλήματα που σχετίζονται με την παραμόρφωση λόγω φορτίων υψηλής κυκλοφορίας σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Επίσης το προϊόν αυτό είναι εύκολο να ενσωματωθεί, είναι πολύ πιο οικονομικό σε σχέση με άλλα προσθετικά και συνεισφέρει στη μείωση της ευπάθειας στις διάφορες θερμοκρασίες και πενταπλασιάζει την αντοχή του ασφαλτοτάπητα στη διάβρωση από το νερό. Τα στοιχεία αποδεικνύουν επίσης ότι από τη χρήση του Γκιλσονίτη σε συνδυασμό με τα πολυμερή, μπορεί να προκύψουν ενδιαφέρουσες λύσεις σε συγκεκριμένα προβλήματα ασφαλτοστρώσεων.

4.4 ROADTECH

4.4.1 ROADTECH 2000

Η ROAD TECH 2000 είναι μία μέθοδος σταθεροποίησης βασισμένη σε ένα μικρόβιο "μη παθογόνο προς τα φυτά και τα ζώα". Αυτό κάνει την τεχνολογία ROAD TECH2000 φιλική προς το περιβάλλον και στο σχεδιασμό και στην εφαρμογή. Χρησιμοποιείται στην ενίσχυση της υπόβασης των δρόμων όπου η περιεκτικότητα σε άργιλο είναι παρούσα. Απαιτεί η άργιλος να έχει δείκτη πλαστικότητας πάνω από 6 για να καταστεί δυνατή η στεθεροποιητική διαδικασία. Με ένα βιοαποικοδομήσιμο υγρό το οποίο αντιδρά με τα σωματίδια αργίλου επιτυγχάνουμε να μειώσουμε την ικανότητα κατακράτησης νερού. Η διαδικασία αυτή αυξάνει τη συμβατότητα της αργίλου με τα υπόλοιπα σύνθετα αδρανή, δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον και η φυσική ισορροπία του εδάφους έχει αποκατασταθεί εντός 90 ημερών.

Η RoadTech 2000 στηρίζεται σε μοναδικό μείγμα από φυσικώς απαντώμενα μικρόβια τα οποία αντιμετωπίζουν τα σωματίδια αργίλου στο έδαφος. Τα μικρόβια παράγουν ένα πολυμερές (μία φυσική «κόλλα»), η οποία αντικαθιστά αποτελεσματικά το νερό μεταξύ των σωματιδίων αργίλου μειώνοντας έτσι σημαντικά την ικανότητα της αργίλου να απορροφήσει εκ νέου υγρασία. Η δεσμευτική δράση μειώνει τα κενά αέρος στο υλικό βάσης που επιτρέπει μεγαλύτερη συμπίεση και επίσης μειώνει την επίδραση του νερού ανάμεσα στο υλικό επιφάνειας του δρόμου και του υλικού βάσης.



Εικόνα 4.8: Τμήμα του εδαφολογικού μορίου αργίλου και η δράση της Roadtech 2000

Πλεονεκτήματα

- Περιβαλλοντικά υπεύθυνο και δεν περιέχει βαρέα μέταλλα.
- Λόγω της μικροβιακής του φύσης απαιτείται μικρή δοσολογία.
- Δεν χρειάζεται εξειδικευμένο εξοπλισμό. Η Roadtech 2000 τοποθετείται απλά σε ένα φορτηγό ύδατος και εφαρμόζεται καθώς βρέχονται τα υλικά οδοποιίας μέχρι να φτάσουν στο επιθυμητό ποσοστό υγρασίας κατά τη διάρκεια της κατασκευής της οδού ή της επισκευής.
- Η συντήρηση της οδού μειώνεται.
- Η διάρκεια ζωής της οδού αυξάνεται.
- Η εφαρμογή της Roadtech 2000 σταθεροποιεί το έδαφος με άργιλο και το θέτει κατάλληλο για να εδραστούν χαλίκι, άσφαλτος ή σκυρόδεμα.
- Μετά την εφαρμογή της Roadtech 2000 η επιφάνεια του δρόμου σε υγρούς καιρούς δεν είναι ολισθηρή και σε ξηρούς καιρούς η σκόνη μειώνεται.



Εικόνα 4.9: Φορτηγό ύδατος

Όχι μόνο η εφαρμογή αυτή μειώνει τη χρήση εγκαταστάσεων /εξοπλισμού, η τεχνολογία ROAD.- TECH 2000 επιτρέπει στους χρήστες να εκμεταλλευθούν τοπικό αμμοχάλικο με το υψηλό σε περιεκτικότητα άργιλο. Έτσι μπορεί να επιτευχθεί οικονομία με τη χρησιμοποίηση των επιτόπιων υλικών, αφού μειώνεται η ανάγκη για δαπανηρό και όλο και περισσότερο αμμοχάλικο καθώς και από το μειωμένο κόστος μεταφοράς.

Λόγω του μοναδικού μικροβιακού σχεδίου του, η τεχνολογία ROAD TECH 2000 μειώνει εντυπωσιακά το υπόλειμμα σκόνης σε όλες τις θεραπευμένες επιφάνειες. Όχι μόνο είναι φιλικό προς το περιβάλλον, αλλά είναι ο κοινός φιλικός τρόπος να σταθεροποιηθούν οι οδικές επιφάνειες.

Η τεχνολογία ROAD TECH 2000 έχει αποδείξει στα χρόνια χρήσης της ότι το κόστος συντήρησης μειώνεται εντυπωσιακά. Ένα από τα σημαντικά οφέλη της ROAD TECH 2000 ήταν η αύξηση στην οδική ζωή.

Από τότε που η τεχνολογία ROAD TECH 2000 εκδόθηκε στην αγορά το 1993, έχει γίνει το προϊόν επιλογής για έναν αυξανόμενο αριθμό μηχανικών παγκοσμίως.

Μετά από δύο έτη χρήσης, η τεχνολογία ROAD TECH 2000 δίνει ακόμα εξαιρετικά αποτελέσματα στους δρόμους που πρέπει να είχαν επιδεινωθεί πολύ καιρό πριν.

Περιοχή:	Δρόμος λατομείου Βραζιλίας
Πριν ROAD TECH 2000 :	Αποτυχία του οδοστρώματος οφειλόμενη στην κυκλοφορία φορτηγών 60 τόνου από το λατομείο. Ανακατασκευάστηκε αρκετές φορές για να κρατήσει το δρόμο σε κατάσταση κυκλοφορίας.
Μετά ROAD TECH 2000 :	Καμία συντήρηση για 15 μήνες
Αποταμίευση:	Δαπάνες για συντήρηση δρόμων και φορτηγών.
Περιοχή:	Αερολιμένας Charleville, Queensland
Πριν ROAD TECH 2000 :	Αποτυχία του οδοστρώματος τροχοδρόμησης κάτω από το φορτίο των αεροσκαφών Hercules.
Μετά ROAD TECH 2000 :	Ενισχυόμενο υπόβαθρο/μειωμένο πάχος οδοστρωμάτων.
Αποταμίευση:	\$63,000 - μέσω της μείωσης και του πάχους οδοστρωμάτων και της εισαγωγής αμμοχάλικου.
Περιοχή:	Υλικά οδόστρωσης του Συμβουλίου της πόλης Logan (20.000 οχήματα ανά το μήνα)
Πριν ROAD TECH 2000 :	Σκονισμένο, φτωχό ποιοτικά αμμοχάλικο. Ανακατασκευή κάθε δύο εβδομάδες. Βρέξιμο οκτώ φορές καθημερινά.
Μετά ROAD TECH 2000 :	Σκόνη που ουσιαστικά αποβάλλεται. Λακκούβες που θεραπεύονται. Η συχνότητα ανακατασκευής μειώνεται.
Αποταμίευση:	Υπολογίζεται 12 μήνες πριν απαιτηθεί συντήρηση.

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα της τεχνολογίας Roadtech 2000 σε έργα ανα τον κόσμο

4.4.2 ROAD TECH 1500

Η τεχνολογία ROAD TECH 1500 είναι μια ελεύθερη ροή νερού, βασισμένη στηδιασπορά συνθετικής ρητίνης που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην παρεμπόδισητης εκτίναξης των λεπτών χωμάτων και των ορυκτών. Αραιώνεται εύκολα με το νερόκαι χρειάζεται μόνο ελάχιστη αναταραχή ακόμα και σε κρύο καιρό.

Η εγκαθιστούσα σκόνη και η ελεγχόμενη διάβρωση είναι συχνά μια κουραστική καιμε ένταση λειτουργία που μπορεί να διώξει μακριά μια θύελλα. Όταν ψεκάζεται προς μια επιφάνεια, η τεχνολογία ROAD TECH 1500 δεσμεύει τα μόρια για ναδιαμορφώσει μια κρούστα που αντιστέκεται στις επιδράσεις του ανέμου και της βροχής.Ξεραίνεται σε μια μη-κολλώδη, καθαρή επιφάνεια.

Τα κυριότερα οφέλη της τεχνολογία ROAD TECH 1500 είναι:

- Γρήγορη και αποδοτική στρώση σε υλικά που είναι δύσκολο να σταθεροποιηθούν.
- Βελτιώνει το βρέξιμο.
- Κανένα δυσμενές αποτέλεσμα στη σύνθεση των εδαφών ή στη βλάστηση των φυτών.
- Εύχρηστο με τον απλό εξοπλισμό ψεκασμού.
- Αραιώνεται είτε με σκληρό ή μαλακό νερό.
- Μπορεί να αντληθεί με τον κανονικό εξοπλισμό αντλιών.
- Καθόλου επικίνδυνη για τη ζωή των ζώων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://library.tee.gr/digital/bibliogr/odopoiia/odopoiia_ergo_tee.htm
2. <http://www.ttiionline.com>
3. www.keridis.com
4. www.sarmaproject.eu
5. www.coralenergy.gr
6. <http://www.allstatesasphalt.com/>
7. <http://www.flyash.gr/>
8. **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ (ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ)**
ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΚΟΦΙΤΣΑΣ