

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**  
**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών**  
**Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής**

**Πτυχιακή Εργασία:**  
**Αντιολισθηρά οδοστρώματα Ασφαλτομίγματα**  
**Διάστρωση**



**Κλωνής Σπυρίδων Α.Μ. : 2992**

**Υπεύθυνος Καθηγητής:**

**Κος Σαραντόπουλος**

**ΠΑΤΡΑ 2008**

Για τη συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Υπεύθυνο Καθηγητή Κο Σαραντόπουλο για την αρωγή, την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές και το γενικότερο ενδιαφέρον που επέδειξε για τη σπουδαστική μου πρόοδο.

Με σεβασμό & εκτίμηση  
ο σπουδαστής  
Κλωνής Σπυρίδων

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....σελ.8

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

#### ΑΣΦΑΛΤΟΣ

##### 1. Άσφαλτος

- 1.1 Ιστορικό.....σελ.9
- 1.2 Ορισμός.....σελ.10
- 1.3 Δομή ασφάλτου.....σελ.11
- 1.4 Τυπικές εφαρμογές ασφάλτου.....σελ.12
- 1.5 Είδη ασφάλτου.....σελ.13
- 1.5.1 Φυσικές ασφαλτοι.....σελ.13
- 1.5.2 Τεχνητές ασφαλτοι.....σελ.13
- 1.5.2.α Πίσσα.....σελ.15
- 1.5.2.β Πετρελαϊκή ασφαλτος.....σελ.15
- 1.6 Εργαστηριακοί έλεγχοι.....σελ.16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

#### ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ

##### 1. Άσφαλτομίγματα

1.1	Εισαγωγή.....	σελ.18
1.2	Ορισμός.....	σελ.19
1.3	Είδη ασφαλτικών μιγμάτων.....	σελ.20
1.4	Ασφαλτικό σκυρόδεμα.....	σελ.21
1.4.1	Ορισμός.....	σελ.21
1.4.2	Παρασκευή.....	σελ.21
1.4.3	Χρήση.....	σελ.22
1.4.4	Πάχος ασφαλτικών στρώσεων.....	σελ.22
1.4.5	Χρησιμοποιούμενα υλικά .....	σελ.22
1.4.5.α	Αδρανή υλικά.....	σελ.22
1.4.5.β	Χονδρόκοκκο αδρανές.....	σελ.23
1.4.5.γ	Άμμος.....	σελ.23
1.4.5.δ	Πλήγμα.....	σελ.24
1.4.6	Απαιτήσεις μίγματος αδρανών υλικών.....	σελ.24
1.4.7	Δοκιμές στα αδρανή υλικά.....	σελ.25

## **2. Θερμά Ασφαλτομίγματα**

2.1	Σύνδεση ασφαλτομίγματος με την Μέθοδο Marshall.....	σελ.26
2.1.1	Περιγραφή μεθόδου.....	σελ.26
2.1.2	Παρασκευή δοκιμίων.....	σελ.27
2.1.3	Συμπύκνωση δοκιμίων.....	σελ.28
2.1.4	Προσδιορισμός του Φαινόμενου Βάρους.....	σελ.28
2.1.5	Προσδιορισμός της πυκνότητας και των κενών.....	σελ.29
2.1.6	Δοκιμή ευστάθειας και υποχώρησης.....	σελ.30
2.1.7	Ερμηνεία και διερεύνηση των πειραματικών δεδομένων.....	σελ.30
2.1.8	Μελέτη των αποτελεσμάτων των δοκιμίων.....	σελ.31
2.1.9	Προσδιορισμός του βέλτιστου ποσοστού ασφάλτου.....	σελ.31

2.1.10	Δοκιμασία υδρεμποτισμού θλίψης.....σελ.32
<b>3.</b>	<b><u>Ψυχρά Ασφαλτομίγματα</u></b>
3.1	Παραγωγή ασφαλτομίγματος σε μόνιμη εγκατάσταση Διάστρωση – έλεγχος ασφαλτομίγματος .....σελ.32
3.1.1	Παραγωγή ψυχρού ασφαλτομίγματος.....σελ.33
3.1.2	Μεταφορά παραγόμενου ασφαλτομίγματος.....σελ.37
3.1.3	Διάστρωση.....σελ.37
3.1.4	Συμπύκνωση.....σελ.39
3.1.5	Εργαστηριακός έλεγχος.....σελ.40

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

#### **ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ**

<b>1.</b>	<b><u>Αντιολισθηρές κατασκευές – Επιφανειακά Χαρακτηριστικά</u></b>
1.1	Εισαγωγή.....σελ.42
1.2	Επιφανειακά χαρακτηριστικά.....σελ.43
1.2.1	Συμπεριφορά σχετικά με την ασφάλεια.....σελ.44
1.2.1.α	Αντίσταση στην ολίσθηση.....σελ.44
1.2.1.β	Πιτσίλισμα και διασπορά νερού.....σελ.45
1.2.1.γ	Οπτικές ιδιότητες.....σελ.45
1.2.1.δ	Κράτημα.....σελ.46
1.2.2	Συμπεριφορά σχετικά με την οικονομία.....σελ.46
1.2.2.α	Πρόσθετα δυναμικά φορτία.....σελ.46
1.2.2.β	Φθορά οχήματος.....σελ.47

1.2.2.γ	Αντίσταση στην κύλιση.....	σελ.48
1.2.3	Συμπεριφορά σε σχέση με την άνεση και το περιβάλλον.....	σελ.48
1.2.3.α	Θόρυβος από την κυκλοφορία.....	σελ.48
1.2.3.β	Θόρυβος μέσα στο όχημα.....	σελ.49
1.2.3.γ	Κραδασμοί μέσα στο όχημα.....	σελ.49
1.2.4	Κριτήρια βελτιστοποίησης επιφανειακών χαρακτηριστικά.....	σελ.50

## 2. Μέθοδοι κατασκευής αντιολισθηρών οδοστρωμάτων

2.1	Γενικά.....	σελ.51
2.2	Υλικά κατασκευής.....	σελ.52
2.2.1	Ασφαλτικό συνδετικό.....	σελ.52
2.2.2	Τα αδρανή υλικά.....	σελ.54
2.3	Ασφαλτικό σκυρόδεμα.....	σελ.56
2.3.1	Ορισμός.....	σελ.56
2.3.2	Ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού ή ανοικτού τύπου.....	σελ.57
2.4	Πορώδης τάπητες.....	σελ.58
2.5	Μέθοδος έμπηξης ψηφίδων.....	σελ.59
2.6	Λεπτοτάπητες από θερμό ασφαλτόμιγμα.....	σελ.60
2.7	Σφραγιστικός ασφαλτοπολτός (SLURRY SEAL).....	σελ.62
2.8	Επιφανειακές επαλείψεις.....	σελ.63

## 3. Μέθοδοι δημιουργίας Αντιολισθηρής επιφάνειας στα οδοστρώματα από σκυρόδεμα

<b>3.1</b>	Μέθοδοι δημιουργίας αντιολισθηρών επιφανειών στα οδοστρώματα από μπετόν.....σελ.65
<b>3.1.1</b>	Βούρτσισμα ή αυλάκωση του νωπού Σκυροδέματος..... σελ.67
<b>3.1.2</b>	Αυλακώσεις, απόξεση ή φρεζάρισμα στο σκληρυμένο σκυρόδεμα.....σελ.67
<b>3.1.3</b>	Έμψη ψηφίδων.....σελ.67
<b>3.1.4</b>	Αποκάλυψη αδρανών..... σελ.68
<b>3.1.5</b>	Κατασκευή σε δύο στρώσεις..... σελ.68
<b>3.1.6</b>	Ασφαλτικές επαλείψεις ή άλλες επιστρώσεις..... σελ.69

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΡΓΟΥ: ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ Π.Α.Θ.Ε.**

**Εργολαβία: Κατασκευή Αντιολισθηρών ταπήτων & Υπολοιπων εργασιών στα τμήματα Αθήνα – Κόρινθος, Αθήνα – Υλική**

.....σελ.70-97 ( ΣΤ-1 – ΣΤ-3)

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

#### **ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

..... σελ.98-106

### **ΠΗΓΕΣ**

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ**

.....σελ.107-108

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των αντιολισθηρών οδοστρωμάτων, ασφαλτομιγμάτων, οι μέθοδοι κατασκευής αυτών καθώς και οι τρόποι επεξεργασίας και διάστρωσης τους. Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας γίνεται λόγος για την ασφάλτο. Γίνεται μια εκτενής κατηγοριοποίηση των διαφόρων ειδών ασφάλτου και περιγράφεται ο τρόπος δομής και κατασκευής τους. Στη συνέχεια αναφέρονται τα διάφορα είδη ασφαλικών μιγμάτων και ακολουθεί πλήρης περιγραφή αυτών από την σύσταση τους , τον διαχωρισμό τους ως τις διάφορες μεθόδους παρασκευής τους. Η περιγραφή γίνεται εξάλλου και για τα θερμά και για τα ψυχρά ασφαλτομίγματα. Τέλος γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά των αντιολισθηρών οδοστρωμάτων και εξετάζονται οι μέθοδοι κατασκευής τους, ενώ περιγράφονται και οι μέθοδοι δημιουργίας αντιολισθηρής επιφάνειας στα οδοστρώματα από σκυρόδεμα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### ΑΣΦΑΛΤΟΣ

#### 1. Άσφαλτος

##### 1.1 Ιστορικό

Η ιστορία της ασφάλτου ξεκινά χιλιάδες χρόνια πριν. Στην αρχαία Μεσοποταμία την χρησιμοποιούσαν για την στεγανοποίηση των ιαματικών λουτρών και των δεξαμενών νερού. Το ίδιο και στην αρχαία Ρώμη.

Οι Φοίνικες χρησιμοποιούσαν την ασφάλτο για την στεγανοποίηση των εμπορικών τους πλοίων ενώ στην Αρχαία Αίγυπτο, ήταν χρήσιμη για την προστασία των όχθων του ποταμού Νείλου από τη διάβρωση λόγω των συχνών πλημμύρων.

Το 1595 οι Ευρωπαίοι εξερευνώντας το Νέο Κόσμο, ανακάλυψαν στη νήσο Τριάδος κοντά στην Βενεζουέλα επιφανειακά αποθέματα φυσικής ασφάλτου που σχημάτιζαν λίμνες και που υπάρχουν ακόμη και σήμερα. Γι αυτό το λόγο η εν λόγω ασφάλτος είναι γνωστή και σαν <<άσφαλτο λίμνης>> (lake asphalt) και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη.

Γύρω στα 1800 οι Σκωτσέζοι κατασκεύασαν οδό από θραυσμένες πέτρες πολύ καλά συμπυκνωμένες μεταξύ τους εξασφαλίζοντας μία σκληρή επιφάνεια. Αργότερα, για να μειώσουν την σκόνη, οι κατασκευαστές έριξαν από πάνω ζεστή πίσσα παράγοντας έτσι το ασφαλτικό σκυρόδεμα.

Κατά την διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η τεχνολογία της ασφάλτου βελτιώνεται σημαντικά λόγω της αυξημένης ανάγκης της πολεμικής αεροπορίας για αεροδρόμια που να μπορούν να αντέξουν βαρύτερα φορτία.

Σήμερα, οι σπουδαιότερες εκμεταλλεύσεις ασφάλτων γίνονται στο νότιοαμερικάνικο νησί Τρινιντάντ, στη Συρία, στο νησί Μπαρμπάντ και στη Νεκρά Θάλασσα, όπου γίνεται εκμετάλλευση από τα αρχαιότερα χρόνια.

Επίσης, κοιτάσματα ασφάλτου υπάρχουν στη Βενεζουέλα, στο Περού, στη Ρωσία, στην Κούβα, στο Μεξικό, στην Καλιφόρνια και στο Αλγέρι. Στην Ευρώπη υπάρχουν κοιτάσματα ασφάλτου κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αδριατικής, στη Σελενίτσα της Αλβανίας, στις Συρακούσες, στο Τυρόλο και σε μερικές γαλλικές περιοχές.

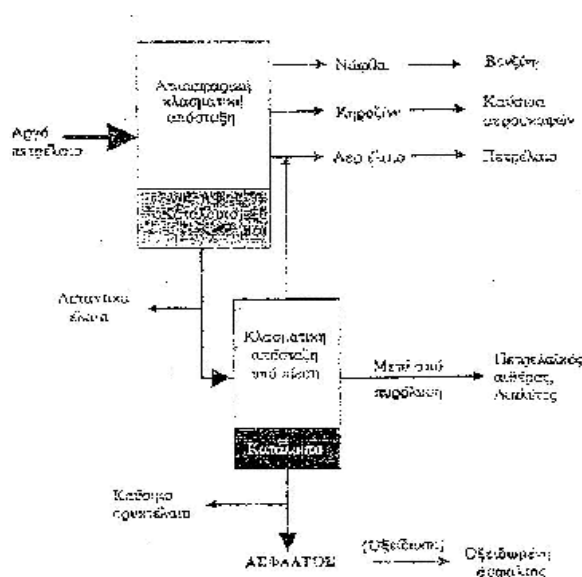
Η ασφαλτος παρουσιάζεται στην Ελλάδα:

- 1) ως ασφαλτομιγής ασβεστόλιθος (ασφαλτόλιθος) στη Μάραθο, στους Παξούς και Αντίπαξους,
- 2) ως ασφαλτούχος ψαμμιτικός κερατόλιθος στη Δίβρη, στο Σούλι, στη Φτέρη κ.α.,
- 3) μαζί με πισσάσφαλο στη Ζάκυνθο, στην Ήπειρο και στην Δρέμισσα.

Η ασφαλτος, εκτός από την χρήση της στα οδοστρώματα χρησιμοποιείται επίσης σαν στεγνωτικό, μονωτικό δεξαμενών, φραγμάτων, καλωδίων, για τη κατασκευή πισσόχαρτου, για την παρασκευή λιπαντικών λαδιών, για την προστασία πρανών ή όχθων από τη διάβρωση, για την παραγωγή βερνικιών κ.λ.π.

## 1.2 Ορισμός

Η ασφαλτος είτε βρίσκεται σε φυσική κατάσταση είτε κατασκευάζεται από φυσικά υλικά. Υπάρχουν διάφορες ασφαλτοι φυσικού βράχου, ενώ ασφαλτος μπορεί να παραχθεί από την απόσταξη του πετρελαίου. Ειδικά η



Σχήμα 1. Σχηματικό διάγραμμα παραγωγής ασφάλτου.

χρησιμοποιούμενη άσφαλτος για την οδοστρωσία είναι το υπόλειμμα της απόσταξης αργού πετρελαίου. Σχηματική παράσταση της παραγωγής ασφάλτου δίνεται στο σχήμα 1.

### 1.3 Δομή της ασφάλτου

Η άσφαλτος αποτελείται κυρίως από υδρογονάνθρακες με ένα μικρό ποσοστό ετεροκυκλικών ενώσεων που περιέχουν στα ενεργά τους κέντρα θείο, άζωτο και οξυγόνο. Η άσφαλτος, επίσης περιέχει ίχνη μετάλλων νικελίου, μαγνησίου, σιδήρου, βαναδίου καθώς και ασβεστίου με την μορφή ανόργανων αλάτων και οξειδίων. Η άσφαλτος χωρίζεται σε κύριες χημικές ομάδες, τα ασφαλτένια και τα μελτένια. Τα μελτένια μπορούν να διαχωριστούν σε ρητίνες, σε κορεσμένους υδρογονάνθρακες και σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

Ο διαχωρισμός της ασφάλτου γίνεται με τέσσερις τρόπους :

- ➔ Εκχύλιση με διαλυτές
- ➔ Χρωματογραφία
- ➔ Κλασματική απόσταξη
- ➔ Προσρόφηση πάνω σε λεπτόκοκκες στέρεες ουσίες και απομάκρυνση των μη προσροφηθέντων με διήθηση

Από τις τέσσερις μεθόδους οι δύο πρώτες χρησιμοποιούνται περισσότερο. Η πρώτη μέθοδος είναι απλή και γρήγορη αλλά με την χρωματογραφία γίνεται πιο ακριβής διαχωρισμός και γι' αυτόν τον λόγο αυτή είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα.

## 1.4 Τυπικές εφαρμογές ασφάλτου

Τύπος 20/30: Για την κατασκευή χυτής ασφάλτου

Τύπος 50/60: Για την κατασκευή επιστρώσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα, με μικρή αναλογία αδρανούς σκελετού (διάσταση κόκκων μεγαλύτερη των 2 χλστ. Χρησιμοποιείται επίσης και στις περιπτώσεις που απαιτείται μεγάλη ευστάθεια του ασφαλτομίγματος.

Τύπος 60/70: Για την κατασκευή επιστρώσεων με ασφαλτικό σκυρόδεμα με μικρή αναλογία αδρανούς σκελετού (διάσταση κόκκων μεγαλύτερη των δύο χλστ.). Χρησιμοποιείται επίσης και στις περιπτώσεις που απαιτείται μεγάλη ευστάθεια του ασφαλτομίγματος.

Τύπος 80/100: Για συγκολλητικές επαλείψεις, απλές και πολλαπλές επιφανειακές επεξεργασίες, εμποτισμού σκυρωτών, κατασκευή επιστρώσεων από ασφαλτικό σκυρόδεμα και παρασκευή ασφαλτικών διαλυμάτων επί τόπου των έργων.

Τύπος 120/150: Για συγκολλητική επάλειψη, απλές και πολλαπλές επιφανειακές επεξεργασίες, εμποτισμού σκυρωτών, κατασκευή επιστρώσεων από ασφαλτικό σκυρόδεμα με μεγάλη αναλογία αδρανούς σκελετού (διάσταση κόκκων μεγαλύτερη των 2 χλστ.)

Τύπος 180/220: Για συγκολλητικές επαλείψεις, απλές και πολλαπλές επιφανειακές επεξεργασίες, εμποτισμού σκυρωτών, κατασκευή επιστρώσεων από ασφαλτόμιγμα ανοικτής συνθέσεως που παρασκευάζεται σε μόνιμη εγκατάσταση και για την παρασκευή ασφαλικών γαλακτωμάτων

Τύπος 220/230: Για επιφανειακές επεξεργασίες, εμποτισμού σκυρωτών και για την παρασκευή ασφαλικών γαλακτωμάτων.

## **1.5 Είδη ασφάλτου**

### **1.5.1 Φυσικές άσφαλτοι**

Οι φυσικές άσφαλτοι, που χρησιμοποιούνται είναι πολλές και βρίσκονται αυτούσιες ή εμποτισμένες σε ασβεστόλιθο ή σε ψαμμίτη. Οι άσφαλτοι βράχων παράγονται με θραύση και ανάμιξη φυσικών υλικών. Οι φυσικές άσφαλτοι βράχων αποτελούν εξαιρετική ύλη για στρώσεις κυκλοφορίας, που να είναι αντλιοσθητικές, στεγανές και λείες. Η χρήση τους, όμως περιορίζεται σε περιοχές με αποθέματα ασφάλτου βράχων.

### **1.5.2 Τεχνητές άσφαλτοι (κοινές άσφαλτοι)**

Οι τεχνητές άσφαλτοι προέρχονται από απόσταξη (μερική) πετρελαίου. Παράγεται είτε ασφαλικό τσιμέντο ή υγρή άσφαλτος. Η κύρια διαφορά ανάμεσα στους δύο τύπους ασφάλτου έγκειται στο αν ή όχι η τυποποιημένη

δοκιμή διείσδυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της σύστασης του υλικού.

Οι υγρές ασφαλτοί περιλαμβάνουν διαλύματα και γαλακτώματα. Ένα ασφαλτικό διάλυμα είναι ασφαλτικό τσιμέντο, που έχει υγροποιηθεί με διαλύτες όπως φωτιστικό πετρέλαιο ή βενζίνη (ταχείας ωρίμανσης, RC), πτητική κηροζίνη (μέσης ωρίμανσης, MC), ή ασφαλτικό τσιμέντο, που περιέχει έλαια χαμηλής εξάτμισης (βραδείας ωρίμανσης, SC). Ασφαλτικά γαλακτώματα είναι μίγματα νερού, ασφαλτικού τσιμέντου και ενός παράγοντα γαλάκτωσης. Είναι ανιονικά ή κατιονικά ανάλογα με το ηλεκτρονικό φορτίο των σταγονιδίων της ασφάλτου. Ένα κανονικό γαλάκτωμα έχει συνεχή φάση το νερό με ασφαλτικά σταγονίδια διάσπαρτα (ασυνεχής φάση). Ένα αντίστροφο γαλάκτωμα περιέχει αντίθετες φάσεις από το κανονικό γαλάκτωμα.

Οι κύριες μέθοδοι δοκιμής της σύστασης μιας ασφάλτου είναι η δοκιμή διείσδυσης ή οι μετρήσεις του ιξώδους. Η τυποποιημένη δοκιμή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σύστασης των ασφαλτικών τσιμέντων και ιζημάτων κατά την απόσταξη ασφαλτικών διαλυμάτων. Κατά τη δοκιμή χρησιμοποιείται μια τυποποιημένη βελόνα διαμέτρου 1,00 – 1,02 MM με λέπτυνση. Η μυτερή άκρη αμβλύνεται σχηματίζοντας ένα κώνο. Η βελόνα εισάγεται στο δείγμα του ασφαλτικού τσιμέντου κάτω από τυποποιημένες συνθήκες δοκιμής. Η θερμοκρασία δοκιμής είναι 77° F, το φορτίο 100 γρ. και ο χρόνος δοκιμής 5 sec. Η διείσδυση εκφράζεται σε εκατοστά ενός εκατοστού του μέτρου. Ασφαλτικά τσιμέντα με σχετικά μεγάλες τιμές διείσδυσης (200 – 300) προέρχονται από την πρώτη απόσταξη. Ενώ αυτά που έχουν χαμηλές τιμές διείσδυσης (50 – 60) προκύπτουν από επόμενες αποστάξεις.

Οι υγρές ασφαλτοί διαβαθμίζονται ανάλογα με το κινητικό ιξώδες σε θερμοκρασία 140° F. Κάθε αριθμός διαβάθμισης παριστάνει το κατώτερο όριο ιξώδες ενώ το ανώτερο όριο είναι το διπλάσιο του κατώτερου ορίου.

### **1.5.2.α Πίσσα**

Η πίσσα ανήκει στην κατηγορία των συνδετικών υλικών, είναι προϊόν ξηρής απόσταξης λιθάνθρακα, λιγνίτη. Η πίσσα είναι υλικό ρευστό σε συνήθη θερμοκρασία, ελαιώδους υφής, μαύρου χρώματος και χαρακτηριστικής οσμής. Περιέχει υδρογονάνθρακες σε μεγάλη αναλογία με ελαφρότερο μόριο υδρογονανθράκων από την άσφαλτο. Γι' αυτό το λόγο η πίσσα είναι πτητική από την άσφαλτο και άρα η πίσσα υπερτερεί σε διάρκεια, ελαστικότητα αλλά και σε άλλες ιδιότητες.

Η πίσσα λαμβάνεται ως υποπροϊόν της απόσταξη των λιθανθράκων. Δεν χρησιμοποιείται απευθείας αλλά υφίσταται κάποια επεξεργασία ώστε να καθαριστεί από επιβλαβείς ουσίες και να αφαιρεθεί το αναμεμειγμένο νερό.

Οι πίσσες που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία χαρακτηρίζονται RT(Roads Tars-πίσσες οδών), που υποδιαιρούνται σε ομάδες 1 έως 12. Στην αγορά υπάρχουν δύο διαλύματα πίσσας, που προέρχονται από τη διάλυση πίσσας σε απόσταγμα πίσσας

Ο τύπος ασφάλτου που χρησιμοποιείται στις κατασκευές, εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας. Για επιφανειακές επεξεργασίες π.χ. χρησιμοποιούνται υλικά τύπων RC και MC, ενώ τα υλικά SC χρησιμοποιούνται συχνά για να μετριάσουν τη σκόνη. Τα ασφαλτικά υλικά όλων των διαβαθμίσεων, βέβαια, έχουν πολλές χρήσεις και υπάρχει πλατιά επικάλυψη σχετικά με τους τύπους υλικών, που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

### **1.5.2.β Πετρελαϊκή άσφαλτος**

Η πετρελαϊκή άσφαλτος είναι το υπόλειμμα της αποστάξεως του αργού πετρελαίου. Το ποσοστό της ασφάλτου που υπάρχει στο ακάθαρτο πετρέλαιο ανέρχεται από 10% έως 90%.

Η διύλιση του πετρελαίου γίνεται σε συνεχή ροή. Στην αρχή αντλείται το αργό πετρέλαιο στον αποστακτήρα, όπου θερμαίνεται, στην συνέχεια εισάγεται στον πύργο αποστάξεως για τον πρώτο διαχωρισμό.

Τα προϊόντα που λαμβάνονται είναι βενζίνη, καθαρό πετρέλαιο, πετρέλαιο Ντίζελ, λιπαντικά έλαια και υπόλειμμα που είναι η άσφαλτος.

Με ρύθμιση της θερμοκρασίας και του κενού αποστάξεως, παραμένουν στο υπόλειμμα λιγότερα ή περισσότερα ελαιώδη συστατικά και επομένως η παραγόμενη άσφαλτος είναι σκληρή ή μαλακή αντίστοιχα.

## 1.6 Εργαστηριακοί έλεγχοι

Η άσφαλτος οδοστρωσίας πρέπει να διαθέτει κάποιες προδιαγραφές, γι' αυτόν τον λόγο περνάει κάποιους ελέγχους στο εργαστήριο του Υπουργείου Δημοσίων Έργων. Ο έλεγχος γίνεται σε αντιπροσωπευτικό δείγμα που αποστέλλεται ειδικά για αυτό το σκοπό.

Οι δοκιμές στις οποίες υπόκειται το δείγμα είναι οι εξής :

### ➤ Δοκιμή Διεισόδσεως

Με τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η συνεκτικότητα της ασφάλτου.

### ➤ Δοκιμή Σημείου Μαλθώσεως

Με τη δοκιμή αυτή ελέγχεται το σημείο έναρξης της ρευστοποίησης της ασφάλτου.

### ➤ Δοκιμή Ολκιμότητας

Με τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η ελαστικότητα της ασφάλτου σε επιμήκυνση.



➔ Δοκιμή Υγρασίας

Η ασφάλτος πρέπει να είναι απαλλαγμένη από νερό, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσης της ασφάλτου λόγω αφρισμού, κατά την θέρμανσής της στο εργοτάξιο.

➔ Δοκιμή Απόλειας Βάρους

Με αυτή τη δοκιμή διαπιστώνεται η αντοχή της ασφάλτου σε πολύωρες εργοταξιακές θερμάνσεις, χωρίς σημαντική μεταβολή των βασικών χαρακτηριστικών της.

➔ Δοκιμή Τέφρας

Σκοπός της δοκιμής αυτής είναι η διαπίστωση της ποιότητας της ασφάλτου από άποψη ανόργανων υλικών.

➔ Δοκιμή Σημείου Αναφλέξεως

Με τη δοκιμή αυτή εξασφαλίζεται στο εργοτάξιο η θερμοκρασία θερμάνσεως της ασφάλτου, χωρίς κίνδυνο ανάφλεξής της.

➔ Δοκιμή Διαλυτότητας

Σκοπός της δοκιμής αυτής είναι ο ποιοτικός έλεγχος της ασφάλτου από άποψη παρουσίας ή μη επιθυμητών ανόργανων ή οργανικών υλικών.

➔ Δοκιμή Γαλακτώσεως

Είναι η δοκιμή η οποία δείχνει την καταλληλότητα της ασφάλτου για την παρασκευή αλκαλικών γαλακτωμάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ

#### **1. Ασφαλτομίγματα**

##### **1.1 Εισαγωγή**

Ένας μηχανικός ο οποίος έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με θέματα μελέτης οδοστρώματων, με έκπληξη θα διαπιστώσει ότι, ενώ η αντιμετώπισή της μελέτης ενός οδοστρώματος από σκυρόδεμα είναι απόλυτα θεωρητική, τουλάχιστον στο βαθμό που είναι όλα τα έργα του Πολιτικού Μηχανικού και που στηρίζεται στην αντοχή του υλικού που χρησιμοποιείται, δηλ. στο σκυρόδεμα, η μελέτη ενός ασφαλτικού οδοστρώματος είναι ακόμα τελείως εμπειρική και αυτό σε μία εποχή μεγάλης τεχνολογικής ανάπτυξης.

Από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την μελέτη των ασφαλτικών μιγμάτων, θα αναφέρουμε την μέθοδο ευστάθειας κατά MARSHALL, την μέθοδο του ευσταθειομέτρου κατά HVEEM και την μέθοδο HUBBARD-FIELD.

Και οι τρεις αυτές μέθοδοι δεν είναι σε θέση να μετρήσουν καμία από τις φυσικές αντοχές του υλικού που μελετούν, αλλά δίνουν αριθμούς, την ευστάθεια του μίγματος π.χ. οι οποίοι δεν μετρούν καμία φυσική ιδιότητα του

υλικού και το πιο σπουδαίο δεν έχουν σχέση με τον τρόπο καταπόνησης του μίγματος στο οδόστρωμα.

Ο σχεδιασμός ενός μίγματος ασφαλικού μπετόν ακολουθεί τις ίδιες θεμελιώδεις αρχές όπως ο σχεδιασμός μιγμάτων εδάφους – αδρανούς για βάσεις. Επειδή η ευστάθεια εξαρτάται από τη συνοχή και την εσωτερική τριβή, είναι συνάρτηση της πυκνότητας και ποσότητας της ασφάλτου. Για την εκτίμηση των ιδιοτήτων ευστάθειας του ασφαλικού μπετόν υπάρχουν μέθοδοι, από τις οποίες οι πιο πλατιά χρησιμοποιούμενες είναι ίσως η μέθοδος Marshall και η μέθοδος Hveem.

Η **μέθοδος Marshall** έχει γίνει πλατιά αποδεκτή και εφαρμόζεται στο σχεδιασμό οδοστρωμάτων οδών, καθώς και αεροδρομίων. Τα αδρανή επιλέγονται με βάση τις προδιαγραφές και τη διαθεσιμότητα των υλικών. Η μέγιστη διάμετρος του αδρανούς καθορίζεται γενικά από το πάχος της στρώσης. Το ποσοστό των λεπτόκοκκων υλικών που διέρχονται από το κόσκινο Νο 200 χαρακτηρίζεται σαν ορυκτό φίλλερ. Αποτελείται από ασβεστολιθική σκόνη, τσιμέντο Portland ή άλλα λεπτόκοκκα υλικά.

## 1.2 Ορισμός

Με την ονομασία «ασφαλτόμιγμα» εννοούμε το υλικό κατασκευής των επιφανειακών στρώσεων μιας οδού, το οποίο παρασκευάζεται με την ανάμειξη αδρανών υλικών με κάποιο ασφαλικό συνδετικό.

Σαν ασφαλικό συνδετικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρή άσφαλτος, ασφαλικό διάλυμα ή ακόμα και ασφαλικό γαλάκτωμα.

Τα διάφορα είδη ασφαλικών μιγμάτων δίνουν τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε στρώσεις που ανήκουν στην κατηγορία των εύκαμπτων ή ημιάκαμπτων οδοστρωμάτων.

Με την αύξηση των ασφαλικών οδοστρωμάτων σε ΚΜ έγινε και χρησιμοποίηση των ασφαλικών μιγμάτων σε όλο και μεγαλύτερα πάχη με αποτέλεσμα σήμερα οι ασφαλικές βάσεις να αποτελούν τον κανόνα κατασκευής του οδοστρώματος.

Τα πλεονεκτήματα της αύξησης της αντοχής της βάσης με την χρησιμοποίηση αδρανών υλικών με συνδετική άσφαλτο είχαν γίνει γνωστά από νωρίς στην Ευρώπη. Βρέθηκε μετά από μακροχρόνια πειράματα σε διάφορες χώρες, ότι χάρις στην μεγάλη διανομή των φορτίων, την οποία πετυχαίνουμε, με αδρανή με ασφαλική επικάλυψη, είναι δυνατόν να μειώσουμε το πάχος του οδοστρώματος με την χρησιμοποίηση τέτοιων στρώσεων.

Αν και υπάρχουν πολλές μορφές καταπόνησης των εύκαμπτων οδοστρωμάτων, έχει σημειωθεί ότι τρεις σημαντικοί τρόποι καταπόνησης έχουν συγκεντρώσει την προσοχή:

- α) η επαναληπτική (κόπωση) ρηγμάτωση της ασφαλικής στρώσης,
- β) η μόνιμη παραμόρφωση και
- γ) ρηγμάτωση χαμηλής θερμοκρασίας (θερμική επίδραση).

Εφόσον ο προορισμός της ασφαλικής στρώσης είναι να ελαχιστοποιήσει κάθε τύπο καταπόνησης, ο σχεδιασμός του μίγματος μπορεί επίσης να θεωρηθεί σαν η επιλογή ενός σταθερού μίγματος και μιας περιεκτικότητας σε άσφαλτο για την αντίσταση σε κάθε τύπο καταπόνησης.

### **1.3 Είδη ασφαλικών μιγμάτων**

Ανάλογα με την κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών υλικών ενός ασφαλτομίγματος και της ποσότητας του ασφαλικού συνδετικού, τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- I) Ασφαλτομίγματα ανοικτής διαβάθμισης ή ασφαλτικά σκυρωτά
- II) Ασφαλτομίγματα κλειστού τύπου ή ασφαλτικά σκυροδέματα
- III) Ασφαλτομίγματα ημίκλειστου τύπου

## **1.4 Ασφαλτικό Σκυρόδεμα**

### **1.4.1 Ορισμοί**

Τα ασφαλτικά σκυροδέματα είναι ασφαλτομίγματα που έχουν σαν συνδετικό υλικό καθαρή άσφαλτο και σαν ανόργανο σκελετό χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα αδρανή υλικά σε αναλογίες ανάμιξης πολύ μελετημένες.

Η αναλογία ανάμειξης του μίγματος των αδρανών υλικών είναι τέτοια, ώστε τα κενά που δημιουργούνται από τους μεγαλύτερους κόκκους να πληρούνται προοδευτικά από μικρότερους κόκκους μέχρι τη λεπτότατη παιπάλη (αδρανές υλικό το οποίο διέρχεται από το κόσκινο No 200).

### **1.4.2 Παρασκευή**

Τα ασφαλτικά σκυροδέματα ανήκουν στην κατηγορία της πυκνής σύνθεσης ασφαλτομιγμάτων και παρασκευάζονται πάντοτε μετά από προηγούμενη θέρμανση δηλ. το αδρανές υλικό πριν από την ανάμειξή του με θερμή άσφαλτο ξηραίνεται και θερμαίνεται σε φούρνο, οι συνθήκες λοιπόν παρασκευής τους είναι αυστηρά ελεγχόμενες και γίνεται πάντοτε σε μόνιμες εγκαταστάσεις.

### **1.4.3 Χρήση**

Τα ασφαλτικά σκυροδέματα λόγω της μηχανικής αντοχής τους και της αδιαπερατότητας που παρουσιάζουν στο νερό, είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν σε επιφανειακές στρώσεις δρόμων, σε έργα αεροδρομίων και σε έργα στεγανοποίησης.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες ασφαλτικού σκυροδέματος διαφέρουν μεταξύ τους σχετικά με την ποσότητα της ασφάλτου που περιέχουν και με την κοκκομετρική διαβάθμιση.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι η αδιαπερατότητα μιας επίστρωσης από ασφαλτικό σκυρόδεμα δεν σημαίνει πάντοτε και απόλυτη υδατοστεγανότητά της.

Η υδατοστεγανότητα απαιτεί, πέρα από την αδιαπερατότητα και την ικανότητα της στρώσης να παρακολουθεί χωρίς ρηγμάτωση τις πιθανές κινήσεις του υποστρώματος και κυρίως ορισμένες υποχωρήσεις αυτού.

### **1.4.4 Πάχος ασφαλτικών στρώσεων**

Οι στρώσεις από ασφαλτικό σκυρόδεμα πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον 1,5 φορά της διαμέτρου του μέγιστου κόκκου του αδρανούς υλικού.

### **1.4.5 Χρησιμοποιούμενα υλικά**

#### **1.4.5.α Αδρανή υλικά**

Το μίγμα των αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται δια την παρασκευή ενός ασφαλτικού σκυροδέματος αποτελείται από χονδρόκοκκο αδρανές υλικό, από άμμο και φίλλερ.

#### **1.4.5.β Χονδρόκοκκο αδρανές**

Σαν χονδρόκοκκο αδρανές ορίζουμε το αδρανές με διάσταση κόκκου μεγαλύτερη των 5 mm.

Το χονδρόκοκκο αδρανές πρέπει να συνίσταται από θραυστές πέτρες ή θραυστά χαλίκια. Πρέπει να είναι καθαρό, ομοιόμορφο, συμπαγές και απαλλαγμένο από κόκκους σαθρούς και μαλακούς. Επίσης πρέπει να είναι απαλλαγμένο από αργιλικά περιβλήματα τα οποία μειώνουν την ευστάθεια και την ανθεκτικότητα του ασφαλτικού σκυροδέματος.

Οι κόκκοι πρέπει να είναι κυβικής μορφής και να παρουσιάζουν καλή αντοχή στην τριβή και κρούση.

Η φθορά κατά την Μέθοδο LOS ANGELES πρέπει να είναι μικρότερη από το 30%.

Επίσης πρέπει το αδρανές να παρουσιάζει καλή σταθερότητα στην αποσάθρωση από τον αέρα, το νερό και τον παγετό.

#### **1.4.5.γ Άμμος**

Σαν άμμος χρησιμοποιείται η θραυστή λατομείου πολλαπλής θραύσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και φυσική άμμος ή και μίγμα θραυστής και φυσικής.

Οι άμμοι λατομείων είναι εξαιρετικής ποιότητας λόγω του γεγονότος των επίπεδων επιφανειών που παρουσιάζουν και επιτρέπουν την καλή πρόσφυση της ασφάλτου.

Οι φυσικές άμμοι (άμμοι ποταμών) δίνουν ασφαλτικά σκυροδέματα με πολύ καλό εργάσιμο.

Εξυπακούεται ότι όπως και στην περίπτωση του χονδρόκοκκου κλάσματος και η άμμος πρέπει να προέρχεται από καθαρά πετρώματα απαλλαγμένα από επιβλαβείς προσμίξεις (βόλοι αργίλου, φυτικές ουσίες κ.λ.π.).

Είναι προτιμότερο η άμμος να μεταφέρεται στο εργοτάξιο σε δύο κλάσματα. Μία λεπτή άμμος διαστάσεων  $< 0.30$  mm και μία χονδρή άμμος διαστάσεων 0.5 – 5 mm.

#### **1.4.5.δ Πλήσμα**

Το αδρανές υλικό που διέρχεται από το κόσκινο No 200 (0,074 mm) ονομάζουμε παιπάλη. Πλήσμα ονομάζουμε το λεπτόκοκκο υλικό του οποίου το 65% τουλάχιστον αποτελείται από παιπάλη.

#### **1.4.6 Απαιτήσεις μίγματος αδρανών υλικών**

Το τελικό μίγμα των αδρανών υλικών εκτός από τις απαιτήσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω πρέπει να καλύπτει και τις ακόλουθες:

- I) Το υλικό που διέρχεται από το κόσκινο No 4 (4,76 mm) πρέπει να έχει ισοδύναμο άμμου (S.E.) μεγαλύτερο από 55. Το ισοδύναμο άμμου χαρακτηρίζει τον βαθμό μόλυνσης του αδρανούς υλικού δηλ. την παρουσία αργίλου ή ιλύος.
- II) Ο συντελεστής δραστηκότητας του φίλλερ (παιπάλης) πρέπει να περιλαμβάνεται μεταξύ 1 και 1,5.



III) Συντελεστής δραστηκότητας του φίλλερ (C.A.) ορίζεται ο λόγος % ποσότητας ενός προτύπου φίλλερ προς την % ποσότητα του εξεταζόμενου φίλλερ και που τα δύο έχουν την ίδια τιμή ισοδύναμου άμμου.

#### **1.4.7 Δοκιμές στα αδρανή υλικά**

1. Δειγματοληψία (Μέθοδος AASHO T-2)
2. Κοκκομετρική ανάλυση (Μέθοδος AASHO T-27)
3. Κοκκομετρική ανάλυση πλήσματος (Μέθοδος AASHO T-37)
4. Φθορά (Μέθοδος AASHO T-96)
5. Υγεία πετρώματος (Μέθοδος AASHO T-104)
6. Ισοδύναμο άμμου (Μέθοδος T-176)
7. Συντελεστής δραστηκότητας πλήσματος (Μέθοδος LHORTY-560 VP)

## **2. ΘΕΡΜΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ**

### **2.1 Σύνθεση ασφαλτομιγμάτων με τη μέθοδο MARSHALL**

#### **2.1.1 Περιγραφή μεθόδου**

Για την μελέτη συνθέσεως ασφαλτικών σκυροδεμάτων εφαρμόζεται στην Ελλάδα η μέθοδος MARSHALL.

Η μέθοδος βρίσκει επίσης εφαρμογή και για τον έλεγχο του παραγόμενου ασφαλτομίγματος στις μόνιμες εγκαταστάσεις.

Η διαδικασία της μεθόδου αρχίζει με την παρασκευή δοκιμίων, οπωσδήποτε όμως και πριν αρχίσει η εργασία αυτή απαιτείται όπως:

- Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν να πληρούν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.
- Το μίγμα των αδρανών υλικών να έχει κοκκομετρική διαβάθμιση σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.
- Να υπάρχει επάρκεια των διαφόρων κλασμάτων των αδρανών υλικών.
- Να είναι γνωστά τα ειδικά βάρη των αδρανών υλικών και το ειδικό βάρος της ασφάλτου.

Η μέθοδος MARSHALL χρησιμοποιεί τυποποιημένα κυλινδρικά δοκίμια ασφαλτομίγματος διαμέτρου 10,16 cm και ύψους 6,35 cm. Τα δοκίμια αυτά παρασκευάζονται μετά από ειδική διαδικασία που περιλαμβάνει θέρμανση σε ορισμένη θερμοκρασία και πλήρη ανάμειξη του μίγματος των αδρανών και της

ασφάλτου σε διάφορες αναλογίες. Μετά την παρασκευή του ασφαλτομίγματος ακολουθεί συμπύκνωση.

Τα δύο χαρακτηριστικά γνωρίσματα της μεθόδου αυτής είναι η διερεύνηση της σχέσης πυκνότητας και ασφαλτομίγματος σε σχέση με τα κενά αυτού και της σχέσης της ευστάθειας σε σχέση με την υποχώρηση (παραμόρφωση) των δοκιμίων.

**Ευστάθεια** ενός δοκιμίου είναι, το μέγιστο φορτίο σε LDS το οποίο μπορεί να φέρει ένα πρότυπο δοκίμιο στους 60°C, όταν φορτίζεται ομοιόμορφα με σταθερή ταχύτητα παραμόρφωσης 2INC/MIN με συγκεκριμένο τρόπο.

**Υποχώρηση** (FLOW) είναι, η παραμόρφωση που υφίσταται ένα δοκίμιο ασφαλτομίγματος κατά την διάρκεια της δοκιμής ευστάθειας και εκφράζεται σε 0,01 IN.

### **2.1.2 Παρασκευή δοκιμίων**

Για τον προσδιορισμό του βέλτιστου ποσοστού της ασφάλτου σε ένα ορισμένο μίγμα αδρανών υλικών παρασκευάζονται αρχικά μια σειρά δοκιμίων με διάφορα ποσοστά ασφάλτου τα οποία αυξάνονται κατά 0,5% ή 0,25% με το ίδιο αδρανών υλικών, έτσι ώστε οι καμπύλες των αποτελεσμάτων να δείξουν την βέλτιστη τιμή.

Με κάθε ποσοστό ασφάλτου παρασκευάζονται δύο δοκίμια. Για την κατασκευή ενός δοκιμίου χρησιμοποιούνται αρχικά αδρανή βάρους 1200 gr. Είναι δυνατό το βάρος αυτό να μην δώσει τις απαιτούμενες διαστάσεις του δοκιμίου (ύψος 6,35 cm ± 3 mm).

Στην περίπτωση αυτή ρυθμίζουμε το βάρος των αδρανών έτσι ώστε το δοκίμιο να δώσει τις απαιτούμενες διαστάσεις.

Για την διόρθωση χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$\text{Διορθωμένο βάρος μίγματος} = \frac{6,35 \times \text{χρησιμοποιηθέν βάρος}}{\text{ληφθέν ύψος δοκιμίου}}$$

Κατά την ανάμειξη των αδρανών με την άσφαλτο για την παρασκευή του ασφαλτομίγματος, πρέπει οι θερμοκρασίες να κυμαίνονται μεταξύ των πιο κάτω ορίων:

Θερμοκρασία αδρανών: 175°C - 192°C

Θερμοκρασία ασφάλτου: 120°C - 140°C

### **2.1.3 Συμπύκνωση δοκιμίων**

Μέσα σε ένα πρότυπο κυλινδρικό τύπο (καλούπι) με διάμετρο 10,16 cm και που βρίσκεται σε θερμοκρασία 100 - 155°C εισάγονται 1200 gr περίπου ασφαλτομίγματος, το οποίο συμπυκνώνεται με ειδικό κόπανο και από τις δύο πλευρές.

Ο αριθμός των κτύπων που επιφέρουμε σε κάθε πλευρά του δοκιμίου είναι συνήθως 75.

Το δοκίμιο μετά από εμβάπτιση για 2 min σε νερό εξάγεται από το καλούπι με εξολκέα και αφήνεται στην θερμοκρασία του δωματίου για ένα 24ωρο.

### **2.1.4 Προσδιορισμός του Φαινόμενου Βάρους**

Ο προσδιορισμός του φαινομένου βάρους του δοκιμίου γίνεται μετά από την ψύξη αυτού στην θερμοκρασία του δωματίου, με διαίρεση του βάρους του δοκιμίου με τον όγκο του.

Ο προσδιορισμός του όγκου του δοκιμίου γίνεται συνήθως με παραφίνωση και εμβάπτιση μέσα στο νερό.

### **2.1.5 Προσδιορισμός της πυκνότητας και των κενών**

Για τον προσδιορισμό της πυκνότητας του δοκιμίου και των κενών απαιτούνται οι εξής προσδιορισμοί:

- 1) Προσδιορίζουμε το φαινόμενο βάρος των δοκιμίων.
- 2) Βρίσκουμε το βάρος και τον όγκο της ασφάλτου υπολογιστικά από το χρησιμοποιηθέν ποσοστό ασφάλτου και το ειδικό βάρος της ασφάλτου.
- 3) Βρίσκουμε το βάρος των αδρανών υπολογιστικά, με αφαίρεση του βάρους της ασφάλτου από το συνολικό βάρος του δοκιμίου.
- 4) Βρίσκουμε τον όγκο των αδρανών υπολογιστικά με διαίρεση του βάρους των αδρανών με το ειδικό βάρος τους.

Με χρήση των πιο πάνω στοιχείων βρίσκουμε υπολογιστικά:

- Τα κενά των αδρανών του συμπιεσθέντος ασφαλτομίγματος.
- Τα κενά του συμπιεσθέντος ασφαλτομίγματος.
- Το % ποσοστό των κενών των αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο

### **2.1.6 Δοκιμή ευστάθειας και υποχώρησης**

Η δοκιμή διενεργείται ως εξής: Βυθίζονται τα δοκίμια μέσα σε υδρόλουτρο θερμοκρασίας  $60^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ , για διάστημα 30 min. Στη συνέχεια εξάγονται και υποβάλλονται σε θλίψη σε ειδική μηχανή θλίψης ομοιόμορφα και με σταθερή ταχύτητα παραμόρφωσης (2 IN/min) μέχρι να θραυστούν.

Το σημείο θραύσης ορίζεται από τη μέγιστη ένδειξη του μηκυνσιόμετρου της συσκευής.

Το φορτίο για την θραύση του δοκιμίου στους  $60^{\circ}\text{C}$  αναγράφεται σαν τιμή της ευστάθειας του ασφαλτομίγματος.

Με άλλο μηκυνσιόμετρο της συσκευής βρίσκεται η υποχώρηση του δοκιμίου κατά την δοκιμή της θλίψης.

Η υποχώρηση του δοκιμίου εκφράζεται σε 0,01 IN π.χ. υποχώρηση 0,15 IN σημαίνει υποχώρηση 15.

### **2.1.7 Ερμηνεία και διερεύνηση των πειραματικών δεδομένων**

Με συντελεστή μετατροπής ή μέσω καμπυλών διόρθωσης μετατρέπονται οι μετρηθείσες τιμές ευστάθειας σε ισοδύναμο δοκίμιο ύψους 6,35 cm.

Η αναγωγή αυτή γίνεται ή με βάση το ύψος ή με βάση τον όγκο του δοκιμίου.

Στη συνέχεια χαράζονται οι εξής γραφικές παραστάσεις:

- 1) Ευστάθεια σε σχέση με το ποσοστό ασφάλτου.
- 2) Υποχώρηση σε σχέση με το ποσοστό ασφάλτου.
- 3) Κενά ασφαλτομίγματος σε σχέση με το ποσοστό ασφάλτου.
- 4) Κενά αδρανών που πληρώθηκαν από άσφαλτο σε σχέση με το ποσοστό ασφάλτου.

5) Φαινόμενο βάρος ασφαλτομίγματος σε σχέση με το ποσοστό ασφάλτου.

### **2.1.8 Μελέτη των αποτελεσμάτων των δοκιμίων**

Από τη μελέτη των πιο πάνω καμπυλών βρίσκεται ότι:

- Η τιμή της ευστάθειας αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μιας μέγιστης τιμής και μετά ελαττώνεται.
- Η υποχώρηση αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου.
- Τα % κενά του ασφαλτομίγματος ελαττώνονται με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μηδενισμού.
- Τα % κενά των αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο αυξάνουν με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μιας μέγιστης τιμής.
- Το φαινόμενο βάρος αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μιας μέγιστης τιμής και μετά ελαττώνεται.

### **2.1.9 Προσδιορισμός του βέλτιστου ποσοστού ασφάλτου**

Το βέλτιστο ποσοστό της ασφάλτου για ένα ασφαλτόμιγμα οδοστρωσίας προκύπτει από τα πιο πάνω διαγράμματα σαν αριθμητικός μέσος όρος των ποσοστών της ασφάλτου που αντιστοιχούν:

- Στην μέγιστη ευστάθεια.
- Στο μέγιστο φαινόμενο βάρος του ασφαλτομίγματος.

- ➔ Στο μέσο όρο των κενών του ασφαλτομίγματος που προσδιορίζονται από τις προδιαγραφές.
- ➔ Στο μέσο του ποσοστού των κενών των αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο.

### **2.1.10 Δοκιμασία υδρεμποτισμού θλίψης**

Η δοκιμασία αυτή γίνεται με την πρότυπη μέθοδο AASHO T – 165, ASTM D 1075.

Η μέθοδος αυτή αποβλέπει στην εύρεση απώλειας της αντοχής του ασφαλτομίγματος από την επίδραση του ύδατος.

Σε μερικές περιπτώσεις η επίδραση του ύδατος πάνω στο ασφαλτόμιγμα επιφέρει την αποκόλληση του υμένα της ασφάλτου, που περιβάλλει το αδρανές με αποτέλεσμα να έχουμε διόγκωση του ασφαλτομίγματος και επομένως μείωση της αντοχής του.

Στην περίπτωση που συμβεί αυτό απαιτείται η προσθήκη βελτιωτικού προσφύσεως (αντιυδροφίλο παρασκεύασμα).

## **3. ΨΥΧΡΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ**

### **3.1 Παραγωγή ασφαλτομίγματος σε μόνιμη εγκατάσταση**

#### **Διάστρωση – Έλεγχος ασφαλτομίγματος**



### 3.1.1 Παραγωγή ψυχρού ασφαλτομίγματος

Τα ασφαλτομίγματα πυκνής σύνθεσης παρασκευάζονται πάντοτε σε μόνιμες εγκαταστάσεις.

Τα συγκροτήματα παραγωγής ασφαλτομίγματος σε μόνιμη εγκατάσταση είναι δύο κατηγοριών:

- Συγκροτήματα συνεχούς λειτουργίας (ογκομετρικά)
- Συγκροτήματα ασυνεχούς λειτουργίας ή κατά παρτίδες (ζυγιστικά)

Κάθε συγκρότημα αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- I. Τις αποθήκες τροφοδοσίας (Σιλό τροφοδοσίας)
- II. Τον Ξηραντήρα
- III. Τον Κονιοσυλλέκτη
- IV. Το Σύστημα διαχωρισμού των αδρανών υλικών σε κλάσματα (κόσκινα)
- V. Το Σύστημα ζύγισης αδρανών
- VI. Τον εξοπλισμό αποθήκευσης και θέρμανσης της ασφάλτου (δεξαμενές)
- VII. Την Συσκευή για τον έλεγχο του ποσοστού της ασφάλτου
- VIII. Τον Αναμκτήρα
- IX. Το Σιλό αποθήκευσης του ασφαλτομίγματος

#### I. Αποθήκες τροφοδοσίας (Σιλό)

Η εγκατάσταση πρέπει να περιλαμβάνει μηχανικά μέσα για να είναι δυνατή η τροφοδότηση του ξηραντήρα με αδρανή υλικά. Οι αποθήκες τροφοδοσίας αποτελούνται από τρία ή περισσότερα διαμερίσματα (σιλό) επαρκούς χωρητικότητας, στα οποία προσθέτουμε τα διάφορα κλάσματα (χονδρόκοκκο, λεπτόκοκκο κ.λ.π.) των αδρανών υλικών. Κάτω από τα σιλό υπάρχουν θυρίδες με ρυθμιζόμενο άνοιγμα για να είναι δυνατή με την βοήθεια μεταφορικής ταινίας, η τροφοδότηση του ξηραντήρα με αδρανή υλικά σε επιθυμητές αναλογίες.

## *II. Ξηραντήρας*

Ο ξηραντήρας έχει σαν σκοπό την ξήρανση και την θέρμανση των αδρανών υλικών σύμφωνα με τις απαιτήσεις που προδιαγράφονται. Ο ξηραντήρας αποτελείται από ένα περιστρεφόμενο κύλινδρο, με κλίση προς τη μεριά που εξέρχεται το υλικό. Το φλόγιστρο του ξηραντήρα είναι τοποθετημένο στην έξοδο.

Η θερμοκρασία των αδρανών πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά, έτσι ώστε να αποφεύγεται μεγάλη θέρμανσή τους. Στην περίπτωση υπερθέρμανσης των αδρανών υπάρχει κίνδυνος να καεί η ασφάλτος στην διαδικασία της ανάμιξης.

Η θερμοκρασία των αδρανών υλικών ποικίλει μεταξύ 125°C-180°C ανάλογα με τον τύπο της ασφάλτου όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα.

<b>Τύπος ασφάλτου</b>	50-60	60-70	80-100	120-159
<b>Θερμοκρασία αδρανών σε °C</b>	50-180	140-170	135-165	130-160
<b>Θερμοκρασία ασφάλτου σε °C</b>	165	160	155	150

### III.Κονιοσυλλέκτης

Κάθε συγκρότημα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με ειδική συσκευή κατακράτησης της σκόνης που εκλύεται από τον ξηραντήρα. Ο κονιοσυλλέκτης έχει σαν σκοπό αφενός την απαλλαγή της ατμόσφαιρας από την επιβλαβή σκόνη, αφετέρου την συλλογή του φίλλερ, το οποίο συγκεντρώνεται σε ειδική αποθήκη. Από την αποθήκη αυτή και με κατάλληλη συσκευή προσθέτουμε το φίλλερ στον αναμικτήρα εφόσον χρειάζεται.

### IV.Σύστημα διαχωρισμού των αδρανών υλικών σε κλάσματα (κόσκινα)

Η εγκατάσταση πρέπει να περιλαμβάνει μονάδα με την οποία τα αδρανή υλικά, μετά από την ξήρανση, να διαχωρίζονται με κόσκινα σε τρία τουλάχιστον κλάσματα που αποθηκεύονται σε αντίστοιχα διαμερίσματα αποθήκευσης (σιλό).

Οι υπάρχοντες μεγαλύτεροι κόκκοι απορρίπτονται από το πρώτο κόσκινο με σωλήνα υπερχειλίσης.

#### ***V. Σύστημα αναλογισμού των αδρανών (ζύγισης)***

Μετά το διαχωρισμό των αδρανών υλικών σε κλάσματα τροφοδοτείται ο αναμκτήρας με ακριβείς ποσότητες από κάθε κλάσμα είτε ζυγιστικά για τα συγκροτήματα ασυνεχούς λειτουργίας, είτε ογκομετρικά για τα συγκροτήματα συνεχούς λειτουργίας.

Υπάρχουν συγκροτήματα που οι ζυγίσεις γίνονται αυτόματα.

#### ***VI. Εξοπλισμός προπαρασκευής της ασφάλτου (δεξαμενής)***

Οι δεξαμενές τήξης της ασφάλτου πρέπει να έχουν τα κατάλληλα όργανα για τον έλεγχο της θερμοκρασίας.

Το σύστημα θέρμανσης πρέπει να δίνει ομοιόμορφη θέρμανση στο σύνολό της ασφάλτου μέσα στη δεξαμενή.

Εάν θα χρησιμοποιηθεί βελτιωτικό πρόσφυσης προστίθεται μέσα στις δεξαμενές.

#### ***VII. Συσκευή ελέγχου του ποσοστού της ασφάλτου***

Με ειδική συσκευή ελέγχεται η ακριβής ποσότητα της ασφάλτου που εισάγεται στον αναμκτήρα. Στα ζυγιστικά συγκροτήματα η άσφαλτος εισέρχεται στον αναμκτήρα μετά από ζύγιση. Στα ογκομετρικά συγκροτήματα με ελεγχόμενη ροή. Όλοι οι σωλήνες μεταφοράς της ασφάλτου πρέπει να είναι

μονωμένες για να μην υπάρχει απώλεια θερμότητας. Το σύστημα μέτρησης της ασφάλτου πρέπει να έχει ακρίβεια  $\pm 2\%$ .

### **VIII. Αναμικτήρας**

Ο αναμικτήρας πρέπει να είναι συνεχούς λειτουργίας ή κατά παρτίδες ο χρόνος ανάμιξης πρέπει να είναι σταθερός και αρκετός για την πλήρη επικάλυψη των κόκκων των αδρανών από την ασφαλτο.

#### **3.1.2 Μεταφορά παραγόμενου ασφαλτομίγματος**

Για την μεταφορά του παραγόμενου ασφαλτομίγματος από την εγκατάσταση στο σημείο της διάστρωσης, χρησιμοποιούνται κατάλληλα φορτηγά αυτοκίνητα τα οποία έχουν λείες μεταλλικές καρότσες. Οι καρότσες πρέπει προηγουμένως να έχουν καθαριστεί από κάθε ξένο υλικό και να έχουν διαβραχεί με σαπουνοδιάλυμα ή γάλα από ασβέστη ή λεπτό λάδι.

Απαγορεύεται αυστηρά η χρησιμοποίηση λιπαντικών, πετρελαίου και βενζίνης.

Πολλές φορές χρειάζεται τα αυτοκίνητα αυτά να έχουν μόνωση για να μην χάνει θερμοκρασία το μίγμα και να σκεπάζονται με αδιάβροχο ύφασμα.

Το ασφαλτόμιγμα πρέπει να φθάνει στην θέση της διάστρωσης με τέτοια θερμοκρασία, ώστε να έχει καλό εργάσιμο για τη διάστρωση και συμπύκνωσή του. Η καλύτερη θερμοκρασία είναι της τάξεως των 120 – 135°C.

#### **3.1.3 Διάστρωση**

Η διάστρωση του ασφαλτομίγματος επιτρέπεται όταν η επιφάνεια που θα διαστρωθεί το ασφαλτόμιγμα είναι ξηρή και οι καιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκές. Η διάστρωση απαγορεύεται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από 10°C.

Πριν από τη διάστρωση πρέπει να έχει αποκατασταθεί η γεωμετρική επιφάνεια της οδού και έχει καθαριστεί από κάθε χαλαρό και ξένο υλικό. Στην έτσι προετοιμασμένη επιφάνεια εφαρμόζεται κατά περίπτωση ασφαλική προεπάλειψη ή συγκολλητική επάλειψη με ασφαλικό γαλάκτωμα.

Η διάστρωση γίνεται με κατάλληλο αυτοκινούμενο μηχάνημα (FINISHER) το οποίο διαστρώνει και ισοπεδώνει το ασφαλτόμιγμα στο επιθυμητό πάχος. Το μηχάνημα έχει την ικανότητα να αποσβένει τις μικρές ανωμαλίες της επιφάνειας.

Το FINISHER (μηχανικός διαστρωτής) αποτελείται από ένα όχημα που κινείται σε ελαστικούς τροχούς ή ερπύστριες.

Στο μπροστινό μέρος έχει μία μεταλλική σκάφη μέσα στην οποία αδειάζει το ασφαλτόμιγμα που προσκομίζεται στο έργο.

Με ειδικό προωθητή που υπάρχει στον πυθμένα της σκάφης μετακινείται το ασφαλτόμιγμα προς το οριζόντιο άνοιγμα και χύνεται πάνω στο δρόμο. Η εξάπλωση του ασφαλτομίγματος γίνεται με κοχλίες διανομής που βρίσκονται στο πίσω μέρος του οχήματος. Το πάχος της στρώσης ρυθμίζεται με ειδική πλάκα με την οποία ισοπεδώνεται το ασφαλτόμιγμα.

Για να αποσβεστούν οι μικρές ανωμαλίες της επιφάνειας, το FINISHER έχει ισχυρό σύστημα συμπύκνωσης. Τέλος, πάνω από τον κοχλία διανομής υπάρχει φλόγιστρο για να είναι δυνατή η διατήρηση της θερμοκρασίας του ασφαλτομίγματος.

Κατά τη διάστρωση πρέπει να δίνεται ειδική προσοχή στην κατασκευή των αρμών που δημιουργούνται μεταξύ εργασιών διαδοχικών ημερών. Οι

συναρμογές κατά το μήκος και εγκάρσια πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή για να εξασφαλίζεται καλή και μόνιμη συγκόλληση.

Πριν την τοποθέτηση του θερμού ασφαλτομίγματος στην επιφάνεια αρμού, πρέπει να επαλείψουμε αυτή ελαφρά με θερμή άσφαλτο ή γαλάκτωμα. Το υλικό κοντά στο αρμό πρέπει να διαστρώνεται με τα χέρια να κοπανίζεται και μετά να κυλινδρώνεται. Για την αποφυγή διαχωριστικής γραμμής (ραφής) στην τελική στρώση του ασφαλτοτάπητα συνίσταται να κατασκευάζεται αυτός με την χρησιμοποίηση δύο FINISHER από τους οποίους ο ένας εργάζεται 15 – 30 μέτρα πριν από το δεύτερο.

#### **3.1.4 Συμπύκνωση ψυχρού ασφαλτομίγματος**

Αμέσως μετά τη διάστρωση και ενώ το ασφαλτόμιγμα έχει την κατάλληλη θερμοκρασία πρέπει αυτό να συμπυκνωθεί αρκετά και ομοιόμορφα με κυλίνδρωση. Η κυλίνδρωση γίνεται πάντοτε με δίτροχο οδοστρωτήρα βάρους 8 –10 τόνων.

Η κυλίνδρωση των αρμών και των άκρων γίνεται αμέσως μετά τη διάστρωση. Η κυλίνδρωση του υπόλοιπου οδοστρώματος γίνεται από τα άκρα προς το κέντρο.

Οι διαδοχικές διαδρομές του οδοστρωτήρα πρέπει να αλληλοκαλύπτονται κατά το μισό πλάτος του πίσω τροχού, για να εξασφαλισθεί πλήρης και ομοιόμορφος συμπύκνωση.

Η ταχύτητα του οδοστρωτήρα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 4 km/h, για να μην έχουμε μετατόπιση του ασφαλτομίγματος. Κάθε μετατόπιση του υλικού πρέπει να διορθώνεται αμέσως πριν κρυώσει το ασφαλτόμιγμα.

Η κυλίνδρωση συνεχίζεται μέχρι να μην εμφανίζονται σημεία περάσματος των τροχών.

Για την αποφυγή προσκόλλησης του ασφαλτομίγματος πάνω στους τροχούς πρέπει να διαβρέχονται συνέχεια με νερό.

Γενικά η τεχνική συμπύκνωσης γίνεται σε τρεις φάσεις κάθε μία από τις οποίες ακολουθεί την προηγούμενη αμέσως.

Έχουμε έτσι την αρχική συμπύκνωση από τον δονητή του FINISHER, την ενδιάμεση από τον ελαφρό οδοστρωτήρα, και την τελική συμπύκνωση από τον βαρύτερο οδοστρωτήρα.

Στις δύο πρώτες φάσεις παίρνουμε την αρχική πυκνότητα και στην τελευταία την απαιτούμενη ομαλότητα.

Μετά από την τελική συμπύκνωση η επιφάνεια της ασφαλτικής στρώσης πρέπει να είναι ομαλή και να μην παρουσιάζει πουθενά κυματισμούς πλάτους περισσότερο από 4mm κατά την κατακόρυφη έννοια σε συνεχές μήκος 4m.

Μετά την τελική συμπύκνωση η έτοιμη στρώση σε κανένα σημείο δεν πρέπει δείχνει πυκνότητα μικρότερη από 95% της μέγιστης εργαστηριακά πραγματοποιημένης.

### **3.1.5 Εργαστηριακός έλεγχος**

Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο έργο πρέπει να ελέγχονται στο εργαστήριο για να πιστοποιηθεί ότι είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Στον εργαστηριακό έλεγχο πρέπει επίσης να υπόκεινται τόσο το παραγόμενο ασφαλτόμιγμα όσο και ο συμπυκνωμένος ασφαλτοτάπητας.

Ο αριθμός των δειγμάτων και η συχνότητα της δειγματοληψίας καθορίζεται από τις προδιαγραφές.

Οι δοκιμές που εκτελούνται είναι οι εξής:

α) Δοκιμές στο συνδετικό υλικό (άσφαλτος)



Όπως προβλέπεται από τις προδιαγραφές.

β) Δοκιμές στα αδρανή

1. Δειγματοληψία
2. Κοκκομετρικές αναλύσεις
3. Ισοδύναμο άμμου
4. Φθορά σε τριβή και κρούση κατά LOS – ANGELES
5. Υγεία πετρώματος

γ) Δοκιμές στο ασφαλτόμιγμα

1. Δειγματοληψία
2. Ποσοστό ασφάλτου
3. Κοκκομετρική ανάλυση
4. Φαινόμενο βάρος
5. Κενά ασφαλτομίγματος
6. Ευστάθεια κατά MARSHALL
7. Δοκιμασία Υδρεμποτισμού – Θλίψης

δ) Δοκιμές στον ασφαλτοτάπητα

1. Δειγματοληψία
2. Κοκκομετρική ανάλυση
3. Προσδιορισμός ασφάλτου
4. Φαινόμενο βάρος και κενά ασφαλτοτάπητα

ε) Επιθεώρηση εγκατάστασης παραγωγής ασφαλτομίγματος.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

### 1. Αντιολισθηρές Κατασκευές – Επιφανειακά Χαρακτηριστικά

#### 1.1 Εισαγωγή

Είναι γνωστή η τάση, που υπάρχει από χρόνια σε πολλές χώρες, να έχει μετατεθεί το βάρος από την κατασκευή νέων μεγάλων οδικών αρτηριών προς τη συστηματική συντήρηση του υπάρχοντος δικτύου και να δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην αποκατάσταση των επιφανειακών χαρακτηριστικών των οδοστρωμάτων για ασφαλή και άνετη κυκλοφορία.

Συγχρόνως, οι απαιτήσεις για την επιφάνεια των οδοστρωμάτων δεν περιορίζονται μόνο στην ασφάλεια και άνεση στην κυκλοφορία αλλά περιλαμβάνουν και άλλες αποχρώσεις που αφορούν το περιβάλλον και το κόστος λειτουργίας των οχημάτων.

Οι απαιτήσεις αυτές των χρηστών της οδού μεταφέρονται στους κατασκευαστές αυτοκινήτων και ελαστικών αλλά κυρίως στους μηχανικούς οδοστρωμάτων οι οποίοι πρέπει να επιλέξουν υλικά και μέθοδοι κατασκευής και να μελετήσουν τη στρώση κυκλοφορίας έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι πολλαπλές απαιτήσεις για ιδιότητες που πολλές φορές είναι ασυμβίβαστες μεταξύ τους και συγχρόνως θα πρέπει να διατηρηθούν καθόλου το χρόνο σχεδιασμού για την συνεχώς αυξανόμενη κυκλοφορία.

## 1.2 Επιφανειακά χαρακτηριστικά

Οι ιδιότητες της επιφάνειας του δρόμου, που θα πρέπει να ενδιαφέρουν τον μηχανικό οδοστρωμάτων επειδή επηρεάζουν την ασφάλεια, την άνεση, το περιβάλλον και την οικονομία του χρήστη της οδού είναι κυρίως οι εξής:

### ➔ Για την ασφάλεια

- ➔ αντίσταση στην ολίσθηση
- ➔ κράτημα
- ➔ πιτσίλισμα και διασπορά νερού
- ➔ ορατότητα της οδού και των διαγραμμίσεων

### ➔ Για την οικονομία:

- ➔ - κατανάλωση καυσίμου
- ➔ - φθορά οχήματος και ελαστικών
- ➔ - δυναμικά φορτία (που επηρεάζουν τη ζωή και του οδοστρώματος και των μηχανικών μέσων)

### ➔ Για την άνεση και το περιβάλλον

- ➔ - θόρυβος (μέσα και έξω από το όχημα)
- ➔ - κραδασμοί και ανεπιθύμητες κινήσεις του οχήματος

Κάθε μία από αυτές τις χαρακτηριστικές ιδιότητες στη συμπεριφορά του οδοστρώματος προσδιορίζεται εν όλων ή εν μέρει από τις διάφορες κλίμακες των επιφανειακών ανωμαλιών.

Μέχρι τώρα, τρεις περιοχές ανωμαλιών έχουν κυρίως εξετασθεί : η μικροϋφή, η μακροϋφή και η “ανωμαλότητα” ή όπως έχουμε συνηθίσει ομαλότητα.

Πρόσφατη έρευνα στις σχέσεις μεταξύ συμπεριφοράς οχήματος και χαρακτηριστικών οδοστρώματος έχει αποκαλύψει το ρόλο που παίζει μια περιοχή ανωμαλιών που μέχρι τώρα δεν έχει διερευνηθεί: η Μεγαϋφή

Τα όρια της μεγαϋφής είναι από τα 50 έως 500 MM δηλαδή έξω από τα όρια μετρήσεως των συμβατικών μεθόδων ελέγχου και συσκευών.

Μπορεί όμως να μετρηθεί με τα νέα τύπου Προφιλόμετρα χωρίς άμεση επαφή με το οδόστρωμα, όπως αυτά που λειτουργούν με ακτίνες LASER κ.λ.π.

## **1.2.1 Συμπεριφορά σχετικά με την ασφάλεια**

### **1.2.1.α Αντίσταση στην ολίσθηση**

Η επαρκής αντίσταση στην ολίσθηση στο υγρό οδόστρωμα (υπό την προϋπόθεση ότι το εγκάρσιο προφίλ είναι ικανοποιητικό) εξασφαλίζεται από την παρουσία δυο περιοχών επιφανειακών ανωμαλιών:

- 1) της μικροϋφής, η οποία εξασφαλίζει τη διατήρηση υψηλού συντελεστού τριβής με το σπάσιμο του υμένα νερού από τις κορυφές της μικροταχύτητας του οδοστρώματος που παραμένουν σε επαφή με το λάστιχο, και
- 2) της μακροϋφής, η οποία επιτρέπει την αποχέτευση του νερού από την διεπιφάνεια λάστιχου / οδοστρώματος, προλαμβάνοντας τη δημιουργία υδροδυναμικής πίεσης που μπορεί να προκαλέσει υδρολίσθηση. Με αυτό τον τρόπο, η μακροϋφή βοηθά στην διατήρηση υψηλού συντελεστή τριβής.

Από τη συσχέτιση μετρήσεων με Προφιλόμετρο σε ποικιλία επιφανειών και μετρήσεων συντελεστού τριβής (SFC,SN κ.λ.π.) προκύπτει ότι η πτώση στο

συντελεστής τριβής μεταξύ 20 και 80 KM/H παρουσιάζει τη μέγιστη συσχέτιση με επιφανειακές ανωμαλίες της τάξεως των 20 MM.

Η διαπίστωση αυτή δεν διαφέρει σημαντικά από άλλες θεωρητικές και πειραματικές μελέτες που καταλήγουν στο ότι η καλύτερη αποχέτευση του νερού από την διεπιφάνεια λάστιχου / οδοστρώματος επιτυγχάνεται όταν οι ανωμαλίες είναι της τάξεως 8 έως 16 MM.

### **1.2.1.β Πιτσίλισμα και διασπορά νερού**

Δεν υπάρχουν μελέτες που να έχουν συνδέσει ποσοτικά το πιτσίλισμα και τη διασπορά του νερού με μία δεδομένη περιοχή ανωμαλιών.

Εντούτοις, είναι λογικό να λεχθεί ότι το φαινόμενο αυτό μειώνεται όσο τα επιφανειακά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος επιτρέπουν περισσότερο αποτελεσματική αποχέτευση του νερού και ελαχιστοποιούν το πάχος του υδάτινου υμένα.

Πέραν από την εγκάρσια επίκλιση και την απουσία αυλακώσεων, η μακροϋφή μπορεί επίσης να έχει ευνοϊκή επίδραση.

### **1.2.1.γ Οπτικές ιδιότητες**

Σε ειδικές εκδόσεις (CIE/PIARC) ορίζονται τρεις οπτικές ιδιότητες των επιφανειών των οδών που έχουν ευεργετικές επιπτώσεις στην ασφάλεια :

1) Ο μέσος συντελεστής φωτεινότητας ,στο στεγνό δρόμο, ο οποίος πρέπει να είναι υψηλός για να εξασφαλίζει ικανοποιητικό κοντράστ μεταξύ του δρόμου και του περιβάλλοντος τοπίου και υπό το φως της ημέρας και με τεχνητό φωτισμό τη νύχτα

2) Ο συντελεστής φωτεινότητας για τον φωτισμό μέσω των προβολέων των αυτοκινήτων (CRAZING ILLUMINATION). Ο συντελεστής αυτός πρέπει να είναι υψηλός για να εξασφαλίζει αποτελεσματική οπισθανάκλαση του φωτισμού που δέχεται η επιφάνεια του οδοστρώματος από τους προβολείς των αυτοκινήτων

3) Ο παράγων ο οποίος πρέπει να είναι όσον το δυνατό πιο χαμηλός για την αποφυγή θαμπώματος ή παρασιτικών ειδώλων που δημιουργούνται από τους προβολείς των αντιθέτως κινουμένων οχημάτων επί του υγρού οδοστρώματος τη νύχτα.

Οι τρεις αυτές συνθήκες θα ικανοποιούνται καλύτερα όσο πιο έντονη είναι η μακροϋφή της επιφάνειας. Επιπλέον, η μακροϋφή βοηθά στην βελτίωση της ορατότητας των διαγραμμίσεων της οδού στο υγρό οδόστρωμα.

#### **1.2.1.δ Κράτημα**

Για να επιτευχθεί το μέγιστο κράτημα του λάστιχου, πρέπει η κάθετη αντίδραση επί του τροχού να είναι όσο το δυνατόν πιο σταθερή. Από την άποψη αυτή, οι κρίσιμες συχνότητες είναι από 5 έως 20 HZ, που αντιστοιχούν σε ανωμαλίες με μήκος κύματος 0,5 έως 8 M.

Υπενθυμίζεται επίσης ότι οι εγκάρσιες ανωμαλίες (αυλακώσεις και ασυμμετρία μεταξύ του αριστερού και δεξιού κατά μήκος προφίλ) πρέπει να αποφεύγονται.

### **1.2.2 Συμπεριφορά σχετικά με την οικονομία**

#### **1.2.2.α Πρόσθετα δυναμικά φορτία**

Οι ανωμαλίες στο προφίλ του δρόμου έχουν επίπτωση στη μέγιστη και ελάχιστη ανηρτημένη μάζα του οχήματος, οι οποίες υπόκεινται σε κατακόρυφες διακυμάνσεις ώστε τα φορτία που ασκούνται στο οδόστρωμα να διαφοροποιούνται κατά 10 έως 20% σε σχέση με τις στατικές τους τιμές. Εφόσον οι σχέσεις μεταξύ φορτίων και των φθοροποιών τους επιδράσεων είναι έντονα μη γραμμικές, η αυξομείωση αυτή είναι ισοδύναμη με μία 30 έως 40% αύξηση στον αριθμό των ισοδύναμων προτύπων αξονικών φορτίων και επομένως καταλήγει στην επιταχυνόμενη φθορά του οδοστρώματος. Τα επικίνδυνα «μήκη κύματος» ανωμαλιών είναι εκείνα που αντιστοιχούν στις συχρότητες συντονισμού των τροχών (περίπου 1 HZ) και του αμαξώματος (περίπου 15 HZ) και σε μέσες ή υψηλές ταχύτητες (15 έως 30 M/S), που ουσιαστικά καλύπτει όλο το εύρος της περιοχής «ανωμαλότητας» (1 έως 30 M)

### **1.2.2.β Φθορά οχήματος**

Μελέτες που έγιναν από την Διεθνή Τράπεζα στη Βραζιλία κατέστησαν δυνατόν να καθορισθούν σημαντικές σχέσεις μεταξύ της κατανάλωσης ανταλλακτικών και μιας συνολικής ποιοτικής εκτίμησης (QUALITY INDEX) της ομαλότητας των δρόμων με χρήση στατιστικής ανάλυσης. Κάτω από τις χειρότερες συνθήκες, τα κόστη συντήρησης μπορεί να είναι έως 20% υψηλότερα. Περισσότερο ειδικές μελέτες για τη φθορά των ελαστικών έχουν δείξει μια ισχυρή σχέση με την υφή του οδοστρώματος. Για παράδειγμα έχει βρεθεί ότι τα ελαστικά φθείρονται τρεις φορές πιο γρήγορα σε μια επιφάνεια που συνδυάζει μικροτραχύτητα και μακροτραχύτητα παρά μια άλλη που έχει μόνο μακροτραχύτητα. Γενικά όλες οι παρατηρήσεις συγκλίνουν στο ότι η μικροϋφή είναι ο αποφασιστικός παράγων.

### **1.2.2.γ Αντίσταση στη κύλιση**

Από μετρήσεις στο Βέλγιο, με ειδική συσκευή, έγινε συσχέτιση της αντίστασης στη κύλιση σε ποικιλία επιστρώσεων και των επιφανειακών ανωμαλιών. Η αντίσταση στη κύλιση επί της χειρότερης εκ των επιφανειών, βρέθηκε κατά 47% υψηλότερη από ότι στην καλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατή μια εξοικονόμηση καυσίμου μέχρι 9%. Διάφορα όρια επιφανειακών ανωμαλιών φαίνεται να συντείνουν στις παρατηρηθείσες υψηλότερες καταναλώσεις καυσίμου, αλλά η μεγαϋφή φαίνεται να είναι ο σπουδαιότερος παράγων.

### **1.2.3 Συμπεριφορά σε σχέση με την άνεση και το περιβάλλον**

#### **1.2.3.α Θόρυβος από την κυκλοφορία**

Μία από τις μεγαλύτερες πηγές θορύβου που εκπέμπεται από το όχημα αποδεικνύεται ότι είναι η αλληλεπίδραση λάστιχου / δρόμου.

Ο θόρυβος από την επαφή λάστιχου / δρόμου επηρεάζεται σημαντικά από ορισμένα επιφανειακά χαρακτηριστικά. Από τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ του φάσματος των ανωμαλιών του προφίλ και του φάσματος του δημιουργούμενου θορύβου από την επαφή λάστιχου / δρόμου, που έγινε με ειδικό δοκιμαστικό όχημα, έχουν προκύψει τα εξής:

- Όταν οι επιφανειακές ανωμαλίες με μήκη κύματος στην περιοχή των 80 MM αυξάνουν σε εύρος, το επίπεδο του θορύβου από τα λάστιχα αυξάνει. Η επίδραση αυτή είναι περισσότερο φανερή στο μέρος των υψηλών συχνοτήτων ( $> 1 \text{ KHZ}$ ) του ηχητικού φάσματος.
- Αντίθετα, όταν επιφανειακές ανωμαλίες με μήκη κύματος κοντά στα 3 MM αυξάνουν, το επίπεδο του θορύβου από τα λάστιχα ελαττώνεται. Το



φαινόμενο αυτό είναι περισσότερο σαφές κυρίως στο τμήμα των υψηλών συχνοτήτων ( $> 1 \text{ KHZ}$ ) του ηχητικού φάσματος.

Το πρώτο φαινόμενο οφείλεται σε δονήσεις του τροχού που δημιουργούνται από τη μεγαϋφή. Το δεύτερο είναι γενικότερα παραδεκτό ότι συνδέεται με το θόρυβο από την αναρρόφηση («άντληση αέρος»), ο οποίος μπορεί να μειωθεί με την παρουσία ανωμαλιών στη κλίμακα του πλάτους των αυλακώσεων του πέλματος του ελαστικού, γεγονός το οποίο εξηγεί την ευεργετική επίδραση μιας λεπτής μακροϋφής.

### **1.2.3.β Θόρυβος μέσα στο όχημα**

Ο θόρυβος μέσα στο όχημα δεν προκαλεί μόνο έλλειψη άνεσεως, αλλά επίσης μειώνει την ασφάλεια συμβάλλοντας στην κόπωση του οδηγού και συνεπώς υποβιβάζει τη συμπεριφορά του. Τα επίπεδα θορύβου στα μέσου μεγέθους επιβατηγά αυτοκίνητα προσδιορίζονται κυρίως από το θόρυβο επαφής λάστιχου / δρόμου. Από διάφορες μελέτες έχει αποκαλυφθεί και εδώ ότι σημαντικότερη επίδραση έχει η μακροϋφή.

### **1.2.3.γ Κραδασμοί μέσα στο όχημα**

Πρόσφατες μελέτες στην Αμερική, που έγιναν με σκοπό να διευκρινισθούν ποια μήκη κύματος είναι κρίσιμα, σε σχέση με την άνεση, έχουν καταλήξει, μετά από συσχετίσεις του «ενεργειακού φάσματος» του προφίλ της οδού και της κατάταξης ως προς την άνεση από ομάδα, ότι καθοριστική είναι η μικρή περιοχή ομαλότητας ( $0.5 <\lambda> 3 \text{ M}$ ). Κάτω από  $0.5 \text{ M}$  η συσχέτιση δεν είναι σαφής και αυτό ίσως να συμβαίνει είτε διότι η επιρροή των ανωμαλιών στο δημιουργούμενο δυσάρεστο αίσθημα είναι μικρότερη, είτε λόγω

προσέγγισης στο κάτω όριο ευαισθησίας του χρησιμοποιηθέντος προφιλόμετρου.

#### **1.2.4 Κριτήρια βελτιστοποίησης επιφανειακών χαρακτηριστικών**

Στα προηγούμενα είδαμε τα διάφορα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του δρόμου σε σχέση με τη συμπεριφορά του οχήματος και έγινε συσχέτιση με αυτά και κατάταξη των κατά μήκος ανωμαλιών του προφίλ του οδοστρώματος.

Με τη νέα κατάταξη που έγινε δυνατή μετά την εξέλιξη των μηχανημάτων μέτρησης της ομαλότητας ( PROFILOMETERS ), διευκρινίστηκε ο ρόλος που παίζει κάθε περιοχή ανωμαλιών και πολλές ανεπιθύμητες ιδιότητες που προηγούμενα αποδίδονταν στη μακροϋφή ( αντίσταση στη κύλιση, δονήσεις ) τώρα αποδείχθηκε ότι οφείλονται στη μεγαϋφή.

Έτσι, είναι δυνατή, θεωρητικά, μία βελτιστοποίηση των επιφανειακών χαρακτηριστικών, με τη θέσπιση απαιτήσεων σε σχέση με την αποφυγή των δύο κατηγοριών επιφανειακών ανωμαλιών ( μεγαϋφής και ανωμαλότητας ) και την παρουσία δύο άλλων ( μικροϋφής και μακροϋφής ).

Στην πράξη, βέβαια, το πρόβλημα της βελτιστοποίησης τίθεται μάλλον στην επιλογή μεταξύ των διαφόρων διαθέσιμων τεχνικών κατασκευής επιφανειακών στρώσεων και των διαθέσιμων ( σκληρών ) αδρανών υλικών.

Στις επιλογές αυτές δεν θα πρέπει να υπάρχει μόνο σαν κριτήριο η βελτιστοποίηση των επιφανειακών χαρακτηριστικών, αλλά θα πρέπει εξίσου να λαμβάνονται υπόψη και τα εξής: το κόστος των υλικών και της μεθόδου κατασκευής, η αναμενόμενη εξέλιξη με το χρόνο των επιφανειακών χαρακτηριστικών σε σχέση με τον αναμενόμενο κυκλοφοριακό φόρτο, η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος ή μάλλον της επιφανειακής στρώσης μέχρι την προβλεπόμενη επανεπίστρωση, τα διαθέσιμα υλικά και ο εξοπλισμός για την κατασκευή του οδοστρώματος.

## **2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ**

### **2.1 Γενικά**

Η διάκριση μεταξύ των επιφανειακών στρώσεων των οδοστρωμάτων σε «κοινές» και «αντιολισθηρές» έχει σχέση με τη χρήση ή όχι σ' αυτές σκληρών μη ασβεστολιθικών αδρανών υλικών.

Στην ουσία βέβαια, ο όρος «αντιολισθηρή» στρώση θα έπρεπε να αναφέρεται στην επίτευξη και τη διατήρηση ή όχι, σε σχέση με το συσσωρευμένο κυκλοφοριακό φόρτο, των αντιολισθηρών ιδιοτήτων της επιφάνειας, δηλαδή επαρκούς αντίστασης στην ολίσθηση σε όλες τις αναπτυσσόμενες ταχύτητες.

Το βασικό κριτήριο στην επιλογή «κοινής» ή «αντιολισθηρής» στρώσης στις νέες κατασκευές πρέπει να είναι ο προβλεπόμενος κυκλοφοριακός φόρτος και οι προβλεπόμενες ταχύτητες.

Οι κυριότερες γνωστές μέθοδοι κατασκευής που εφαρμόζονται διεθνώς στην κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας στους σημαντικούς δρόμους είναι οι εξής:

- Το ασφαλικό σκυρόδεμα
- Οι πορώδης τάπητες
- Η μέθοδος έμπηξης ψηφίδων
- Οι λεπτοτάπητες από θερμό ασφαλτόμιγμα
- Ο σφραγιστικός ασφαλτοπολτός (SLURRY SEAL)
- Οι επιφανειακές επαλείψεις (SURFACE DRESSINGS)

Στη χώρα μας έχουν δοκιμαστεί σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα όλες σχεδόν οι μέθοδοι, εκτός των «θερμών λεπτοταπήτων», έχει όμως επικρατήσει τα τελευταία χρόνια να γίνεται αποκλειστική σχεδόν χρήση της μεθόδου έμπηξης των ψηφίδων με εξαίρεση την εφαρμογή, σε περιορισμένη κλίμακα του.

Ο λόγος γι' αυτό είναι οι περιορισμένες ποσότητες σκληρού αδρανούς (ψηφίδων) που απαιτούνται (περίπου 7-10 KG/M<sup>2</sup>) σε σύγκριση με τις ποσότητες που απαιτεί η κατασκευή αντιολισθηρού τάπητα από ασφαλτικό σκυρόδεμα με το σύνολο ή μέρος των αδρανών από σκληρό υλικό.

Τα μειονεκτήματα που έχουν διαπιστωθεί από τη χρήση της μεθόδου έμπηξης ψηφίδων, συνοπτικά, είναι τα εξής:

- ➔ ανομοιόμορφη επιφάνεια κυλίσεως
- ➔ γρήγορη πτώση του συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση
- ➔ ανώμαλη επιφάνεια
- ➔ ανεπαρκής συνήθως συμπίκνωση (λόγω μη τήρησης θερμοκρασιών) της επιφανειακής στρώσης
- ➔ δημιουργία θορύβου

## **2.2 Υλικά κατασκευής**

### **2.2.1 Ασφαλτικό συνδετικό**

Το κυρίως χρησιμοποιούμενο συνδετικό για τις κανονικού πάχους ασφαλτικές στρώσεις κυκλοφορίας, στις περισσότερες χώρες, εξακολουθεί να είναι η καθαρή άσφαλτος, λόγω του χαμηλού κόστους της. Παραλλαγές υπάρχουν ως προς τον χρησιμοποιούμενο τύπο της ασφάλτου (40/50, 60/70 ή 80/100) και τη χρήση ή όχι μιγμάτων πίσσας και ασφάλτου.

Στη χώρα μας η αποκλειστική σχεδόν μέχρι τώρα χρήση της ασφάλτου τύπου 80/100 έχει δημιουργήσει προβλήματα, λόγω του θερμού κλίματος, τα οποία επιτείνουν το πρόβλημα της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων που υπάρχει γενικά λόγω της χρήσης ασβεστολιθικών αδρανών υλικών. Τα προβλήματα παρουσιάζονται κυρίως με τις εκτεταμένες εξιδρώσεις στους παλαιούς ασφαλτοτάπητες και τις πλαστικές παραμορφώσεις που παρατηρούνται κυρίως μέσα στις πόλεις .

Χώρες με αναλογικό κλίμα (Γαλλία) έχουν μετακινηθεί σε σκληρότερους τύπους ασφάλτου, αρχικά 40/50 και αφού δοκίμασαν άλλου είδους προβλήματα (από φθορές λόγω κόπωσης) κατέληξαν στη χρήση καθαρής ασφάλτου τύπου 60/70 ως του βασικού τύπου για το μεγαλύτερο ποσοστό των κατασκευών επιφανειακών και λοιπών στρώσεων.

Στη προσπάθεια βελτίωσης της συμπεριφοράς των οδοστρωμάτων στους συνεχώς αυξανόμενους κυκλοφοριακούς έχει δοκιμασθεί η χρήση διαφόρων πρόσθετων βελτιωτικών στις ασφάλτους στις εξής κυρίως περιπτώσεις:

Στις επιστρώσεις γεφυρών, στις ειδικές επιφανειακές επαλείψεις, στους λεπτούς και πολύ λεπτούς ασφαλτοτάπητες και γενικά στις αντιολισθηρές στρώσεις. Τα κυριότερα πρόσθετα που έχουν χρησιμοποιηθεί και έχουν δώσει την πιο ικανοποιητική συμπεριφορά είναι τα εξής:

- Τα θερμοπλαστικά πολυμερή ( πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, EVA και PVC)
- Τα ελαστομερή πολυμερή ( πολυβουταδιένιο, πολυισοπρένιο, στυρένιο, βουταδιένιο )
- Τα θερμοπλαστικά ελαστομερή ( θερμοπλαστικό καουτσούκ όπως τα συμπολυμερή Στυρένιο-Βουταδιάνιο-Στυρένιο )

Οι στόχοι της ανάπτυξης των βελτιωμένων συνδετικών είναι οι εξής:

- Μία επαρκή αύξηση στο ιξώδες (σημείο μάλθωσης) στις υψηλότερες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στα οδοστρώματα για την αποφυγή πλαστικών παραμορφώσεων.
- Αύξηση στην ευκαμψία και ελαστικότητα των συνδετικών στις χαμηλές θερμοκρασίες για την αποφυγή δημιουργίας ρηγματώσεων και απώλεια ψηφίδων.
- Μια βελτίωση στα χαρακτηριστικά αντοχής σε κόπωση των συνδετικών αυτών και των σχετικών ασφαλτομιγμάτων.
- Μια βελτίωση στα χαρακτηριστικά αντοχής σε κόπωση των συνδετικών αυτών και των σχετικών ασφαλτομιγμάτων.
- Η ομοιογένεια, σταθερότητα στις υψηλές θερμοκρασίες και αντίσταση στη γήρανση, μπορεί να βελτιωθούν, βοηθώντας έτσι στη μείωση της σκλήρυνσης, των συνδετικών κατά την ανάμιξη και την διάστρωση.

Εκτός από τα παραπάνω πολυμερή πρόσθετα, για τα οποία παρουσιάζεται τελευταία μεγάλο ενδιαφέρον και βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στις παλιές επιφανειακές στρώσεις (Γαλλία, Γερμανία κ.λ.π.) έχουν δοκιμαστεί κατά καιρούς ποικιλίες προσθέτων ουσιών με στόχο τη βελτίωση της συμπεριφοράς του ασφαλτικού σκυροδέματος. Οι κυριότερες απ' αυτές είναι:

1. Ορυκτά φύλλα (παιπάλη, υδράσβεστος, τσιμέντο πόρτλαντ, αιθάλη, θειάφι)
2. Ίνες (αμιάντου, συνθετικές κ.λ.π.)
3. Οξειδωτικά (άλατα μαγγανίου κ.λ.π.)
4. Αντιοξειδωτικά (ενώσεις μολύβδου, άνθρακας, άλατα ασβεστίου)
5. Υδρογονάνθρακες (έλαια ανακύκλωσης, αναγεννητικά κ.λ.π.)
6. Αντιυδροφιλα (αμίνες, υδράσβεστος)

### **2.2.2 Τα αδρανή υλικά**

Πρωταρχικός παράγοντας στην επίτευξη και διατήρηση, σε σχέση με το χρόνο και τη κυκλοφορία, ικανοποιητικών αντιολισθηρών ιδιοτήτων στις επιφανειακές στρώσεις είναι το αδρανές υλικό, από τις μηχανικές ιδιότητες του οποίου εξαρτάται η μακροϋφή και η μικροϋφή της επιφάνειας του οδοστρώματος.

Η μικροϋφή της επιφάνειας παρέχεται κυρίως από τη μικροταχύτητα των κόκκων του αδρανούς υλικού η οποία εξαρτάται από τα πετρογραφικά χαρακτηριστικά του πετρώματος: την ορυκτολογική του σύνθεση, την σκληρότητα, το μέγεθος και το σχήμα των κρυστάλλων, τη συνοχή μεταξύ των κόκκων, το πορώδες και την διαφορική σκληρότητα μεταξύ των ορυκτολογικών συστατικών. Σημασία έχει η διατήρηση σε σχέση με το χρόνο και τη μικροκυκλοφορία αυτής της μικροταχύτητας των κόκκων δηλαδή της μικροϋφής.

Η ιδιότητα αυτή λέγεται «Αντίσταση του αδρανούς υλικού στη στίλβωση» και προσδιορίζεται σύμφωνα με τη Βρετανική πρότυπη μέθοδο B.S.812.

Η δεύτερη χαρακτηριστική μηχανική ιδιότητα του αδρανούς, που είναι επίσης απαραίτητη για τις αντιολισθηρές στρώσεις, είναι η «Ανοχή σε απότριψη» από την οποία εξαρτάται η διατήρηση της μακροϋφής του οδοστρώματος, σε σχέση με το χρόνο και την κυκλοφορία.

Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται κυρίως από την σκληρότητα των κόκκων του αδρανούς και τη συνεκτικότητα μεταξύ τους και εκτιμάται κυρίως με την πρότυπη Βρετανική μέθοδος «AGREGATE ABRASION VALUE» (AAV).

Η αρχική μακροϋφή ή μικροταχύτητα της επιφάνειας του οδοστρώματος εξαρτάται από το μέγεθος των αδρανών και τη σχετική αναλογία χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου υλικού δηλαδή τη μελέτη συνθέσεως και το τύπο του ασφαλτομίγματος.

Ο πίνακας περιλαμβάνει τις χαρακτηριστικές μηχανικές ιδιότητες των κυριοτέρων αδρανών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αντιολισθηρές

κατασκευές στην Ελλάδα ή παρουσιάζουν κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Εκτός από αυτά έχουν εντοπιστεί και αρκετές άλλες εμφανίσεις σκληρών πετρωμάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή σκληρών αδρανών υλικών.

## **2.3 Ασφαλικό σκυρόδεμα**

### **2.3.1 Ορισμός**

Ο όρος «ασφαλικό σκυρόδεμα» εφαρμόζεται σε όλα τα «εν θερμώ» παραγόμενα και «εν θερμώ» διαστρωνόμενα και κυλινδρούμενα ασφαλικά μίγματα και διακρίνεται σύμφωνα με τη διαβάθμισή τους ή τα περιεχόμενα κενά αέρος ως κλειστού τύπου, ανοικτού τύπου ή πορώδη:

- κλειστού τύπου με κενά αέρος <5%
- ανοικτού τύπου με κενά αέρος μεταξύ 5 και 15%
- πορώδη με κενά αέρος > 15%

Οι στρώσεις κυκλοφορίας από ασφαλικό σκυρόδεμα διακρίνονται επίσης ανάλογα με το πάχος τους ως:

- κανονικές στρώσεις > 40MM
- λεπτές στρώσεις 20 έως 40 MM
- πολύ λεπτές στρώσεις ≤ 20MM

Από τους παραπάνω τύπους οι πορώδεις τάπητες και οι λεπτές και πολύ λεπτές στρώσεις εξετάζονται χωριστά επειδή παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στην σύνθεση και την κατασκευή τους.



### 2.3.2 Ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού ή ανοικτού τύπου

Αποτελεί, διεθνώς, τον ευρύτερα χρησιμοποιούμενο τύπο ασφαλτομίγματος λόγω της ανθεκτικότητας του ως προς το χρόνο και των υψηλών μηχανικών ιδιοτήτων που παρουσιάζει με σύγκριση με υπόλοιπους τύπους ασφαλτομιγμάτων.

Οι μικρές παραλλαγές που παρατηρούνται αφορούν κυρίως την κοκκομετρική διαβάθμιση (συνεχής ή ασυνεχής) τον μέγιστο κόκκο, τα εφαρμοζόμενα πάχη και τη μελέτη συνθέσεως. Τα χρησιμοποιούμενα συνθετικά είναι καθαρή άσφαλτος τύπων 40/50, 60/70 ή 80/100 ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, πίσσα ή μίγματα πίσσας/ ασφάλτου καθώς και βελτιωμένη άσφαλτος.

Ως προς τα επιταχυνόμενα επιφανειακά χαρακτηριστικά (μικροϋφή και μακροϋφή) αυτά εξαρτώνται από το χρησιμοποιούμενο αδρανές και τη κοκκομετρική του σύνθεση. Χρησιμοποιείται συνήθως μίγμα αδρανών, όπως στη χώρα μας, για λόγους οικονομίας, με το χονδρόκοκκο κλάσμα (π.χ πάνω από 2 ή 5 MM) από σκληρό αδρανές υλικό και το λεπτόκοκκο κλάσμα από ασβεστολιθική ή φυσική άμμο. Ο λόγος γι 'αυτό είναι διότι αφενός το λεπτόκοκκο κλάσμα έχει πολύ μικρή επίπτωση στις επιτυγχάνόμενες αντιστοιχισθρές ιδιότητες, αφετέρου διότι διευκολύνεται η συμπύκνωση του μίγματος.

Το μόνο, ίσως, μειονέκτημα του κλειστού τύπου ασφαλτικού σκυροδέματος είναι το ότι δεν επιτυγχάνεται επαρκής μακροϋφή καθώς επίσης και το ότι υπάρχει η τάση, μετά από βαριά κυκλοφορία, να παρουσιάζονται εξιδρώσεις. Και τα δυο μειονεκτήματα αντιμετωπίζονται με την χρήση ανοικτότερων τύπων ασφαλτικού σκυροδέματος (κενά >5%)

Μια ενδιαφέρουσα παραλλαγή με στόχο τη βελτίωση της μακροϋφής του κλειστού τύπου ασφαλτικού σκυροδέματος, αποτελεί η εφαρμοζόμενη στο Βέλγιο μέθοδος της διανομής στην επιφάνεια, πριν από την συμπύκνωση, προεπαλειμένων ψηφίδων μεγέθους 4/7 MM σε ποσότητα 1,5 έως 2 KG/M<sup>2</sup>.

## 2.4 Πορώδης τάπητες

Σε σύγκριση με το «κλασσικό» ασφαλτικό σκυρόδεμα τα πορώδη ασφαλτομίγματα διαφέρουν στα εξής:

- ➔ στο ποσοστό κενών >20%
- ➔ στο πάχος υμένα του συνθετικού
- ➔ στο πάχος της στρώσεως (2 έως 4 CM)

Ο ρόλος των αυξημένων κενών είναι να αποστραγγίζουν το νερό της βροχής και να αποχετεύουν μέσω της αδιαπέρατης υποκείμενης στρώσης στα άκρα του οδοστρώματος. Ο λόγος για το παχύτερο υμένα είναι για την βελτίωση της ανθεκτικότητας και της συνοχής των κόκκων επειδή ο ρυθμός οξείδωσης του συνθετικού, λόγω των κενών του μίγματος είναι αυξημένος.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι πορώδεις τάπητες είναι συνοπτικά τα εξής:

- ➔ μείωση του κινδύνου υδρολίσθησης
- ➔ διατήρηση της αντίστασης στην ολίσθηση χωρίς πτώση στις υψηλές ταχύτητες
- ➔ καλύτερη ορατότητα λόγω μείωσης του πιτσιλίσματος και της διασποράς του νερού της βροχής
- ➔ βελτίωση της ορατότητας των διαγραμμίσεων

- μείωση του θαμπώματος και της ανάκλασης τη νύχτα
- μείωση του θορύβου επαφής λάστιχου / οδοστρώματος
- σημαντική μείωση της αντίστασης στη κύλιση λόγω του είδους της επιτυγχανόμενης μακροϋφής (αρνητική μακροϋφή)

Τα κυριότερα αφετέρου μειονεκτήματα είναι τα εξής:

- μειωμένος χρόνος ζωής σε σύγκριση με τα ασφαλτοσκυροδέματα κλειστού τύπου ( π.χ. περίπου 10 χρόνια)
- μείωση με το χρόνο των κενών με αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας αποστράγγισης του νερού
- μειωμένη φέρουσα ικανότητα
- απαίτηση για ικανοποιητική ομαλότητα, εγκάρσια κλίση και στεγανότητα της υποκείμενης στρώσης

Λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων τους οι πορώδεις τάπητες βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή σε πολλές χώρες και γίνεται προσπάθεια για την βελτίωση της συμπεριφοράς τους και την βελτίωση του χρόνου ζωής με τη χρήση βελτιωμένων συνδετικών και την έρευνα επί των εφαρμοζόμενων μεθόδων μελέτης σύνθεσής τους.

## **2.5 Μέθοδος έμψηξης ψηφίδων**

Η μέθοδος της έμψηξης προεπαλειμένων με άσφαλο και σχεδόν ισόκοκκων ψηφίδων στην επιφάνεια του οδοστρώματος για τη βελτίωση των αντιστοιχισθρών του ιδιοτήτων αναπτύχθηκε αρχικά στη Μ. Βρετανία (από το 1930) και αργότερα σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Βέλγιο) επειδή τα ασφαλτομίγματα που χρησιμοποιούσαν εκεί για τις επιφανειακές στρώσεις

(π.χ. HOT ROLLED ASPHALT στην Αγγλία), λόγω της σύνθεσης τους, (μεγάλο ποσοστό λεπτοκόκκου αδρανούς και πλούσια σε ασφαλτικό συνδετικό) έδιναν λείες επιφάνειες. Αρχικά, δηλαδή, στις χώρες αυτές εδίδετο μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την εξασφάλιση της στεγανότητας του οδοστρώματος παρά για την επίτευξη επιφανειακής μακροϋφής. Σταδιακά η μέθοδος εφαρμόστηκε και για την βελτίωση των επιφανειών του κλειστού τύπου ασφαλτικού σκυροδέματος,

Το σημαντικό πλεονέκτημα που παρουσιάζει είναι ότι σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν ή κοστίζουν ακριβά τα σκληρά αδρανή υλικά, συνήθως κυρίως σε περιοχές όπου επικρατούν τα ασβεστολιθικά πετρώματα, οι απαιτούμενες ποσότητες για αδρανή ανωτέρας ποιότητας είναι μειωμένες.

Για παράδειγμα, για ψηφίδες μεγέθους 10/14 MM η απαιτούμενη ποσότητα είναι 6 έως 8 KG/M<sup>2</sup>. Με την επιλογή του μεγέθους των ψηφίδων (π.χ. 6/10, 10/14 ή 14/20 MM) είναι δυνατή η ρύθμιση της επιθυμητής μακροϋφής ανάλογα με τις προβλεπόμενες ταχύτητες,

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου, από τη χρήση στη χώρα μας, αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο. Σε σύγκριση με το ασφαλτικό σκυρόδεμα η πρόσθετη διαδικασία διανομής και έμπηξης των ψηφίδων καταλήγει σε αποκλίσεις από τις απαιτήσεις σε ΠΤΠ (θερμοκρασία συμύκνωσης, ομαλότητα κ.λ.π.). Επιπλέον λόγω μη επιμελημένης προεργασίας βαψίματος των ψηφίδων και επαρκούς πυκνότητας κατανομής η επιφάνεια που συνήθως προκύπτει παρουσιάζει ανομοιομορφία.

Τα παραπάνω μπορούν να βελτιωθούν εάν τηρούνται σχολαστικά οι απαιτήσεις των ΠΤΠ και γίνεται συστηματικός ποιοτικός έλεγχος.

## **2.6 Λεπτοτάπητες από θερμό ασφαλτόμιγμα**

Ανάλογη διάδοση και ενδιαφέρον με τους πορώδης τάπητες βρίσκουν τα τελευταία χρόνια σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία) και οι λεπτές (<2CM) επιστρώσεις από θερμό ασφαλτόμιγμα.

Οι επιστρώσεις αυτές γίνονται σε αστικούς αλλά και υπεραστικούς δρόμους με βαριά κυκλοφορία για την αποκατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος κυρίως παρά για την ενίσχυση του, επειδή οι υπάρχουσες κατασκευές έχουν ήδη υπερεπάρκεια φέρουσας ικανότητας από τις υποκείμενες στρώσεις.

Εκτός από κάποια οικονομία σε υλικά με τις λεπτές στρώσεις αποφεύγονται έκτακτες δαπάνες για τις προσαρμογές με τις παράπλευρες κατασκευές του δρόμου ενώ εξασφαλίζονται ικανοποιητικά επιφανειακά χαρακτηριστικά ιδιαίτερα με τους τύπους ασυνεχούς διαβάθμισης οι οποίοι δίνουν επιφάνεια με επαρκή μακροϋφή και προσομοιάζουσα με την επιφάνεια των πορωδών ταπήτων.

Επιπλέον, με τα βελτιωμένα με πολυμερή συνδετικά που χρησιμοποιούν και άλλα πρόσθετα όπως ίνες ( αμιάντου ή συνδετικές ), επιτυγχάνονται αυξημένα μηχανικά χαρακτηριστικά (αποχή σε κόπωση κ.λ.π.), ανθεκτικότητα ως προς το χρόνο και ικανοποιητικό εργάσιμο λόγω του αυξημένου ποσοστού συνδετικού (π.χ. 6 έως 7 %) που επιτρέπει η παρουσία των ινών.

Οι εφαρμοζόμενοι τύποι διαφέρουν ως προς τα εξής:

- το μέγεθος των αδρανών (0/6, 0/8, 0/10 ή 0/11)
- τη κοκκομετρική διαβάθμιση (συνεχή ή ασυνεχή)
- τον τύπο και το ποσοστό του συνδετικού
- τα χρησιμοποιούμενα πρόσθετα (ίνες κ.λ.π.)
- το εφαρμοζόμενο πάχος

Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας στη συμπεριφορά και ανθεκτικότητα των λεπτών επιστρώσεων είναι η εξασφάλιση επαρκούς πρόσφυσης με την

υποκείμενη στρώση. Αυτό γίνεται με την επιλογή του κατάλληλου τύπου συνδετικού και της ποσότητας για την συγκολλητική επάλειψη και την προεργασία της επιφάνειας (φρεζάρισμα, καθάρισμα) αν απαιτείται.

## **2.7 Σφραγιστικός ασφαλτοπολτός (SLURRY SEAL)**

Ο χρησιμοποιούμενος για αντιολισθηρές στρώσεις σφραγιστικός ασφαλτοπολτός (SLURRY SEAL) είναι μίγμα σκληρού λεπτόκοκκου αδρανούς (0/6, 0/8 ή 0/10) βελτιωμένου με ελαστομερή πρόσθετα κατιονικού γαλακτώματος και διαφόρων σταθεροποιητικών πρόσθετων για τη ρύθμιση του χρόνου διάσπασης του γαλακτώματος.

Αποτελεί την εξέλιξη του σφραγιστικού ασφαλτοπολτού που χρησιμοποιείται από 30 και πλέον ετών ( στις Η.Π.Α. και αλλού) για την συντήρηση (σφράγιση ρωγμών) κυρίως των δρόμων με ελαφρά κυκλοφορία. Η βελτίωση των γαλακτωμάτων και των μηχανημάτων ανάμιξης-διάστρωσης επέτρεψε τη χρήση του SLURRY σε δρόμους με βαρύτερη κυκλοφορία.

Η χρησιμοποιούμενη εξάλλου, σταδιακά, αδρανών με μεγαλύτερο μέγιστο κόκκο (0/10 έως και 0/14 MM) και με καλύτερες μηχανικές ιδιότητες (αντίσταση στη στίλβωση και απότριψη) έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς τις αντιολισθηρές ιδιότητες (υψηλές τιμές αντίστασης σε ολίσθηση, ικανοποιητική μακροϋφή).

Συνήθως το SLURRY εφαρμόζεται σε μία στρώση σε ποσότητα περίπου  $15 \text{ KG/M}^2$  με διαβάθμιση αδρανών συνεχή ή ασυνεχή και με τη προσθήκη σε ορισμένες περιπτώσεις συνθετικών ινών σε ποσοστό 0,1 έως 0,2 %.

Μια άλλη παραλλαγή είναι η εφαρμογή σε δύο στρώσεις. Η πρώτη με μίγμα 0/4 MM και μετά 2-3 ημέρες εφαρμόζεται η δεύτερη στρώση με μίγμα 0/10 MM σε ποσότητα 14-16  $\text{KG/M}^2$ . Το συνολικό πάχος είναι περίπου 1,5MM. Έτσι εξασφαλίζεται και καλύτερη σφράγιση της υποκείμενης στρώσης και επαρκής μακροϋφής της τελικής επιφάνειας.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ταχύτητα κατασκευής και το ότι δεν απαιτεί μόνιμη εγκατάσταση για την παραγωγή του μίγματος.

Επιφυλάξεις υπάρχουν επίσης ως προς το χρόνο ζωής του SLURRY ιδίως σε βαριάς κυκλοφορίας.

Μια διεθνής ιδιαιτερότητα το SLURRY, σε σχέση με τους άλλους τύπους κατασκευών, είναι ότι η μελέτη και οι λεπτομέρειες της σύνθεσης του (συνταγή), κυρίως ως προς το είδος και ποσοστά προσθέτων, ανήκουν αποκλειστικά στον κατασκευαστή.

## **2.8 Επιφανειακές επαλείψεις**

Η μέθοδος των επιφανειακών επαλείψεων είναι μια παλιά τεχνική, ευρύτατα διαδεδομένη στις περισσότερες χώρες με διάφορες παραλλαγές και συνηθέστερη εφαρμογή σε δευτερεύοντες δρόμους, όπως στην χώρα μας (μόνη ή διπλή σφραγιστική επάλειψη).

Το κυριότερο πλεονέκτημά της είναι ότι έχει χαμηλό κόστος επειδή είναι απλή στην εφαρμογή και γίνεται επιτόπου χωρίς την χρήση μόνιμης εγκατάστασης παραγωγής ασφαλτομίγματος.

Η ανάγκη για επεμβάσεις σε με βαρύτερη κυκλοφορία για την αποκατάσταση κυρίως της αντίστασης στην ολίσθηση έχει συντείνει στη βελτίωση της μεθόδου με τη χρήση βελτιωμένων συνδετικών και ειδικών μηχανημάτων κατασκευής (διασποράς ψηφίδων και συνδετικού). Η επιτυχία σ' αυτές τις περιπτώσεις εξαρτάται από τη δυνατότητα ελέγχου και την ακρίβεια σε όλες τις διαδικασίες κατασκευής.

- διανομείς συνδετικού με δυνατότητα ρύθμισης με ακρίβεια (π.χ. με μικροϋπολογιστή από τη θέση του οδηγού) του συστήματος διανομής

ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες: πλάτος διανομής, ιξώδες συνδετικού, ταχύτητα οχήματος,

- ➔ διανομείς ψηφίδων αυτοκινούμενοι παρά διανομείς προσαρμοσμένοι στο πίσω μέρος ενός φορτηγού.
- ➔ συμπίκνωση με ελαστιχοφόρο οδοστρωτήρα ή συνδυασμό χαλύβδινων κυλίνδρων και ελαστικών τροχών.
- ➔ απομάκρυνση της περίσσειας των ψηφίδων με συνδυασμό σκουπίσματος και αναρρόφηση με κενό.

Οι κυριότερες παραλλαγές της μεθόδου είναι οι εξής:

- ➔ απλή επάλειψη: μονή διανομή συνδετικού ακολουθούμενη από μονή διασπορά ψηφίδων
- ➔ διπλή επάλειψη: η προηγούμενη διαδικασία δυο φορές. Δηλαδή καθεμία από τις δυο διανομές συνθετικού ακολουθείται από μία ξεχωριστή διασπορά ψηφίδων διαφορετικού ονομαστικού μεγέθους.
- ➔ επιφανειακή επάλειψη με μία εφαρμογή συνδετικού και δυο εφαρμογές ψηφίδων διαφορετικού ονομαστικού μεγέθους.
- ➔ μονή επάλειψη σάντουιτς: μία εφαρμογή συνδετικού μεταξύ δύο διασπορών ψηφίδων.

Προηγείται η διασπορά των ψηφίδων μεγαλύτερου μεγέθους (π.χ. 10/14), ακολουθεί διανομή συνθετικού (π.χ. θερμής βελτιωμένης με πολυμερή ασφάλτου σε ποσότητα 1 έως 1,45 KG/M<sup>2</sup>) και δεύτερη διασπορά λεπτότερων (π.χ. 4/7) ψηφίδων.

Χαρακτηριστικό των επιφανειακών επαλείψεων είναι ότι με τη χρησιμοποίηση των αδρανών υλικών με επαρκή μηχανικά χαρακτηριστικά (αντίσταση στη στίλβωση και απότριψη ) δίνουν επιφάνειες με υψηλές τιμές



αντίστασης στην ολίσθηση και μακροϋφή αλλά με το μειονέκτημα του μειωμένου σχετικά χρόνου ζωής.

Μια άλλη παραλλαγή της μεθόδου αυτής, που έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία για την βελτίωση της αντίστασης στην ολίσθηση σε «δύσκολες» θέσεις με υψηλή κυκλοφορία χωρίς την ανάγκη μακροχρόνιας διακοπής της κυκλοφορίας, είναι η χρησιμοποίηση ως συνδετικού βελτιωμένης με ρητίνες ασφάλτου και ψηφίδων από «πεφρυγμένο» βωξίτη ή άλλο αδρανές με αντίστοιχες ιδιότητες. Η μέθοδος γνωστή σαν SHELLGRIP ή SPRAYGRIP, είναι αρκετά δαπανηρή και έχει εφαρμοστεί σε διάφορες χώρες κυρίως σε κόμβους, διασταυρώσεις, γέφυρες, προσεγγίσεις διοδίων και άλλες επικίνδυνες θέσεις.

### **3. Μέθοδοι δημιουργίας Αντιολισθηρής επιφάνειας στα οδοστρώματα από σκυρόδεμα**

#### **3.1 Μέθοδοι δημιουργίας αντιολισθηρών επιφανειών στα οδοστρώματα από μπετόν**

Στα συνήθη οδοστρώματα σκυροδέματος οι αντιολισθηρές ιδιότητες προσδίδονται από το λεπτόκοκκο κλάσμα των αδρανών σε αντίθεση με τα ασφαλτικά οδοστρώματα στα οποία το σπουδαιότερο ρόλο παίζει το χονδρόκοκκο κλάσμα.

Ο λόγος γι αυτό είναι ότι στη νέα επιφάνεια του σκυροδέματος επικρατεί το αμμοτσιμεντοκονίαμα το οποίο για τις συνήθως υψηλές αντοχές των οδοστρωμάτων σκυροδέματος, παρουσιάζει σημαντική αντοχή στη φθορά από τη κυκλοφορία και μόνο μικρό ποσοστό του χονδρόκοκκου αδρανούς εμφανίζεται σταδιακά.

Έτσι, η μικροϋφή της επιφάνειας του σκυροδέματος προσδιορίζεται κυρίως από την αντίσταση σε στίλβωση και φθορά του λεπτόκοκκου αδρανούς και μάλιστα, όπως έδειξε σχετική έρευνα στην Ελλάδα, το σημαντικότερο ρόλο στον επιτυγχανόμενο συντελεστή τριβής παίζει ορισμένη περιοχή κόκκων (π.χ. 0,3-1,16MM). Αυτό είναι σημαντικό γιατί επιτρέπει τη χρησιμοποίηση ασβεστολιθικών αδρανών, που παρουσιάζουν εξαιρετική συμπεριφορά ως προς την αντοχή και τις θερμικές ιδιότητες του σκυροδέματος και μπορεί να γίνει μικρή μόνο προσθήκη σκληρών κόκκων (π.χ. σμυρίδα) οι οποίοι θα συμβάλλουν σημαντικά στις αντλιοσθηρές ιδιότητες.

Τα παραπάνω, δηλαδή η σπουδαιότητα του λεπτόκοκκου αδρανούς, δεν ισχύουν στις περιπτώσεις επιφανειακής επεξεργασίας του σκυροδέματος με τη μέθοδο έμπηξης ψηφίδων και τη μέθοδο απογύμνωσης (ξεπλύματος) του χονδρόκοκκου αδρανούς, στις οποίες η μικροϋφή της επιφάνειας παρέχεται σχεδόν αποκλειστικά από την μικροϋφή των ψηφίδων που εμπηγνύονται ή των αδρανών που αποκαλύπτονται.

Εκτός από τις δυο προηγούμενες ειδικές επεξεργασίες η μακροϋφή της επιφάνειας εξασφαλίζεται με διάφορες επεξεργασίες στο νωπό σκυρόδεμα. Συνοπτικά οι μέθοδοι που έχουν εφαρμοστεί για την πρόσδοση των αντλιοσθηρών ιδιοτήτων στα οδοστρώματα από μπετόν είναι οι εξής:

- *Βούρτσισμα ή αυλάκωση του νωπού σκυροδέματος*
- *Αυλακώσεις, απόξεση ή φρεζάρισμα στο σκληρυμένο σκυρόδεμα*
- *Έμπηξη ψηφίδων*
- *Αποκάλυψη αδρανών*
- *Κατασκευή σε δυο στρώσεις*
- *Ασφαλτικές επαλείψεις ή άλλες επιστρώσεις*

### **3.1.1 Βούρτσισμα ή αυλάκωση του νωπού σκυροδέματος**

Το βούρτσισμα γίνεται με βούρτσες (από σύρμα ή χόρτο) ή με λινάτσα, που σύρεται στη επιφάνεια του νωπού σκυροδέματος, είναι οι παλαιότερες τεχνικές που έχουν εφαρμοσθεί αλλά χωρίς ικανοποιητικά αποτελέσματα για δρόμους με βαρεία κυκλοφορία. Για τις περισσότερες αυτές, είναι προτιμότερη η δημιουργία αυλακώσεων με ειδικό μηχάνημα που ακολουθεί τη διάστρωση-συμπύκνωση.

Διάφορα σχήματα και τεχνικές έχουν εφαρμοστεί ως προς τη διεύθυνση (παράλληλα, υπό γωνία ή εγκάρσια), στο βάθος και πλάτος των αυλακώσεων και τη διάταξη τους σε κανονικές ή τυχαίες αποστάσεις για τη μείωση του δημιουργούμενου θορύβου.

### **3.1.2 Αυλακώσεις, απόξεση ή φρεζάρισμα στο σκληρυμένο σκυρόδεμα**

Ειδικές μηχανές έχουν αναπτυχθεί που λειτουργούν με περιστρεφόμενους δίσκους κοπής αυλακώσεων ή τύμπανο που φέρει ειδικά δόντια ή σφυριά (από ειδικά καρβίδια βολφραμίου).

Η πρώτη τεχνική έχει εφαρμοστεί με διάφορες παραλλαγές (κατά μήκος, εγκάρσια κ.λ.π. ) και έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα ιδίως σε διαδρόμους Α/Δ μπετόν:

Οι άλλες δύο τεχνικές για να δώσουν ικανοποιητικά ως προς το χρόνο αποτελέσματα θα πρέπει τα χονδρόκοκκα αδρανή του σκυροδέματος να έχουν τις απαιτούμενες μηχανικές ιδιότητες (αντίσταση στη στίλβωση και απότριψη.

### **3.1.3 Έμψη ψηφίδων**

Η μέθοδος αυτή είναι ανάλογη με τη μέθοδο έμπηξης ψηφίδων στο ασφαλικό σκυρόδεμα και έχει αναπτυχθεί κυρίως στο Βέλγιο και στη Γαλλία. Συνίσταται στην διασπορά και έμπηξη με δόνηση στην επιφάνεια του νωπού και συμπυκνωμένου σκυροδέματος ψηφίδων από σκληρό πέτρωμα συνήθως μεγέθους από 14/20MM, και σε ποσότητα περίπου 8-10 KG/M<sup>2</sup>. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει τη χρησιμοποίηση σε ποσοστό 100% ασβεστολιθικών αδρανών τα οποία εκτός του χαμηλού κόστους προσδίδουν καλύτερες ιδιότητες θερμικής διαστολής στο σκυρόδεμα.

#### **3.1.4 Αποκάλυψη αδρανών**

Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί κυρίως στο Βέλγιο και Δανία και συνίσταται στην απομάκρυνση με έντονο σκούπισμα του επιφανειακού αμμοτσιμεντοκονιάματος λίγο μετά την αρχή της πήξης έτσι ώστε να αποκαλυφθούν οι χονδρότεροι κόκκοι χωρίς να διαταραχθεί ο ιστός των αδρανών στη μάζα του σκυροδέματος. Συνήθως αμέσως μετά τη διάστρωση ακολουθεί διασπορά ή επιβρανδυτικού υγρού (υδατικό διάλυμα σακχάρου 15%) που ενεργεί μόνον στο επιφανειακό αμμοτσιμεντοκονίαμα. Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι απαιτείται η χρησιμοποίηση σκληρών αδρανών σε ολόκληρη τη μάζα του σκυροδέματος.

#### **3.1.5 Κατασκευή σε δυο στρώσεις**

Με τη μέθοδο αυτή η κατασκευή γίνεται σε δύο αλληπάλληλες στρώσεις που με την πήξη ενσωματώνεται σε μία ενιαία. Η επάνω στρώση έχει συνήθως το 20-25% του συνολικού πάχους και περιέχει σκληρά αδρανή υλικά για την εξασφάλιση της αντολισθηρότητας, ενώ η κάτω στρώση γίνεται συνήθως με ασβεστολιθικά ή τα τοπικά προσφερόμενα αδρανή υλικά.

### **3.1.6 Ασφαλικές επαλείψεις ή άλλες επιστρώσεις**

Η μέθοδος των επαλείψεων εφαρμόζεται συνήθως για την αποκατάσταση των επιφανειών παλαιών οδοστρωμάτων από σκυρόδεμα. Για δρόμους με βαριά κυκλοφορία απαιτείται η χρήση βελτιωμένων συνδετικών και αδρανών υλικών με αντιολισθηρές ιδιότητες και υψηλή αντοχή σε συντριβή λόγω της φύσεως του υποστρώματος. Οποιαδήποτε λεπτή ασφαλική επίστρωση μπορεί να εφαρμοστεί αρκεί να εξασφαλιστεί επαρκής πρόσφυση με την παλαιά επιφάνεια του σκυροδέματος.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΡΓΟΥ: ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ Π.Α.Θ.Ε.**

**Εργολαβία: Κατασκευή Αντιολισθηρών ταπήτων & Υπολοίπων εργασιών στα τμήματα Αθήνα – Κόρινθος, Αθήνα - Υλική**

ΣΤ-1 – ΣΤ-3

**ΣΤ-1 ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑ ΕΝ ΘΕΡΜΩ**  
**ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΤΑΙ ΣΕ ΜΟΝΙΜΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**  
**(Συμπληρώσεις Τροποποιήσεις της ΠΤΠ Α 260)**

**1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Σε σχέση με την ΠΤΠ Α260 εκδόσεως 1966 από το τ. Υ.Δ.Ε. στην παρούσα σύμβαση θα ισχύουν οι παρακάτω συμπληρώσεις - τροποποιήσεις.

**1.2 ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑ**

Τα ασφαλτικό μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ασφαλτικών βάσεων θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις της ΠΤΠ Α 260 και των συμπληρώσεων του άρθρου ΣΤ- 3.1, 3.2 ως προς το μηχανολογικό εξοπλισμό κατασκευής των στρώσεων με τις ακόλουθες προσθήκες ή μεταβολές.

(1) Η φθορά των αδρανών σε τριβή και κρούση κατά τη Μέθοδο Los Angeles

ΑΑ3ΗΤΟ : T-96 δεν πρέπει να υπερβαίνει το 28%.

(2) Η θερμοκρασία του μίγματος στη θέση διάστρωσης, για ικανοποιητική συμπύκνωση,

είναι επιθυμητό να βρίσκεται μεταξύ 140-160° C.

**1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Το πάχος της συμπυκνωμένης στρώσης ασφαλτομίγματος δεν θα είναι μικρότερο από 4 εκ. ούτε μεγαλύτερο από 10 εκ. για όλους τους τύπους κοκκομετρικής διαβάθμισης εκτός της διαβάθμισης Δ, όπου το πάχος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 9 εκ. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να διαθέτει τους κατάλληλους οδοστρωτήρες (στατικούς δίτροχους με λείους κυλίνδρους, δονητικούς ή και ελαστιχοφόρους) σε αριθμό και απόδοση

τέτοια ώστε να επιτύχει την απαιτούμενη συμπίκνωση πριν το μίγμα κρυώσει.

Για την αρχική τουλάχιστον κυλίνδρωση των εργασιών είναι υποχρεωτική η χρησιμοποίηση στατικού δίτροχου οδοστρωτήρα (ένας κύλινδρος μπροστά και ένας πίσω, βάρους 8 - 10 τόνων).

#### **1.4 ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

Για τον έλεγχο της παραγωγής του ασφαλτομίγματος ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΠΤΠ Α 260 (τύπος Α 260 Ε) και στους λοιπούς Όρους Δημοπράτησης.

Κατά τα λοιπά στη θέση διάστρωσης του ασφαλτομίγματος και για την κατασκευασμένη ασφαλική στρώση θα γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι και δοκιμές

##### **1.4.1 Θερμοκρασία ασφαλτομίγματος στη θέση διάστρωσης**

Σε κάθε παράδοση φορτίου αυτοκινήτου θα ελέγχεται ή θερμοκρασία του μίγματος, θερμοκρασία δεν επιτρέπεται να είναι κατώτερη από 130° C.H

##### **1.4.2 Δείγματοληψίες ποιοτικού ελέγχου κατασκευασμένη ασφαλικής στρώσης**

Κάθε 6000 μ<sup>2</sup> από κάθε κατασκευαζόμενη ασφαλική στρώση [πάχους σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 1.3] θα αποκόπτονται από τυχαίες θέσεις 5 πυρήνες και θα προσδιορίζονται :

- α. το πάχος στρώσης
- β. το φαινόμενο βάρος και ποσοστά κενών (ΑΑ3ΗΤΟ : T-166}
- γ. το ποσοστό ασφάλτου (ΑΑ3ΗΤΟ : T-30 ή T-164 κατά την κρίση της Υπηρεσίας).

##### **1-4.3 Βαθμός συμπίκνωσης**

Μετά τη συμπίκνωση, στο συμπυκνωμένο ασφαλτόμιγμα, ο μέσος όρος των φαινομένων βαρών των 5 πυρήνων (παρ. 1.4.2) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερος από 97% του φαινομένου βάρους που προσδιορίζεται



εργαστηριακά κατά την μέθοδο Marshall κανένας μεμονωμένος πυρήνας δεν πρέπει να έχει φαινόμενο βάρους μικρότερο του 95%,

#### **1.4.4 Ποσοστό ασφάλτου**

Οι έλεγχοι ποσοστού ασφάλτου θα γίνονται σε δύο από τους 5 πυρήνες (παρ. 1.4.2) κατά τις υποδείξεις της Υπηρεσίας.

Η Υπηρεσία μπορεί κατά την κρίση της να ελαττώσει τις δοκιμές προσδιορισμού του ποσοστού ασφάλτου εφόσον τα αποτελέσματα έχουν ικανοποιητική ομοιομορφία.

#### **1.4.5 Πυρηνικές μέθοδοι ελέγχου**

Το φαινόμενο βάρους, το ποσοστό των κενών και το ποσοστό της ασφάλτου μπορούν να προσδιορίζονται και με πυρηνικές μεθόδους, εφόσον είναι διαθέσιμα τα απαραίτητα όργανα.

### **1.5 ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

Σε περίπτωση που θα συμπυκνωθεί ασφαλική στρώση πάχους μεγαλύτερου των 6 εκ. Ανάδοχος θα πρέπει να κατασκευάσει αρχικά ένα δοκιμαστικό τμήμα μήκους μεγαλύτερο των 30 μ. και μικρότερου των 60 μ., το οποίο μπορεί να ενταχθεί στο αντικείμενο της εργολαβίας εφόσον οι έλεγχοι αποδειχθούν ικανοποιητικοί.

Στο τμήμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο ασφαλτόμιγμα και τα ίδια μηχανήματα διάστρωσης και συμπύκνωσης που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κύριου έργου της εργολαβίας. Στο τμήμα αυτό θα γίνουν όλοι οι έλεγχοι της προηγούμενης παράγραφο 1.4 σε 5 πυρήνες, ανεξάρτητα από το μέγεθος της επιφάνειας του δοκιμαστικού τμήματος και επιπλέον οι έλεγχοι επιπεδότητας που προβλέπονται στην παραγρ. 4.11 της Π.Τ.Π., 260 (όπως συμπληρώθηκαν - τροποποιήθηκαν με την παρακάτω παράγραφο 1.6). γίνει έλεγχος αν, με τον διατιθέμενο μηχανικό εξοπλισμό, τα υλικά και το προσωπικό, ο ανάδοχος μπορεί να κατασκευάσει την ασφαλική στρώση σύμφωνα με τις απαιτήσεις άρθρου αυτού, της ΠΤΠ Α 260 και των λοιπών όρων Δημοπράτησης.

## **1.6 ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ - ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 4.11**

#### **ΤΗΣ Π.Τ.Π. Α 260**

Η παράγραφος 4.11 της ΠΤΠ Α 260 συμπληρώνεται - τροποποιείται ως ακολούθως :

#### **1.6.1 Στάθμη**

Η άνω επιφάνεια που προκύπτει μετά την κατασκευή ολόκληρης της υπό έλεγχο ασφαλικής στρώσης πρέπει να ανταποκρίνεται στην επιφάνεια της μελέτης και δεν πρέπει να παρουσιάζει υψομετρικές αποκλίσεις μεγαλύτερες από  $\pm 20$  mm

#### **1.6.2 Πυκνότητα χωροσταθμικών σημείων**

Η πυκνότητα των χωροσταθμικών σημείων ελέγχου θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Χωροσταθμικά σημεία ανά διατομή : Θα χωροσταθμούνται τα χαρακτηριστικά σημεία της διατομής (άξονας διατομής ή κεντρικές οριογραμμές και άκρα διατομής) και πρόσθετα τυχόν αναγκαία σημεία σε τρόπο που η μέγιστη απόσταση μεταξύ των χωροσταθμικών σημείων στη διατομή να μην υπερβαίνει τα 5,0 μ.

- Μέγιστες αποστάσεις χωροσταθμικών σημείων μεταξύ διατομών : 10 μ.

#### **1.6.3 Ομαλότητα**

Τοπικές ανωμαλίες ή κυματισμοί, θα ελέγχονται με τον 4μετρο ευθύγραμμο πήχυ παράλληλα και κάθετα προς τον άξονα της οδού.

Σε κάθε περίπτωση, μεταξύ της κάτω επιφάνειας του πήχυ και της κάτωθεν αυτού ελεγχόμενης επιφάνειας, οι κυματισμοί (κοιλότητες) δεν πρέπει να υπερβαίνουν :

- Προκειμένου περί της άνω στρώσης της ασφαλικής βάσης : Τα 15 mm

- Προκειμένου περί των υποκείμενων στρώσεων της ασφαλικής βάσης : Τα 20 mm

Οι μετρήσεις παράλληλα προς τον άξονα θα γίνονται στο μέσον του πλάτους κάθε λωρίδας κυκλοφορίας και στο μέσον του πλάτους της Λωρίδας Έκτακτης Ανάγκης (Λ.Ε.Α.) όπου υπάρχει.

Οι μετρήσεις κάθετα προς τον άξονα θα γίνονται σε διατομές απέχουσες μεταξύ τους το πολύ 10 μ.

Η εφαρμογή του 4μετρου πήχυ θα γίνεται στα τμήματα εκείνα στα οποία υπάρχει υποψία διακυμάνσεων μεγαλύτερων από τις επιτρεπόμενες.

Όταν πρόκειται να παραδοθεί στην κυκλοφορία ασφαλική στρώση βάσης, μέχρι την κατασκευή της επόμενης στρώσης, οι μεγαλύτερου μήκους κυματισμοί και ή συνολική άνεση κυκλοφορίας στις περιπτώσεις σημαντικών έργων, θα ελέγχεται με το ομαλόμετρο τύπου BUMB-INTEGRATOR ή άλλου διεθνώς αποδεκτού τρόπου ελέγχου ομαλότητας οδοστρωμάτων. Ο δείκτης ανωμαλιών με τη μέθοδο αυτή θα πρέπει να είναι μικρότερος από 1-750 mm/km.

## **2. ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

### **2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

- (1) Σε σχέση με την ΠΤΠ Α265 εκδόσεως 1966 από το τ. Υ. Δ. Ε. στην παρούσα σύμβαση θα ισχύουν οι παρακάτω συμπληρώσεις - τροποποιήσεις.
- (2) Οι τροποποιήσεις που περιλαμβάνονται στην παρούσα προδιαγραφή θα έχουν ισχύ και στα συναφή άρθρα ΣΤ-4 και ΣΤ-3.1 και ΣΤ-3.2 της Τ.Σ.Υ., εφόσον στα εν λόγω άρθρα δεν γίνεται ιδιαίτερη διαφορετική αναφορά, οπότε θα ισχύει η τελευταία.

### **2.2 ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑ**

Τα ασφαλικό μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας και συνδετικών ή/και ισοπεδωτικών στρώσεων θα κατασκευασθεί σύμφωνα με την ΠΤΠ Α265 και των συμπληρώσεων των άρθρων ΣΤ-3.1 και ΣΤ-3.2 σχετικά με το μηχανολογικό εξοπλισμό κατασκευής των στρώσεων με τις ακόλουθες προσθήκες ή μεταβολές :

(1) Η φθορά των αδρανών σε τριβή και κρούση κατά τη Μέθοδο Los Angeles

AA5HTO : T-96 δεν πρέπει να υπερβαίνει το 28%.

(2) Η θερμοκρασία του μίγματος στις θέσεις διάστρωσης, για ικανοποιητική

συμπύκνωση, είναι επιθυμητό να βρίσκεται μεταξύ 140 - 160° C.

### **2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Το πάχος της συμπυκνωμένης στρώσης ασφαλτομίγματος δεν θα είναι μικρότερο από 4 εκ. ούτε μεγαλύτερο από 8 εκ. για όλους τους τύπους κοκκομετρικής διαβάθμισης εκτός της διαβάθμισης Δ όπου το πάχος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 9 εκ. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να διαθέτει του κατάλληλους οδοστρωτήρες (στατικούς δίτροχους με λείους κυλίνδρους, δονητικούς ή και ελαστιχοφόρους) σε αριθμό και απόδοση τέτοια ώστε να επιτύχει την απαιτούμενη συμπύκνωση πριν το μίγμα κρυώσει.

Πα την αρχική τουλάχιστον κυλίνδρωση των εργασιών είναι υποχρεωτική η χρησιμοποίηση στατικού δίτροχου οδοστρωτήρα (ένας κύλινδρος μπροστά και ένας πίσω, βάρους 8 - 10 τόνων).

### **2.4 ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

Για τον έλεγχο της παραγωγής του ασφαλτομίγματος ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΠΤΠ Α 265 και στους λοιπούς Όρους Δημοπράτησης. Κατά τα λοιπά στη θέση διάστρωσης του ασφαλτομίγματος και για την κατασκευασμένη ασφατική στρώση θα γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι και δοκιμές :

#### **2.4.1 Θερμοκρασία ασφαλτομίγματος στη θέση διάστρωσης**

Σε κάθε παράδοση φορτίου αυτοκινήτου θα ελέγχεται η θερμοκρασία του μίγματος. Η θερμοκρασία δεν επιτρέπεται να είναι κατώτερη από 130° C.

#### **2.4.2 Δειγματοληψίες ποιοτικού ελέγχου κατασκευασμένης ασφαλικής στρώσης**

Κάθε 6000 μ<sup>2</sup> από κάθε κατασκευαζόμενη ασφαλική στρώση [πάχους σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 1.3] θα αποκόπτονται από τυχαίες θέσεις πυρήνες και θα προσδιορίζονται :

- α. το πάχος στρώσης
- β. το φαινόμενο βάρος και ποσοστό κενών (AASHTO : T-166)
- γ. το ποσοστό ασφάλτου (AASHTO : T-30 ή T-164 κατά την κρίση της Υπηρεσίας).

#### **2.4.3 Βαθμός συμύκνωσης**

Μετά τη συμύκνωση, στο συμυκνωμένο ασφατικόμιγμα, ο μέσος όρος των φαινόμενων βαρών των 5 πυρήνων (παρ. ΣΤ-1.4.2) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερος από 97% του φαινόμενου βάρους που προσδιορίζεται εργαστηριακά κατά την μέθοδο Marshall και κανένας μεμονωμένος πυρήνας δεν πρέπει να έχει φαινόμενο βάρος μικρότερο του 95%.

#### **2.4.4 Ποσοστό ασφάλτου**

Οι έλεγχοι ποσοστού ασφάλτου θα γίνονται σε δύο από τους 5 πυρήνες (παρ. ΣΤ-1.4.2) κατά τις υποδείξεις της Υπηρεσίας.

Η Υπηρεσία μπορεί κατά την κρίση της να ελαττώσει τις δοκιμές προσδιορισμού του ποσοστού ασφάλτου, εφόσον τα αποτελέσματα έχουν ικανοποιητική ομοιομορφία.

#### **2.4.5 Πυρηνικές μέθοδοι ελέγχου**

Το φαινόμενο βάρος, το ποσοστό των κενών και το ποσοστό της ασφάλτου μπορούν να προσδιορίζονται και με πυρηνικές μεθόδους, εφόσον είναι διαθέσιμα τα απαραίτητα όργανα.

### **2.5 ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

Σε περίπτωση που θα συμυκνωθεί ασφαλική στρώση πάχους μεγαλύτερου των 6 εκ. ο Ανάδοχος θα πρέπει να κατασκευάσει αρχικά ένα δοκιμαστικό

τμήμα μήκους μεγαλύτερου των 30 μ. και μικρότερου των 60 μ., το οποίο μπορεί να ενταχθεί στο αντικείμενο της εργολαβίας εφόσον οι έλεγχοι αποδειχθούν ικανοποιητικοί. Στο τμήμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο ,ασφαλτόμιγμα και τα ίδια μηχανήματα διάστρωσης και συμπύκνωσης που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κύριου έργου της εργολαβίας. Στο τμήμα αυτό θα γίνουν όλοι οι έλεγχοι της προηγούμενης παράγραφου 2.4 σε 5 πυρήνες, ανεξάρτητα από το μέγεθος της επιφάνειας του δοκιμαστικού τμήματος και επιπλέον οι έλεγχοι επιπεδότητας που προβλέπονται στην παραγρ. 4.11 της Π.Τ.Π.,Α 265 (όπως συμπληρώθηκαν - τροποποιήθηκαν με την παρακάτω παράγραφο ΣΤ-2.6).Θα γίνει έλεγχος αν, με τον διατιθέμενο μηχανικό εξοπλισμό, τα υλικά και το προσωπικό,ο ανάδοχος μπορεί να κατασκευάσει την ασφαλική στρώση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου αυτού, της ΠΤΠ Α 265 και των λοιπών όρων Δημοπράτησης.

## **2.6 ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ - ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΥ 4.11 ΤΗΣ Π.Τ.Π. Α 265**

Η παράγραφος 4.11 της ΠΤΠ Α 265 συμπληρώνεται - τροποποιείται ως ακολούθως :

Η άνω επιφάνεια που προκύπτει μετά την κατασκευή ολόκληρης της υπό έλεγχο ασφαλικής στρώσης πρέπει να ανταποκρίνεται στην επιφάνεια της μελέτης και δεν πρέπει να παρουσιάζει υψομετρικές αποκλίσεις μεγαλύτερες από  $\pm 10$  mm

### **2.6.1 Πυκνότητα χωροσταθμικών σημείων**

Η πυκνότητα των χωροσταθμικών σημείων ελέγχου θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- Χωροσταθμικά σημεία ανά διατομή : θα χωροσταθμούνται τα χαρακτηριστικά σημεία

της διατομής (άξονας διατομής ή κεντρικές οριογραμμές και άκρα διατομής) και

πρόσθετα τυχόν αναγκαία σημεία σε τρόπο που η μέγιστη απόσταση μεταξύ των

χωροσταθμικών σημείων στη διατομή να μην υπερβαίνει τα 5,0 μ.

- Μέγιστες αποστάσεις χωροσταθμικών σημείων μεταξύ διατομών : 10 μ.

### **2.6.2 Ομαλότητα**

Τοπικές ανωμαλίες ή κυματισμοί θα ελέγχονται με τον 4μετρο ευθύγραμμο πήχυ παράλληλα και κάθετα προς τον άξονα της οδού.

Σε κάθε περίπτωση, μεταξύ της κάτω επιφάνειας του πήχυ και της κάτωθεν αυτού ελεγχόμενης επιφάνειας, οι κυματισμοί (κοιλότητες) δεν πρέπει να υπερβαίνουν :

- Προκειμένου περί ισοπεδωτικής / συνδετικής στρώσης : Τα 15 mm

- Προκειμένου περί της στρώσης κυκλοφορίας : Τα 10 mm

Οι μετρήσεις παράλληλα προς τον άξονα θα γίνονται στο μέσον του πλάτους κάθε λωρίδας κυκλοφορίας και στο μέσον του πλάτους της Λωρίδας Έκτακτης Ανάγκης (Λ.Ε.Α.) όπου υπάρχει.

Οι μετρήσεις κάθετα προς τον άξονα θα γίνονται σε διατομές απέχουσες μεταξύ τους το πολύ 10 μ.

Η εφαρμογή του 4μετρου πήχυ θα γίνεται στα τμήματα εκείνα στα οποία υπάρχει υποψία διακυμάνσεων μεγαλύτερων από τις επιτρεπόμενες.

Οι μεγαλύτερου μήκους κυματισμοί και η συνολική άνεση κυκλοφορίας, στις περιπτώσεις σημαντικών έργων θα ελέγχεται με το ομαλόμετρο τύπου Bumb-Integrator ή άλλου διεθνώς αποδεκτού τρόπου ελέγχου ομαλότητας οδοστρωμάτων. Ο δείκτης ανωμαλιών με τη μέθοδο αυτή θα πρέπει να είναι μικρότερος από 1.300 mm/kmI.

## **3.1 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΜΕ**

### **ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

#### **3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Σε σχέση με την ΠΤΠ Α265 εκδόσεως 1966 από το τ.Υ.Δ.Ε. στην παρούσα σύμβαση θα ισχύουν οι παρακάτω συμπληρώσεις - τροποποιήσεις.

### **3.1.2 ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑ**

Το ασφαλτικό μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας και συνδετικών ή/και ισοπεδωτικών στρώσεων Θα κατασκευαστεί σύμφωνα με την ΠΤΠ Α265, σε συμφωνία, ως προς τον τύπο της εκάστοτε προς κατασκευή στρώσης, με τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, με τις ακόλουθες προσθήκες ή μεταβολές :

- (1) Η φθορά των αδρανών σε τριβή και κρούση κατά τη Μέθοδο Los Angeles AASHTO : T-96 δεν πρέπει να υπερβαίνει το 28%.
- (2) Η θερμοκρασία του μίγματος στις θέσεις διάστρωσης, για ικανοποιητική συμπύκνωση, είναι επιθυμητό να βρίσκεται μεταξύ 140 -160°C.

### **3.1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Το πάχος της συμπυκνωμένης στρώσης ασφαλτομίγματος δεν θα είναι μικρότερο από 4 εκ. ούτε μεγαλύτερο από 8 εκ. για όλους τους τύπους κοκκομετρικής διαβάθμισης εκτός της διαβάθμισης Δ όπου το πάχος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 7 εκ.

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να διαθέτει ΑΝΑ ΜΕΤΩΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΑΝΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΤΜΗΜΑ κατ' ελάχιστο δύο διαστρωτήρες ασφαλτοσκυροδέματος κατάλληλων διαστάσεων για διάστρωση σε ένα πέρασμα του πλήρους πλάτους του εκάστοτε αποκλεισμού (ελάχιστου πλάτους 7,00μ) και δύο επιπλέον με δυνατότητα διάστρωσης σε πλάτος 2,5 μ. (για την περίπτωση που η επίκλιση στη ΛΕΑ αλλάζει σε σχέση με το λοιπό πλάτος). Ο εν λόγω εξοπλισμός προβλέπεται για χρήση σε δύο μέτωπα εργασίας (ισοπεδωτικές και αντιολισθηρές στρώσεις) καθώς και για τη δυνατότητα ταυτόχρονης διάστρωσης όλου του πλάτους εκάστου κλάδου του Αυτοκινητοδρόμου αν αυτό απαιτηθεί από τις συνθήκες. Σε όλες τις περιπτώσεις οι διαστρωτήρες θα



υποστηρίζονται από δύο (2) κατ' ελάχιστο και επαρκή σε δυνατότητα παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος παρασκευαστήρια ( 360 τόννοι / ώρα / γεωγραφικό τμήμα ή 180 τον/ώρα/παρασκευαστήριο). Επίσης οι διαστρωτήρες πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επιτυγχάνουν προσυμπύκνωση του υλικού που διαστρώνουν υψηλότερη του 90% της τιμής Marshall. πριν τη διέλευση των υποχρεωτικά χρησιμοποιούμενων δύο (2) κατ' ελάχιστον οδοστρωτήρων, ανά κυρίως φίνισερ , που θα συμπυκνώνουν τις ασφαλικές στρώσεις.

Σε κάθε περίπτωση διευκρινίζεται ότι, ο Ανάδοχος πρέπει να διαθέτει επαρκείς οδοστρωτήρες, ελαστιχοφόρους ή/και δονητικούς, σε αριθμό και απόδοση, ώστε να επιτύχει την απαιτούμενη συμπύκνωση και ομαλότητα πριν το μίγμα κρυώσει (ελάχιστος αριθμός οδοστρωτήρων δύο (2) ανά συμβατικό διαστρωτή και ένα (1) επιπλέον για γενική συμπύκνωση.

Για την αρχική τουλάχιστον κυλίνδρωση των εργασιών της παραγράφου 3.1.3.α) είναι υποχρεωτική η χρησιμοποίηση στατικών δίτροχων οδοστρωτήρων (ένας κύλινδρος μπροστά και ένας πίσω, βάρους 8-10 τόννων).

Για την περίπτωση της θερμής ανακύκλωσης, η αλληλουχία και η μέθοδος χρήσης, (δονητικά ή μη) των οδοστρωτήρων θα καθοριστεί από τα πιλοτικά τμήματα, που θα κατασκευάζονται **ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ** στην αρχή των εργασιών για τον καθορισμό των παραμέτρων ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο τελικό αποτέλεσμα. Επαναλαμβάνεται η **ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΑΠΟΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ** στην εφαρμογή της εν λόγω τεχνολογίας.

#### **3.1.4 ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

Για τον έλεγχο της παραγωγής του ασφαλτομίγματος ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΠΤΠ

A265 και στους λοιπούς Όρους Δημοπράτησης.

Κατά τα λοιπά στη θέση διάστρωσης του ασφαλτομίγματος και για την κατασκευασμένη ασφαλτική στρώση θα γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι και δοκιμές :

#### **3.1.4.1 Θερμοκρασία ασφάλτομιγματος στη θέση διάστρωσης**

Σε κάθε παράδοση φορτίου αυτοκινήτου θα ελέγχεται η θερμοκρασία του μίγματος. Η θερμοκρασία δεν επιτρέπεται να είναι κατώτερη από 130° C τη στιγμή της διάστρωσης (μετρούμενα πίσω από τη δονητική πλάκα).

#### **3.1.4.2 Δειγματοληψίες ποιοτικού Ελέγχου κατασκευασμένης ασφαλτικής στρώσης**

Κάθε 6000m<sup>2</sup> από κάθε κατασκευαζόμενη ασφαλτική στρώση [πάχους σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 3.1.3] θα αποκόπτονται από τυχαίες θέσεις 5 (πέντε) πυρήνες και θα προσδιορίζονται:

- α. το πάχος στρώσης
- β. το φαινόμενο βάρος και ποσοστό κενών (AASHTO : T-166)
- γ. το ποσοστό ασφάλτου (AASHTO : T-30 ή T-164 κατά την κρίση της Υπηρεσίας)

#### **3.1.4.3 Βαθμός συμπίκνωσης**

Μετά τη συμπίκνωση, στο συμπυκνωμένο ασφαλτόμιγμα, ο μέσος όρος των φαινομένων βαρών των 5 (πέντε) πυρήνων (παρ.3.1.4.2) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερος από 97% του φαινομένου βάρους που προσδιορίζεται εργαστηριακά κατά τη μέθοδο Marshall κανένας μεμονωμένος πυρήνας δεν πρέπει να έχει φαινόμενο βάρος μικρότερο του 95%.

#### **3.1.4.4 Ποσοστό ασφάλτου**

Οι έλεγχοι ποσοστού ασφάλτου θα γίνονται σε δύο από τους 5 (πέντε) πυρήνες (παρ. 3.1.4.2) κατά τις υποδείξεις της Υπηρεσίας.

Η Υπηρεσία μπορεί κατά την κρίση της να ελαττώσει τις δοκιμές προσδιορισμού του ποσοστού ασφάλτου, εφόσον τα αποτελέσματα έχουν ικανοποιητική ομοιομορφία.

Για την περίπτωση της θερμής ανακύκλωσης, θα έχουν προηγηθεί κατάλληλες εργαστηριακές έρευνες στην περιοχή εφαρμογής της μεθόδου, και θα πρέπει να έχει υποβληθεί κατάλληλη μελέτη σύνθεσης, σε περίπτωση που η ανακυκλούμενη στρώση δεν πληροί τις αντίστοιχες προδιαγραφές. Η εν λόγω μελέτη πρέπει να επιβεβαιώνεται από τις αντίστοιχες πυρηνοληψίες στην περιοχή.

### **3.1.5 Πυρηνικές μέθοδοι ελέγχου**

Το φαινόμενο βάρος, το ποσοστό των κενών και το ποσοστό της ασφάλτου μπορούν να προσδιορίζονται και με πυρηνικές μεθόδους, εφόσον είναι διαθέσιμα τα απαραίτητα όργανα και υπάρχει αποδεδειγμένη εμπειρία χρήσης τους (επιβεβαίωση αποτελεσμάτων πυρηνικών μετρήσεων σε σύγκριση με αυτά των συμβατικών μεθόδων κατά την κατασκευή των πιλοτικών τμημάτων).

### **3.1.6 Άλλες κατασκευαστικές πληροφορίες**

Πέραν των αναφερομένων στην ΠΤΠ Α265, ειδικότερες λεπτομέρειες κατασκευής της εν λόγω ασφαλικής στρώσης μεταβλητού πάχους αλλά και γενικά ασφαλικών στρώσεων περιλαμβάνονται στο τέλος της παρούσας ΤΣΥ.

## **ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

Ο Ανάδοχος ΥΠΟΧΡΕΟΥΤΑΙ να κατασκευάσει, αρχικά, δοκιμαστικά τμήματα - με ενεργοποίηση της ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ που θα κινητοποιήσει ανά ΜΕΤΩΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ και με ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΗ ΤΗΡΗΣΗ των μεθοδολογιών και οδηγιών εργασίας του συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας του (Σ.Δ.Π.)-μήκους μεγαλύτερου των 30μ. και μικρότερου των

60μ. για συμβατική μέθοδο κατασκευής και μεγαλύτερου των 100 μέτρων για τη μέθοδο της θερμής ανακύκλωσης. Στην τελευταία περίπτωση οι εργασίες και οι έλεγχοι πρέπει να εκτελεστούν ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ από προσωπικό ΑΠΟΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ στην εφαρμογή της εν λόγω τεχνολογίας. Τα κατασκευασθέντα δοκιμαστικά τμήματα μπορούν να ενσωματωθούν στο αντικείμενο της εργολαβίας εφόσον οι έλεγχοι αποδειχθούν ικανοποιητικοί.

Στα τμήματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν το ίδιο ασφαλτόμιγμα και τα ίδια μηχανήματα διάστρωσης ανακύκλωσης και συμπύκνωσης και η ίδια ομάδα εργασίας που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κύριου έργου της εργολαβίας ΑΝΑ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟ ΜΕΤΩΠΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ. Στα εν λόγω τμήματα θα γίνουν απαραίτητα ΟΛΕΣ οι θερμοκρασιακές μετρήσεις υλικών (Παρασκευαστήριο, φορτηγά μεταφοράς κατά την εκφόρτωση, στο διαστρωμένο υλικό πίσω από την πλάκα διάστρωσης / προσυμπύκνωσης, στο διαστρωμένο υλικό μετά την ανακύκλωση και μετά τις συμπυκνώσεις), καθώς και οι έλεγχοι σε 5 (πέντε) πυρήνες, ανεξάρτητα από το μέγεθος της επιφάνειας του δοκιμαστικού τμήματος και επιπλέον οι έλεγχοι επιπεδότητας που προβλέπονται στην παρ. 4.11 της ΠΤΠ Α265 (όπως συμπληρώνονται - τροποποιούνται με την παρακάτω παράγραφο 3.1.6).

Με τα ανωτέρω διαπιστώνεται αν, με το διατιθέμενο μηχανικό εξοπλισμό, τα υλικά και το προσωπικό που διατίθεται για τις εν λόγω εργασίες, ο Ανάδοχος μπορεί να κατασκευάσει την ασφαλική στρώση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου αυτού της ΠΤΠ Α265 και των λοιπών Όρων Δημοπράτησης.

### **3.6**

#### **3.6.1**

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ - ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΡ. 4.11 ΤΗΣ ΠΤΠ Α 265**

Η παράγραφος 4.11 της ΠΤΠ Α265 συμπληρώνεται - τροποποιείται ως ακολούθως : **Στάθμη**

### **3.6.2**

**3.6.3** Η άνω επιφάνεια που προκύπτει μετά την κατασκευή ολόκληρης της υπό έλεγχο ασφαλικής στρώσης πρέπει να ανταποκρίνεται στην επιφάνεια της εγκεκριμένης τροποποιημένης μελέτης και δεν πρέπει να παρουσιάζει υψομετρικές αποκλίσεις μεγαλύτερες από  $\pm 8\text{mm}$  για την περίπτωση της χρήσης ισοπεδωτικού τύπου ασφαλτοσκυροδέματος, και  $\pm 6\text{mm}$  για την περίπτωση της χρήσης ασφαλτοσκυροδέματος τύπου κυκλοφορίας.

### **Πυκνότητα χωροσταθμικών σημείων**

Η πυκνότητα των χωροσταθμικών σημείων ελέγχου θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- Χωροσταθμικά σημεία ανά διατομή : Θα χωροσταθμούνται τα χαρακτηριστικά σημεία της διατομής [ποδαρικό στηθαίου N.J. ή πέρας ασφαλικού προς την κεντρική νησίδα, λωρίδα καθοδήγησης και άκρα διατομής (πέρας ασφαλικού ή ακμή τάφρου)]. Επίπλεον θα χωροσταθμούνται πρόσθετα ενδιάμεσα σημεία, σε τρόπο που η μέγιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών χωροσταθμικών σημείων ανά διατομή να μην υπερβαίνει τα 5,0 μ. [π.χ. στις θέσεις όπου η διατομή τέμνει την προβλεπόμενη οριστική διαγράμμιση (λωρίδων και Λ.Ε.Α.)]
- Μέγιστες αποστάσεις χωροσταθμικών σημείων μεταξύ διατομών : 5.00 μ. (κατά μήκος του άξονα).

Σε κάθε περίπτωση πριν την έναρξη των εργασιών θα πρέπει να έχουν επιβεβαιωθεί οι χωροσταθμίσεις του Αναδόχου από την Υπηρεσία.

### **Ομαλότητα**

Τοπικές ανωμαλίες ή κυματισμοί θα ελέγχονται με τον 4μετρο πήχυ παράλληλα και κάθετα προς τον άξονα της οδού.

Σε κάθε περίπτωση, μεταξύ της κάτω επιφάνειας του πήχυ και της κάτωθεν αυτού ελεγχόμενης επιφάνειας, οι κυματισμοί (κοιλότητες) δεν πρέπει να υπερβαίνουν προκειμένου για στρώση κυκλοφορίας τα  $\pm 8\text{mm}$ .

Οι μετρήσεις παράλληλα προς τον άξονα θα γίνονται στο μέσον του πλάτους κάθε λωρίδας κυκλοφορίας και στο μέσον του πλάτους της Λωρίδας Έκτακτης Ανάγκης (Λ.Ε.Α) όπου υπάρχει.

Οι μετρήσεις κάθετα προς τον άξονα θα γίνονται σε διατομές απέχουσες μεταξύ τους το πολύ 5.0 μ.

Η εφαρμογή του 4μετρου πήχυ θα γίνεται στα τμήματα εκείνα στα οποία υπάρχει υποψία διακυμάνσεων μεγαλύτερων από τις επιτρεπόμενες.

Οι μεγαλύτερου μήκους κυματισμοί και η συνολική άνεση κυκλοφορίας, στις περιπτώσεις σημαντικών έργων θα ελέγχεται με το ομαλόμετρο τύπου Bump-Integrator ή άλλης διεθνώς αποδεκτής μεθόδου. Ο δείκτης ανωμαλιών με τη μέθοδο αυτή θα πρέπει να είναι μικρότερος από 1300 mm / km, ενώ ο αντίστοιχος δείκτης IRI δεν μπορεί να υπερβαίνει την τιμή 1,25.

### **ΣΤ 3.2 ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΟ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ**

#### **ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ**

1. Ισχύουν γενικά ότι και στο άρθρο ΣΤ-3.1 της παρούσας ΤΣΥ, με μόνη διαφορά ότι στο ασφαλτόμιγμα

θα γίνει χρήση χημικών πολυμερών κατόπιν εγκεκριμένης ειδικής μελέτης σύνθεσης, ενώ η Υπηρεσία διατηρεί το δικαίωμα να καθορίσει τον τύπο της ασφαλτικής στρώσης καθώς και τον τύπο του τροποποιητικού που θα χρησιμοποιηθεί.

2. Επισημαίνεται ότι ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει στην Υπηρεσία προς έγκριση αντιπροσωπευτικά δείγματα υπό όλα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιήσει στη μελέτη σύνθεσης και κατόπιν στην κατασκευή, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να

έχει συγκεντρώσει και αποθηκεύσει το μεγαλύτερο μέρος των αδρανών, που πρόκειται να χρησιμοποιήσει στο έργο (βλ. και Αρ.Β 4.6 της ΕΣΥ).

### **ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Οι υπόψη οδηγίες αφορούν στην κατασκευή της ειδικού τύπου ισοπεδωτικής στρώσης συμπυκνωμένου μεταβλητού πάχους κατ' ελάχιστον 8 εκ., πάντως όχι μεγαλύτερο από 10 εκ., με εφαρμογή χημικών πολυμερών προσθέτων σε ασφαλτομίγματα. για εφαρμογή σε περιοχές του αυτοκινητοδρόμου ΠΑΘΕ με στρώσεις οδοστρωσίας από ημιάκαμπτα οδοστρώματα, με εφαρμογή χημικών πολυμερών προσθέτων σε ασφαλτομίγματα.

#### **3.2.1 Υλικά κατασκευής**

##### **3.2.1.1 Είδος του χημικού πολυμερούς προσθέτου**

Για την κατασκευή της ισοπεδωτικής στρώσης μεταβλητού συμπυκνωμένου πάχους μέχρι 8 εκ., θα χρησιμοποιηθεί ασφαλτόμιγμα τροποποιημένο με ελαστομερές χημικό πρόσθετο (τύπου SBS ή αναλόγου).

##### **3.2.1.2 Αναλογίες των υλικών κατασκευής**

Για την εν λόγω ισοπεδωτική στρώση οι αναλογίες των αδρανών υλικών κατασκευής του ασφαλτομίγματος να καταβληθεί προσπάθεια να είναι σύμφωνες με τον Πίνακα που ακολουθεί.

Μέγεθος κόσκινου	Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης αδρανών [%]
80 μ	6-8
2 mm	28-34

6.3 mm	50-60
10 mm	68-76
14 mm	100

Ως ενδεικτικό αρχικό ποσοστό ασφάλτου για την πραγματοποίηση των δοκιμών για τη μελέτη σύνθεσης μπορεί να ληφθεί 5 % κ. β. αδρανών. Το βέλτιστο ποσοστό του χημικού προσθέτου στην άσφαλτο βρίσκεται συνήθως μεταξύ των ορίων 3.5 % έως 5.5 % κ. β. τροποποιημένου ασφαλτικού συνδετικού. Δηλαδή 3.5 % χημικό πρόσθετο και 96.5 % συμβατική άσφαλτος, αντίστοιχα 5.5 % χημικό πρόσθετο και 94.5 % συμβατική άσφαλτος. Οι ακριβείς αναλογίες των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν (αδρανή, άσφαλτος, χημικό πρόσθετο), καθορίζονται από τη μελέτη σύνθεσης. Σε αυτή ελέγχονται 2 - 3 διαφορετικά ποσοστά χημικού προσθέτου στην άσφαλτο.

### **3.2.1.3 Μηχανικές ιδιότητες των αδρανών**

Οι απαιτήσεις για τις μηχανικές ιδιότητες των αδρανών αφορούν στα παρακάτω:

- Δείκτης αντίστασης σε απότριψη AAV(Aggregate Abrasion Value), σύμφωνα με τη δοκιμή BS 812.
- Αντίσταση σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles, σύμφωνα με τη δοκιμή ASTM C131.

Οι απαιτούμενες τιμές καθορίζονται, λαμβάνοντας υπόψη και τα αναφερόμενα στην ΠΤΠ Α265| ισοπεδωτική στρώση.

### **3.2.1.4 Τύπος ασφαλτικού συνδετικού**

Ο τύπος της συμβατικής ασφάλτου που θα χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη σύνθεσης θα είναι κατά προτίμηση 80/100. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο τύπος 50/70, εφόσον αποδειχθεί ότι συνεισφέρει σε βελτιωμένη συμπεριφορά



του προς διάστρωση ασφαλτομίγματος, βάσει των εργαστηριακών στοιχείων, που θα ελεγχθούν πριν την υποβολή της μελέτης σύνθεσης προς έγκριση.

### **3.2.2 Μελέτη σύνθεσης του ασφαλτομίγματος**

#### **3.2.2.1 Ασφαλικό συνδετικό**

Οι δοκιμές αφορούν στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τόσο της συμβατικής, όσο και της τροποποιημένης ασφάλτου.

#### **α) Δοκιμες στη συμβατική άσφαλτο**

	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Διείσδυση (Penetration)	ASTM D 5	Όρια ανάλογα με τον τύπο της
Μάλθωση (Softening Point)	ASTM D36	Όρια ανάλογα με τον τύπο της

#### **β) Δοκιμες στην τροποποιημένη άσφαλτο**

Οι δοκιμές στην τροποποιημένη άσφαλτο περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Σημειώνεται, ότι τα όρια θα

Προκύψουν από την εκάστοτε εφαρμοζόμενη μέθοδο δοκιμής, με βάση την αντίστοιχη τιμή αναφοράς που

εξάγεται κατά τη διαδικασία της μελέτης σύνθεσης. Οι τιμές αναφοράς εξαρτώνται από τον τύπο της ασφάλτου και τον τύπο και το ποσοστό του προσθέτου.

#### **γ) Τροποποιημένη άσφαλτος με ελαστομερείς πρόσθετο τύπου SBS**

ΔΟΚΙΜΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Διείσδυση (Penetration)	ASTM D5	Στους 25°0(100 g, 5s)
Μάλθωση (Softening Point)	ASTM D 36	
Ολκιμότητα (Ductility)	ASTM D 113	
Δοκιμή ελαστικής επαναφοράς (Elastic Recovery) με χρήση της δοκιμής	ASTM D 6084	25 °C (επιμήκυνση 1cm) Min 75 %

Ιξώδες (Viscosity)	ASTM D	Στους 135 °C
Ιξώδες (Viscosity)	ASTM D	Στους 60 °C
Θερμοκρασία ανάφλεξης (Flash Point)	ASTM D 92	Min 232 °C
Διαλυτότητα σε τριγλωροαιθάνιο	ASTM D	Min 99 %
Δοκιμή διαχωρισμού (Separation) με χρήση της δοκιμής μάλθωσης (Softening Point ring and ball) ή του ιξώδους Rolling Thin-Film Test	(ASTM D 36) (ASTM D2170)	Στους 163 °C (48 h) Συγκριτική δοκιμή διαφόρων τύπων
	ASTM D	Απώλεια (Loss): max 1

Thin-Film Oven Test (*)	ASTM	Απώλεια (Loss): MAX 1
Διείσδυση (Penetration) (*)	ASTM D 5	Στους 4 °C (200 g, 60
Σημείο θραύσης κατά FRASS	NF T 66-028	Συγκριτική δοκιμή

(\*) Δοκιμή που βοηθά στην καλύτερη επιλογή του προσθέτου και του ποσοστού του στην ασφάλτο (\*\*) Μπορεί να ληφθούν υπόψη τα στοιχεία που θα προσκομίσει ο προμηθευτής του προσθέτου (\*\*\*) Απαραίτητη μόνο σε περίπτωση αποθήκευσης της τροποποιημένης ασφάλτου

### **3.2.2.2 Ασφαλομίγμα α) Βασική μέθοδος**

Ακολουθείται η μέθοδος Marshall. Τα όρια των χαρακτηριστικών του ασφαλομίγματος κατά τη μέθοδο της ευστάθειας (Marshall-ASTM D 1559) πρέπει να είναι αντίστοιχα με αυτά της A265 τύπου B ισοπεδωτικής. Επισημαίνεται η διαφοροποίηση που απαιτείται, ως προς το ποσοστό κενών των δοκιμίων κτύποι ανά πλευρά), που δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 5 %.

### **β) Μέθοδοι προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών του ασφαλομίγματος**

ΔΟΚΙΜΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Έμμεσος προσδιορισμός του μέτρου δυσκαμψίας (Indirect Tensile Stiffness Modulus: ITSM)	BS DD 213:1993/1	Μέτρο δυσκαμψίας (Συγκριτικές δοκιμές)
Δοκιμή επαναλαμβανόμενης φόρτισης (Repeated Load Axial Test : RLAT)	BS DD 185:1993	Χαρακτηριστικά μόνιμης
Έμμεσος προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό (Indirect Tensile Strength : ITS)	PREN 12697- 23	(*)
Αντοχή σε θλίψη (Compressive Strength)	ASTM D 1074	(*)

(\*) Δοκιμή που βοηθά στη βελτιστοποίηση του μίγματος

Εκτός από τους αναφερόμενους κανονισμούς εκτέλεσης των εργαστηριακών δοκιμών για τη σύνθεσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αντίστοιχοι κανονισμοί άλλων χωρών. Τέτοιοι απο κανονισμοί (εκτός από τους Αμερικανικούς ASTM) είναι οι Γαλλικοί (NF), οι Αγγλικοί (BS) και οι Γερμ (DIN/FGSV), ή ενδεχομένως οι αντίστοιχοι (εφόσον είναι σε ισχύ) Ευρωκώδικες (CEN/EN).

### 3.2.3 Ενδιάμεσο στάδιο πριν την παραγωγή του ασφαλτομίγματος

Η μελέτη σύνθεσης προσκομίζεται από τον ανάδοχο για έλεγχο και έγκριση από την Υπηρεσία, ώστε να προκύψει η οριστικοποίηση των αναλογιών των υλικών παραγωγής του ασφαλτομίγματος.

Τα στοιχεία της εγκεκριμένης μελέτης σύνθεσης θα διαβιβαστούν από την Υπηρεσία σε ανεξάρτητο πρακματογνώμονα της επιλογής της. Ο ανάδοχος θα προσκομίσει τα υλικά, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της μελέτης σύνθεσης -και τα οποία ταυτίζονται με αυτά που θα χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή των στρώσεων- στον ανεξάρτητο πρακματογνώμονα για την πραγματοποίηση δοκιμών προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών του ασφαλτομίγματος με τη δοκιμή του έμμεσου

προσδιορισμού του μέτρου δυσκαμψίας (Indirect Tensile Stiffness Modulus) και τη δοκιμή επαναλαμβανόμενης φόρτισης (Repeated Load Axial Test). Τα αποτελέσματα των δοκιμών θα αποτελέσουν τα όρια για τον έλεγχο της παραγωγής του τροποποιημένου ασφαλτομίγματος. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά που θα ελεγχθούν, θα είναι:

- Η δυσκαμψία σε θερμοκρασία εργαστηρίου (20 - 25 °C) και σε θερμοκρασία 40<sup>0</sup> C
- Τα χαρακτηριστικά μόνιμης παραμόρφωσης σε θερμοκρασία 40°C

### **3.2.4 Κατασκευή**

#### ***3.2.4.1 Παραγωγή του ασφαλτομίγματος***

Τα βελτιωμένα με χημικά πολυμερή πρόσθετα ασφαλτομίγματα παράγονται στις ίδιες εγκαταστάσεις με τα συνήθη (συμβατικά) ασφαλτομίγματα. Η προσθήκη του χημικού προσθέτου (τύπου SBS ή αναλόγου) θα γίνεται με προανάμιξη του προσθέτου με την άσφαλτο.

Η προανάμιξη του προσθέτου στην άσφαλτο θα γίνεται με ευθύνη του προμηθευτή του προσθέτου και του Αναδόχου σε σύστημα που θα μεταφερθεί επί τόπου στην εγκατάσταση παραγωγής του ασφαλτομίγματος. Έτσι θα ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος διαχωρισμού του προσθέτου από το ασφαλτικό συνδετικό. Απαιτείται επίσης η ύπαρξη μίας επί πλέον δεξαμενής - κατάλληλης για την επαρκή κάλυψη κατ' ελάχιστον της ημερήσιας παραγωγής- για την αποθήκευση της τροποποιημένης ασφάλτου στην εγκατάσταση παραγωγής του ασφαλτομίγματος, ακολουθώντας πάντοτε τις οδηγίες του προμηθευτή. Οι οδηγίες αυτές αφορούν κυρίως στον τρόπο διατήρησης εν θερμώ της τροποποιημένης με χημικά πολυμερή πρόσθετα ασφάλτου (π.χ. απαιτούμενη θερμοκρασία, περιοδική ελαφρά ανάμιξη είτε με κατάλληλο μηχανικό αναδευτήρα, είτε με ανακυκλωτή).

Επιπλέον, ο προμηθευτής του τροποποιητικού ή της τροποποιημένης ασφάλτου πρέπει να προσκομίσουμε τεχνικά χαρακτηριστικά της, τα βασικότερα από τα οποία είναι η διείσδυση και η μάλθωση, ή και άλλα δευτερεύοντα στοιχεία όπως η ολκιμότητα, το ιξώδες, η πυκνότητα, η θερμοκρασία ανάφλεξης, η διαλυτοτητα σε οργανικούς διαλύτες, το σημείο θραύσης κατά Fraass, κατ' ελάχιστον πάντως, τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3.2.2.1 (β) της παρούσας. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα ελεγχθούν κατά τη διαδικασία της μελέτης σύνθεσης.

Άλλα χρήσιμα στοιχεία που εξαρτώνται από την τελική επιλογή τροποποιητικού είναι οι θερμοκρασία άντλησης και ανάμιξης της τροποποιημένης ασφάλτου, καθώς και οι συνιστώμενες θερμοκρασίες (μέγιστη ελάχιστη) διάστρωσης του ασφαλτομίγματος. Οι θερμοκρασίες αυτές πρέπει να είναι κατά κανόνα 10-15 °C μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες θερμοκρασίες των συμβατικών ασφάλτων ή ασφαλτομιγμάτων. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος πρέπει να είναι κατά 5 °C ανώτερη των προβλεπόμενων κατά τη διάστρωση συμβατικών ασφαλτομιγμάτων. Δεν πρέπει να γίνεται διάστρωση, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι κατώτερη των 15 °C, επιθυμητό είναι δε, η θερμοκρασία να μην είναι κατώτερη των 20 °C. Σε περίπτωση ανάγκης διάστρωσης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (10 °C [ T < 15 °C) απαιτείται ειδική έγκριση της Επίβλεψης. Ιδιαίτερα σημαντική είναι επίσης η εγγύηση που πρέπει να δώσει ο προμηθευτής της τροποποιημένης ασφάλτου, για τη σταθερότητα της κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση της (storage stability). Για το σκοπό αυτό, πρέπει να προσκομίσει πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας (Quality plan) σχετικά πιστοποιητικά ISO όποιου τύπου κριθεί σκόπιμο από την Υπηρεσία και τους ανεξάρτητους συμβούλους της, σύμφωνα με το τελικά χρησιμοποιούμενο τροποποιητικό υλικό.

Η μέγιστη θερμοκρασία παραγωγής του ασφαλτομίγματος καθορίζεται από την Υπηρεσία και τους Συμβούλους, σύμφωνα και με τις οδηγίες του

προμηθευτή του τελικά επιλεγόμενου προσθέτου. Ενδεικτικά αναφέρεται ως θερμοκρασία ανάμιξης της τροποποιημένης ασφάλτου περί τους 170 ° C, (ή θερμοκρασία κατά την οποία θα έχει ιξώδες 150 - 190 CSt), ενώ η θερμοκρασία άντλησης της από τη δεξαμενή θα είναι κατά 5 - 10 ° C μεγαλύτερη. Η θερμοκρασία των αδρανών δεν θα πρέπει να είναι πλέον των 5 ° C κατώτερη από τη θερμοκρασία ανάμιξης της τροποποιημένης ασφάλτου.

#### **3.2.4.2 Δοκιμαστική παραγωγή ασφαλτομίγματος**

Πριν από την κατασκευή, επιβάλλεται η δοκιμαστική παραγωγή του ασφαλτομίγματος.

Οι συμβατικές δοκιμές, θα γίνουν από το εργαστήριο της Υπηρεσίας ή των Συμβούλων της και θα περιλαμβάνουν τις παραμέτρους της σύνθεσης του υλικού (ποσοστό ασφάλτου, κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών).

Με την παρουσία εκπροσώπου του ανεξάρτητου πραγματογνώμονα, θα ληφθούν δείγματα από τη δοκιμαστική παραγωγή, τα οποία θα ελεγχθούν σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παράγραφο 3.2.3. Τα αποτελέσματα των εξειδικευμένων αυτών δοκιμών, που αφορούν στον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών του υλικού (δυσκαμψία, χαρακτηριστικό μόνιμης παραμόρφωσης), δεν πρέπει να υπολείπονται από τα αντίστοιχα της εγκεκριμένης μελέτης σύνθεσης περισσότερο από 10 %.

Τα αποτελέσματα όλων των εργαστηριακών δοκιμών θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα της μελέτης σύνθεσης και είτε θα γίνει αποδοχή του υλικού, είτε θα γίνουν οι κατάλληλες διορθωτικές παρεμβάσεις στη διαδικασία της παραγωγής του ασφαλτομίγματος.

#### **3.2.4.3 Δοκιμαστική διάστρωση**

Δέκα τουλάχιστον ημέρες πριν από την έναρξη των εργασιών διάστρωσης, θα κατασκευαστεί δοκιμαστικό τμήμα μήκους τουλάχιστον 100 m, σε πλάτος μίας λωρίδας κυκλοφορίας. Έτσι, θα διαπιστωθεί και θα ελεγχθεί η δυνατότητα κατασκευής του έργου και θα μπορέσουν να αντιμετωπιστούν πιθανά

προβλήματα. Η θερμοκρασία διάστρωσης θα οριστεί από την Υπηρεσία, σύμφωνα και με τις οδηγίες του προμηθευτή του χημικού προσθέτου. Ενδεικτικά, αναφέρεται θερμοκρασία διάστρωσης 140 - 155 °C (ή θερμοκρασία, κατά την οποία η τροποποιημένη άσφαλτος θα έχει ιξώδες 250 - 310 CSt). Θα ληφθούν δείγματα του ασφαλτομίγματος της διάστρωσης, καθώς και πυρήνες από την έτοιμη στρώση. Οι συμβατικές δοκιμές, θα γίνουν από το εργαστήριο της Υπηρεσίας ή των Συμβούλων της και θα περιλαμβάνουν τις παραμέτρους της σύνθεσης του υλικού (ποσοστό ασφάλτου, κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών). Θα διεξαχθούν επίσης και οι συνήθεις έλεγχοι της ασφαλτικής στρώσης (έλεγχος στάθμης, ομαλότητας, πάχους στρώσης, ποσοστού κενών και βαθμού συμπίκνωσης),

#### **3.2.4.4 Συμπύκνωση**

Ακολουθείται η συνήθης διαδικασία της συμπύκνωσης αμέσως μετά τη διάστρωση, με θερμοκρασία ασφαλτομίγματος που καθορίζεται από το είδος του τροποποιητικού και τις σχετικές οδηγίες του προμηθευτή του προσθέτου. Η ελάχιστη θερμοκρασία των ασφαλτικών στρώσεων κατά το πέρας των εργασιών συμπύκνωσης δεν επιτρέπεται να υπολείπεται των 110 ° C.

#### **3.2.5 Ποιοτικός έλεγχος**

Οι απαιτούμενες δοκιμές ποιοτικών ελέγχων και η συχνότητα εφαρμογής τους παρατίθενται παρακάτω:

##### **α) Τροποποιημένη άσφαλτος:**

ΔΟΚΙΜΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Διείσδυση (Penetration) στους 25 °C	ASTM D 5	2 την ημέρα
Μάλθωση (Softening Point)	ASTM D 36	2 την ημέρα
Ολκιμότητα (Ductility)	ASTM D	2 την ημέρα

Δοκιμή ελαστικής επαναφοράς (Elastic Recovery) με χρήση της δοκιμής	ASTM D 6084	2 την ημέρα
Ιξώδες (Viscosity) στους 135 ο C	ASTM D	2 την ημέρα
Δοκιμή διαχωρισμού (Separation) με χρήση της δοκιμής μάλθωσης (Softening Point ring and ball), ή του	(ASTM D 36) (ASTM D 2170)	1 την ημέρα (*)
Σημείο θραύσης κατά Frass	NF T 66-028	κάθε 300 ton

(\*) Μόνο σε περίπτωση αποθήκευσης της τροποποιημένης ασφάλτου

Η λήψη δειγμάτων από την ασφαλτο θα γίνεται στην εγκατάσταση παραγωγής του ασφαλτομίγματος. Οι έλεγχοι θα πραγματοποιηθούν κατόπιν των σχετικών συστάσεων, οι οποίες θα προκύψουν από τη μελέτη σύνθεσης.

### **β) Τροποποιημένο ασφαλτόμιγμα (έλεγχος παραγωγής)**

ΔΟΚΙΜΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Παρασκευή δοκιμίων Marshall: ποσοστό κενών, έλεγχος χαρακτηριστικών	ASTM D 1559	4 δοκίμια την ημέρα ή ανά 1000 ton
Εκχύλιση ασφαλτομίγματος (Extraction): ποσοστό ασφάλτου, κοκκομετρική	ASTM D	Min 3 την ημέρα

#### ***3.2.5.1 Έλεγχοι των υλικών κατασκευής***

Εκτός από τα προαναφερθέντα, ισχύουν και οι γενικές αρχές που εφαρμόζονται για τα συνήθη ασφαλτομίγματα (ΠΤΠ Α265, παρ. 6 και 7).

#### ***3.2.5.2 Έλεγχοι και απαιτήσεις για την τελική στρώση***

Μετά την τελική συμπύκνωση, ακολουθούν οι συνήθεις έλεγχοι της ασφαλτικής στρώσης (στάθμης ομαλότητας, πάχους στρώσης, ποσοστού κενών, βαθμού συμπύκνωσης) για να διαπιστωθεί, εάν και πόσον ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις που περιλαμβάνει η σύμβαση του έργου. Οι έλεγχοι πραγματοποιούνται με βάση τις συστάσεις που αναφέρονται στις ΠΤΠ Α265.



Ιδιαίτερα, ως προς την ομαλότητα, Θα ακολουθηθούν τα παρακάτω.

- Παράλληλα στον άξονα της οδού, οι κυματισμοί ή άλλες τοπικές ανωμαλίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 10 mm. Η μέτρηση θα γίνεται με 4μετρο πήχη στο μέσον της λωρίδας.
- Εγκάρσια στον άξονα της οδού, οι κυματισμοί ή άλλες τοπικές ανωμαλίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 10 mm. Η μέτρηση θα γίνεται με 3μετρο πήχη σε διατομές που θα απέχουν μεταξύ τους το πολύ 10 μ.
- Η επιφάνεια του οδοστρώματος πρέπει να έχει βαθμό επιπεδότητας IRI 1.5. Η μέτρηση θα γίνεται με ομαλόμετρο / προφιλόμετρο τύπου Laser ή αναλόγου. Σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής του παραπάνω τύπου ομαλομέτρου, η μέτρηση θα γίνεται με άλλου τύπου ομαλόμετρο, βάσει των αναφερομένων στις ΠΤΠ Α265.

Ιδιαίτερα, ως προς την ομαλότητα, Θα ακολουθηθούν τα παρακάτω.

- Παράλληλα στον άξονα της οδού, οι κυματισμοί ή άλλες τοπικές ανωμαλίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 10 mm. Η μέτρηση θα γίνεται με 4μετρο πήχη στο μέσον της λωρίδας.
- Εγκάρσια στον άξονα της οδού, οι κυματισμοί ή άλλες τοπικές ανωμαλίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 10 mm. Η μέτρηση θα γίνεται με 3μετρο πήχη σε διατομές που θα απέχουν μεταξύ τους το πολύ 10 μ.
- Η επιφάνεια του οδοστρώματος πρέπει να έχει βαθμό επιπεδότητας IRI 1.5. Η μέτρηση θα γίνεται με ομαλόμετρο / προφιλόμετρο τύπου Laser ή αναλόγου. Σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής του παραπάνω τύπου ομαλομέτρου, η μέτρηση θα γίνεται με άλλου τύπου ομαλόμετρο, βάσει των αναφερομένων στις ΠΤΠ Α265.

**ΠΑΡΑΤΗΜΑ Β**  
**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**





 Διάστρωση ασφάλτου από τη εταιρία Rowell & Wickersham



 Διάστρωση ασφάλτου στην Highline Canal Climbing Lane




 Διάστρωση ασφάλτου στην  
Webster and Frederick Douglas


 Διάστρωση ασφάλτου από Tubman  
μέχρι την Alley "E"





 **Διάστρωση ασφάλτου στη  
διασταύρωση Tubman και Webster**



 **Διασταύρωση Rahim Yar Khan-Tarindah Mohammad Panah  
Στρώνοντας το 1<sup>ο</sup> επίπεδο ασφάλτου**



 **Αυτοκινητόδρομος Pindi Bhattian-Faisalabad (M3)**


**Κατασκευή αυτοκινητοδρόμου σε εξέλιξη**



 **Αρτηρία Highline στα Elk Heights**

**Διάστρωση ασφάλτου**



 Διάστρωση  
γέφυρας  
Widening  
Highline



**Αντιολισθηρή Σκωρία**  
**5-12mm**



**Αντιολισθηρή Σκωρία**  
**12-16mm**



**Σκόρα οδοποιίας τύπου**  
**3A**



## ΜΕΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

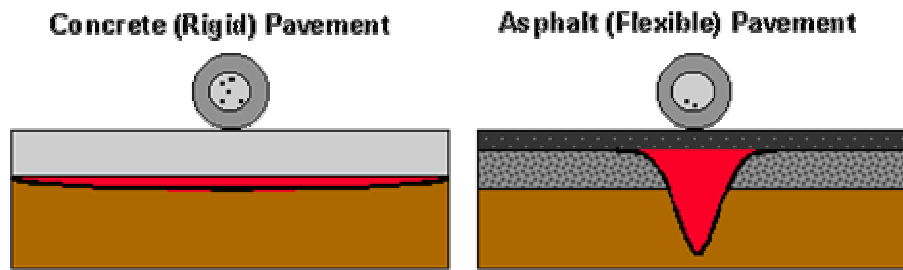
- «Αδιάβροχα σε λάδια και καύσιμα»
- Καλύτερη επιφανειακή πρόσκρουση
- Χωρίς διαλύτες
- Αποδεδειγμένη μείωση ατυχημάτων



- Σχολικές διαβάσεις
- Διαβάσεις πεζών
- Ιδανικά για διασταυρώσεις
- Ιδανικά για γωνίες και ολισθηρές στροφές
- Ιδανικά για επιτόπιες στροφές



- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΕΩΣ 33%.
- ΑΠΟΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗ ΜΕΙΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ, ΕΙΔΙΚΑ ΜΕ ΒΡΟΧΕΡΟ ΚΑΙΡΟ
- ΑΠΟΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΒΑΡΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

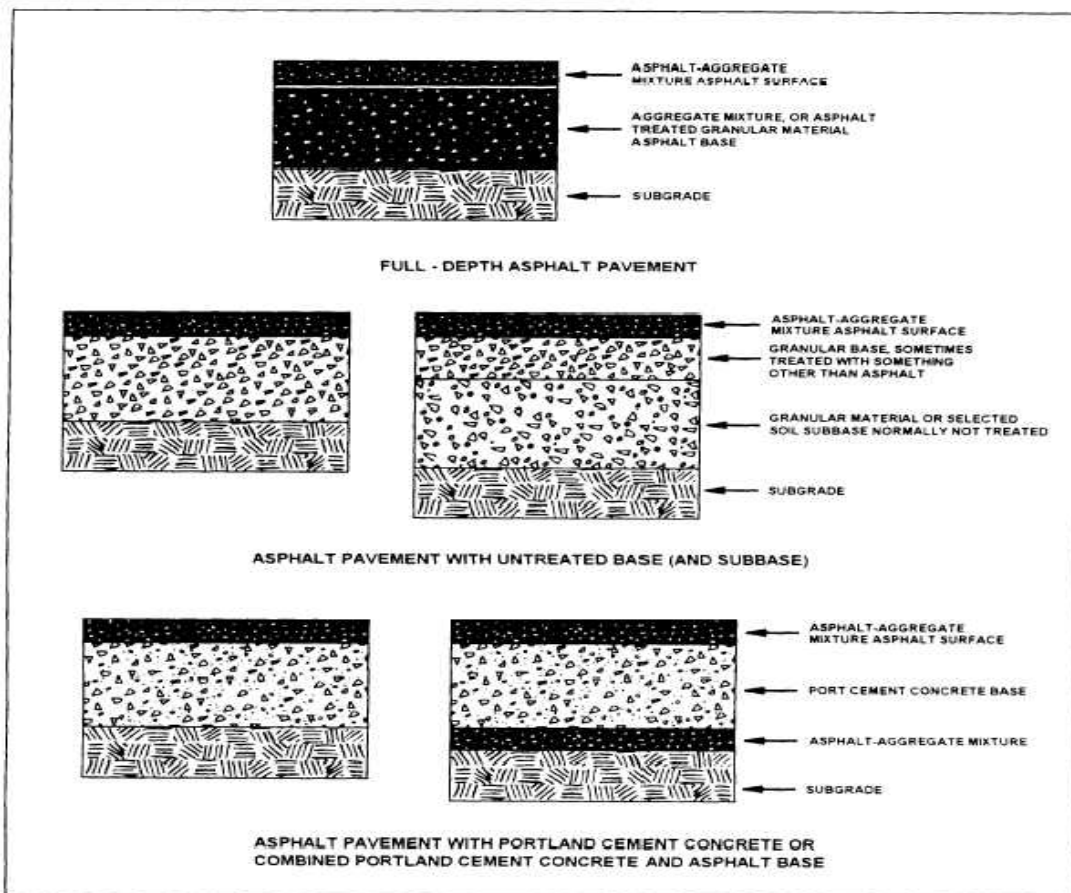


*Concrete acts more like a bridge over the subgrade. Inch-for-inch much less pressure is placed on materials below concrete than asphalt pavements.*

📖 Διαφορά άσκησης πιέσεων σε οδόστρωμα από σκυρόδεμα (Concrete

Pavement) και σε οδόστρωμα από άσφαλτο (Asphalt Pavement)

📖 Στρώματα και υποστρώματα ασφάλτου







## Εργαστήριο μελέτης ασφάλτου

## Έλεγχος ποιότητας ασφάλτου



The Interlaken Technology Indirect Tensile Tester (IDT) is a complete, self contained system for Resilient Modulus And Creep Compliance testing. The Creep Compliance data supports the Superpave pavement design methodology.

The Interlaken IDT is a servo hydraulic test system. The loading rate achievable in a servo hydraulic system makes it capable of performing Fatigue and Resilient Modulus testing in addition to the less dynamic IDT tests.


### System Configuration

The Indirect Tensile Tester (IDT) includes these



**Indirect**

### **Tensile Tester (IDT)**

 **Εργαλείο ελέγχου ποιότητας & αντοχής ασφάλτου**

subsystems and components:

- Indirect Tensile Fixture and Extensometry
- Load Frame Assembly
- Control and Data Acquisition System with Windows applications software
- Hydraulic Power Supply
- Environmental Subsystem

The Interlaken IDT system is a fully integrated, computer controlled, servo-hydraulic test system. The base unit is mounted on casters and contains the air cooled hydraulic power unit and service manifold, the load frame, the insulating hood and the interface electronics. This unit is cabled to a desktop PC which contains the control hardware and software. A stand alone environmental unit is ducted to provide heated and refrigerated air to the environmental chamber that is a part of the base unit.



 **Διάστρωση ασφάλτου**

**ΠΗΓΕΣ**  
**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Δελτίο εργαστηρίου Υπουργείου Δ. Ε. Τεύχος 2ο 2972
- Δελτίο εργαστηρίου Υπουργείου Δ. Ε. Τεύχος 3ο 1970
- Yoder / Witczak – Αρχές Σχεδιασμού Οδοστρωμάτων
- Υποστρώματα και Καταστρώματα οδών - Ιωάννου Δ. Κοφισιά
- Transport and road reaserch laboratory: Road safety. HMSO LONDON
- Highway reaserch board. Skid resistance No 14
- I.R.F. World road statistics
- Permanent International Association on Road Congresses, Prague 1971
- Plark : Technical committee reports on surface characteristics. Brussels 1987, Sydney 1983
- Plark : Technical committee reports on flexible roads. Brussels 1987
- Proceedings : “ Roads and Traffic 2000 ”
- TRB : “ Criteria for use of asphalt friction surfaces “
- Peter’s Pell “ Developments in high way pavement engineering “
- Στατιστική Επετηρίδα ΕΣΥΕ, 1982
- Proceedings of XVIII Congress of Piarc. Brussels 1971
- Πρότυπος Τεχνική Προδιαγραφή Α 260,ασφαλτικές βάσεις δι’ ασφαλτομίγματος εν θερμώ παρασκευαζομένου εν μονίμω εγκατάστασει. Υπουργείο Δ. Ε., Εγκύκλιος Γ-24/1966
- Asphalt institute spesification series SS-1. Model constructions for asphalt concrete and other plant-mix types. Sept. 1979
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ-Π.Α.Θ.Ε,

**ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ**

- [www.aeiforos.gr/skyra.htm](http://www.aeiforos.gr/skyra.htm)
- [www.antiskid.com](http://www.antiskid.com)
- [www.nespak.com](http://www.nespak.com)

- [www.wsdot.wa.gov](http://www.wsdot.wa.gov)
- [www.pavement.com](http://www.pavement.com)
- [www.geology.enr.state.nc.us](http://www.geology.enr.state.nc.us)
- [www.tpub.com](http://www.tpub.com)
- [www.hensonridge.com](http://www.hensonridge.com)
- [www.yosemite.epa.gov/](http://www.yosemite.epa.gov/)
- [www.tee.gr](http://www.tee.gr)