

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΛΑΖΑΡΗΣ ΛΟΥΚΑΣ
ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΑΝΔΡΕΑΣ ΔΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ**

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαια.....	Σελίδα
<i>Αναγνώριση.....</i>	1
<i>Πρόλογος.....</i>	2
<i>Εισαγωγή.....</i>	3
Κεφάλαιο 1^ο : Οδοστρώματα.....	6
1.1 <i>Οδοστρώματα γενικά.....</i>	6
1.2 <i>Εύκαμπτα οδοστρώματα.....</i>	7
1.3 <i>Δύσκαμπτα οδοστρώματα.....</i>	11
Κεφάλαιο 2^ο: Φθορές Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων.....	13
2.1 <i>Γενικά.....</i>	13
2.2 <i>Παραμορφώσεις (στρεβλώσεις) της επιφάνειας</i>	13
2.2.1. <i>Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών.....</i>	13
2.2.1.α. <i>Περιγραφή.....</i>	13
2.2.1.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	14
2.2.1.γ. <i>Βαθμός σοβαρότητας.....</i>	14
2.2.1.δ. <i>Εκτίμηση φθορών.....</i>	14
2.2.2. <i>Τοπικές διογκώσεις.....</i>	15
2.2.2.α. <i>Περιγραφή.....</i>	15
2.2.2.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	15
2.2.2.γ. <i>Βαθμός σοβαρότητας.....</i>	15
2.2.3. <i>Τοπικές καθιζήσεις.....</i>	15
2.2.3.α. <i>Περιγραφή.....</i>	15
2.2.3.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	15
2.2.3.γ. <i>Βαθμός σοβαρότητας.....</i>	15
2.2.4. <i>Στρεβλώσεις της επιφάνειας.....</i>	16
2.2.4.α. <i>Περιγραφή.....</i>	16
2.2.4.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	16
2.2.4.γ. <i>Βαθμός σοβαρότητας.....</i>	16
2.2.5. <i>Επιμήκεις κυματισμοί.....</i>	16
2.2.5.α. <i>Περιγραφή.....</i>	16
2.2.5.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	16
2.2.5.γ. <i>Βαθμός σοβαρότητας.....</i>	17
2.2.6. <i>Τοπικές μετακινήσεις ασφαλτοτάπητα.....</i>	17
2.2.6.α. <i>Περιγραφή.....</i>	17
2.2.6.β. <i>Πιθανά αίτια.....</i>	17

2.2.6.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	17
2.2.7. Τοπικές καθιζήσεις σε τομές του οδοστρώματος.....	17
2.2.7.α. Περιγραφή.....	17
2.2.7.β. Πιθανά αίτια.....	18
2.2.8. Εγκάρσιες πτυχώσεις.....	18
2.2.8.α. Περιγραφή.....	18
2.2.8.β. Πιθανά αίτια.....	18
2.2.8.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	18
2.2.8.δ. Εκτίμηση Φθορών.....	19
2.2.9. Ρυτιδώσεις.....	19
2.2.9.α. Περιγραφή.....	19
2.2.9.β. Πιθανά αίτια.....	19
2.2.10. Τοπικές επισκευές / Μπαλώματα.....	19
2.2.10.α. Περιγραφή.....	19
2.2.10.β. Βαθμός σοβαρότητας.....	21
2.2.10.γ. Εκτίμηση φθορών.....	22
2.3. Ρηγματώσεις.....	23
2.3.1. Ρωγμές των άκρων του οδοστρώματος.....	23
2.3.1.α. Περιγραφή.....	23
2.3.1.β. Πιθανά αίτια.....	23
2.3.1.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	23
2.3.2. Ρωγμές από ανάκλαση.....	24
2.3.2.α. Περιγραφή.....	24
2.3.2.β. Πιθανά αίτια.....	24
2.3.2.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	24
2.3.3. Ρωγμές από ολίσθηση.....	24
2.3.3.α. Περιγραφή.....	24
2.3.3.β. Πιθανά αίτια.....	24
2.3.3.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	25
2.3.4. Ρωγμές συστολής – ξήρανσης.....	25
2.3.4.α. Περιγραφή.....	25
2.3.4.β. Πιθανά αίτια.....	25
2.3.4.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	25
2.3.5. Ρωγμές στη τροχιά των τροχών.....	25
2.3.5.α. Περιγραφή.....	25
2.3.5.β. Πιθανά αίτια.....	25
2.3.5.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	26

2.3.6. Ελικοειδής ρωγμές.....	26
2.3.6.α. Περιγραφή.....	26
2.3.6.β. Πιθανά αίτια.....	26
2.3.6.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	26
2.3.7. Ρωγμές τύπου αλιγάτορα.....	26
2.3.7.α. Περιγραφή.....	26
2.3.7.β. Πιθανά αίτια.....	27
2.3.7.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	27
2.3.7.δ. Εκτίμηση φθορών.....	28
2.3.8. Διαμήκεις ρωγμές.....	29
2.3.8.α. Περιγραφή.....	29
2.3.8.β. Πιθανά αίτια.....	29
2.3.8.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	30
2.3.8.δ. Εκτίμηση φθορών.....	30
2.3.9. Ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης.....	31
2.3.9.α. Περιγραφή.....	31
2.3.9.β. Πιθανά αίτια.....	31
2.3.10 Εγκάρσιες ρωγμές.....	31
2.3.10.α. Περιγραφή.....	31
2.3.10.β. Πιθανά αίτια.....	31
2.3.10.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	32
2.3.10.δ. Εκτίμηση φθορών.....	32
2.3.11. Ρηγματώσεις κατά τεμάχιο.....	33
2.3.11.α. Περιγραφή.....	33
2.3.11.β. Πιθανά αίτια.....	33
2.3.11.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	33
2.3.11.δ. Εκτίμηση φθορών.....	34
2.4. Αποσαθρώσεις.....	35
2.4.1. Απόσπαση αδρανών (raveling).....	35
2.4.1.α. Περιγραφή.....	35
2.4.1.β. Πιθανά αίτια.....	35
2.4.1.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	36
2.4.1.δ. Εκτίμηση φθορών.....	37
2.4.2. Λακκούβες.....	37
2.4.2.α. Περιγραφή.....	37
2.4.2.β. Πιθανά αίτια.....	37
2.4.2.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	37

2.4.3. Ραβδώσεις στις ασφαλικές επαλείψεις.....	38
2.4.3.α. Περιγραφή.....	38
2.4.3.β. Πιθανά αίτια.....	38
2.4.3.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	38
2.4.4. Απώλειες των αδρανών των ασφαλικών επαλείψεων.....	38
2.4.4.α. Περιγραφή.....	38
2.4.4.β. Πιθανά αίτια.....	38
2.4.4.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	39
2.4.5. Λεία επιφάνεια οδοστρώματος.....	39
2.4.5.α. Περιγραφή.....	39
2.4.5.β. Πιθανά αίτια.....	39
2.4.6. Ανάδυση ασφάλτου.....	39
2.4.6.α. Περιγραφή.....	39
2.4.6.β. Πιθανά αίτια.....	40
2.4.6.γ. Βαθμός σοβαρότητας.....	40
2.4.6.δ. Εκτίμηση φθορών.....	41
Κεφάλαιο 3^ο: Επιθεώρηση Οδοστρωμάτων Προς Αξιολόγηση.....	42
3.1. Αξιολόγηση λειτουργικής κατάστασης οδοστρώματος με οπτική επισκόπηση.....	43
3.2. Διαδικασίες επιθεώρησης.....	44
3.2.1. Καθοριστικοί παράγοντες επιθεωρήσεων.....	44
3.2.2. Γενικές παρατηρήσεις.....	46
3.3. Βαθμολογία παρούσας εξυπηρετικότητας (PSR) και δείκτης παρούσας εξυπηρετικότητας (PSI).....	47
3.3.1. Βαθμολόγηση της κατάστασης του οδοστρώματος.....	48
3.3.2. Πλεονεκτήματα αξιολόγησης με οπτική επισκόπηση.....	55
3.3.3. Μειονεκτήματα αξιολόγησης με οπτική επισκόπηση.....	55
3.4. Αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος με αυτοματοποιημένα συστήματα.....	56
3.4.1. Συλλογή δεδομένων μέσω οχήματος εξοπλισμένου με GPR.....	57
3.4.2. Ανάλυση δεδομένων.....	58
3.4.2.α. Μέτρηση πάχους στρώματος.....	58
3.4.2.β. Ανίχνευση της υγρασίας της υπόβασης.....	58
3.4.2.γ. Ανίχνευση κενών της υπόβασης.....	58
3.4.3. Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	59
3.4.4. Μειονεκτήματα της μεθόδου.....	60

Κεφάλαιο 4^ο: Μέθοδοι Επισκευής Και Συντήρησης.....	61
4.1. Μέθοδοι αντιμετώπισης των φθορών των οδοστρωμάτων.....	61
4.2. Μέθοδος Slurry Seal.....	63
4.2.1. Τι είναι slurry seal;.....	63
4.2.2. Που χρησιμοποιείται;.....	64
4.2.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	65
4.2.4. Πως εφαρμόζεται;.....	67
4.2.5. Τι κάνει;.....	68
4.2.6. Πόσο κοστίζει;.....	69
4.3. Μέθοδος μικρό – επιφανειακής στρώσης (micro-surfacing).....	69
4.3.1. Τι είναι η μικρό – επιφανειακή στρώση;.....	69
4.3.2. Που χρησιμοποιείται;.....	69
4.3.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	69
4.3.4. Πως εφαρμόζεται;.....	70
4.3.5. Τι κάνει;.....	70
4.3.6. Πόσο κοστίζει;.....	70
4.4. Θερμό ασφαλτόμιγμα για επικάλυψη και μπαλώματα.....	70
4.4.1. Τι είναι θερμό ασφαλτόμιγμα για επικάλυψη και μπαλώματα;.....	70
4.4.2. Που χρησιμοποιείται;.....	71
4.4.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	72
4.4.4. Πως εφαρμόζεται στα μπαλώματα;.....	72
4.4.5. Πως γίνεται η διαδικασία επικάλυψης;.....	73
4.4.6. Εναλλακτική λύση αντί θερμού ασφαλτομίγματος.....	74
4.5. Η μέθοδος hot asphalt rubber seal.....	74
4.5.1. Τι είναι η μέθοδος hot asphalt rubber seal;.....	74
4.5.2. Που χρησιμοποιείται;.....	75
4.5.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	75
4.5.4. Πως κατασκευάζονται και εφαρμόζονται οι στρώσεις;.....	76
4.5.5. Τι κάνει;.....	76
4.5.6. Πόσο κοστίζει;.....	76
4.6. Μέθοδος chip seal.....	77
4.6.1. Τι είναι η μέθοδος chip seal;.....	77
4.6.2. Που χρησιμοποιείται;.....	77
4.6.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	78
4.6.4. Πως εφαρμόζεται;.....	79
4.6.5. Τι κάνει;.....	80
4.6.6. Πόσο κοστίζει;.....	80

4.7. Μέθοδος crack sealing	80
4.7.1. Τι είναι η μέθοδος crack sealing;.....	80
4.7.2. Που χρησιμοποιείται;.....	80
4.7.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	80
4.7.4. Πως εφαρμόζεται;.....	81
4.7.5. Τι κάνει;.....	82
4.7.6. Πόσο κοστίζει;.....	82
4.8. Μέθοδος cape seal	83
4.8.1. Τι είναι η μέθοδος cape seal;.....	82
4.8.2. Που χρησιμοποιείται;.....	83
4.8.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	84
4.8.4. Πως εφαρμόζεται;.....	85
4.8.5. Τι κάνει;.....	85
4.8.6. Πόσο κοστίζει;.....	85
4.9. Μέθοδος fog seal	85
4.9.1. Τι είναι η μέθοδος fog seal;.....	85
4.9.2. Που χρησιμοποιείται;.....	86
4.9.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	86
4.9.4. Πως εφαρμόζεται;.....	86
4.9.5. Τι κάνει;.....	87
4.9.6. Πόσο κοστίζει;.....	87
4.10. Μέθοδος rejuvenation seal	87
4.10.1. Τι είναι η μέθοδος rejuvenation seal;.....	87
4.10.2. Που χρησιμοποιείται;.....	88
4.10.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;.....	88
4.10.4. Πως εφαρμόζεται;.....	88
4.10.5. Τι κάνει;.....	90
4.10.6. Πόσο κοστίζει;.....	90
4.11. Μέθοδος prime coat	90
4.11.1. Τι είναι η μέθοδος prime coat;.....	90
4.11.2. Που χρησιμοποιείται;.....	90
4.11.3. Πως εφαρμόζεται;.....	92
4.11.4. Τι κάνει;.....	92
4.11.5. Πόσο κοστίζει;.....	92
4.12. Μέθοδος scrub seal	93
4.12.1. Τι είναι η μέθοδος scrub seal;.....	93
4.12.2. Που χρησιμοποιείται;.....	93
4.12.3. Υπάρχουν διαφορετικά είδη;.....	94

4.12.4. Πως εφαρμόζεται;.....	94
4.12.5. Πόσο κοστίζει;.....	95
4.13. Μέθοδος seal coating.....	95
4.13.1. Τι είναι η μέθοδος seal coating;.....	95
4.13.2. Που χρησιμοποιείται;.....	95
4.13.3. Υπάρχουν διαφορετικά είδη;.....	96
4.13.4. Πως εφαρμόζεται;.....	96
4.13.5. Τι κάνει;.....	97
4.13.6. Πόσο κοστίζει;.....	97
4.14. Εργασίες αποκατάστασης.....	97
4.15. Ασφαλτικά υλικά.....	99
4.15.1. Ασφαλτος.....	99
4.15.2. Ασφαλτικά διαλύματα.....	100
4.15.3. Τροποποιημένη άσφαλτος.....	100
4.15.4. Χρήση και ρόλος της τροποποιημένης ασφάλτου.....	101
4.15.5. Τροποποιημένη άσφαλτο με ελαστομερή.....	104
4.15.6. Ασφαλτικά γαλακτώματα.....	107
4.15.7. Αντιυδρόφιλα υλικά.....	109
Κεφάλαιο 5^ο: Ολισθηρότητα.....	110
5.1. Το πρόβλημα της ολισθηρότητας των ελληνικών δρόμων.....	110
5.2. Παράγοντες μεταβολής της αντίστασης της ολισθηρότητας του οδοστρώματος.....	111
5.3. Αντιολισθηρές κατασκευές.....	112
5.4. Ασφαλτική σκυρομαστίχη.....	113
5.4.1. Απαιτήσεις για ενσωματωμένα υλικά.....	113
5.4.1.α. Χονδρόκοκκα αδρανή.....	113
5.4.1.β. Λεπτόκοκκα αδρανή.....	114
5.4.1.γ. Παιπάλη.....	114
5.4.2. Ασφαλτικό συνδετικό υλικό.....	115
5.4.3. Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδρόφιλο υλικό).....	115
5.4.4. Ίνες.....	115
5.4.5. Παραγωγή.....	115
5.5. Ασφαλτικό σκυρόδεμα.....	116
5.5.1. Απαιτήσεις για ενσωματωμένα υλικά.....	116
5.5.1.α. Χονδρόκοκκα αδρανή.....	116
5.5.1.β. Λεπτόκοκκα αδρανή.....	116
5.5.1.γ. Παιπάλη.....	117
5.5.2. Ασφαλτικό συνδετικό υλικό.....	117

5.5.3. Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδροφίλο υλικό).....	118
5.5.4. Παραγωγή.....	118
5.6. Μεταφορά μίγματος.....	118
5.7. Μέτρηση αντίστασης της επιφάνειας σε ολίσθηση.....	119
5.8. Όργανα μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση.....	120
5.8.1. Βρετανικό ολισθηρόμετρο SCRIM.....	121
5.8.2. Ολισθηρόμετρο A.S.T.M.....	122
5.8.3. Skiddometer.....	123
5.8.4. Grip tester.....	124
5.8.5. Φορητή συσκευή μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση (Βρετανικό εκκρεμές).....	125
5.9. Οριακές τιμές αντίστασης.....	126
Κεφάλαιο 6^ο: Ενδεικτικές δημοπρασίες.....	130
6.1. 1^ο Έργο: « Βελτίωση οδού Κανελλοπούλου περιοχής Αγιάς Πατρών».....	130
6.1.1. Εργασίες.....	130
6.1.1.α. Πρόβλημα.....	130
6.1.1.β. Μέθοδος συντήρησης.....	130
6.1.1.γ. Κόστος.....	130
6.2. 2^ο Έργο: «Ασφαλτοστρώσεις οδών στα Δ.Δ. Κάψιας , Νεστάνης και Λουκά».....	133
6.2.1. Εργασίες.....	133
6.2.1.α. Πρόβλημα.....	133
6.2.1.β. Μέθοδος συντήρησης.....	133
6.2.1.γ. Κόστος.....	134
6.3. 3^ο Έργο: « Εργασίες συντήρησης και βελτίωσης του δρόμου προς Αγ. Παρασκευή στο Δ.Δ. Τριποτάμου».....	136
6.3.1. Εργασίες.....	136
6.3.1.α. Πρόβλημα.....	136
6.3.1.β. Μέθοδος συντήρησης.....	136
6.3.1.γ. Κόστος.....	136
6.4. 4^ο Έργο: «Συντήρηση δρόμου προς Τουρκολέκα».....	138
6.4.1. Εργασίες.....	138
6.4.1.α. Πρόβλημα.....	138
6.4.1.β. Μέθοδος συντήρησης.....	138
6.4.1.γ. Κόστος.....	138
6.5. Αναλυτικά οδοστρωσία.....	140

6.5.1. Υπόβαση μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π. 0 – 150).....	140
6.5.2. Υπόβαση πάχους 0.10 μ. (Π.Τ.Π. 0 – 150).....	140
6.5.3. Βάση πάχους 0.10 μ. (Π.Τ.Π. 0 – 150).....	141
6.6. Αναλυτικά Ασφαλτικά.....	141
6.6.1. Ασφαλτική προεπάλειψη.....	141
6.6.2. Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη.....	142
6.6.3. Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π. A265).....	142
6.6.4. Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05 μ. (Π.Τ.Π. A265 και ασφαλτική στρώση πάχους 0.005 μ. (Π.Τ.Π. A265).....	143
6.6.5. Αντιολισθηρή στρώση από ασφαλτικό σκυρόδεμα πάχους 0.04 μ.	144
6.6.6. Αντιολισθηρή στρώση πάχους 0.04 μ. με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου.....	145
Βιβλιογραφία.....	146

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Σχήμα	Σελίδα
Σχήμα 1.1. : Θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις στο οδόστρωμα κατά τη διέλευση οχήματος.....	6
Σχήμα 1.2. : Εγκάρσια τομή εύκαμπτου οδοστρώματος.....	8
Σχήμα 1.3. : Εύκαμπο οδόστρωμα , διακρίνεται το νωπό χρώμα της ασφάλτου.....	8
Σχήμα 1.4. : Εύκαμπο οδόστρωμα (ασφαλτικός τάπητας 2 ημερών).....	10
Σχήμα 1.5. : Εγκάρσια τομή δύσκαμπτου οδοστρώματος.....	11
Σχήμα 1.6. : Δύσκαμπο οδόστρωμα στην περιοχή της Πάτρας.....	12
Σχήμα 1.7. : Δύσκαμπο οδόστρωμα. (άοπλο σκυρόδεμα) στην περιοχή της Πάτρας.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Σχήμα 2.1. : Τροχοαυλακώσεις.....	14
Σχήμα 2.2. : Επιμήκεις κυματισμοί.....	16
Σχήμα 2.3. : Τοπικές καθιζήσεις σε τομές οδοστρώματος.....	7
Σχήμα 2.4. : Εγκάρσια πτύχωση του οδοστρώματος.....	18
Σχήμα 2.5. : Τοπική επισκευή του οδοστρώματος.....	20
Σχήμα 2.6. : Ταξινόμηση τοπικών επισκευών του οδοστρώματος ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.....	21
Σχήμα 2.7. : Τρόποι επιδιόρθωσης τοπικών επισκευών για κάθε βαθμό σοβαρότητας.....	22
Σχήμα 2.8. : Ρωγμές τύπου αλιγάτορα.....	27
Σχήμα 2.9. : Ταξινόμηση ρωγμών τύπου αλιγάτορα βάσει βαθμού σοβαρότητας.....	28
Σχήμα 2.10. : Διαμήκεις ρωγμές.....	29
Σχήμα 2.11. : Ταξινόμηση διαμηκών ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας τους.....	30
Σχήμα 2.12. : Εγκάρσιες ρωγμές.....	31
Σχήμα 2.13. : Ταξινόμηση εγκάρσιων ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.....	32
Σχήμα 2.14. : Ρωγμές στο οδόστρωμα κατά τεμάχιο.....	33
Σχήμα 2.15. : Αποκόλληση αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος...35	
Σχήμα 2.16. : Αποκόλληση αδρανών στις ακμές του οδοστρώματος.....	36
Σχήμα 2.17. : Ταξινόμηση αποκόλλησης αδρανών από το οδόστρωμα ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας τους.....	36
Σχήμα 2.18. : Βαθμοί σοβαρότητας λακκουβών.....	38

Σχήμα 2.19. : Ανάδυση της ασφάλτου.....	40
Σχήμα 2.20. : Ταξινόμηση ανάδυσης ασφάλτου ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.....	41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Σχήμα 3.1. : Οπτική επισκόπηση οδοστρώματος.....	43
Σχήμα 3.2. : Επισκόπηση οδοστρώματος με τη χρήση αυτοκινήτου εξοπλισμένο με ειδικά μηχανήματα.....	43
Σχήμα 3.3. : B.I. (Bump integrator , μετρητής προσκρούσεων).....	53
Σχήμα 3.4. : Τρόποι προσάρτησης του B.I. στο όχημα για την μέτρηση των προσκρούσεων.....	53
Σχήμα 3.5.α. : Τρόπος λειτουργίας επισκόπησης με εξοπλισμένο αυτοκίνητο.....	56
Σχήμα 3.5.β. : Σχηματική παράσταση λειτουργίας του GPR.....	56
Σχήμα 3.6. : Όχημα επιθεώρησης , εξοπλισμένο με GPR.....	57
Σχήμα 3.7.α. : Καταγραφή της ασφάλτου με GPR.....	59
Σχήμα 3.7.β. : Επεξεργασμένη καταγραφή ασφάλτου με GPR.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Σχήμα 4.1. : Εργασίες κατά την διάστρωση του ασφαλτομίγματος Slurry Seal.....	64
Σχήμα 4.2. : Εργασίες διάστρωσης ασφαλτομίγματος σε εθνική οδό.....	64
Σχήμα 4.3. : Διάστρωση ασφαλτομίγματος τύπου Slurry Seal διά χειρός.....	65
Σχήμα 4.4. : Σχηματική παράσταση πάχους για τους δυο τύπους ψυχρών ασφαλτομιγμάτων slurry seal.....	66
Σχήμα 4.5. : Μηχάνημα διάστρωσης ασφαλτομίγματος Slurry Seal.....	67
Σχήμα 4.6. : Ασφαλικές εργασίες μικρό – επιφανειακής στρώσης κατά την διάρκεια της νύχτας.....	69
Σχήμα 4.7. : Εγκάρσια τομή σε οδόστρωμα.....	70
Σχήμα 4.8. : Εργασίες μικρό – επιφανειακής στρώσης.....	70
Σχήμα 4.9. : Φρεζάρισμα του παλιού ασφαλτοτάπητα.....	71
Σχήμα 4.10. : Διάστρωση νέου ασφαλτοτάπητα.....	71
Σχήμα 4.11. : Εικονική περιγραφή των βημάτων που ακολουθούνται για την επισκευή λακκουβών.....	73
Σχήμα 4.12. : Διάστρωση νέου ασφαλτοτάπητα μετά το φρεζάρισμα του παλιού.....	73
Σχήμα 4.13. : Διάστρωση του υλικού petromat με το σύστημα διάστρωσης AR4000.....	74
Σχήμα 4.14. : Σχηματική παράσταση των σταδίων αντίδρασης του λάστιχου και της ασφάλτου.....	75

Σχήμα 4.15. : Οδόστρωμα το οποίο χρειάζεται την εφαρμογή της μεθόδου Hot Asphalt Rubber Seal. Διακρίνονται οι ρωγμές αλιγάτορα.....	75
Σχήμα 4.16. : Εφαρμογή της μεθόδου Hot Asphalt Rubber Seal , μετά την εφαρμογή της μεθόδου Crack Sealing.....	76
Σχήμα 4.17. : Εργασίες ψεκασμού με ασφαλτικό γαλάκτωμα κατά την εφαρμογή της μεθόδου Chip Seal.....	77
Σχήμα 4.18. : Εργασίες ψεκασμού με ασφαλτικό γαλάκτωμα κατά την εφαρμογή της μεθόδου Chip Seal.....	77
Σχήμα 4.19. : Σχηματική παράσταση επιφανειακής φθοράς οδοστρώματος και υπόδειξη επιθυμητού επιπέδου ασφαλτικού τάπητα.....	78
Σχήμα 4.20.α. : 1 ^ο Στάδιο εφαρμογής της μεθόδου chip seal.....	79
Σχήμα 4.20.β. : 2 ^ο Στάδιο εφαρμογής της μεθόδου chip seal.....	79
Σχήμα 4.20.γ. : 3 ^ο Στάδιο εφαρμογής της μεθόδου chip seal.....	79
Σχήμα 4.21.α. : Καθαρισμός της ρωγμής με σκούπα και απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών.....	81
Σχήμα 4.21.β. : Καθαρισμός της ρωγμής με πεπιεσμένο αέρα.....	81
Σχήμα 4.21.γ. : Είδος μηχανήματος με το οποίο γεμίζουν τη ρωγμή με ασφαλτικό γαλάκτωμα.....	81
Σχήμα 4.21.δ. : Άλλο είδος μηχανήματος με το οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος.....	82
Σχήμα 4.21.ε. : Λείανση της είδη σφραγισμένης ρωγμής.....	82
Σχήμα 4.22. : Οδόστρωμα μετά την εφαρμογή της μεθόδου Crack Sealing.....	82
Σχήμα 4.23. : Σχηματική παράσταση επικάλυψης με στρώμα ασφαλτικού γαλακτώματος.....	83
Σχήμα 4.24. : Εργασίες ψεκασμού με την τελική στρώση ασφαλτικού γαλακτώματος.....	83
Σχήμα 4.25. : Οδόστρωμα με διάρκεια ζωής 12 χρόνια στο Los Angeles με την εφαρμογή Cape Seal.....	84
Σχήμα 4.26. : Ψεκασμός παλιού ασφαλτοτάπητα με τη μέθοδο Fog Seal.....	86
Σχήμα 4.27. : Τυποποιημένο όχημα , εξοπλισμένο με μηχανισμό ψεκασμού και δεξαμενή αποθήκευσης και μεταφοράς ασφαλτικού γαλακτώματος.....	87
Σχήμα 4.28.α. : Σχηματική παράσταση εύθραυστης επιφάνειας χωρίς όμως να έχει ραγίσει κατευθείαν.....	88
Σχήμα 4.28.β. : Δείγμα οδοστρώματος σε καλή κατάσταση.....	88
Σχήμα 4.29.α. : Ψεκασμός.....	89
Σχήμα 4.29.β. : Διείσδυση.....	89
Σχήμα 4.29.γ. : Τρίψιμο.....	89
Σχήμα 4.29.δ. : Σμίλευση.....	89
Σχήμα 4.29.ε. : Λείανση θραυστών.....	89
Σχήμα 4.29.στ. :Κυλίνδρωση.....	89
Σχήμα 4.30. : Διαφορά που υπάρχει στο οδόστρωμα μεταξύ της επιφάνειας που έχει υποστεί αναζωογονητική σφράγιση και σ' αυτήν που έχει παραμείνει στην παλιά του κατάσταση.....	90

Σχήμα 4.31.α. : Ικανότητα διείσδυσης ασφαλτικού γαλακτώματος Emulprime 1000T™	91
Σχήμα 4.31.β. : Ικανότητα διείσδυσης κοινού ασφαλτικού γαλακτώματος.....	91
Σχήμα 4.32. : Ψεκασμός της επιφάνειας με το γαλάκτωμα Emulprime 1000T™	91
Σχήμα 4.33. : Επιφάνεια οδοστρώματος μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.....	91
Σχήμα 4.34. : Ψεκασμός με τη μέθοδο Prime coat με το γαλάκτωμα σε θερμοκρασία 60 C° σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.....	92
Σχήμα 4.35. : Σχηματική παράσταση ρωγμών που διαπερνούν το οδόστρωμα.....	93
Σχήμα 4.36. : Υποψήφιο οδόστρωμα προς εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal.....	93
Σχήμα 4.37. : Ρωγμές στην επιφάνεια του οδοστρώματος λόγω γήρανσης.....	94
Σχήμα 4.38. : Ρωγμές στην επιφάνεια του οδοστρώματος λόγω γήρανσης.....	94
Σχήμα 4.39.α. : Εργασίες κατά την εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal με ασφαλτικό διάλυμα Styraflex ERA™	94
Σχήμα 4.39.β. : Εργασίες τριψίματος με τη σκούπα.....	94
Σχήμα 4.39.γ. : Εργασίες τριψίματος στο σύνολο της επιφάνειας με συρόμενες από μηχανοκίνητο όχημα σκούπες.....	95
Σχήμα 4.39.δ. : Εργασίες συμπύκνωσης με οδοστρωτήρα εξοπλισμένο με ελαστικά.....	95
Σχήμα 4.40. : Εφαρμογή της μεθόδου seal coat σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης.....	96
Σχήμα 4.41. : Εργασίες κατά την εφαρμογή της μεθόδου seal coat.....	97
Σχήμα 4.42.α. : Δεσμοί ελαστομερών.....	105
Σχήμα 4.42.β. : Δεσμοί ελαστομερών.....	105
Σχήμα 4.42.γ. : Δεσμοί ελαστομερών.....	105
Σχήμα 4.43. : Δομή συμπολυμερούς SBS με άσφαλτο.....	105
Σχήμα 4.44. : Χαρακτηριστική καμπύλη ελαστομερούς ασφάλτου σε σχέση με τη χαρακτηριστική ευθεία κοινής ασφάλτου κατά τη δοκιμή διείσδυσης σε 40\50 pen.....	106
Σχήμα 4.45. : Ευθείες κόπωσης ελαστομερούς και κοινής ασφάλτου.....	106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Σχήμα 5.1. : αντίσταση του οδοστρώματος σε ολισθηρότητα.....	111
Σχήμα 5.2. : Κατασκευή αντιολισθηρής στρώσης με τη μέθοδο ασφαλτικού σκυροδέματος.....	112
Σχήμα 5.3. : Κατασκευή αντιολισθηρής στρώσης με τη μέθοδο Ασφαλτικής σκυρομαστίχης.....	112
Σχήματα 5.4.α. : Επεξήγηση συντελεστή αντίστασης (BFC) σε ολίσθηση....	119
Σχήματα 5.4.β. : Επεξήγηση συντελεστή αντίστασης σε (SFC) ολίσθηση.....	119

Σχήμα 5.5. : Stuttgart Reibngsmesser – SRM , φορτηγό εξοπλισμένο με όργανο μέτρησης της αντίστασης της ολισθηρότητας , χρησιμοποιείται στη Γερμανία.....	120
Σχήμα 5.6. : Φορτηγό εξοπλισμένο με όργανο μέτρησης της αντίστασης της ολισθηρότητας , ονομάζεται SCRIM χρησιμοποιείται στην Βρετανία.....	120
Σχήμα 5.7. : Το όργανο το οποίο εξοπλίζει το φορτηγό για να γίνουν οι μετρήσεις.....	120
Σχήμα 5.8. : Μηχανήματα εξαγωγής αποτελεσμάτων των μετρήσεων ολισθηροτητας.....	122
Σχήμα 5.9. : Μηχάνημα πραγματοποίησης των μετρήσεων ολισθηρότητας...	122
Σχήμα 5.10. : Αυτοκίνητο πραγματοποίησης των μετρήσεων μαζί με το trailer.....	123
Σχήμα 5.11. : Μηχάνημα skiddometer , διεξαγωγής μετρήσεων.....	123
Σχήμα 5.12. : Μηχάνημα Grip Tester ,πραγματοποίησης μετρήσεων.....	124
Σχήμα 5.13. : Βρετανικό εκκρεμές.....	125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Σχήμα 6.1.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρωσίας 1 ^{ου} έργου.....	132
Σχήμα 6.1.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 1 ^{ου} έργου.....	133
Σχήμα 6.2.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρωσίας 2 ^{ου} έργου.....	135
Σχήμα 6.2.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 2 ^{ου} έργου.....	135
Σχήμα 6.3.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρωσίας 3 ^{ου} έργου.....	137
Σχήμα 6.3.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 3 ^{ου} έργου.....	138
Σχήμα 6.4. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 4 ^{ου} έργου.....	139

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Πίνακας 2.1. : Ταξινόμηση ρωγμών βάση του βαθμού σοβαρότητας.....34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Πίνακας 3.1. : Συντελεστές βαρύτητας , Σοβαρότητας και Συχνότητας για την αξιολόγηση της κατάστασης των οδοστρωμάτων.....49

Πίνακας 3.2. : Οριακές τιμές έκτασης βασικών φθορών.....51

Πίνακας 3.3. : Αξιολόγηση εύκαμπτων οδοστρωμάτων (Μέθοδος CHART)...53

Πίνακας 3.4. : Αξιολόγηση εύκαμπτων οδοστρωμάτων (Γαλλική μέθοδος)....54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Πίνακας 4.1. Θερμοκρασίες θερμάνσεως αδρανών και ασφάλτου ανά τύπο ασφάλτου.....63

Πίνακας 4.2. : Κοκκομετρικές διαβαθμίσεις και ενδεικτικές ποσότητες ασφάλτου και αδρανών μιγμάτων Slurry Seal σύμφωνα με τις ελληνικές τεχνικές οδηγίες.....66

Πίνακας 4.3. : Φθορές και μέθοδοι αποκατάστασης που αφορούν στη στοιχειώδη συντήρηση οδοστρωμάτων.....97

Πίνακας 4.4. : Ταξινόμηση προσθετικών – βελτιωτικών ασφάλτου , τυπικά προσθετικά και βελτιώσεις που επέρχονται.....103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Πίνακας 5.1. : Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης χονδρόκοκκων αδρανών...114

Πίνακας 5.2. : Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης λεπτόκοκκων αδρανών.....114

Πίνακας 5.3. : Ιδιότητες παιπάλης.....114

Πίνακας 5.4. : Συνιστώμενη κοκκομετρική διαβάθμιση παιπάλης.....117

Πίνακας 5.5. : Μονάδες διόρθωσης του SRV λόγω επιφανειακής θερμοκρασίας του οδοστρώματος.....125

Πίνακας 5.6. : Οριακές τιμές συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση σε διάφορες χώρες.....127

Πίνακας 5.7. : Ελάχιστα όρια τιμών αντίστασης σε ολίσθηση με το βρετανικό εκκρεμές (SRV).....128

Πίνακας 5.8. : Επίπεδα τιμών SFC που χρησιμοποιούνται στη Βρετανία κάτω από τα οποία απαιτείται διερεύνηση , συστηματική παρακολούθηση , ή αποκατάσταση της αντίστασης σε ολίσθηση.....129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Πίνακας 6.1. Προϋπολογισμός 1 ^ο έργου.....	131
Πίνακας 6.2. Προϋπολογισμός 2 ^ο έργου.....	134
Πίνακας 6.3. Προϋπολογισμός 3 ^ο έργου.....	137
Πίνακας 6.4. Προϋπολογισμός 4 ^ο έργου.....	139

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

Οι άνθρωποι οι οποίοι βοήθησαν στην ολοκλήρωση της εργασίας ήταν ιδιαίτερα σημαντικοί και καθοδηγητικοί καθ' όλη την διάρκεια της πραγματοποίησής της.

Συγκεκριμένα αποδίδουμε Ευχαριστίες :

- Ø Στον Κο. Λαμπρόπουλο Ανδρέα, ο οποίος μέσα από την συνεργασία που είχαμε βοήθησε με τις συμβουλές και τις ειδικές γνώσεις του πάνω στο αντικείμενο να ολοκληρωθεί η εργασία.
- Ø Στο Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής.
- Ø Στην δημοτική βιβλιοθήκη Πάτρας καθώς και στις βιβλιοθήκες των Α.Τ.Ε.Ι , Α.Ε.Ι. και ανοιχτού Πανεπιστημίου Πατρών , οι οποίες υπήρξαν σημαντικά εργαλεία στην αναζήτηση και εύρεση της κατάλληλης βιβλιογραφίας.
- Ø Επίσης, πρέπει να ευχαριστήσουμε την Νομαρχία Αρκαδίας για την χορήγηση Δημοπρασιών πάνω στο αντικείμενο μελέτης της εργασίας.
- Ø Τέλος, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε, τα άτομα που μας παρέπεμψαν για την εκπόνηση της εργασίας μας στον Κο. Λαμπρόπουλο.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κάθε νέο οδόστρωμα από τη στιγμή που δίνεται στη κυκλοφορία , αρχίζει να υπόκειται στην καταστροφική επίδραση διάφορων εξωτερικών παραγόντων όπως , των οχημάτων , των καιρικών συνθηκών , της ηλιακής ακτινοβολίας , κ.λπ. Παράλληλα αρχίζει μια σταδιακή επιδείνωση της ποιότητας του οδοστρώματος η οποία οφείλεται κυρίως στη γήρανση και κόπωση των υλικών που το συνθέτουν. Οι παραπάνω παράγοντες σε συνδυασμό με την ορθότητα \ αξιοπιστία της μελέτης , την καταλληλότητα των υλικών και την ποιότητα της κατασκευής είναι οι μοναδικές αιτίες για την εμφάνιση ,αργά ή γρήγορα , των επιφανειακών φθορών , της κόπωσης και τέλος της αποσύνθεσης του οδοστρώματος.

Η κατασκευή ενός νέου οδοστρώματος θα πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε σαν μια επένδυση του κοινωνικού συνόλου. Ο διαχειριστής του κεφαλαίου που επενδύθηκε για την κατασκευή του νέου οδοστρώματος , δηλαδή το κράτος , έχει την ευθύνη αλλά και την υποχρέωση όχι μόνο να το διατηρήσει αλλά και να το διαχειριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποδώσει κέρδος (όφελος). Το κέρδος στη προκειμένη περίπτωση είναι άμεσο (μείωση του χρόνου και του κόστους μετακίνησης , μείωση των ατυχημάτων , μείωση του κόστους συντήρησης των οχημάτων κ.λπ.) και έμμεσο (κοινωνικό όφελος όπως άνετη και ασφαλής μετακίνηση του κοινωνικού συνόλου για τις κοινωνικές και εμπορικές δραστηριότητες).

Για την διατήρηση και την απόδοση οφέλους , το οδόστρωμα θα πρέπει να συντηρείται έτσι ώστε να διατηρείται η κατάστασή του σε ένα ανεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης , καθ' όλη την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής του. Το όφελος τέλος , μπορεί να βελτιστοποιηθεί με τη διατήρηση του οδοστρώματος σε όσο το δυνατόν υψηλότερο επίπεδο εξυπηρέτησης. Συνεπώς , καθίσταται σαφές ότι η συντήρηση και η επισκευή των οδοστρωμάτων είναι επιτακτική ανάγκη.

Για να έχουμε λοιπόν , μια πλήρη εικόνα του οδοστρώματος που προορίζεται προς συντήρηση , έτσι ώστε να συγκεκριμενοποιήσουμε το μέγεθος της υποψήφιας προς επισκευή φθοράς , καθώς και το είδος της , θα πρέπει να γίνει μια , τουλάχιστον , τυπική επιθεώρηση του οδοστρώματος. Βάση της εκτίμησης της οποίας έχει καταλήξει το πλήρωμα που διεκπεραίωσε την επιθεώρηση , θα καταλήξουμε και στο είδος της επισκευής στην οποία απαιτεί το οδόστρωμα ούτως ώστε να μην υπάρχει τεράστιο κόστος επισκευής.

Κύριος λόγος , για την συντήρηση του οδοστρώματος είναι η ασφάλεια του κοινωνικού συνόλου με την μείωση των ατυχημάτων. Σημαντικός παράγοντας στην ύπαρξη μεγάλου αριθμού ατυχημάτων είναι η ολισθηρότητα. Έχουν δημιουργηθεί κατάλληλα ασφαλομίγματα με προσμίξεις για την κατασκευή αντισθητικών ασφαλοταπήτων με αποτέλεσμα τη μείωση της ολισθηρότητας του οδοστρώματος. Η εκτίμηση για το βαθμό ολισθηρότητας του οδοστρώματος γίνεται με ειδικά όργανα μέτρησης του συντελεστή ολίσθησης του υποψήφιου προς συντήρηση ασφαλοτάπητα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκρηκτική αύξηση των κυκλοφοριακών μεγεθών αλλά και του κόστους κατασκευής οδικών έργων κατά τις τελευταίες δεκαετίες προσδίδει στο θέμα της συντήρησης των οδών και των οδοστρωμάτων μια ιδιαίτερη βαρύτητα και το φέρει στη πρώτη σειρά προτεραιότητας από πλευράς ερευνητικού ενδιαφέροντος στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Η έρευνα στρέφεται κυρίως προς τη κατεύθυνση εξεύρεσης “ συστημάτων συντήρησης ” (maintenance systems) ή ακόμη γενικότερα “ συστημάτων διαχείρισης οδοστρωμάτων ” (pavement manager systems) τα οποία να αξιολογούν και να συνθέτουν με τη βοήθεια μαθηματικών μοντέλων κατασκευαστικά, ποιοτικά και κυκλοφοριακά στοιχεία της οδού και να καταλήγουν σε ολοκληρωμένη πρόταση για την απαιτούμενη επέμβαση.

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα κατασκευής και κατά συνέπεια την αύξηση ζωής των εύκαμπτων οδοστρωμάτων είναι και ο επακριβής υπολογισμός του πάχους των στρώσεων του οδοστρώματος. Ο επακριβής υπολογισμός του πάχους των στρώσεων είναι συνάρτηση τόσο της μεθοδολογίας που ακολουθείται όσο και της αντιπροσωπευτικής μέτρησης ή της εκτίμησης των σχεδιαστικών παραμέτρων που υπεισέρχονται. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να είναι σύγχρονη και να ανταποκρίνεται στις σημερινές αυξημένες απαιτήσεις σχεδιασμού οδοστρωμάτων. Παράλληλα θα πρέπει να χρησιμοποιεί σχεδιαστικές παραμέτρους τέτοιες ώστε να καλύπτουν όλο το φάσμα των διαθέσιμων νεότερων ή συμβατικών υλικών κατασκευής και τεχνολογικών εξελίξεων. Φυσικά δεν θα πρέπει να δοθεί η εντύπωση ότι αν όλα τα παραπάνω ικανοποιηθούν πλήρως διασφαλίζεται η πλήρης επιτυχία της κατασκευής. Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι ο παράγοντας υπολογισμός πάχους οδοστρώματος είναι ένας από τους τέσσερις βασικούς παράγοντες όπως Μελέτη, Επίβλεψη, Κατασκευή και Έλεγχος Υλικών, που επηρεάζουν την ποιότητα της κατασκευής. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες αλληλοσυνδέονται κι αν ένας από αυτούς δεν πληρούται από την επίδραση του επακριβούς υπολογισμού του πάχους του οδοστρώματος στην ποιότητα κατασκευής, η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος εκμηδενίζεται. Το πεδίο του υπολογισμού των οδοστρωμάτων είναι δυναμικό με την έννοια, ότι οι αντιλήψεις για τον υπολογισμό εξελίσσονται συνεχώς καθώς ολοένα και περισσότερα στοιχεία συμπεριφοράς των οδοστρωμάτων γίνονται γνωστά. Βέβαια υπάρχουν πολλές μέθοδοι υπολογισμού, αφού οι γνώμες που αφορούν την επιλογή των παραγόντων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό αλλάζουν από θέση σε θέση ή χώρα σε χώρα. Οπωσδήποτε βέβαια τα υλικά που είναι διαθέσιμα για να κατασκευασθεί ένα οδόστρωμα διαδραματίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό του οδοστρώματος. Επίσης υπάρχουν αρχές υπολογισμού οι οποίες είναι κοινές για όλα τα προβλήματα, ανεξάρτητα από τις συγκεκριμένες περιστάσεις. Ο σχεδιασμός ενός

οδοστρώματος περιλαμβάνει την μελέτη των εδαφών και των υλικών οδοστρωσίας, την συμπεριφορά τους κάτω από τα φορτία και τον υπολογισμό του οδοστρώματος να παραλάβει αυτά τα φορτία κάτω από οποιεσδήποτε κλιματολογικές συνθήκες. Όλα τα οδοστρώματα αντλούν τη φέρουσα ικανότητα τους από το υποκείμενο έδαφος εδράσεως. Κατά συνέπεια η γνώση των βασικών αρχών της εδαφομηχανικής είναι θεμελιώδης στο σχεδιασμό του οδοστρώματος. Ο σχεδιασμός των οδοστρωμάτων βασιζόταν αρχικά, σε αυθαίρετους εμπειρικούς κανόνες που είχαν βγει από την πείρα του παρελθόντος.

Την περίοδο 1920 – 1940 οι μηχανικοί έκαναν μια συλλογική προσπάθεια να εκτιμήσουν τις φέρουσες ικανότητες του εδάφους, βασικά για τις θεμελιώσεις κτιρίων και γεφυρών. Σε αυτή τη περίοδο ένα πολύ σημαντικό πλήθος βασικών πληροφοριών για το έδαφος συγκεντρώνεται, αξιολογείται και χρησιμοποιείται σαν βάση υπολογισμού των θεμελιώσεων. Στον ίδιο χρόνο η εδαφομηχανική χρησιμοποιείται και στα οδοστρώματα με τον χαρακτήρα της κατατάξεως των εδαφών που είναι μια σημαντική βελτίωση στη προσέγγιση του προβλήματος, αλλά οπωσδήποτε ανεπαρκής.

Σαν αποτέλεσμα αναπτύχθηκαν σχέσεις που συνδέουν τη συμπεριφορά του οδοστρώματος με τους τύπους του εδάφους πάνω στο οποίο εδράστηκαν και γενικά οι μελέτες έδειξαν ότι οδοστρώματα κατασκευασμένα σε πλαστικά εδάφη έδειξαν μεγαλύτερο βαθμό παραμορφώσεως από εκείνα που κατασκευάστηκαν επάνω σε κοκκώδεις αποθέσεις. Πέρα από αυτό ο λόγος της παγοπληξίας και των δυσμενών συνθηκών αποστραγγίσεως κατατάχθηκαν στους κυρίαρχους παράγοντες αστοχίας.

Ανεξάρτητα από τα παραπάνω πολλοί φορείς κατασκευής οδοστρωμάτων εξακολούθησαν να χρησιμοποιούν σταθερές διατομές για τους περισσότερους δρόμους. Αυτό σήμαινε ότι έστω κι αν τα οδοστρώματα εδράζονταν σε διάφορους τύπους εδαφών, κατασκευάζονταν με σταθερό πάχος. Η πρακτική αυτή συχνά είχε σαν δικαιολογία την οικονομία.

Στις αρχές του 1950 τα μεγάλα φορτία τα οποία εισάγουν τα βαριά αεροσκάφη δείχνουν ότι οι μέθοδοι υπολογισμού των οδοστρωμάτων πάσχουν από επιστημονική τεκμηρίωση.

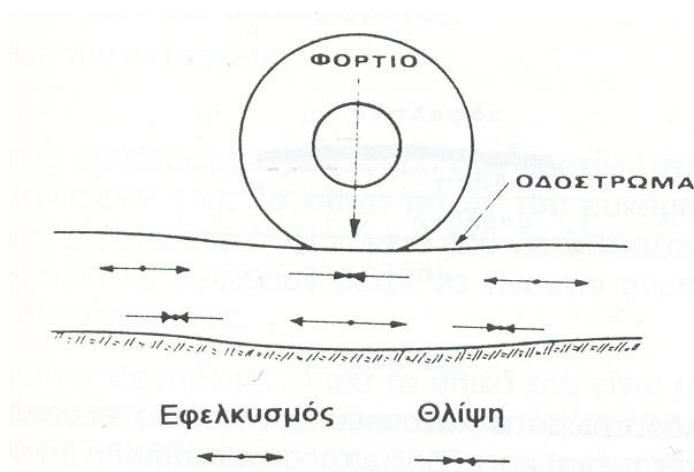
Αυτό επιβεβαιώνεται περίπου στον ίδιο χρόνο από το γεγονός ότι η πολύ σημαντική αύξηση των φορτίων των οδοστρωμάτων των οδών έχει σαν αποτέλεσμα σημαντικές καταστροφές που είναι κοινές σε ένα μεγάλο αριθμό οδών. Οι παρατηρούμενες τα τελευταία έτη πρόωρες αστοχίες και φθορές των οδοστρωμάτων σε συνδυασμό με την παράλληλη έλλειψη κεφαλαίου, κάνουν σήμερα περισσότερο επιτακτική την ανάγκη εξεύρεσης τροπών βελτίωσης της ποιότητας της κατασκευής για την αύξηση της διάρκειας ζωής των οδοστρωμάτων. Η εξεύρεση τέτοιων λύσεων θα είχε σαν αποτέλεσμα την βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου κεφαλαίου και την κατασκευή περισσότερων έργων οδοποιίας.

Το Κρατικό Εργαστήριο Οδοποιίας, ευαισθητοποιημένο από τις σύγχρονες τάσεις στον χώρο αυτό της Έρευνας, έχει ξεκινήσει μια προσπάθεια κατάρτισης ενός “συστήματος διαχείρισης οδοστρωμάτων” σε συνεργασία και με ερευνητικά κέντρα της Ευρώπης και των ΗΠΑ. Σε πρώτη φάση, το βάρος του ερευνητικού ενδιαφέροντος κατευθύνθηκε προς την επεξεργασία του μοντέλου αξιολόγησης (evaluation model) της κατασκευής του οδοστρώματος, το οποίο συνθέτει τα δεδομένα μετρήσεων και χαρακτηριστικών ανάλογα με τις αριθμητικές τιμές των ποιοτικών δεικτών της.

1. ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

1.1. Γενικά.

Η κατασκευή των οδοστρωμάτων αποσκοπεί στην ομαλή μεταβίβαση των φορτίων της κυκλοφορίας στο έδαφος (σχήμα 1.1), κάνοντας έτσι τη χρήση της οδού κάτω από οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες και ποιότητες εδάφους. Επιπροσθέτως επιτυγχάνεται ασφαλέστερη οδήγηση και υψηλότερο επίπεδο εξυπηρετικότητας στον χρήστη.



Σχήμα 1.1. : Θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις στο οδόστρωμα κατά τη διέλευση οχήματος. Κοφίτσας 2001

Η γνώση της μηχανικής συμπεριφοράς των οδοστρωμάτων είναι ουσιαστικής σημασίας για την ορθή μελέτη και διαστασιολόγηση αυτών. Χρησιμοποιώντας τον κλασικό διαχωρισμό, τα οδοστρώματα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα εύκαμπτα (από ασφαλτόμιγμα) και τα άκαμπτα ή δύσκαμπτα (από σκυρόδεμα) οδοστρώματα. Φυσικά υπάρχουν και τα μικτά ή ημιάκαμπτα οδοστρώματα (συνήθως, βάση από σκυρόδεμα και τάπητα από ασφαλτόμιγμα) τα οποία δεν θα μας απασχολήσουν. Μεταξύ των δύο κατηγοριών υπάρχουν σημαντικές διαφορές, βασικότερη των οποίων είναι η μεταβίβαση του φορτίου από την επιφάνεια στο έδαφος. Στην περίπτωση των εύκαμπτων οδοστρωμάτων, οι κατακόρυφες πιέσεις στο έδαφος παραμένουν συγκεντρωμένες σε μια μικρή ακτίνα γύρω από τον άξονα του φορτίου, και οι τιμές τους είναι σχετικά υψηλές. Για να επιτευχθεί μείωση των πιέσεων αυτών, απαιτείται αύξηση του συνολικού πάχους του οδοστρώματος. Αντίθετα, στην περίπτωση των δύσκαμπτων, η πίεση που μεταβιβάζεται στο έδαφος είναι πάντοτε μικρή επειδή τα φορτία κατανέμονται σε μεγαλύτερη επιφάνεια, λόγω της λειτουργίας της πλάκας του σκυροδέματος. Σε γενικές γραμμές, οι κυριότερες διαφορές μεταξύ εύκαμπτων και άκαμπτων οδοστρωμάτων είναι :

- η πίεση που μεταβιβάζεται στο έδαφος, σε τομές ίσου πάχους, είναι μεγαλύτερη στο εύκαμπτο απ' ότι στο άκαμπτο.

- η επιφάνεια κυκλοφορίας (ή κύλισης) των εύκαμπτων οδοστρωμάτων παρακολουθεί τις μετατοπίσεις των κατωτέρων στρώσεων, σε αντίθεση με την επιφάνεια κύλισης των άκαμπτων οδοστρωμάτων.
- οι μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ευστάθεια του ασφαλτομίγματος σε αντίθεση με τα άκαμπτα όπου οι θερμοκρασιακές μεταβολές δεν επηρεάζουν την αντοχή του σκυροδέματος αλλά μόνο την ευπάθεια του στους αρμούς συστολο-διαστολής.
- τα εύκαμπτα οδοστρώματα λόγω της ελαστικοπλαστικής συμπεριφοράς της ασφάλτου και της έλλειψης συνοχής των υλικών τους εμφανίζουν έντονη παραμορφωσιμότητα.
- η αντοχή σε εφαπτομενικά φορτία της επιφάνειας κύλισης είναι καθοριστική για τα ασφατικά οδοστρώματα.

Τα προβλήματα γίνονται περισσότερο εμφανή στην περίπτωση ελαττωματικής συγκολλητικής.

- τα άκαμπτα οδοστρώματα είναι γενικά πιο ανθεκτικά σε διάφορα καταστροφικά φαινόμενα που οφείλονται κατά κύριο λόγο σε υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και φορτία.
- η συντήρηση των άκαμπτων οδοστρωμάτων γίνεται σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα απ' ότι στα εύκαμπτα, πλην όμως, είναι περισσότερο δαπανηρή και εξειδικευμένη.
- το κόστος κατασκευής, διαστασιολογημένα κάτω από ίδιες συνθήκες φόρτισης και έδρασης, είναι συνήθως μεγαλύτερη στο δύσκαμπτο οδόστρωμα.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε ότι δεν υπάρχουν πάγιοι κανόνες εκλογής του τύπου του οδοστρώματος. Η εκλογή βασίζεται κυρίως στις συνθήκες σχεδιασμού που επικρατούν (βαριά φορτία, ποιότητα εδάφους έδρασης, κ.τ.λ.), στην διαθεσιμότητα και το κόστος των υλικών, στον διαθέσιμο μηχανικό εξοπλισμό και την τεχνική κατάρτιση του εργατικού δυναμικού, στο ύψος του διαθέσιμου κεφαλαίου και τέλος, στην βέλτιστη χρήση αυτού, λαμβανομένου υπ' όψη όχι μόνο του κόστους κατασκευής αλλά και του κόστους συντήρησης.

1.2 Εύκαμπτα οδοστρώματα.

Ως εύκαμπτα οδοστρώματα θεωρούνται:

- 1) Τα ασφατικά
- 2) Τα κυκλοφοριόπηκτα
- 3) Τα σταθεροποιημένα
- 4) Τα σκυρωτά

Κατά κανόνα τα εύκαμπτα οδοστρώματα αποτελούνται από Υπόβαση – Βάση – Επιφανειακή στρώση. (σχήματα 1.2 & 1.3)



Σχήμα 1.2. : Εγκάρσια τομή εύκαμπτου οδοστρώματος.(Ι. Κοφίτσας – 2001).



Σχήμα 1.3. : Εύκαμπτο οδόστρωμα , διακρίνεται το νωπό χρώμα της ασφάλτου

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

- 1) Αποτρέπουν την άνοδο του ύδατος λόγω του φαινομένου της τριχοειδούς ανύψωσης.
- 2) Δίνουν μια πρόσθετη προστασία από τον παγετό.
- 3) Συντελούν στην αποστράγγιση.
- 4) Αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα.
- 5) Βοηθούν τη κατανομή των φορτίων με το σύστημα των στρώσεων.

Στο εύκαμπτο οδόστρωμα η μεταφορά των φορτίων στο έδαφος γίνεται δια μέσου των στρώσεών του. Το ολικό πάχος του εύκαμπτου οδοστρώματος πρέπει να είναι τόσο ώστε οι δυνάμεις που μεταβιβάζονται σε μεγαλύτερη συνεχώς επιφάνεια να μειωθούν μέχρι να γίνονται ανεκτές από το έδαφος έδρασης του οδοστρώματος.

Οι κυριότεροι παράγοντες , που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του πάχους του οδοστρώματος , είναι:

- 1) Η φύση του εδάφους έδρασης του οδοστρώματος.
- 2) Οι κλιματολογικές συνθήκες.
- 3) Τα επί τόπου διαθέσιμα υλικά.
- 4) Ο κυκλοφοριακός φόρτος.

Η φύση του εδάφους έδρασης επηρεάζει σημαντικά τη συμπεριφορά του οδοστρώματος . Επομένως , η εκτέλεση της εδαφοτεχνικής μελέτης στη ζώνη έδρασης του οδοστρώματος είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό του πάχους του.

Εκτός από τις ορισμένες σταθερές του εδάφους , που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό , χρειάζεται και η γνώση άλλων στοιχείων , που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη , όπως είναι η στάθμη των υπογείων υδάτων , οι κατολισθήσεις του εδάφους , το βάθος των μαλακών εναποθέσεων κ.λπ.

Οι κλιματολογικές συνθήκες ,πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη για τον υπολογισμό όχι μόνο του πάχους αλλά και της σύνθεσης του οδοστρώματος.

Οι κυριότερες είναι:

- Το ύψος των βροχοπτώσεων.
- Η δράση του παγετού – Η συρρίκνωση και η διόγκωση του εδάφους.
- Οι εναλλαγές παγετού – τήξης και υγρασίας – ξηρασίας.
- Οι εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας.

Η μελέτη του πάχους του οδοστρώματος πρέπει να γίνεται έτσι , ώστε να χρησιμοποιούνται τα επί τόπια υλικά κατά τον καλύτερο τρόπο. Αυτό είναι δυνατό, διότι κάθε στρώση του οδοστρώματος μπορεί να κατασκευασθεί με διαφορετικούς τρόπους (π.χ. , η υπόβαση μπορεί να κατασκευασθεί με φυσικό ή θραυστό αμμοχάλικο ή ακόμη και με θραυστό πέτρωμα).

Είναι φανερό ότι , η φέρουσα ικανότητα της υπόβασης εξαρτάται από το είδος του υλικού. Δηλαδή η χρήση θραυστού πετρώματος , θα έχει μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα από ίσο πάχος φυσικού αμμοχάλικου. Άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί το επιτόπιο υλικό, με αύξηση ή μείωση του πάχους της στρώσης της υπόβασης , μετά από συγκριτική οικονομική μελέτη.

Επί πλέον , η υπόβαση και η βάση ενός οδοστρώματος δεν αποτελούν χωριστές κατασκευές , αλλά είναι δυνατόν κατά τη μελέτη της διατομής του οδοστρώματος να συνδυάζονται, ανάλογα με τα υλικά που συναντώνται , με ενιαίο τρόπο , αρκεί η αντοχή του οδοστρώματος , σαν σύνολο, να είναι η απαιτούμενη , π.χ. αν μια περιοχή στερείται φυσικών υλικών υπόβασης , δεν είναι απαραίτητο να μεταφερθούν αυτά από απομακρυσμένες περιοχές ή να θραυσθούν σκληρά πετρώματα για την παραγωγή υλικών υπόβασης , αλλά είναι δυνατόν να αυξηθεί κατ' ισοδύναμο πάχος η βάση με ανάλογη ελάττωση του πάχους της υπόβασης ή ακόμα και να καταργηθεί.

Ουσιαστική σημασία για τη σύνθεση ενός οδοστρώματος , που αποτελείται από στρώσεις με διαφορετική ικανότητα, έχει η διάταξή τους κατ' αύξουσα φέρουσα ικανότητα , από κάτω προς τα πάνω και με κάποια σχέση , ώστε όλες οι στρώσεις να φορτίζονται στο επιτρεπτό φορτίο αντοχής τους , επιτυγχάνοντας έτσι το οικονομικότερο οδόστρωμα για συγκεκριμένη αντοχή.

Επομένως , η κατασκευή μιας ισχυρότερης στρώσης κάτω από ασθενέστερη στρώση είναι αντιοικονομική , διότι αυτή ουδέποτε θα φορτισθεί στο σύνολο της αντοχής της. Αν συμβεί αυτό θα έχει ως συνέπεια τη θραύση της ανώτερης στρώσης.

Τα εύκαμπτα οδοστρώματα χωρίζονται και αυτά σε δύο ομάδες ανάλογα με τον τύπο βάσης στο σύστημα των στρώσεων (τάπητας κυκλοφορίας – βάση – υπόβαση). Στην πρώτη ομάδα ανήκουν τα οδοστρώματα με βάση από ασύνδετα υλικά (σκυρωτή βάση), ενώ στη δεύτερη ανήκουν τα οδοστρώματα με όλες τις στρώσεις (τάπητα κυκλοφορίας, βάση και υπόβαση) από ασφαλτόμιγμα (θερμό ή ψυχρό). Τα οδοστρώματα της δεύτερης ομάδας είναι γνωστά σαν εύκαμπτα οδοστρώματα “ολικού πάχους”.

Η αποκλειστική χρήση του ενός τύπου εύκαμπτων οδοστρωμάτων δεν δικαιολογείται δεδομένου, ότι τα εύκαμπτα οδοστρώματα “ολικού πάχους” έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων. Τα πλεονεκτήματα οδοστρωμάτων “ολικού πάχους” έναντι των οδοστρωμάτων με “σκυρωτή” βάση είναι :

- η ασφαλική βάση μπορεί να παραλάβει μεγαλύτερες εφελκυστικές τάσεις, συγκριτικά με τη βάση από ασύνδετα αδρανή, με αποτέλεσμα να απαιτείται πάντοτε λιγότερο ολικό πάχος οδοστρώματος.
- λόγω έλλειψης σκυρωτής βάσης, η οποία είναι διαπερατή από το νερό, μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος της μείωσης της αντοχής της υπόβασης λόγω αυξήσεως της υγρασίας από επιφανειακά νερά.
- επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα κατασκευής διότι το ασφαλτόμιγμα διαστρώνεται, συμπυκνώνεται και σταθεροποιείται σε συντομότερο χρονικό διάστημα από την σκυρωτή βάση.
- γίνεται μια σχετική εξοικονόμηση αδρανών.
- τα οδοστρώματα “ολικού πάχους” είναι η ιδανική περίπτωση για την εφαρμογή της σταδιακής κατασκευής (κατασκευή βάσεως και τάπητα κυκλοφορίας σε διαφορετική χρονική περίοδο).
- επιφέρεται μικρότερη αναστάτωση στους υπόγειους αγωγούς λόγω μικρότερου συνολικού πάχους.
- τα οδοστρώματα αυτού του τύπου δεν επηρεάζονται από την υγρασία και την παγωνιά.



Σχήμα 1.4. : Εύκαμπτο οδοστρώμα (ασφαλτικός τάπητας 2 ημερών).

1.3 Δύσκαμπτα οδοστρώματα.

Ως δύσκαμπτα οδοστρώματα λαμβάνονται υπ' όψη τα από σκυρόδεμα (άοπλο, οπλισμένο ή προεντεταμένο) κατασκευασμένα οδοστρώματα και τα λιθόστρωτα.

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα από σκυρόδεμα αποτελούνται μόνο από τη βάση και τη σκυροδετημένη επιφάνεια. (σχήμα 1.5.) Ο λόγος για τον οποίο κατασκευάζεται η στρώση βάσης είναι επειδή:

- α) Αποτρέπει την άνοδο του ύδατος λόγω του φαινομένου της τριχοειδούς ανύψωσης
- β) Προστατεύει από τον παγετό
- γ) Συντελεί στην αποστράγγιση
- δ) Αποτρέπει τις καθιζήσεις του εδάφους
- ε) Αυξάνει την αντοχή του οδοστρώματος
- στ) Διευκολύνει την κατασκευή



Σχήμα 1.5. : Εγκάρσια τομή δύσκαμπτου οδοστρώματος. Ι. Κοφίτσας 2001

Στο δύσκαμπτο οδοστρώμα (σχήματα 1.6 & 1.7), όπου το υλικό του είναι μεγάλης αντοχής, το κύριο μέρος των τάσεων μεταβιβάζεται στον φορέα, ενώ το έδαφος θεμελίωσης απλώς αντιδρά στην παραμόρφωση του οδοστρώματος. Έτσι, το πρόβλημα του υπολογισμού των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων είναι η στατική επίλυση πλάκας σκυροδέματος, που εδράζεται σε άπειρα ελαστικά σημεία.

Όσον αφορά τους παράγοντες που υπεισέρχονται στη μεθοδολογία την οποία ακολουθούμε για τον υπολογισμό πάχους του οδοστρώματος, οι βασικοί είναι:

- α) Η ποιότητα του σκυροδέματος
- β) Η αντοχή της υποδομής
- γ) Τα φορτία και η συχνότητά τους

Οι διάφορες περιπτώσεις φόρτισης του σκυροδέματος προκαλούν αξιοσημείωτες καμπτικές τάσεις. Η καμπτική αντοχή του σκυροδέματος καθορίζεται από ειδικά δοκίμια θραύσης σε αντίστοιχη ημέρα (συνήθως τα αποτελέσματα της 90^{ης} ημέρας καθορίζουν την αντοχή).

Το σκυρόδεμα πρέπει να παρουσιάζει στερεότητα, ικανή καμπτική αντοχή και στερεή αντιολησθηρή επιφάνεια. Έρευνες σε πειραματικά δύσκαμπτα

οδοστρώματα αλλά και σε χρησιμοποιούμενα ήδη οδοστρώματα, έδειξαν ότι ασκείται πολύ λίγη πίεση στην υποδομή. Έτσι δεν θεωρείται αναγκαίο ούτε οικονομικά συμφέρον η κατασκευή μιας προστατευτικής και μεγάλου πάχους στρώση βάσης. Αν και στην εποχή μας η χρήση των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων έχει μειωθεί σε σημείο εξάλειψης.

Όσον αφορά την αντοχή της υποδομής στα δύσκαμπτα οδοστρώματα, γίνονται ειδικές παραδοχές στον υπολογισμό της. Η πιο συνηθισμένη βασίζεται στην παράμετρο K , που ονομάζεται **‘μέτρο αντίδρασης του εδάφους’**.



Σχήμα 1.6. : Δύσκαμπτο οδόστρωμα στην περιοχή της Πάτρας.



Σχήμα 1.7. : Δύσκαμπτο οδόστρωμα. (άοπλο σκυρόδεμα) στην περιοχή της Πάτρας.

2. ΦΘΟΡΕΣ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.1. Γενικά.

Σύμφωνα με τον Κο Αθ. Φωτ. Νικολαΐδη καθηγητή Α.Π.Θ. στο τμήμα πολιτικών μηχανικών και το βιβλίο του 'Οδοστρώματα – Υλικά – Έλεγχος – Ποιότητας', το σύνολο των φθορών των εύκαμπτων οδοστρωμάτων ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής: **Παραμορφώσεις, Ρηγματώσεις και Αποσαθρώσεις.**

Στις **παραμορφώσεις** εμπεριέχονται βλάβες όπως 1) αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών, 2) τοπικές διογκώσεις, 3) τοπικές καθιζήσεις, 4) στρεβλώσεις της επιφάνειας, 5) επιμήκεις κυματισμοί, 6) τοπικές μετακινήσεις ασφαλτοτάπητα, 7) τοπικές καθιζήσεις σε τομές οδοστρώματος, 8) εγκάρσιες πτυχώσεις, 9) ρυτιδώσεις, 10) τοπικές επισκευές \ μπαλώματα.

Στις **ρηγματώσεις** των οδοστρωμάτων τοποθετείται μεγάλος αριθμός βλαβών όπως 1) οι ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος, 2) ρωγμές από ανάκλαση, 3) ρωγμές ολίσθησης, 4) ρωγμές συστολής, 5) ρωγμές κατά μήκος της τροχιάς των τροχών, 6) ελικοειδής ρωγμές, 7) ρωγμές τύπου αλιγάτορα, 8) διαμήκεις ρωγμές, 9) ρωγμές πολυγωνικού τύπου, 10) ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης, 11) εγκάρσιες ρωγμές και τέλος 12) ρηγματώσεις κατά τεμάχιο.

Φθορές των οδοστρωμάτων όπως 1) η απόσπαση αδρανών, 2) οι λακκούβες, 3) οι ραβδώσεις στις ασφατικές επαλείψεις, 4) οι απώλειες των αδρανών των ασφατικών επαλείψεων, 5) η λεία επιφάνεια οδοστρώματος και 6) η ανάδυση της ασφάλτου εμπεριέχονται στις **αποσαθρώσεις**.

2.2. Παραμορφώσεις (στρεβλώσεις) της επιφάνειας.

Οι παραμορφώσεις ή στρεβλώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι σε γενικές γραμμές οι φθορές εκείνες που χαρακτηρίζουν το οδόστρωμα ως μη επίπεδο. Οι παραμορφώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος μπορεί να οφείλονται στην ελαστοπλαστική συμπεριφορά της ασφάλτου και κατά επέκταση του ασφαλτομίγματος, ή/και στην χαμηλή ευστάθεια των ασφαλτομιγμάτων ή/και στην μη καλή συμπύκνωση όλων των στρώσεων, αναλόγως. Για την καλύτερη συντήρηση των φθορών αυτών και πάλι, είναι αναγκαίο να γίνει ακριβής εντοπισμός των αιτιών που την προκάλεσαν. Γενικά η συντήρηση των παραμορφώσεων μπορεί να είναι απλό γέμισμα αυτών με θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμιγμα έως την πλήρη απομάκρυνση της προσβληθείσας περιοχής και αντικατάσταση της με νέα υλικά.

2.2.1. Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών.

2.2.1.α. Περιγραφή.

Οι αυλακώσεις είναι επιμήκεις μόνιμες παραμορφώσεις του οδοστρώματος κατά μήκος της τροχιάς των τροχών (σχήμα 2.1.). Εξ' αιτίας της τριβής που υπάρχει μεταξύ των τροχών και του τμήματος του οδοστρώματος με το οποίο οι τροχοί έρχονται σε επαφή , δημιουργείται αλλοίωση της υφής του οδοστρώματος κατά μήκος της τροχιάς των τροχών.



Σχήμα 2.1. : Τροχοαυλακώσεις , (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.2.1.β. Πιθανά Αίτια.

Οφείλονται σε μια ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες: την παραμένουσα παραμόρφωση του ασφαλτομίγματος λόγω της ελαστοπλαστικής του συμπεριφοράς, την καθίζηση των στρώσεων λόγω κακής συμπύκνωσης, την πλευρική μετακίνηση μιας ή περισσότερης των στρώσεων κάτω υπό την επίδραση των αξονικών φορτίων. Επίσης, αυλακώσεις μπορούν να δημιουργηθούν και μόνο από την υψηλή παραμόρφωση του ασφαλτομίγματος που συνήθως χαρακτηρίζεται και από χαμηλή ευστάθεια κατά Marshall και μεγάλη παραμόρφωση κατά Marshall. Στην προκειμένη περίπτωση οι αυλακώσεις θα συνδέονται υποχρεωτικά και από τοπικές ανυψώσεις δεξιά και αριστερά της αυλάκωσης και καθ' όλο το μήκος αυτής. Οι αυλακώσεις γίνονται εύκολα αντιληπτές μετά από βροχόπτωση εφόσον μετατρέπονται σε θύλακες συγκέντρωσης όμβριων.

2.2.1.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Βάθος αυλάκωσης μικρότερο από 1,3 εκ. μετρούμενο με τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε στο οδικό πείραμα AASHO.
- Μεσαίος: Βάθος αυλάκωσης 1,3 εκ. έως 1,9 εκ.
- Υψηλός: Βάθος αυλάκωσης μεγαλύτερο από 1,9 εκ.

2.2.1.δ. Εκτίμηση Φθοράς.

Για να γίνει ορθή εκτίμηση της σοβαρότητας της αυλάκωσης θα πρέπει να λαμβάνονται όσο το δυνατόν περισσότερες μετρήσεις και να υπολογίζεται ο μέσος όρος τους. Επίσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η έκταση της φθοράς βάση του συνολικού μήκους της οδού στο οποίο παρουσιάζεται το πρόβλημα των τροχοαυλακώσεων.

2.2.2. Τοπικές διογκώσεις.

2.2.2.α. Περιγραφή.

Τοπική ανύψωση του οδοστρώματος που συνήθως συνοδεύεται με θραύση του στην ανυψωμένη περιοχή.

2.2.2.β. Πιθανά Αίτια.

Οι τοπικές διογκώσεις οφείλονται σε τοπική διαστολή του υπεδάφους ή της υπόβασης ή των ασφαλτικών στρώσεων (σπανίως) κυρίως λόγω παγετού. Αιτία αυτού του είδους της διόγκωσης μπορεί να είναι και η ύπαρξη διογκούμενων υλικών παρουσία ύδατος (αργιλικά υλικά).

2.2.2.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Ικανοποιητικός έλεγχος του οχήματος με ελαφρά αίσθηση τινάγματος από τον οδηγό.
- Μεσαίος: Μέτριος έλεγχος του οχήματος με αξιοσημείωτη αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Υψηλός: Κακός έλεγχος του οχήματος από τον οδηγό που συναντά συνεχώς νέες παραμορφώσεις με έντονη αίσθηση μεγάλου κατακόρυφου τινάγματος.

2.2.3. Τοπικές καθιζήσεις.

2.2.3.α. Περιγραφή.

Τοπικές καθιζήσεις χαρακτηρίζονται οι καθιζήσεις που είναι σε περιορισμένη έκταση και συνήθως δεν συνοδεύονται από μικρορωγμές. Οι καθιζήσεις αυτές κατακρατούν νερό, είναι πηγή επιταχυνόμενης φθοράς του οδοστρώματος και συγχρόνως κίνδυνος για τους χρήστες της οδού (ολισθηρότητα, πάγος κλπ.)

2.2.3.β. Πιθανά Αίτια.

Οι τοπικές καθιζήσεις οφείλονται σε τοπικές καθιζήσεις, περιορισμένου βαθμού, των υποκείμενων στρώσεων κάτω από την επίδραση υψηλότερων αξονικών φορτίων από αυτών που είχαν ληφθεί υπόψη στην μελέτη. Οι καθιζήσεις των υποκείμενων στρώσεων μπορεί να οφείλονται σε κακή κατασκευή της υποδομής ή/και σε τοπική μείωση της φέρουσας ικανότητας αυτών.

2.2.3.γ. Βαθμός σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Ικανοποιητικός έλεγχος του οχήματος με ελαφρά αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Μεσαίος: Μέτριος έλεγχος του οχήματος με αξιοσημείωτη αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.

- Υψηλός: Κακός έλεγχος του οχήματος από τον οδηγό που συναντά συνεχώς νέες παραμορφώσεις του οδοστρώματος με έντονη αίσθηση μεγάλου κατακόρυφου τινάγματος.

2.2.4. Στρεβλώσεις της επιφάνειας.

2.2.4.α. Περιγραφή.

Παραμορφώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος με πολύ μεγάλες και ακανόνιστες αποκλίσεις από το αρχικό της σχήμα.

2.2.4.β. Πιθανά Αίτια.

Διαφορικές καθιζήσεις των κατώτερων στρώσεων του οδοστρώματος ή/και της υποδομής, καθίζηση των άκρων του δρόμου κυρίως λόγω θραύσης των πρανών του επιχώματος, κακή αποστράγγιση του δρόμου σε περιοχές ορυγμάτων.

2.2.4.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Ικανοποιητικός έλεγχος του οχήματος με ελαφρά αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Μεσαίος: Μέτριος έλεγχος του οχήματος με αξιοσημείωτη αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Υψηλός: Κακός έλεγχος του οχήματος από τον οδηγό που συναντά συνεχώς νέες παραμορφώσεις του οδοστρώματος με έντονη αίσθηση μεγάλου κατακόρυφου τινάγματος.

2.2.5. Επιμήκεις κυματισμοί.

2.2.5.α. Περιγραφή.



Παραμόρφωση της επιφάνειας του οδοστρώματος από την ύπαρξη μεγάλων κυματισμών με ανυψώσεις και βυθίσματα σε αποστάσεις συνήθως μεγαλύτερες από 60 εκ. κατά μήκος του δρόμου (σχήμα 2.2).

Σχήμα 2.2. : Επιμήκεις κυματισμοί (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.2.5.β. Πιθανά Αίτια.

Ανάπτυξη μεγάλων τάσεων στην υποδομή λόγω ανεπαρκούς πάχους του οδοστρώματος (με αποτέλεσμα υποχωρήσεις, ανυψώσεις και μερικές μετακινήσεις της υποδομής), κακή συμπύκνωση του δρόμου σε περιοχές ορυγμάτων.

2.2.5.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Ικανοποιητικός έλεγχος του οχήματος με ελαφρά αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Μεσαίος: Μέτριος έλεγχος του οχήματος με αξιοσημείωτη αίσθηση κατακόρυφου τινάγματος από τον οδηγό.
- Υψηλός: Κακός έλεγχος του οχήματος από τον οδηγό που συναντά συνεχώς νέες παραμορφώσεις του οδοστρώματος με έντονη αίσθηση μεγάλου κατακόρυφου τινάγματος.

2.2.6. Τοπικές μετακινήσεις του ασφαλτοτάπητα.

2.2.6.α. Περιγραφή.

Οριζόντιες μετακινήσεις των υλικών της επιφανειακής στρώσης, κυρίως προς την κατεύθυνση της κυκλοφορίας. Συναντάται κυρίως σε διασταυρώσεις με φωτεινούς σηματοδότες.

2.2.6.β. Πιθανά Αίτια.

Ανεπαρκής ευστάθεια του ασφαλτομίγματος της στρώσης κυκλοφορίας (αυξημένο ποσοστό ασφάλτου, άσφαλτος με μεγάλη διεισδυτικότητα, μεγάλο ποσοστό λεπτόκοκκων αδρανών, στρογγυλεμένα αδρανή), ρύπανση του οδοστρώματος από λάδια κ.λπ., όχι πλήρης εξάτμιση των πτητικών συστατικών του ασφαλτικού διαλύματος στο ασφαλτόμιγμα, κακή σύνδεση μεταξύ της επιφανειακής στρώσης και της υποκείμενης στρώσης του οδοστρώματος.

2.2.6.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Η παραμόρφωση γίνεται αντιληπτή.
- Μεσαίος: Οδήγηση με αίσθηση ανώμαλου οδοστρώματος.
- Υψηλός: Οδήγηση με αίσθηση πολύ ανώμαλου οδοστρώματος και πιθανή απώλεια ελέγχου του οχήματος.

2.2.7. Τοπικές καθιζήσεις σε τομές οδοστρώματος.

2.2.7.α. Περιγραφή.

Εμφάνιση περιοχών του οδοστρώματος, συνήθως μικρής έκτασης, που βρίσκονται σε χαμηλότερο επίπεδο από τις γειτονικές με αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρών λεκανών που συγκρατούν νερό (σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3. : Τοπικές καθιζήσεις σε τομές οδοστρώματος.

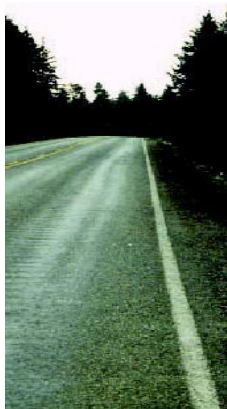
2.2.7.β. Πιθανά Αίτια.

Οι τοπικές αυτές καθιζήσεις εμφανίζονται λόγω κακής συμπύκνωσης των υλικών επίχωσης των εγκάρσιων τομών που ανοίγονται κυρίως από οργανισμούς κοινής ωφέλειας ή ιδιώτες.

2.2.8. Εγκάρσιες πτυχώσεις.

2.2.8.α. Περιγραφή.

Ανυψώσεις και υποχωρήσεις κατά πλάτος του οδοστρώματος σε μικρές και κανονικές αποστάσεις. Οι φθορές αυτού του τύπου καλύπτουν μια γενική κατηγορία καταπονήσεων του οδοστρώματος οι οποίες δεν περιορίζονται αποκλειστικά στις τροχοαυλακώσεις της οδού(σχήμα 2.4). Συναντώνται σε μεμονωμένα σημεία αλλά πιθανόν να καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του οδοστρώματος. (Συνήθως εμφανίζονται σε περιοχές όπου αναπτύσσονται μεγάλες διατμητικές τάσεις, όπως στάσεις λεωφορείων, διασταυρώσεις κ.τ.λ.). Η εγκάρσια αυλάκωση και οι κυματισμοί του οδοστρώματος γίνονται



αντιληπτά ως περιοδικοί εγκάρσιοι κυματισμοί στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Ειδικότερα , η εγκάρσια αυλάκωση του οδοστρώματος εκδηλώνεται ως ελαφριά , μικρής περιόδου κυμάτωση ενώ , οι κυματισμοί του οδοστρώματος χαρακτηρίζονται από πτυχές με ελάχιστη οριζόντια απόσταση μεταξύ ψηλού και χαμηλού σημείου 0,9 μ.

Σχήμα 2.4. : Εγκάρσια πτύχωση του οδοστρώματος (OEMK – Β.9 , 2002).

2.2.8.β. Πιθανά Αίτια.

Ανεπαρκής ευστάθεια του ασφαλτομίγματος της στρώσης κυκλοφορίας (αυξημένο ποσοστό ασφάλτου, άσφαλτος με μεγάλη διεισδυτικότητα, μεγάλο ποσοστό λεπτόκοκκων αδρανών, στρογγυλεμένα αδρανή), ρύπανση του οδοστρώματος από λάδια κ.λπ., όχι πλήρης εξάτμιση των πτητικών συστατικών του ασφαλτικού διαλύματος στο ασφαλτόμιγμα, κακή σύνδεση μεταξύ της επιφανειακής ασφαλτικής στρώσης και της υποκείμενης στρώσης του οδοστρώματος.

2.2.8.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Οι πτυχώσεις γίνονται αντιληπτές , 0,3 εκ. – 5 εκ. σε μήκος 3 μ.
- Μεσαίος: Οδήγηση με αίσθηση ανώμαλου οδοστρώματος , 5 εκ. έως 10 εκ. σε μήκος 3 μ.

- Υψηλός: Οδήγηση με αίσθηση πολύ ανώμαλου οδοστρώματος και πιθανή απώλεια ελέγχου του οχήματος , περισσότερο από 10 εκ. σε μήκος 3 μ.

2.2.8.δ. Εκτίμηση Φθορών.

- Για την εκτίμηση της εγκάρσιας αυλάκωσης και των κυματισμών του οδοστρώματος υπολογίζουμε τη σοβαρότητα των φθορών αυτής της κατηγορίας ως ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας στο σύνολο της επιφάνειας για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:
 - 1% - 9% της συνολικής επιφάνειας.
 - 10% -24% της συνολικής επιφάνειας.
 - 25% ή μεγαλύτερο της συνολικής επιφάνειας

Ο τρόπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της φθοράς είναι ο εξής : Τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης 3 μ. σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς.

2.2.9. Ρυτιδώσεις.

2.2.9.α. Περιγραφή.

Οι ρυτιδώσεις δημιουργούνται σε μικρές σχετικά αποστάσεις μεταξύ τους , συνήθως εμφανίζονται σε σημεία του οδοστρώματος με υψηλές διατμητικές τάσεις όπως περιοχές φρεναρίσματος (στάσεις και διασταυρώσεις) ή ανηφόρες και κατηφόρες.

2.2.9.β. Πιθανά Αίτια.

Οι ρυτιδώσεις οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην πλαστική παραμόρφωση ασφαλτομίγματος χαμηλής ευστάθειας.

Η χαμηλή ευστάθεια του ασφαλτομίγματος, συνήθως του τύπου κυκλοφορίας, μπορεί να οφείλεται στο υψηλό ποσοστό ασφάλτου με χαμηλό ιξώδες (μαλακή άσφαλτος, με διεισδυτικότητα μεγαλύτερη των 100 pen), στο υψηλό ποσοστό λεπτόκοκκων αδρανών, στο γεγονός ότι το μίγμα έχει κενά μικρότερα της ελάχιστης επιτρεπτής τιμής, στη χρήση αδρανών από φυσικές εναποθέσεις (στρογγυλεμένα αδρανή) και τέλος στην μη πλήρη εξάτμιση των διαλυτών που κακώς χρησιμοποιούνται σήμερα για προεπαλείψεις ή συγκολλητικές.

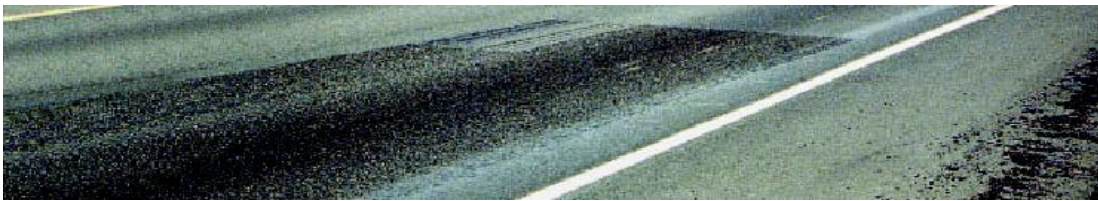
2.2.10. Τοπικές επισκευές \ μπαλώματα.

2.2.10.α. Περιγραφή.

Τοπική επισκευή ή μπάλωμα (patching) του οδοστρώματος είναι το τμήμα του οδοστρώματος που αντικαταστάθηκε με καινούριο υλικό προκειμένου να επιδιορθωθεί τοπικά το οδόστρωμα ή για τη δημιουργία πρόσβασης σε κάποια χρήση γης . Οι τοπικές επισκευές μπορεί να έχουν μόνιμο ή προσωρινό

χαρακτήρα, περιορίζονται σε σημεία ή ζώνες του οδοστρώματος και είναι μικρότερες σε μέγεθος από τις τυπικές εργασίες αποκατάστασης.

Κάθε τοπική επισκευή θεωρείται ατέλεια του οδοστρώματος ανεξάρτητα από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται (συνήθως τα τμήματα του οδοστρώματος που έχουν επιδιορθωθεί συμπεριφέρονται λιγότερο καλά από το μητρικό οδόστρωμα). Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι επιφάνειες των τοπικών επισκευών είναι πιο τραχείες από το υπόλοιπο οδόστρωμα. Γενικά, οι εργασίες που αφορούν τοπικές επισκευές περιορίζονται σε σημεία ή ζώνες του οδοστρώματος και είναι μικρότερες σε μέγεθος και αντικείμενο από τις τυπικές εργασίες αποκατάστασης (σχήμα 2.5). Οι ορισμοί αυτοί ποικίλουν ανάλογα με την Υπηρεσία.



Σχήμα 2.5. : Τοπική επισκευή του οδοστρώματος (OEMK – B.9 , 2002).

Προσωρινά μπαλώματα όπως και μόνιμες επιδιορθώσεις τοπικού χαρακτήρα συμπεριλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία. Επίσης τοπικές επισκευές που κατασκευάζονται για την εξυπηρέτηση χρήσεων γης περιλαμβάνονται στην ίδια κατηγορία.

Γενικά οι εργασίες που αφορούν τοπικές επισκευές περιορίζονται σε τμήματα ή ζώνες του οδοστρώματος και είναι μικρότερες σε μέγεθος και αντικείμενο από τις τυπικές εργασίες αποκατάστασής του. Σε οριακές περιπτώσεις οι επισκευές του οδοστρώματος χαρακτηρίζονται ως τοπικές ή εργασίες αποκατάστασης ανάλογα με τον τρόπο ταξινόμησης που έχει υιοθετήσει η Υπηρεσία. Τοπική επισκευή του οδοστρώματος ή μπάλωμα μπορεί να ορίζεται κάθε νέα επίστρωση του οδοστρώματος που έχει μήκος λιγότερο από 800 μ. Το μέγιστο μήκος για τοπικές επισκευές και το ελάχιστο μήκος που αφορά σε εργασίες αποκατάστασης του οδοστρώματος μπορεί να ορίζονται διαφορετικά από κάθε Υπηρεσία.

Στις τοπικές επισκευές θα πρέπει να συνυπολογίζονται όλα τα μπαλώματα ανεξάρτητα αν αφορούν μόνιμες ή προσωρινές επιδιορθώσεις. Εξαιρέση αποτελούν οι τοπικές επισκευές που είναι αποτέλεσμα εργασιών των ΟΚΩ (Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας) και δεν θα πρέπει να προσμετρώνται στην καταμέτρηση των τοπικών επισκευών.

Παρόλο που οι τοπικές επισκευές όταν γίνονται προσεκτικά επιμηκώνουν τη ζωή του οδοστρώματος, το γεγονός ότι χρειάστηκε να κατασκευασθούν υποδηλώνει ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα στη δομή του οδοστρώματος (εκτός κι αν κατασκευάστηκαν για εργασίες αποκατάστασης λόγω των ΟΚΩ).

Εάν μια τοπική επισκευή (συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που έγιναν για εργασίες των ΟΚΩ) παρουσιάζει επιφανειακές φθορές, όπως ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα, αυτές θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην καταμέτρηση των φθορών του οδοστρώματος.

2.2.10.β. Βαθμός Σοβαρότητας.

- **Χαμηλός:** Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά μικρής σημασίας φθορές. Τα πιο απλά μπαλώματα κατασκευάζονται με θερμή άσφαλτο που ψεκάζεται στο οδόστρωμα (σχήμα 2.7) . Στη συνέχεια στην επιφάνεια διασπείρονται ψηφίδες που ενσωματώνονται στο οδόστρωμα με χρήση οδοστρωτήρα. Επιδιορθώσεις αυτού του τύπου γίνονται αντιληπτές από τις κοφτές, ίσιες πλευρές τους, την τραχεία υφή τους και από το ανάγλυφο τους που ακολουθεί το ανάγλυφο των υποκείμενων στρώσεων. Συνήθως κατασκευάζονται για να καλύψουν μικρής σοβαρότητας φθορές που προκαλούνται από αποκόλληση αδρανούς υλικού και σκασίματα της ασφάλτου (σχήμα 2. 6).
- **Μεσαίος:** Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά μέτριας σημασίας φθορές. Οι επιδιορθώσεις αυτού του τύπου είναι μεταβλητού πάχους και έχουν ακανόνιστο σχήμα με τις πλευρές τους να ακολουθούν το ανάγλυφο του οδοστρώματος που τις περιβάλλει (σχήμα 2.7). Κατασκευάζονται για να καλύψουν ή να αντικαταστήσουν τμήματα που εμφανίζουν σοβαρά προβλήματα από τις φθορές τύπου αλιγάτορα, λακκούβες, αυλακώσεις που αφήνουν οι τροχοί και άλλου είδους καταπονήσεις. Τα μπαλώματα αυτά κατασκευάζονται με ψυχρή άσφαλτο(σχήμα 2.6) .
- **Υψηλός:** Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά υψηλής σημασίας φθορές. Οι επιδιορθώσεις που γίνονται με εκσκαφή σε όλο το βάθος του οδοστρώματος είναι οι πιο σοβαρές (σχήμα 2.7). Κατασκευάζονται με προσεκτική αφαίρεση μέρους του οδοστρώματος σε όλο το βάθος του και αναπλήρωση του κενού που δημιουργείται με κατάλληλο υλικό. Οι επισκευές αυτού του είδους θα πρέπει να είναι εξίσου ή περισσότερο ανθεκτικές από το αρχικό οδόστρωμα και κατασκευάζονται για να αντιμετωπισθούν σοβαρά προβλήματα από ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα (σχήμα 2.6).



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Σχήμα 2.6. : Ταξινόμηση τοπικών επισκευών του οδοστρώματος ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).



<u>Χαμηλός</u>	<u>Μεσαίος</u>	<u>Υψηλός</u>
Τοπική επισκευή με επάλειψη θερμής ασφάλτου.	Τοπική επισκευή ψυχρής ασφάλτου	Τοπική επισκευή σε όλο το βάθος του οδοστρώματος

Σχήμα 2.7. : Τρόποι επιδιόρθωσης τοπικών επισκευών για κάθε βαθμό σοβαρότητας (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.2.10.γ. Εκτίμηση φθορών.

- Για να γίνει ορθή εκτίμηση για την έκταση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος υπάρχουν δύο μέθοδοι. Κατά την 1η μέθοδο η έκταση των τοπικών επισκευών συναρτάται με το μήκος τροχοαυλάκωσης . Στο μισό του εύρους μιας λωρίδας κυκλοφορίας αντιστοιχεί μια τροχοαυλάκωση. Δεδομένου ότι οι τοπικές επισκευές επιστρατεύονται για να αποκαταστήσουν ρωγμές τύπου αλιγάτορα ο τρόπος μέτρησής τους είναι ίδιος με αυτόν για τον υπολογισμό φθορών τύπου αλιγάτορα. Προτεινόμενες βαθμίδες εκτίμησης του ποσοστού τοπικών επισκευών είναι:
- Από 1% έως 9% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)
- Από 10% έως 24% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)
- 25% ή περισσότερο του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μια λωρίδα κυκλοφορίας)

Σύμφωνα με την 2η μέθοδο η έκταση που εμφανίζονται φθορές υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής.

Για να υπολογίσουμε την έκταση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος που εμφανίζονται οι φθορές , ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποιούμε τα τετραγωνικά μέτρα. Αθροίζονται τα τμήματα οδοστρώματος για κάθε τύπο μπαλώματος και για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας στις δύο τροχοαυλακώσεις. Το άθροισμα διαιρείται με το διπλάσιο του μήκους του οδοστρώματος και το πηλίκο που προκύπτει πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να υπολογιστεί το ποσοστό της οδού που φέρει μπαλώματα. Άλλου είδους φθορές , όπως

αυλακώσεις ή ρηγματώσεις , δεν καταγράφονται ξεχωριστά – λαμβάνονται όμως υπόψη στον υπολογισμό του βαθμού σοβαρότητας των φθορών.

2.3. Ρηγματώσεις.

Οι μορφές των ρηγματώσεων της επιφάνειας του οδοστρώματος ποικίλλουν και οφείλονται σε διάφορες αιτίες. Σε πολλές περιπτώσεις η έγκαιρη απλή πλήρωση της ρωγμής ή των ρωγμών είναι ορθότερη και αποτελεσματικότερη συντήρηση. Σε άλλες περιπτώσεις όμως είναι αναγκαία η πλήρη εξυγίανση της προσβληθείσας περιοχής. Πλην όμως σε όλες τις περιπτώσεις, για την κατάλληλη συντήρηση, είναι αναγκαίο να διερευνηθεί και να καθορισθεί επακριβώς η αιτία που προκάλεσε την φθορά, στην προκειμένη περίπτωση την ρωγμή.

2.3.1. Ρωγμές των άκρων του οδοστρώματος.

2.3.1.α. Περιγραφή.

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

2.3.1.β. Πιθανά Αίτια.

Ανεπαρκής πλευρική στήριξη του οδοστρώματος, ανεπαρκές πλάτος του οδοστρώματος που αναγκάζει τα κυκλοφορούντα οχήματα να πλησιάζουν στα άκρα, υποχώρηση τμήματος του δρόμου λόγω ανεπαρκούς συμπύκνωσης (συνήθως σε διαπλατύνσεις επιχωμάτων), μικρότερο πάχος οδοστρώματος στα άκρα, κακή απορροή όμβριων στο άκρο του οδοστρώματος και στο έρεισμα, δράση παγετού, υποδομή από διογκούμενα εδάφη, έλλειψη ερείσματος ή κρασπέδου.

2.3.1.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- **Χαμηλός:** Φθορές (αποκόλληση αδρανούς υλικού) παρατηρούνται κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος. Το άνοιγμα των ρωγμών κυμαίνεται μέχρι 1 εκ. Υπάρχουν μια ή δυο περίπου παράλληλες ρωγμές σε απόσταση μέχρι 60 εκ. από το άκρο του οδοστρώματος.
- **Μεσαίος:** Οι φθορές κατά μήκος του οδοστρώματος είναι τέτοιες που απαιτούνται τοπικές επισκευές για την αποκατάστασή τους. Το άνοιγμα ρωγμών κυμαίνεται από 1 ως 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγματώση). Υπάρχουν πολλαπλές, ρωγμές σε αποστάσεις μέχρι 90 εκ. από το άκρο του οδοστρώματος.
- **Υψηλός:** Οι φθορές που υπάρχουν κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος έχουν ελαττώσει την απόσταση που υπάρχει μεταξύ του άξονα της οδού και των ακμών του οδοστρώματος. Το άνοιγμα των ρωγμών είναι μεγαλύτερο από 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγματώση),

ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος. Οι ρωγμές επεκτείνονται μέσα στο οδόστρωμα σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 90 εκ. από το άκρο του και συνήθως είναι τύπου αλιγάτορα.

2.3.2. Ρωγμές από ανάκλαση.

2.3.2.α. Περιγραφή.

Είναι οι ρωγμές που εμφανίζονται κατά κανόνα σε πρόσθετες ασφαλικές στρώσεις, (overlays) που διαστρώθηκαν στο παρελθόν για την αποκατάσταση φθορών του οδοστρώματος. Η μορφή και η κατεύθυνση τους ποικίλλει (διαμήκεις, εγκάρσια, διαγώνια ή και διακλαδιζόμενη) ανάλογα της μορφής που είχαν οι ρωγμές τις επισκευασθείσες επιφάνειας. Οι ρωγμές αυτού του τύπου επίσης εμφανίζονται σε εύκαμπτο οδόστρωμα του οποίου η βάση κατασκευάστηκε από ισχνό οδόστρωμα ή είναι σταθεροποιημένη από τσιμέντο.

2.3.2.β. Πιθανά Αίτια.

Τα αίτια που προκαλούν αυτού του είδους τις ρωγμές είναι οι οριζόντιες και κάθετες μετακινήσεις του υποκειμένου οδοστρώματος. Οι μετακινήσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε μετακινήσεις του υπεδάφους ή στην διόγκωση αυτού λόγω ύπαρξης αργιλικών υλικών σε συνδυασμό με αυξομείωση της υγρασίας.

2.3.2.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Άνοιγμα ρωγμών μέχρι 1 εκ.
- Μεσαίος: Άνοιγμα ρωγμών 1 ως 1,9 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση)
- Υψηλός: Άνοιγμα ρωγμών μεγαλύτερο από 1,9 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση), ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος.

2.3.3. Ρωγμές από ολίσθηση.

2.3.3.α. Περιγραφή.

Είναι ρωγμές με μορφή παραβολική (μισοφέγγαρο), με το κυρτό μέρος προς την κατεύθυνση της ωθήσεως των τροχών, που ασκείται στην επιφάνεια του οδοστρώματος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η κατεύθυνση της ωθήσεως δεν συμπίπτει πάντοτε με την κατεύθυνση της κυκλοφορίας (π.χ. στην τροχοπέδηση, η ώθηση αντιστρέφεται και έτσι η ρωγμή, που τυχόν θα εμφανισθεί, θα έχει το κυρτό μέρος προς την αντίθετη κατεύθυνση).

2.3.3.β. Πιθανά Αίτια.

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

καταλοίπων) ή λαδιών αυτοκινήτων. Οι ρωγμές αυτής της μορφής μπορεί να οφείλονται, ελάχιστες φορές, στην κακή συμπίκνωση του τάπητα κυκλοφορίας ή ακόμη και στην μεγάλη περιεκτικότητα του ασφαλτομίγματος σε λεπτόκοκκα αδρανή.

2.3.3.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Άνοιγμα ρωγμών μέχρι 1 εκ.
- Μεσαίος: Άνοιγμα ρωγμών 1 ως 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση).
- Υψηλός: Άνοιγμα ρωγμών μεγαλύτερο από 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση), ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος.

2.3.4. Ρωγμές συστολής - ξήρανσης.

2.3.4.α. Περιγραφή.

Οι ρωγμές συστολής είναι συνήθως διακλαδιζόμενες σχηματίζοντας μεγάλα πολυγωνικά μπλοκ με οξείες γωνίες, μεμονωμένες ή αλληλοσυνδεόμενες εγκάρσιες ρωγμές στο οδόστρωμα. Οι ρωγμές που εκτείνονται σε όλο το πλάτος του οδοστρώματος συνήθως εμφανίζονται σε περίπου ίσες αποστάσεις κατά μήκος του δρόμου, ενώ οι ρωγμές που εκτείνονται σε ένα μέρος του πλάτους του οδοστρώματος εμφανίζονται σε μικρότερες, συνήθως χωρίς να υπάρχουν ίσες αποστάσεις μεταξύ τους.

2.3.4.β. Πιθανά Αίτια.

Οι ρωγμές αυτές οφείλονται στην συστολή του ασφαλτομίγματος ή της βάσης και της υπόβασης. Πλην όμως είναι δύσκολο να αποδοθούν μετά βεβαιότητας στο ένα ή στο άλλο υλικό. Συστολή των ασφαλτομιγμάτων μπορεί να επέλθει όταν αυτά έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα αδρανή και φύλλερ και υψηλό ποσοστό σκληρής ασφάλτου. Η έλλειψη κυκλοφοριακού φόρτου βοηθά την δημιουργία αυτών των ρωγμών.

2.3.4.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Άνοιγμα ρωγμών μέχρι 1 εκ.
- Μεσαίος: Άνοιγμα ρωγμών 1 ως 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση).
- Υψηλός: Άνοιγμα ρωγμών μεγαλύτερο από 2 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση), ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος.

2.3.5. Ρωγμές στη τροχιά των τροχών.

2.3.5.α. Περιγραφή.

Οι ρωγμές αυτές εμφανίζονται πάνω ή κοντά στον άξονα των τροχίων των τροχών και είναι διαμήκεις.

2.3.5.β. Πιθανά Αίτια.

Οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην τοπική θραύση του οδοστρώματος. Η θραύση οφείλεται στην μειωμένη φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους σε συνδυασμό με τα μεγάλα αξονικά φορτία και το πάχος των ασφαλικών στρώσεων και της βάσεως. Η μείωση της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους είναι εποχιακή και οφείλεται στην αύξηση της υγρασίας αυτού. Πλην όμως, η εμφάνιση της ρωγμής μπορεί να οφείλεται και σε υποδιαστασιολόγηση του οδοστρώματος ή ακόμη και στην κόπωση αυτού. Συνεπώς απαιτείται συστηματική διερεύνηση των αιτιών και λήψη προς αποφυγή περαιτέρω επιδείνωσης.

2.3.5.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Άνοιγμα ρωγμών μέχρι 1 εκ.
- Μεσαίος: Άνοιγμα ρωγμών 1 ως 1,9 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση).
- Υψηλός: Άνοιγμα ρωγμών μεγαλύτερο από 1,9 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση), ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος.

2.3.6. Ελικοειδής ρωγμές.

2.3.6.α. Περιγραφή.

Είναι οι ρωγμές που εμφανίζονται με ελικοειδή μορφή (μη διακλαδιζόμενη) κατά μήκος του οδοστρώματος και όχι σε συγκεκριμένη θέση.

2.3.6.β. Πιθανά Αίτια.

Η εμφάνιση των ρωγμών αυτών οφείλεται συνήθως στην δράση του παγετού (μεγαλύτερη ανύψωση στον άξονα του οδοστρώματος από τα άκρα του), κόπωση του οδοστρώματος, κακοτεχνίες στην κατασκευή των ασφαλικών στρώσεων συνήθως στην συναρμογή των γειτονικών στρώσεων.

2.3.6.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Άνοιγμα ρωγμών μέχρι 1 εκ.
- Μεσαίος: Άνοιγμα ρωγμών 1 ως 1,9εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση).
- Υψηλός: Άνοιγμα ρωγμών μεγαλύτερο από 1,9 εκ. (απλή ή πολλαπλή ρηγμάτωση), ρωγμές με έναρξη απόσπασης τεμαχίων του οδοστρώματος.

2.3.7. Ρωγμές τύπου αλιγάτορα.

2.3.7.α. Περιγραφή.

Οι ρωγμές του τύπου αυτού είναι διακλαδιζόμενες και αλληλοσυνδεόμενες σχηματίζοντας πολυγωνικά κομμάτια (μπλοκ) τα οποία είναι σχεδόν έτοιμα να αποκολληθούν. Ρωγμές αυτού του τύπου σχετίζονται με τα διερχόμενα φορτία και συνήθως εκτείνονται σε εκείνα τα τμήματα του οδοστρώματος που δέχονται επαναλαμβανόμενα φορτία. Στα αρχικά στάδια εμφάνισης τους είναι διαμήκεις

ρωγμές που με τη πάροδο του χρόνου και το μέγεθος των διερχόμενων φορτίων διακλαδώνονται και αρχίζουν να ενώνονται μεταξύ τους. Το στάδιο στο οποίο οι μεμονωμένες διαμήκειες ρηγματώσεις αρχίζουν να αλληλοσυνδέονται είναι γνωστό ως στάδιο ρηγματώσης τύπου αλιγάτορα. Τελικά οι ρωγμές διαπλέκονται μεταξύ τους σε φολίδες και δημιουργούν ένα μοτίβο που προσομοιάζει στη ράχη αλιγάτορα (σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8. : Ρωγμές τύπου αλιγάτορα.

Σε οδούς περιορισμένου εύρους, δύο λωρίδων κυκλοφορίας, οι ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα μπορεί να προκληθούν κατά μήκος του άξονα της οδού και όχι απαραίτητα στις τροχοαυλακώσεις.

Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, η κύρια κατεύθυνση των ρωγμών είναι παράλληλη στη διεύθυνση της κυκλοφορίας. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις που το μοτίβο της ρηγματώσης διατρέχει εγκάρσια το οδόστρωμα για λόγους όμως που σχετίζονται με καθίζηση του οδοστρώματος π.χ. λόγω παγετού.

Λακκούβες, και άλλες φθορές λόγω αποφλοίωσης του οδοστρώματος είναι αποτέλεσμα προχωρημένης ρηγματώσης τύπου αλιγάτορα.

2.3.7.β. Πιθανά Αίτια.

Τα αίτια που προκαλούν τις ρηγματώσεις αυτές είναι το μεγάλο βέλος κάμψεως που αναπτύσσεται στις ασφαλτικές στρώσεις του οδοστρώματος λόγω ασταθούς υπεδάφους ή στρώσης έδρασης. Η αστάθεια του εδάφους έδρασης που χαρακτηρίζεται από μειωμένη φέρουσα ικανότητα οφείλεται στην αύξηση της υγρασίας ή στον κορεσμό του εδάφους με νερό. Οι ρωγμές της μορφής αυτής εμφανίζονται συνήθως τοπικά και σε περιορισμένη έκταση. Αρκετές φορές όμως εμφανίζονται και σε μεγάλη έκταση κατά μήκος του δρόμου. Στη προκειμένη περίπτωση η αιτία που προκάλεσε την φθορά αυτή είναι φυσιολογική και οφείλεται στην πλήρη κόπωση του οδοστρώματος λόγω των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων του κυκλοφοριακού φόρτου.

2.3.7.γ Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Διακλαδιζόμενες, διαμήκειες, ασυνεχείς και περιορισμένου εύρους ρωγμές , έως 0,6 εκ. που αρχίζουν να συνδέονται μεταξύ τους και

να σχηματίζουν το μοτίβο ενός αλιγάτορα χωρίς όμως να παρατηρείται αφλοίωση του οδοστρώματος(σχήμα 2.9).

- **Μεσαίος:** Οι ρωγμές σχηματίζουν ένα πλέγμα το οποίο ακολουθεί ξεκάθαρα το μοτίβο του αλιγάτορα. Στις παρυφές της ρηγματωμένης περιοχής το οδόστρωμα πιθανόν να παρουσιάζει σημεία αφλοίωσης. Το εύρος των ρωγμών μπορεί να είναι από 0,6 εκ. έως 1,9 εκ. χωρίς όμως να αποκολλώνται κομμάτια από το οδόστρωμα (σχήμα 2.9)
- **Υψηλός:** Το οδόστρωμα παρουσιάζει ένα καλοσχηματισμένο μοτίβο ρωγμών με ιδιαίτερα εμφανή σημεία αφλοίωσης. Το εύρος των ρωγμών είναι μεγαλύτερο από 1,9 εκ. Κομμάτια του οδοστρώματος έχουν πλήρως αποκολληθεί και ενδεχομένως φύγει εντελώς από τη θέση τους. Λεπτόκοκκο υλικό από το υπόστρωμα βγαίνει στην επιφάνεια (σχήμα 2.9)



Σχήμα 2.9. : Ταξινόμηση ρωγμών τύπου αλιγάτορα βάσει βαθμού σοβαρότητας (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.3.7.δ. Εκτίμηση Φθοράς.

Για την εκτίμηση φθορών λόγω ρωγμών τύπου αλιγάτορα χρησιμοποιούνται 2 μέθοδοι. Για την 1^η μέθοδο η έκταση φθορών που προκαλούνται από ρήγματα τύπου αλιγάτορα υπολογίζεται ως συνάρτηση του μήκους των τροχοαυλακώσεων. Κάθε λωρίδα κυκλοφορίας φέρει 2 τροχοαυλακώσεις. Έτσι μια λωρίδα μήκους 100 μ. έχει τροχοαυλακώση μήκους 200 μ. Η έκταση των φθορών θα πρέπει να υπολογίζεται ως ποσοστό του μήκους που υποφέρει από ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα επί του συνολικού μήκους των τροχοαυλακώσεων. Προτεινόμενες βαθμίδες εκτίμησης των φθορών έχουν ως εξής:

- Από 1% έως 9% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων.
- Από 10% έως 24% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων.
- Από 25% έως 29% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων.
- Από 50% έως 100% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων.

Ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται η έκταση της φθοράς είναι ο εξής:

Για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας και για κάθε βαθμίδα σοβαρότητας υπολογίζεται το άθροισμα του μήκους των τμημάτων που παρουσιάζουν ρωγμές

τύπου αλιγάτορα και στις δύο τροχοαυλακώσεις. Το άθροισμα που προκύπτει διαιρείται με το διπλάσιο του μήκους του εξεταζόμενου τμήματος της οδού και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό του προσβεβλημένου μέρους επί του συνολικού μήκους της οδού.

Για την 2^η μέθοδο εκτίμησης φθορών λόγω ρωγμών τύπου αλιγάτορα ο υπολογισμός της έκτασης που καλύπτεται από ρωγμές τύπου αλιγάτορα υπολογίζεται ως συνάρτηση της συνολικής έκτασης της καταγραφείσας περιοχής.

Στη μέθοδο αυτή η έκταση της φθοράς υπολογίζεται σε τετραγωνικά μέτρα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάζει η μέθοδος είναι ότι ο βαθμός σοβαρότητας των ρωγμών συνήθως ποικίλει σε κάθε εξεταζόμενο τμήμα. Εάν συμβαίνει αυτό, τότε θα πρέπει να υπολογίζεται το εμβαδόν κάλυψης του προσβεβλημένου τμήματος ως ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού της απογραφείσας περιοχής για κάθε επίπεδο σοβαρότητας ξεχωριστά. Εάν οι ρωγμές παρουσιάζουν παραπλήσιους βαθμούς σοβαρότητας τότε η εκτίμηση των φθορών του οδοστρώματος θα πρέπει να γίνεται με βάση το μεγαλύτερο βαθμό σοβαρότητας.

2.3.8. Διαμήκεις ρωγμές.

2.3.8.α. Περιγραφή.



Οι διαμήκεις ρωγμές συνήθως διατρέχουν το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού και όταν σχετίζονται με την απαρχή δημιουργίας ρωγμών τύπου αλιγάτορα είναι διακεκομμένες και εμφανίζονται στις τροχοαυλακώσεις (σχήμα 2.10). Στις διαμήκεις ρωγμές περιλαμβάνεται και η διαχωριστική γραμμή των γειτονικών λωρίδων του ασφαλτοτάπητα.

Οι διαμήκεις ρωγμές διαχωρίζονται και σε ρωγμές που δεν σχετίζονται με την διέλευση οχημάτων.

Σχήμα 2.10. : Διαμήκεις ρωγμές (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.3.8.β. Πιθανά Αίτια.

Κακή κατασκευή της συναρμογής μεταξύ των λωρίδων, διαφορικές καθιζήσεις, συνήθως στις περιπτώσεις διαπλάτυνσης του οδοστρώματος. Τέτοιου είδους επιφανειακές ρωγμές σχετίζονται με ρωγμές στο εσωτερικό του οδοστρώματος στις θέσεις επαφής των υλικών στρώσης. Αυτές οι ρωγμές δεν σχετίζονται με τα φορτία που διατρέχουν την οδό.

Οι ρωγμές αυτές παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες με τις ρωγμές τύπου αλιγάτορα χαμηλού βαθμού σοβαρότητας. Ωστόσο, οι ρωγμές τύπου αλιγάτορα εμφανίζονται πάντοτε στις τροχοαυλακώσεις .

2.3.8.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- **Χαμηλός:** Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν πολύ μικρά σημάδια αποφλοιώσης στις άκρες τους και το εύρος τους είναι μικρότερο από 0.6 εκ. Ρωγμές που έχουν επισκευασθεί και το άνοιγμα που είχαν πριν την επισκευή δεν είναι ορατό θα πρέπει να ταξινομούνται στις ρωγμές χαμηλού βαθμού σοβαρότητας (σχήμα 2.11).
- **Μεσαίος:** Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν μικρά σημάδια αποφλοιώσης αλλά το εύρος τους κυμαίνεται από 0.6 εκ. έως 1,9 εκ. γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν άλλες , τυχαία κατανεμημένες ρωγμές με χαμηλό βαθμό σοβαρότητας (σχήμα 2.11).
- **Υψηλός:** Στα τμήματα που υπάρχουν ρωγμές το οδόστρωμα είναι θρυμματισμένο. Το εύρος των ρωγμών είναι μεγαλύτερο από 1,9 εκ. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής των κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν κι άλλες διάσπαρτες ρωγμές. Κατά μήκος της κύριας ρωγμής κομμάτια οδοστρώματος έχουν αποκολληθεί από το οδόστρωμα. Με τη πάροδο του χρόνου τέτοιου είδους ρωγμές εξελίσσονται σε ρωγμές τύπου αλιγάτορα (σχήμα 2.11).



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Σχήμα 2.11. : Ταξινόμηση διαμηκών ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας τους (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.3.8.δ. Εκτίμηση Φθοράς.

Για την εκτίμηση των φθορών ρηγματώσεων διαμήκους τύπου χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι. Για την 1^η μέθοδο η έκταση των ρωγμών καταγράφεται ως ποσοστό του μήκους του προσβεβλημένου μέρους της οδού επί του συνολικού μήκους του εξεταζόμενου τμήματος. Προτεινόμενες βαθμίδες ποσοστών καταπόνησης έχουν ως εξής:

- Από 1% έως 99% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος.
- Από 100% έως 199% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος.
- 200% ή μεγαλύτερο του μήκους του απογραφόμενου τμήματος.

Ο υπολογισμός γίνεται ξεχωριστά για κάθε επίπεδο σοβαρότητας και για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας αθροίζοντας τα μήκη στα οποία υπάρχουν διαμήκεις ρωγμές. Το άθροισμα που προκύπτει διαιρείται με το μήκος του απογραφόμενου τμήματος και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό του προσβεβλημένου τμήματος επί του συνολικού μήκους του εξεταζόμενου τμήματος.

Σύμφωνα με την 2^η μέθοδο η έκταση του προσβεβλημένου μέρους υπολογίζεται βάση του μήκους σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής. Αρχικά εντοπίζονται οι ρωγμές και στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος και ο βαθμός σοβαρότητας τους.

2.3.9. Ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης.

2.3.9.α. Περιγραφή.

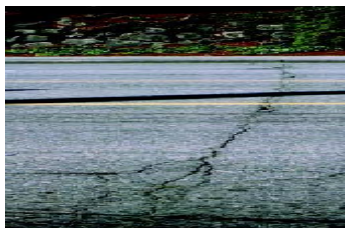
Οι ρωγμές αυτές εμφανίζονται μεταξύ των λωρίδων διάστρωσης ή της διαπλάτυνσης.

2.3.9.β. Πιθανά Αίτια.

Οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην κακοτεχνία κατά την διάρκεια της κατασκευής όπως μειωμένη ποσότητα ασφαλτικού μίγματος, κακή συγκόλληση μεταξύ λωρίδων διάστρωσης λόγω πτώσης της θερμοκρασίας ή λερωμένης κάθετης επιφάνειας.

2.3.10. Εγκάρσιες ρωγμές.

2.3.10.α. Περιγραφή.



Εγκάρσιες ρωγμές (transverse cracking) είναι οι ρωγμές που διατρέχουν το οδόστρωμα σχεδόν κάθετα με τον άξονα της οδού (σχήμα 2.12).

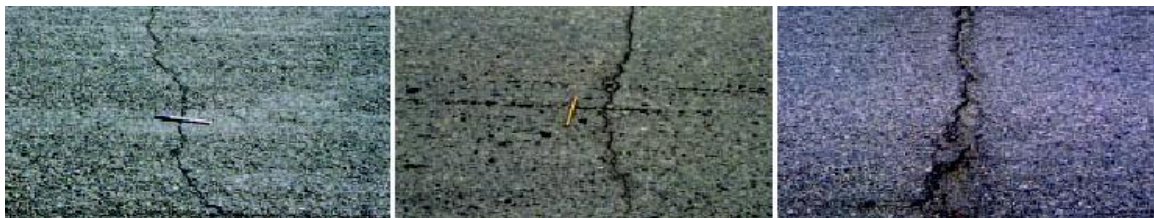
Σχήμα 2.12. : Εγκάρσιες ρωγμές (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.3.10.β. Πιθανά Αίτια.

Συνήθως οφείλονται σε συρρίκνωση της επιφάνειας του οδοστρώματος που προκαλείται από χαμηλές θερμοκρασίες, σκλήρυνση της ασφάλτου ή σε ρηγματώσεις υποκείμενων στρώσεων του οδοστρώματος όπως π.χ. στρώσεις κατεργασμένου θραυστού υλικού με τσιμέντο. Τέτοιου είδους ρωγμές ενδέχεται να καλύπτουν μέρος του οδοστρώματος ή να εκτείνονται σε όλο το εύρος του. Εγκάρσιες ρωγμές μήκους μεγαλύτερο από 0,6 μ. θα πρέπει να καταγράφονται.

2.3.10.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν ή παρουσιάζουν πολύ μικρά σημάδια απφλοίωσης στις άκρες τους και το εύρος τους είναι μικρότερο από 0,6 εκ. Ρωγμές που έχουν επισκευασθεί και το άνοιγμα που είχαν πριν από την επισκευή δεν είναι ορατό θα πρέπει να ταξινομούνται στις ρωγμές χαμηλού βαθμού σοβαρότητας (σχήμα 2.13).
- Μεσαίος: Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν μικρά σημάδια απφλοίωσης αλλά το εύρος τους κυμαίνεται από 0.6 εκ. έως 1,9 εκ. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν άλλες , τυχαία κατανεμημένες ρωγμές με χαμηλό βαθμό σοβαρότητας (σχήμα 2.13).
- Υψηλός: Στα τμήματα που υπάρχουν ρωγμές το οδόστρωμα είναι θρυμματισμένο. Το εύρος των ρωγμών είναι μεγαλύτερο από 1,9 εκ. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής των κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν κι άλλες διάσπαρτες ρωγμές. Κατά μήκος της κύριας ρωγμής κομμάτια οδοστρώματος έχουν αποκολληθεί από το οδόστρωμα (σχήμα 2.13).



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Σχήμα 2.13. : Ταξινόμηση εγκάρσιων ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους (OEMK – Β.9 , 2002).

2.3.10.δ. Εκτίμηση Φθορών.

Για την εκτίμηση φθορών εγκάρσιων ρηγματώσεων υπάρχουν δύο μέθοδοι. Σύμφωνα με την 1^η μέθοδο η έκταση φθορών αυτού του τύπου υπολογίζεται με γνώμονα το πλήθος των ρωγμών που υπάρχουν σε τμήμα οδού μήκους 30 μ. Προτεινόμενες βαθμίδες για την εκτίμηση του πλήθους των ρωγμών είναι ως εξής:

- Από 1 έως 4 ρωγμές για μήκος οδού 30 μ.
- Από 5 έως 9 ρωγμές για μήκος οδού 30 μ.
- 10 ή περισσότερες ρωγμές για μήκος οδού 30 μ

Για να υπολογίσουμε την έκταση των εγκάρσιων ρηγματώσεων μετράμε το πλήθος των εγκάρσιων ρωγμών για κάθε επίπεδο σοβαρότητας. Το πλήθος του συνόλου των ρωγμών που προκύπτει διαιρείται με το μήκος του απογραφόμενου τμήματος και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει τη συχνότητα εμφάνισης η οποία θα πρέπει να στρογγυλοποιείται στον πλησιέστερο ακέραιο.

Βάση της 2^{ης} μεθόδου η έκταση του προσβεβλημένου μέρους υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής. Για τον υπολογισμό της έκτασης των εγκάρσιων ρωγμών με τη 2^η μέθοδο υπολογίζεται και το μήκος των ρωγμών. Πρώτα εντοπίζονται οι ρωγμές και στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος και ο βαθμός σοβαρότητάς τους.

2.3.11. Ρηγματώσεις κατά τεμάχη.

2.3.11.α. Περιγραφή.

Στη ρηγματώση κατά τεμάχη (block cracking) η επιφάνεια του οδοστρώματος χωρίζεται σε τμήματα με πλευρές που τέμνονται σχεδόν κάθετα μεταξύ τους. Οι φθορές αυτής της κατηγορίας δεν θα πρέπει να συγχέονται με ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα οι οποίες σχηματίζουν μικρότερα, ακανόνιστου σχήματος κομμάτια με οξείες γωνίες (σχήμα 2.14).



Σχήμα 2.14. : Ρωγμές στο οδόστρωμα κατά τεμάχη (OEMK – Β.9 , 2002).

2.3.11.β. Πιθανά Αίτια.

Ρηγματώση κατά τεμάχη προκαλείται κυρίως από συρρίκνωση της στρώσης ασφάλτου και από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές. Ρωγμές αυτού του τύπου δεν σχετίζονται με τη διέλευση φορτίων – ωστόσο, τα διερχόμενα φορτία μπορεί να επιδεινώσουν τη σοβαρότητα μεμονωμένων ρωγμών. Η παρουσία ρηγματώσης κατά τεμάχη υποδηλώνει υπερβολική σκλήρυνση της ασφάλτου λόγω γήρανσης. Ρωγμές αυτού του τύπου συνήθως καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του οδοστρώματος συμπεριλαμβανομένων των τμημάτων που δεν διέρχονται οχήματα. Τμήματα του οδοστρώματος που έχουν ρηγματωθεί κατά τεμάχη πιθανόν να παρουσιάζουν και άλλων τύπων φθορές.

2.3.11.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

Μέγεθος ρηγματωμένου τμήματος.

- Χαμηλός: Τμήματα πλευράς 2,7 m. ή μεγαλύτερης
- Μεσαίος: Τμήματα πλευράς 2,7 έως 2,4 m.
- Υψηλός: Τμήματα πλευράς 1,2 m. ή μικρότερης

Μέγεθος ρωγμών.

- Χαμηλό: - μικρότερο από 0,6 εκ.
- Μεσαίο: - από 0,6 εκ έως 1,9 εκ..
- Υψηλό: - θρυμματισμένο , μεγαλύτερο από 1,9 εκ.

2.3.11.δ. Εκτίμηση φθορών.

Για την εκτίμηση φθορών ρηγμάτωσης του οδοστρώματος κατά τεμάχιο, η ρηγμάτωση καταλαμβάνει το εξεταζόμενο οδόστρωμα στο σύνολό του. Σε αντίθετη περίπτωση οι ρωγμές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως διαμήκης ή εγκάρσιες. Ο υπολογισμός των φθορών γίνεται κατ' εκτίμηση του τυπικού μεγέθους ρηγματωμένων τμημάτων και του κατάλληλου εύρους ρωγμών το οποίο έχουμε επιλέξει.

Στον πίνακα 2.1. παρατίθεται η ταξινόμηση των ρωγμών βάση του βαθμού σοβαρότητας. Οι τιμές που δίνονται προέρχονται από το βιβλίο του Αθ. Φωτ. Νικολαΐδη, Οδοποιία – Οδοστρώματα – Υλικά – Έλεγχος Ποιότητας.

Πίνακας 2.1. : Ταξινόμηση ρωγμών βάση του βαθμού σοβαρότητας.

ΡΩΓΜΕΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ		
	ΥΨΗΛΟΣ (εκ.)	ΜΕΣΑΙΟΣ (εκ.)	ΧΑΜΗΛΟΣ (εκ.)
Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος	Μεγαλύτερη των 2	Από 1 έως 2	Μικρότερη του 1
Ρωγμές από ανάκλαση	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 1 έως 1,9	Μικρότερη του 1
Ρωγμές ολίσθησης	Μεγαλύτερη των 2	Από 1 έως 2	Μικρότερη του 1
Ρωγμές συστολής	Μεγαλύτερη των 2	Από 1 έως 2	Μικρότερη του 1
Ρωγμές κατά μήκος της τροχιάς των τροχών	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 1 έως 1,9	Μικρότερη του 1
Ελικοειδής ρωγμές	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 1 έως 1,9	Μικρότερη του 1
Ρωγμές τύπου αλιγάτορα	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 0,6 έως 1,9	Μικρότερη του 0,6
Διαμήκειες ρωγμές	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 0,6 έως 1,9	Μικρότερη του 0,6
Ρωγμές πολυγωνικού τύπου	Μεγαλύτερη των 2	Από 1 έως 2	Μικρότερη του 1
Ρωγμές μεταξύ λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης	Μεγαλύτερη των 2	Από 1 έως 2	Μικρότερη του 1
Εγκάρσιες ρωγμές	Μεγαλύτερη των 1,9	Από 0,6 έως 1,9	Μικρότερη του 0,6

Ρηγματώσεις κατά τεμάχιο	Για τμήματα πλευράς 120 ή μικρότερης και εύρος μεγαλύτερο των 1,9	Για τμήματα πλευράς 240-270 και εύρος από 0,6 έως 1,9	Για τμήματα πλευράς 270 ή μεγαλύτερης και εύρος μικρότερο του 0,6
--------------------------	---	---	---

2.4. Αποσαθρώσεις.

Αποσάθρωση είναι η θρυμματίση του οδοστρώματος σε μικρά ασύνδετα κομμάτια. Σε αυτό περιλαμβάνεται και η απόσπαση αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος. Εάν η αποσάθρωση, όπως παραπάνω ορίστηκε, δεν συντηρηθεί έγκαιρα είναι σίγουρο ότι θα οδηγήσει, σύντομα σε κατάσταση όπου θα απαιτείται πλήρη ανακατασκευή της οδού.

Οι κυριότερες μορφές αποσάθρωσης είναι : απόσπαση αδρανών, λακκούβες, λεία επιφάνεια οδοστρώματος, λείανση των αδρανών, ραβδώσεις στις ασφαλτικές επαλείψεις, απώλειες των αδρανών των ασφαλτικών επαλείψεων, ανάδυση ασφάλτου.

2.4.1. Απόσπαση αδρανών (raveling).

2.4.1.α. Περιγραφή.

Αποκόλληση ή απόσπαση αδρανούς υλικού του οδοστρώματος παρατηρείται όταν αποκολλώνται αδρανή στοιχεία από το οδόστρωμα, ή όταν το οδόστρωμα οξειδώνεται με αποτέλεσμα να διαλύεται η συνδετική ύλη της ασφάλτου. Η αποκόλληση των αδρανών είναι σταδιακή και γίνεται σε φάσεις. Πρώτα αποκολλώνται τα λεπτόκοκκα αδρανή και κατόπιν τα χονδρόκοκκα.



Στα πρώτα στάδια η επιφάνεια παρουσιάζει μια σχετική τραχύτητα , στη συνέχεια “φωλιές” που αρχίζουν να πυκνώνουν και τέλος έντονη εμφάνιση απώλειας υλικού από την επιφάνεια “ψώριασμα” (σχήμα 2.15)

Σχήμα 2.15. : Αποκόλληση αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος (OEMK – Β.9 , 2002).

2.4.1.β. Πιθανά Αίτια.

Οι αιτίες που προκαλούν αυτού του είδους την φθορά είναι η χαμηλή περιεκτικότητα του μίγματος σε άσφαλο, η χρήση “λερωμένων” αδρανών, μη χρησιμοποίηση θραυστών υλικών λατομείου, η κατασκευή του τάπητα σε χαμηλές θερμοκρασίες ή και με βροχή, η υπερθέρμανση της ασφάλτου ή του

ασφαλτομίγματος (κάψιμο), η χρήση αδρανών που έχουν την τάση να αποσυντίθενται (σαθρά αδρανή) και η μη επαρκή συμπίκνωση.



Σχήμα 2.16. : Αποκόλληση αδρανών στις ακμές του οδοστρώματος (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.4.1.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου μόλις αρχίζει να φθείρεται. Το οδόστρωμα αρχίζει να δείχνει σημάδια τράχυνσης (σχήμα 2.17).
- Μεσαίος: Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου έχει φαγωθεί και η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι αρκετά τραχεία και λακκουβωτή. Πιθανόν κάποια κομμάτια του οδοστρώματος είναι σχεδόν αποκολλημένα και μέρος του λεπτόκοκκου υλικού βγαίνει στην επιφάνεια του οδοστρώματος (σχήμα 2.17).
- Υψηλός: Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου έχει φαγωθεί σε μεγάλο βαθμό και η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι βαθιά λακκουβωμένη και πολύ τραχεία. Το λεπτόκοκκο υλικό έχει φύγει από το οδόστρωμα και τα λακκάκια έχουν μέγεθος που φτάνει το μισό του μεγέθους των σκύρων διάστρωσης (σχήμα 2.17).



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Σχήμα 2.17. : Ταξινόμηση αποκόλλησης αδρανών από το οδόστρωμα ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας τους (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

Σημειωτέον ότι οι φθορές αυτού του είδους θα πρέπει να απογράφονται και να υπολογίζονται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα τον τύπο του οδοστρώματος που εξετάζεται – αν πρόκειται δηλαδή, για ασφαλτικό σκυρόδεμα ή για οδόστρωμα που η άνω στρώση του κατασκευάστηκε με επάλειψη ασφάλτου και διασπορά ψηφίδων (Bituminous Surface Treatment). Η σοβαρότητα της καταστροφής σε όλο το μήκος της απογραφόμενης οδού θα πρέπει να υπολογίζεται ως προς τον επικρατέστερο βαθμό σοβαρότητας που συναντάται στο υπόψη τμήμα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να λαμβάνεται όταν απογράφονται οδοστρώματα που η άνω στρώση τους κατασκευάστηκε με

επάλειψη ασφάλτου και διασπορά ψηφίδων επειδή από τη φύση τους δείχνουν να έχουν ξεφτίσει. Ωστόσο, σε αυτού του τύπου τα οδοστρώματα η εκτεταμένη αποκόλληση αδρανών υλικών έχει σαν συνέπεια να εκχειλίζει η άσφαλτος στο οδόστρωμα, οπότε η φθορά θα πρέπει να καταγράφεται ως ανάδυση ή εκχείλιση (flushing).

2.4.1.δ. Εκτίμηση φθορών,

Κατά την εκτίμηση φθορών λόγω αποκόλλησης των αδρανών η έκταση στην οποία εμφανίζονται φθορές λόγω αποκόλλησης αδρανούς υλικού διαβαθμίζεται ανάλογα με τη περιοχή του οδοστρώματος που παρατηρείται. Προτεινόμενες βαθμίδες είναι:

- Τοπικά – Το πρόβλημα εμφανίζεται σταδιακά, συνήθως στις τροχοαυλακώσεις.
- Κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων – Το μεγαλύτερο μέρος των τροχοαυλακώσεων παρουσιάζει φθορές.
- Σε όλη τη λωρίδα κυκλοφορίας – Η λωρίδα κυκλοφορίας παρουσιάζει φθορές στο μεγαλύτερο τμήμα της.

Ο υπολογισμός γίνεται με την εκτίμηση της σοβαρότητας και της έκτασης της φθοράς.

2.4.2. Λακκούβες.

2.4.2.α. Περιγραφή.

Δημιουργία λάκκων στο οδόστρωμα με ακανόνιστη μορφή και διάφορα μεγέθη.

2.4.2.β. Πιθανά Αίτια.

Ανεπαρκής αντοχή του οδοστρώματος (μειωμένο πάχος της ασφαλικής στρώσης, χαμηλή περιεκτικότητα σε άσφαλτο, έλλειψη ή υπερβολική ποσότητα παιπάλης στο ασφαλτόμιγμα), όχι σωστή απορροή του νερού, εξέλιξη άλλων φθορών (συνήθως απόσπασης αδρανών, ρωγμών τύπου αλιγάτορα, κ.τ.λ.).

2.4.2.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Το άνοιγμα της λακκούβας είναι μικρότερο από 8 εκ. και το βάθος δεν είναι μεγαλύτερο από 5 εκ (σχήμα 2.18.α).
- Μεσαίος: Το άνοιγμα της λακκούβας κυμαίνεται από 8 εκ. έως 30 εκ. και το βάθος είναι συνήθως μεγαλύτερο από 5 εκ (σχήμα 2.18.β).
- Υψηλός: Το άνοιγμα της λακκούβας είναι μεγαλύτερο από 30 εκ. και το βάθος είναι συνήθως μεγαλύτερο από 10 εκ (σχήμα 2.18.γ).



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός.

Σχήμα 2.18. : Βαθμοί σοβαρότητας λακκουβών.

2.4.3. Ραβδώσεις στις ασφαλτικές επαλείψεις.

2.4.3.α. Περιγραφή.

Εναλλαγή λεπτών και παχίων λωρίδων ασφάλτου παράλληλων στον άξονα του δρόμου.

2.4.3.β. Πιθανά Αίτια.

Ακατάλληλο ύψος της ράβδου ψεκασμού, ακατάλληλο άνοιγμα των στομιών της ράβδου ψεκασμού, φράξιμο μερικών στομιών, λανθασμένη γωνία στομιών, μικρή πίεση στο σύστημα άντλησης και ψεκασμού, και τέλος χαμηλή θερμοκρασία ασφάλτου.

2.4.3.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Οι ραβδώσεις μόλις που γίνονται αντιληπτές στην επιφάνεια της επάλειψης.
- Μεσαίος: Σαφής διάκριση των ραβδώσεων στην επιφάνεια της επάλειψης.
- Υψηλός: Έντονες ραβδώσεις στην επιφάνεια της επάλειψης και παρουσία ασύνδετων ψηφίδων.

2.4.4. Απώλειες των αδρανών των ασφαλτικών επαλείψεων.

2.4.4.α. Περιγραφή.

Απώλεια των αδρανών, ιδιαίτερα των χονδρόκοκκων, από την επιφάνεια της ασφαλτικής επάλειψης.

2.4.4.β. Πιθανά Αίτια.

Διάστρωση των αδρανών όχι αμέσως μετά την διάχυση της ασφάλτου, ελλιπής διαβροχή των αδρανών με άσφαλο (ακάθαρτα ή βρεγμένα αδρανή, μικρή ποσότητα ασφάλτου), ανεπαρκής συμπύκνωση, μη έγκαιρη συμπύκνωση (αμέσως μετά την διάστρωση των αδρανών), κατασκευή της επάλειψης με ψυχρό καιρό, παράδοση του δρόμου στην κυκλοφορία πριν

επιτευχθεί επαρκής συγκόλληση ασφάλτου - αδρανών, πορώδης επιφάνεια στην οποία έγινε επάλειψη (απορρόφηση μέρους της ασφάλτου από την πορώδη επιφάνεια και απόσπαση ψηφίδων λόγω ελλιπούς διαβροχής με άσφαλτο).

2.4.4.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- Χαμηλός: Η απώλεια των αδρανών γίνεται αντιληπτή.
- Μεσαίος: Κυψελώδη δομή σε μεμονωμένα τμήματα της επιφάνειας.
- Υψηλός: Κυψελώδη δομή σε όλη σχεδόν την επιφάνεια με μικρές λακκούβες.

2.4.5. Λεία επιφάνεια οδοστρώματος.

2.4.5.α. Περιγραφή.

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

2.4.5.β. Πιθανά Αίτια.

Η λεία επιφάνεια του οδοστρώματος οφείλεται κυρίως στην λείανση των επιφανειακών αδρανών. Επίσης μπορεί να οφείλεται στην ανάδυση της ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος, στην βύθιση των αδρανών στο ασφαλτόμιγμα ή ακόμη και στη χρήση λείων και σφαιρικών αδρανών (αμμοχάλικο χειμάρρων κλπ.). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις επέρχεται μείωση ή εκμηδένιση της μικρο- και μακρο-υφής της επιφάνειας του οδοστρώματος και κατά συνέπεια μείωση του συντελεστή τριβής μεταξύ των ελαστικών και της επιφάνειας. Η παρουσία νερού επιδεινώνει την κατάσταση και έτσι αυξάνεται η ολισθηρότητα της επιφάνειας με πιθανότητα εμφάνισης του φαινομένου της υδρολίσθισης (στα σημεία παρακράτησης ύδατος). Επίδεινωση της ολισθηρότητας μπορεί επίσης να επέλθει με την παρουσία λαδιών η χώματος (κυρίως αργιλικά υλικά) πάνω στην επιφάνεια, καθώς επίσης και με την εναπόθεση ελαστικών (στις περιοχές που παρατηρείται έντονη πέδηση των οχημάτων).

Η ολισθηρότητα συνδέεται άμεσα με τα τροχαία ατυχήματα. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην άμεση αποκατάσταση της ολισθηρής ικανότητας της επιφάνειας.

2.4.6. Ανάδυση ασφάλτου.

2.4.6.α. Περιγραφή.

Παρουσία ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος που του δίνει μαύρη και γυαλιστερή όψη. Η άσφαλτος εμφανίζεται κυρίως στις τροχιές των τροχών

κατά την διάρκεια πολύ ζεστού καιρού. Η επιφάνεια του οδοστρώματος γίνεται κολλώδης σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (σχήμα 2.19).

Στα πρώιμα στάδια εμφάνισης του φαινομένου οι φθορές δύσκολα μπορεί να ταξινομηθούν σε τοπικές και σε εκείνες που παρουσιάζονται κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων. Ωστόσο , όσο αυξάνει η σοβαρότητα των φθορών η ταξινόμηση γίνεται ευκολότερη. Για την περιγραφή του προβλήματος συνήθως επιλέγεται η τροχοαυλάκωση που παρουσιάζει τις μεγαλύτερες φθορές.

Η ανάδυση της ασφάλτου θα πρέπει να καταγράφεται και να υπολογίζεται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τον τύπο του οδοστρώματος – αν πρόκειται δηλαδή , για ασφαλτικό σκυρόδεμα ή για οδόστρωμα που η άνω στρώση που κατασκευάστηκε με επάλειψη ασφάλτου και διασπορά ψηφίδων (Bituminous Surface Treatment). Για το δεύτερο τύπο οδοστρώματος η αποκόλληση σκύρων από την επιφάνεια του οδοστρώματος αφήνει εκτεθειμένο το υλικό συγκόλλησης. Το φαινόμενο αυτό μοιάζει με εκχείλιση του ασφαλτικού υλικού και θα πρέπει να απογράφεται ως τέτοιο.



Σχήμα 2.19. : Ανάδυση της ασφάλτου (OEMK – Β.9 , 2002).

2.4.6.β. Πιθανά Αίτια.

Μεγάλη περιεκτικότητα σε άσφαλτο στην στρώση κυκλοφορίας που οφείλεται στην κυκλοφορία των οχημάτων , επιπλέον σημαντική είναι η επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών καθώς συντελούν σημαντικά στην ανάδυση ασφάλτου από τις κατώτερες στρώσεις όταν έχουν περιεκτικότητα σε άσφαλτο μεγαλύτερη από την κανονική.

2.4.6.γ. Βαθμός Σοβαρότητας.

- **Χαμηλός:** Μικρές ποσότητες σκύρων της επιφάνειας έχουν καλυφθεί από υπερβολική ποσότητα ασφάλτου αλλά η κατάσταση βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο. Επίσης είναι ορατός ο ιδιαίτερος χρωματισμός της επιφάνειας του οδοστρώματος (σχήμα 2.20).
- **Μεσαίος:** Σημαντικά τμήματα των επιφανειών σκύρων καλύπτονται με πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου. Ωστόσο, σε μεγάλα τμήματα του οδοστρώματος επιφανειακά σκύρα είναι ορατά, ακόμη και σε περιοχές με ανάδυση της ασφάλτου (σχήμα 2.20).
- **Υψηλός:** Τα επιφανειακά σκύρα καλύπτονται, στο μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας, με πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου. Η επιφάνεια δείχνει να είναι υγρή ενώ σε ζεστό καιρό γίνεται κολλώδης (σχήμα 2.20)



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Σχήμα 2.20. : Ταξινόμηση ανάδυσης ασφάλτου ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους (ΟΕΜΚ – Β.9 , 2002).

2.4.6.δ. Εκτίμηση Φθορών.

Κατά την εκτίμηση της φθοράς της ανάδυσης της ασφάλτου η έκταση ή το μέγεθος της φθοράς του οδοστρώματος λόγω περίσσειας ασφαλτικού υλικού υπολογίζεται και εκφράζεται ανάλογα με την επιφάνεια του οδοστρώματος στην οποία παρατηρείται. Προτεινόμενες βαθμίδες είναι :

Τοπικές εμφανίσεις – Το πρόβλημα εμφανίζεται σποραδικά , συνήθως στις τροχοαυλακώσεις.

- Στις τροχοαυλακώσεις – Το μεγαλύτερο μέρος των τροχοαυλακώσεων παρουσιάζει φθορές.
- Ολόκληρη η λωρίδα – Η λωρίδα κυκλοφορίας παρουσιάζει φθορές στο μεγαλύτερο τμήμα της.

Ο υπολογισμός γίνεται με βάση την εκτίμηση της σοβαρότητας και της έκτασης της φθοράς.

3. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Αξιολόγηση λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος ορίζεται το σύνολο των εργασιών για την αποτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του οδοστρώματος όπως: ομαλότητα, αυλάκωση, ρηγμάτωση, ολισθηρότητα και οποιαδήποτε άλλη επιφανειακή φθορά που συμβάλλει στην καλή ή στην μη καλή λειτουργία του οδοστρώματος. Όσον αφορά την ολισθηρότητα του οδοστρώματος γίνεται εκτενέστερη ανάλυση των τρόπων αντιμετώπισής της σε επόμενο κεφάλαιο.

Η αξιολόγηση της κατάστασης ενός οδοστρώματος είναι θεμελιώδης παράμετρος για τον καθορισμό της κατάλληλης στιγμής επέμβασης , που συνίσταται στην συντήρηση , ή την αποκατάσταση ή και την ενίσχυση , ή την ανακατασκευή αυτού. Επίσης , με την αξιολόγηση είναι δυνατόν να καθορισθεί το πάχος της πρόσθετης επίστρωσης , εάν χρειασθεί. Κατά την αξιολόγηση καθορίζεται η λειτουργική και η δομική κατάσταση του οδοστρώματος.

Αξιολόγηση δομικής κατάστασης του οδοστρώματος ορίζεται το σύνολο των εργασιών για την αποτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων και της αντοχής του οδοστρώματος , καθώς και για την εκτίμηση της εναπομένουσας ζωής αυτού.

Με την αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος αποφασίζεται εάν το οδόστρωμα θα πρέπει να συντηρηθεί ή να αποκατασταθεί ή να ανακατασκευασθεί , δηλαδή καθορίζεται η αναγκαιότητα και ο τρόπος δράσης. Με την δομική αξιολόγηση ουσιαστικά αποφασίζεται εάν απαιτείται ενίσχυση του οδοστρώματος , σε σχέση με την απομένουσα ζωή του , και επιπροσθέτως καθορίζεται το πάχος της ασφαλικής επίστρωσης (εάν αποφασισθεί) ή επιλέγεται η ανακατασκευή του οδοστρώματος. Ενίσχυση του οδοστρώματος μπορεί να χρειασθεί είτε γιατί το οδόστρωμα υπερφορτίστηκε , είτε γιατί δεν σχεδιάστηκε ή δεν κατασκευάσθηκε σωστά , είτε γιατί επέδρασαν αρνητικά και άλλοι απρόβλεπτοι παράγοντες , με αποτέλεσμα η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής του να μην επαρκεί για να συμπληρώσει το χρονικό διάστημα για το οποίο σχεδιάστηκε. Βεβαίως , ενίσχυση του οδοστρώματος μπορεί να χρειασθεί γιατί αποφασίζεται να αυξηθεί η συνολική διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.

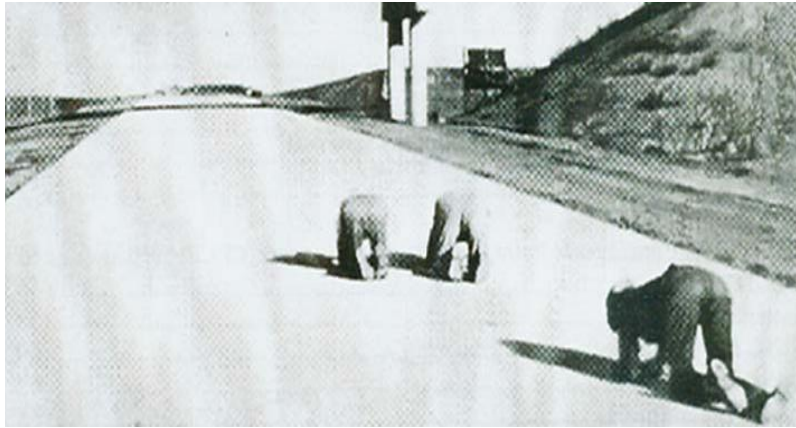
Τα δυο στάδια αξιολόγησης δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Αντιθέτως , είναι συμπληρωματικά το ένα του άλλου και θα πρέπει πάντοτε να συνυπάρχουν για τον πλήρη και ακριβή καθορισμό του τρόπου δράσης τόσο χρονικά όσο και ποσοτικά.

Η αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης των οδοστρωμάτων γίνεται με μεθόδους που βασίζονται σε :

1. Οπτική επισκόπηση της επιφάνειας του οδοστρώματος (σχήμα 3.1).
2. Μετρήσεις επιφανειακών χαρακτηριστικών με ειδικά μηχανήματα (σχήμα 3.2).

Αντιθέτως , η αξιολόγηση της δομικής κατάστασης των οδοστρωμάτων γίνεται κυρίως με ειδικά μηχανήματα (μη καταστροφικές μέθοδοι) (σχήμα 3.2)

και συνεπικουρικά με δειγματοληπτικούς ελέγχους επί των οδοστρωμάτων (καταστροφικές μέθοδοι).



Σχήμα 3.1: Οπτική επισκόπηση οδοστρώματος (www.otc.utexas.edu).



Σχήμα 3.2: Επισκόπηση οδοστρώματος με τη χρήση αυτοκινήτου εξοπλισμένο με ειδικά μηχανήματα (www.otc.utexas.edu).

3.1. Αξιολόγηση λειτουργικής κατάστασης οδοστρώματος με οπτική επισκόπηση.

Η οπτική επισκόπηση της επιφάνειας ήταν ο πρώτος τρόπος αξιολόγησης της κατάστασης (λειτουργικής) του οδοστρώματος που εφαρμόστηκε για την λήψη αποφάσεων επέμβασης στο οδόστρωμα. Αυτή συνίσταται στην επισκόπηση της επιφάνειας , μετά ή άνευ βαθμολόγησης των οδοστρωμάτων ή των φθορών , από έμπειρους μηχανικούς και την αναλυτική καταγραφή της υπάρχουσας. Δεν είναι δύσκολο να δει κανείς ότι η μέθοδος αυτή είναι αρκετά χρονοβόρα αλλά και υποκειμενική. Πλην όμως μέχρι και σήμερα αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της αξιολόγησης ενός οδοστρώματος.

3.2. Διαδικασίες επιθεώρησης.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζεται μια μέθοδος προσδιορισμού της κατάστασης των οδοστρωμάτων η οποία εφαρμόζεται μέσω της παρατήρησης και καταγραφής συγκεκριμένων τύπων και βαθμών σοβαρότητας φθορών και ατελειών του οδοστρώματος.

Οι βασικές παράμετροι αξιολόγησης της κατάστασης ενός οδοστρώματος είναι:

- Ο τύπος της φθοράς,
- Ο βαθμός ή το επίπεδο σοβαρότητας της φθοράς,
- Η έκταση του οδοστρώματος στην οποία παρουσιάζεται η φθορά

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φθορών, επίπεδα σοβαρότητας και έκτασης για κάθε καταπόνηση του οδοστρώματος. Αυτές περιγράφονται για τα εύκαμπτα οδοστρώματα.

3.2.1. Καθοριστικοί παράγοντες επιθεωρήσεων.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι βασικοί παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη συλλογή δεδομένων σχετικών με την κατάσταση των οδοστρωμάτων.

- Η Υπηρεσία πρέπει να καθορίσει εάν θα καταγράφονται φθορές οι οποίες παρουσιάζουν βαθμό σοβαρότητας με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (**επικρατέστερος βαθμός σοβαρότητας φθοράς**) ή αν θα καταγράφεται το μέγεθος κάθε φθοράς ανεξάρτητα από το βαθμό σοβαρότητας που εμφανίζει. Επίσης, η Υπηρεσία πρέπει να καθορίσει εάν το μέγεθος των φθορών θα καταγράφεται με την ακριβή τιμή μετράται \ εκτιμάται ή εάν τα μεγέθη των φθορών θα ταξινομούνται με βάση τυποποιημένες κλίμακες τιμών.
- Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η μέθοδος του επικρατέστερου βαθμού σοβαρότητας φθοράς, τότε για κάθε τύπο φθοράς θα πρέπει να καταγράφονται δεδομένα μόνο με αυτό το βαθμό σοβαρότητας. Εάν τα δεδομένα παρουσιάζουν βαθμούς σοβαρότητας με παραπλήσια ποσοστά εμφάνισης τότε θα πρέπει να καταγράφονται εκείνα τα δεδομένα για τα οποία ο βαθμός σοβαρότητας έχει το υψηλότερο ποσοστό εμφάνισης. Αντικειμενικός σκοπός είναι να προσδιορισθεί ένα επίπεδο σοβαρότητας που να χαρακτηρίζει την τυπική κατάσταση του οδοστρώματος για συγκεκριμένο τμήμα οδού. Έτσι η έκταση που καταγράφεται για κάθε τύπο φθοράς θα πρέπει να είναι η συνολική έκταση που περιγράφει την κατάσταση της οδού για όλα τα επίπεδα σοβαρότητας και μπορεί να δίνεται με μία τιμή ή από μια σειρά τιμών. Ανάλογα με την περίπτωση, είναι χρήσιμο να σημειώνονται (στο τμήμα του εντύπου που διατίθεται για σχόλια) φθορές με επίπεδα σοβαρότητας σημαντικά υψηλότερα από τον επικρατέστερο βαθμό σοβαρότητας.

Στην περίπτωση που καταγράφεται το μέγεθος των φθορών του οδοστρώματος για κάθε βαθμό σοβαρότητας τότε δεν χρειάζεται να καταγράφεται η συνολική έκταση και ο επικρατέστερος βαθμός σοβαρότητας για κάθε τύπο φθοράς. Σε αυτή τη περίπτωση συνιστάται να καταγράφεται η ακριβής τιμή της έκτασης της φθοράς για κάθε βαθμό σοβαρότητας. Διαφορετικά, εάν χρησιμοποιούνται ζώνες τιμών είναι πιθανό η συνολική έκταση της φθοράς για όλα τα επίπεδα σοβαρότητας να προκύψει ότι είναι μεγαλύτερη από τη πραγματική τιμή. Η μέθοδος αυτή κρίνεται κατάλληλη όταν απαιτούνται δεδομένα υψηλής ακρίβειας και ανάλυσης και όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν μέσα αυτοματοποιημένης καταγραφής. Επίσης, ύστερα από επεξεργασία, τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτή τη μέθοδο προσφέρονται για συγκρίσεις μεταξύ ευρύτερων περιοχών. Πάντως η μέθοδος λόγω της πολυπλοκότητάς της κρίνεται ασύμφορη για απογραφές μεγάλων οδικών δικτύων όταν εφαρμόζεται η οπτική παρατήρηση.

- Η επισκόπηση της κατάστασης του οδοστρώματος μπορεί να γίνει πεζή ή διατρέχοντας την οδό με κάποιο όχημα. Σε αστικές περιοχές συνήθως γίνεται με πεζό παρατηρητή. Η βέλτιστη ταχύτητα κίνησης οχήματος θα πρέπει να κυμαίνεται από 10 km/h έως 15km/h. Συνήθως χρησιμοποιείται μια λωρίδα κυκλοφορίας εκτός και αν ο προϋπολογισμός και ο διατιθέμενος χρόνος επαρκεί για την απογραφή περισσότερων λωρίδων κυκλοφορίας.

Σημείωση: Είναι πιθανό να προκύψουν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με τη μέθοδο απογραφής (πεζός – όχημα) που χρησιμοποιείται. Αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν συγκρίνονται αποτελέσματα που προέρχονται από διαφορετικές μεθόδους απογραφής.

- Η σχετική θέση του ήλιου και η κατεύθυνση κατά την οποία διατρέχεται η οδός επηρεάζει ουσιαστικά την συλλογή των δεδομένων. Το οδόστρωμα θα πρέπει περιστασιακά να παρατηρείται από διαφορετικές οπτικές γωνίες προκειμένου να εξακριβωθεί ότι καταγράφεται η κατάστασή του όπως πραγματικά έχει.
- Η εποχή του χρόνου και οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες (υγρασία και θερμοκρασία) επιδρούν στην εκτίμηση του βαθμού σοβαρότητας ακόμη και τον εντοπισμό ορισμένων τύπων φθορών. Προκειμένου να μειωθούν τέτοιου είδους επιδράσεις η απογραφή θα πρέπει να γίνεται την ίδια εποχή του έτους και μόνον όταν το οδόστρωμα είναι στεγνό.
- Όταν εξετάζεται ένα οδικό τμήμα τότε, είτε θα πρέπει να απογράφεται σε όλο το μήκος του είτε, θα πρέπει να εξετάζονται δείγματα που περιγράφουν αντιπροσωπευτικά όλο το οδικό τμήμα.
- Όταν ταξινομούνται σύνθετα οδοστρώματα (όπως οδοστρώματα με ασφαλοτάπητες επάνω σε άκαμπτο υπόστρωμα) οι ρωγμές που δημιουργούνται στις επιφάνειες επαφής μεταξύ διαφορετικών υλικών θα

πρέπει να ταξινομούνται με βάση το είδος της ρωγμής (π.χ. εγκάρσιες ή διαμήκεις ρωγμές).

- Συνήθως, οι ρωγμές του οδοστρώματος παρουσιάζουν μεταβαλλόμενο εύρος. Ωστόσο, θα πρέπει να δίνεται μια συνολική εικόνα για την επικινδυνότητα κάθε ρωγμής. Έτσι, όταν απογράφεται το εύρος των ρωγμών η εκτίμηση θα πρέπει να βασίζεται στο μέσο παρατηρούμενο εύρος και όχι σε ακραίες τιμές.
- Ο έλεγχος της κατάστασης του οδοστρώματος θα πρέπει να περιορίζεται αποκλειστικά σε φθορές που αφορούν την επιφάνεια κυκλοφορίας. Δεδομένα που σχετίζονται με φθορές των ερεισμάτων ή άλλων τμημάτων του περιτυπώματος της οδού δεν θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην ταξινόμηση. Στοιχεία που αφορούν την κατάσταση των ερεισμάτων, πληροφορίες σχετικές με την αποχέτευση της οδού, ή άλλα δεδομένα θα πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά.
- Η καταγραφή φθορών σε περιοχές διασταυρώσεων συνήθως εντάσσεται στο σχεδιασμό απογραφής της διασταυρούμενης οδού με την μεγαλύτερη λειτουργική σημασία ή σε δεδομένη από το σχεδιασμό κατεύθυνση. Οι περιοχές των διασταυρώσεων μπορεί να απογράφονται και να καταχωρούνται ξεχωριστά. Κάθε Υπηρεσία θα πρέπει να καθιερώσει τη δική της τακτική με αυτοματοποιημένους μεθόδους.
- Εάν απογράφονται ξεχωριστά κάθε λωρίδα και κατεύθυνση κυκλοφορίας μιας οδού τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικά έντυπα καταγραφής για κάθε λωρίδα ή κατεύθυνση και τα δεδομένα θα πρέπει να εισάγονται ξεχωριστά στη βάση δεδομένων.
- Για κάθε τύπο φθοράς που δεν παρατηρείται θα πρέπει να σημειώνεται με 'N' το αντίστοιχο χωρίο στο έντυπο απογραφής για τον συγκεκριμένο τύπο φθοράς. Η καταχώρηση αυτή υποδηλώνει ξεκάθαρα ότι ο συγκεκριμένος τύπος φθοράς δεν εμφανίζεται στο απογραφόμενο τμήμα με αποτέλεσμα το ενδεχόμενο λάθους κατά την καταχώρηση των παρατηρήσεων στη βάση δεδομένων.

3.2.2. Γενικές παρατηρήσεις.

Στη συνέχεια παρατίθενται επιπρόσθετα στοιχεία που ενδεχομένως χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη στα έντυπα καταγραφής της κατάστασης των οδοστρωμάτων. Ο υπεύθυνος του προγράμματος απογραφής θα πρέπει να αποφασίσει ανάλογα με την περίπτωση ποια επιμέρους στοιχεία θα πρέπει να συλλεχθούν.

- Τα μέλη της ομάδας παρατηρητών, θα πρέπει να διατρέξουν τα απογραφόμενα τμήματα από αντίθετη κατεύθυνση προκειμένου να γίνουν καλύτερα αντιληπτές οι φθορές του οδοστρώματος.
- Με την ολοκλήρωση κάθε τμήματος τα μέλη της ομάδας καταγραφής θα πρέπει να συγκρίνουν τις σημειώσεις τους.

- Κάθε παρατηρούμενη ατέλεια θα πρέπει να καταγράφεται στο έντυπο ελέγχου προκειμένου να εισαχθεί στον Η\Υ.
- Ιστορικά δεδομένα, όπως, μήκος, εύρος και τύπος των απογραφόμενων τμημάτων θα πρέπει να επαληθεύονται.
- Δεδομένα από προγενέστερους ελέγχους θα πρέπει να γνωστοποιούνται και να λαμβάνονται υπόψη ώστε να εντοπίζονται τυχόν σφάλματα σε εκτιμήσεις και να αξιολογούνται ορθότερα τα δεδομένα.
- Εάν από την απογραφή προκύπτει πως είναι σκόπιμο να δρομολογηθούν νέα προγράμματα ελέγχων θα πρέπει να ενημερώνεται αντιστοίχως ο υπεύθυνος του έργου.
- Η Υπηρεσία πιθανόν να απαιτήσει τον διαμερισμό του οδικού δικτύου σε νέα τμήματα εάν ο υφιστάμενος διαχωρισμός είναι ανακριβής. Όπου είναι δυνατόν, τα τμήματα του δικτύου, θα διατηρούνται ως έχουν.
- Σε περιοχές διασταυρώσεων το μήκος του οδοστρώματος θα πρέπει να μετράται ως το κέντρο της διασταύρωσης. Το λογισμικό που έχει υιοθετήσει η Υπηρεσία θα πρέπει να είναι σε θέση να λαμβάνει υπόψη παραδοχές αυτού του είδους.
- Παρατηρήσεις που αφορούν κράσπεδα, πεζοδρόμια, λακκούβες χαντάκια και χρήζουν επιδιόρθωσης θα πρέπει να επισημαίνονται στον υπεύθυνο του έργου.
- Θα πρέπει να τηρούνται σημειώσεις για οποιαδήποτε άλλα προβλήματα.

3.3. Βαθμολογία Παρούσας Εξυπηρετικότητας (PSR) και Δείκτης Παρούσας Εξυπηρετικότητας (PSI).

Η πρώτη έκφραση της λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος ήταν αυτή που συνδεόταν με την ποιότητα οδήγησης των εποχούμενων. Ο καθορισμός του επιπέδου της ποιότητας οδήγησης έγινε από ομάδα οδηγών οι οποίοι οδήγησαν πάνω σε διάφορα οδοστρώματα που ήταν σε άριστη έως απαράδεκτη κατάσταση και τα βαθμολόγησαν. Τα οδοστρώματα αυτά ήταν αυτά που κατασκευάστηκαν στο μεγάλο πείραμα του AASHO. Στους οδηγούς ζητήθηκε να λάβουν υπόψη τους κατά την βαθμολόγηση τις επιφανειακές ανωμαλίες κατά την εγκάρσια και διαμήκη διεύθυνση, τις ρηγματώσεις και γενικότερα κάθε φθορά του οδοστρώματος που επηρεάζει την άνεση της οδήγησης. Από το μέσο όρο των βαθμολογιών που προέκυψαν, ορίστηκε ο όρος Βαθμολογία Παρούσας Εξυπηρετικότητας (PSR) που λάμβανε τιμές από 5 για άριστη ποιότητα οδήγησης έως 0 – 1 για απαράδεκτη ποιότητα οδήγησης.

Η υποκειμενικότητα της εκτίμησης της κατάστασης ενός οδοστρώματος συναρτήσε του PSR οδήγησε στην ανάπτυξη του Δείκτη Παρούσας Εξυπηρετικότητας (PSI). Ο δείκτης αυτός προέκυψε από τα ίδια οδοστρώματα, έλαβε τις ίδιες τιμές αλλά ο καθορισμός του προέκυψε από αντικειμενικές

μετρήσεις ορισμένων φυσικών παραμέτρων της επιφάνειας όπως διακύμανση εγκάρσιας κλίσης , ρηγματώσεις , βάθος αυλάκωσης και ποσοστό επιφάνειας που έχει επισκευασθεί με μπαλώματα.

Ο καθορισμός του PSI έδωσε την δυνατότητα για μια αντικειμενικότερη εκτίμηση της ποιοτικής κατάστασης του οδοστρώματος. Αρκετοί οργανισμοί , κυρίως της Αμερικής αλλά και άλλων χωρών , χρησιμοποίησαν ευρέως το δείκτη PSI , για την επαναλαμβανόμενη σε τακτά χρονικά διαστήματα αξιολόγηση της λειτουργικότητας των οδοστρωμάτων τους , με σκοπό την ιεράρχηση και οργάνωση των έργων συντήρησης γενικότερα.

Στην Αμερική η τιμή του PSI για νέα οδοστρώματα θεωρείται ότι λαμβάνει τιμές από 4.2 έως 4.7 αναλόγως της ποιότητας κατασκευής. Η τιμή του PSI μειώνεται με την χρήση. Όταν ο PSI λάβει τιμές κάτω του 2.0 , το οδόστρωμα είναι σε κακή κατάσταση και σε μη ικανοποιητικό επίπεδο , για τους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας , και απαιτείται άμεση αποκατάσταση αυτού με ασφαλική επίστρωση. Στην περίπτωση αυτή , θα πρέπει επίσης να διερευνάται λεπτομερώς και η δομική ενίσχυση αυτού. Η τιμή 2.5 συνήθως θεωρείται ως επίπεδο προειδοποίησης για μελλοντική αποκατάσταση του οδοστρώματος. Ασφαλικά οδοστρώματα με PSI κάτω του 1.5 βρίσκονται σε πολύ κακή κατάσταση και εμφανίζουν αυλακώσεις , έντονες επιφανειακές ανωμαλίες (παραμορφώσεις), ρηγματώσεις , βυθίσεις και σε πολλές περιπτώσεις λακκούβες.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο δείκτης παρούσας εξυπηρετικότητας χρησιμοποιείται ως βασική παράμετρος για την διαστασιολόγηση νέων οδοστρωμάτων κατά AASHO , καθώς και για τη μεθοδολογία υπολογισμού του πάχους της ενισχυτικής ασφαλικής επίστρωσης που προτείνεται από τον ίδιο οργανισμό.

3.3.1. Βαθμολόγηση της κατάστασης οδοστρωμάτων

Αρκετοί οργανισμοί χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους αξιολόγησης της λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος. Οι μέθοδοι αυτές , στην απλή τους μορφή συνίσταται στην οπτική επισκόπηση , καταγραφή και βαθμολόγηση της κάθε φθοράς που εμφανίζεται στο οδόστρωμα. Η βαθμολόγηση γίνεται από έμπειρους μηχανικούς διατρέχοντας τα προς αξιολόγηση τμήματα του οδικού δικτύου. Παρ' όλη την απλότητα της συλλογής των στοιχείων οι μέθοδοι αυτές εμπεριέχουν κατά ένα μεγάλο βαθμό την υποκειμενικότητα στην εκτίμηση της κατάστασης των φθορών του οδοστρώματος. Για περισσότερο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα θα πρέπει το προσωπικό που πρόκειται να κάνει τις μετρήσεις να εκπαιδευτεί κατάλληλα.

Μια από αυτές τις μεθόδους , ίσως η απλούστερη , είναι αυτή που προτάθηκε το 1977 από το Asphalt Institute για οδούς μικρής κυκλοφορίας. Η βαθμολόγηση της κάθε φθοράς λαμβάνει τιμές από 0, στην περίπτωση μη εμφάνισης φθοράς, έως 5 ή 10 (ανάλογα με την φθορά) , στην περίπτωση που η

εμφανιζόμενη φθορά είναι σε πολύ υψηλό βαθμό. Το αλγεβρικό άθροισμα όλων των τυποποιημένων φθορών που λαμβάνονται υπόψη δίνει την εικόνα της κατάστασης του οδοστρώματος. Κατά την μέθοδο αυτή , το σύνολο της βαθμολόγησης όλων των φθορών που περιλαμβάνονται κυμαίνεται από 0 (ιδανική περίπτωση μη ανάπτυξης καμίας φθοράς) έως 100 (η δυσμενέστερη περίπτωση όπου εμφανίζονται όλες οι φθορές και η κατάσταση αυτών πάρα πολύ κακή). Αφαιρώντας το αλγεβρικό άθροισμα της βαθμολογίας των φθορών που εμφανίζονται από το 100 , λαμβάνεται η βαθμολόγηση της κατάστασης του οδοστρώματος (PCR). Εάν η τιμή που θα προκύψει είναι από 80 έως 100 μονάδες , το οδόστρωμα χρειάζεται μόνο συντήρηση. Εάν η τιμή είναι από 30 έως 80 το οδόστρωμα χρειάζεται αποκατάσταση με ασφαλτική επίστρωση. Τέλος , εάν η τιμή είναι από 0 έως 30 μονάδες το οδόστρωμα χρειάζεται ανακατασκευή.

Με βάση την ίδια αρχή , δηλαδή της οπτικής καταγραφής και βαθμολόγησης της κατάστασης της κάθε φθοράς , αναπτύχθηκαν άλλες περισσότερες σύνθετες μεθοδολογίες. Δυο από τις μεθόδους αυτές είναι του Ontario και του Ohio. Οι μεθοδολογίες αυτές, σε γενικές γραμμές ενσωματώνουν παραμέτρους , όπως σοβαρότητα της φθοράς , συχνότητα εμφάνισης και βαρύτητα της μιας φθοράς ως προς την άλλη. Οι παράμετροι αυτές εκφράζονται με αντίστοιχους συντελεστές. Με βάση τις δυο παραπάνω μεθόδους , προτάθηκαν δυο τροποποιημένες μέθοδοι για την χρήση στην Ελλάδα.

Η μια από τις δυο μεθόδους αξιολόγησης προτάθηκε από τον Αθ. Φ. Νικολαΐδη και χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα PAVMAIN για την διαχείριση συντήρησης οδοστρωμάτων. Η μέθοδος καταγράφει συνολικά 17 είδη φθορών (αστοχιών). Στον πίνακα 3.1 δίνονται οι φθορές που καταγράφονται με τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας , σοβαρότητας και συχνότητας που χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 3.1. : Συντελεστές βαρύτητας , Σοβαρότητας και Συχνότητας για την αξιολόγηση της κατάστασης των οδοστρωμάτων.

-	Συντελεστής	Συντελεστής			Συντελεστής		
	Βαρύτητας	Σοβαρότητας			συχνότητας		
Είδος φθοράς	(B)	(X)	(M)	(Y)	(Σ)	(Συ)	(Ε)
Ρωγμές Αλιγάτορα	8	0,4	0,8	1,0	0,5	0,9	1,0
Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος	3	0,4	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Ρωγμές ανάκλασης	3	0,4	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0

Ρωγμές μεταξύ λωρίδων	3	0,4	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Ρωγμές από ολίσθηση ταπήτων	8	0,8	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0
Ρωγμές συστολής	3	0,4	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Ρωγμές στην τροχιά των τροχών	8	0,5	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Ελικοειδής ρωγμές	3	0,4	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών	8	0,4	0,7	1,0	0,6	0,8	1,0
Ρυτιδώσεις	8	0,4	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Τοπικές καθιζήσεις	7	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Καθιζήσεις σε τομές του οδοστρώματος	7	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Τοπικές διογκώσεις	3	0,4	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
Λακκούβες	8	0,4	0,7	1,0	0,6	0,8	1,0
Απόσπαση αδρανών	8	0,5	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Συσσώρευση ασφάλτου	3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0
Λείανση αδρανών - Ολισθηρότητα	9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0

(B)=Βαρύτητας , (X)= Χαμηλός , (M)=Μεσαίος , (Y)=Υψηλός , (Σ)=Σπάνια , (Συ)=Συχνά , (E)=Εκτεταμένα.

Η λειτουργική κατάσταση του οδοστρώματος εκφράζεται με τον Ενιαίο Συντελεστή Κατάστασης οδοστρώματος (ΕΣΚ),ο οποίος καθορίζεται από τη σχέση 3.1.

$$(3.1.) : \quad \text{ΕΣΚ} = [\sum_{i=1}^n (\Sigma\text{B})_i (\Sigma\Sigma)_i (\Sigma\Sigma\upsilon)_i] \setminus n$$

Όπου : ΣB = Συντελεστής Βαρύτητας

$\Sigma\Sigma$ = Συντελεστής Σοβαρότητας

$\Sigma\Sigma\upsilon$ = Συντελεστής συχνότητας

n = Αριθμός τμημάτων εξέτασης του προς αξιολόγηση δρόμου

Γνωρίζοντας τον ΕΣΚ του οδοστρώματος γίνεται ιεράρχηση των δρόμων ως προς την αμεσότητα της επέμβασης. Έτσι, ο δρόμος με τον μεγαλύτερο ΕΣΚ θα πρέπει να συντηρηθεί πρώτος, ο δρόμος με τον μικρότερο ΕΣΚ θα πρέπει να συντηρηθεί δεύτερος κ.λπ. Το εάν θα γίνει τοπική συντήρηση ή θα εφαρμοσθεί ενιαία μέθοδος συντήρησης, π.χ. διάστρωση ασφαλτικής επίστρωσης ή αντιολισθηρής στρώσης σε όλο το μήκος του δρόμου, μετά από κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας, αποφασίζεται από τον μηχανικό αλλά και συνεπικουρικά από το πρόγραμμα. Το πρόγραμμα στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιεί το οριακό ποσοστό εμφάνισης έστω και μιας από τις βασικές φθορές, που δίνονται στον πίνακα 3.2. Εν ολίγοις, εάν από τον συνολικό αριθμό των βασικών φθορών που θα διαπιστωθούν πάνω στο οδόστρωμα, το 50% αυτών κυμαίνεται πάνω από την οριακή τιμή, τότε εφαρμόζεται ενιαία μέθοδος συντήρησης. Σε διαφορετική περίπτωση γίνεται τοπική συντήρηση των φθορών που ξεπερνούν την οριακή τιμή.

Πίνακας 3.2. : Οριακές τιμές έκτασης βασικών φθορών.

Φθορά	Μονάδα Μέτρησης	Ποσοστό επί της συνολικής επιφάνειας ή επί του συνολικού μήκους
Ρωγμές αλιγάτορα ⁽¹⁾	m ²	> 50%
Ρωγμές στην τροχιά των τροχών ⁽²⁾	m	> 50%
Ελικοειδής ρωγμές ⁽²⁾	m	> 75%
Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών (με πλευρική διόγκωση) ⁽³⁾	m ²	> 30%
Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών (χωρίς πλευρική διόγκωση) ⁽³⁾	m ²	> 40%
Ρυτιδώσεις	m ²	> 30%

Απόσπαση αδρανών	m ²	> 75%
Λακκούβες	m ²	> 20%
Ολισθηρότητα	m ²	> 30%

(1) : Η αναγωγή γίνεται ως προς την επιφάνεια που προκύπτει από το γινόμενο (0,7) επί (συνολική επιφάνεια που αξιολογείται) , (= 100%).

(2) : Η αναγωγή γίνεται ως προς το μήκος που προκύπτει από το γινόμενο (2.0) επί (συνολικό μήκος τμήματος που αξιολογείται) , (= 100%).

(3) : Η αναγωγή γίνεται ως προς την επιφάνεια που προκύπτει από το γινόμενο (2.0) επί (λωρίδα πλάτους ενός μέτρου) επί (συνολικό μήκος τμήματος που αξιολογείται) , (= 100%).

Μια άλλη πλέον ολοκληρωμένη μέθοδος οπτικής αξιολόγησης λειτουργικής κατάστασης των οδοστρωμάτων είναι αυτή που αναπτύχθηκε στην Αγγλία και φέρει την ονομασία CHART. Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε παρόμοια αλλά αναλυτικότερη καταγραφή των επιφανειακών φθορών , τόσο για εύκαμπτα όσο και για δύσκαμπτα οδοστρώματα. Η καταγραφή των επιφανειακών φθορών γίνεται σήμερα απευθείας σε φορητό υπολογιστή , η δε επεξεργασία των δεδομένων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων γίνεται με ειδικά προγράμματα.

Η μέθοδος CHART , παρόλο που καθορίζει και ιεραρχεί τα τμήματα της οδού που χρειάζονται θεραπεία , δε χρησιμοποιείται από μόνη της για την λήψη συγκεκριμένης απόφασης. Η μέθοδος CHART είναι μέρος μιας ευρύτερης και ολοκληρωμένης μεθόδου αξιολόγησης οδοστρωμάτων, η οποία απαιτεί και τη χρήση ειδικών οργάνων τόσο για την αποτίμηση βασικών παραμέτρων , όπως βάθος αυλάκωσης , διαμήκες προφίλ της επιφάνειας (ομαλότητα) , μακρό-υφή , ολισθηρότητα κ.λπ. , όσο και για την εκτίμηση της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος. Οι μετρήσεις των παραμέτρων αυτών συγκρινόμενες προς αντίστοιχα κριτήρια καθορίζουν τότε μια επέμβαση είναι επιβεβλημένη. Ορισμένα από τα κριτήρια αυτά δίνονται στον πίνακα 3.3.

Εάν υπάρχει δυνατότητα συνδυασμού της μεθόδου CHART με την μέθοδο που προτάθηκε από τον Αθ. Φ. Νικολαΐδη και χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα PAVMAIN (pavement maintenance) , θα μπορούσαν να δώσουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Τόσο για την σωστή ιεράρχηση των φθορών των οδοστρωμάτων όσο και για την σωστή καταγραφή των φθορών. Με την μέθοδο CHART καταγράφουμε τις φθορές και τον τύπο και με την μέθοδο του Αθ. Φ. Νικολαΐδη ιεραρχούμε τα οδοστρώματα προς συντήρηση ανάλογα τον τύπο και το είδος των φθορών που έχουν καταγραφεί , βάσει του Ε.Σ.Κ.

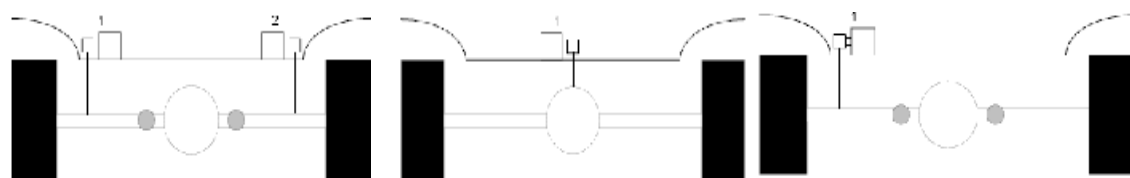
Πίνακας 3.3. : Αξιολόγηση εύκαμπτων οδοστρωμάτων (Μέθοδος CHART).

Στοιχεία ποιοτικού ελέγχου	Ποιοτική παράμετρος	Συντήρηση	Ενίσχυση ή ανακατασκευή
Αυλακώσεις στα ίχνη των τροχών	Αυλάκωση σε ποσοστό κατά μήκος >20%	Βάθος αυλάκωσης 18 mm	Βάθος αυλάκωσης
Ρωγμές στα ίχνη των τροχών	Ρωγμές σε ποσοστό κατά μήκος >20%	> 10%	> 30%
Αντιολισθητική ικανότητα	SFC = μ (συντελεστής πέδησης ή τριβής)	< 0.55 σε μήκος μεγαλύτερο του 30% του συνόλου	-
Επιπεδότητα	R (Bump integrator) ⁽¹⁾	> 220 (προσκρούσεις)	-

(1) = Bump integrator : Μετρητής προσκρούσεων (σχήμα 3.3.) , μηχανήμα το οποίο προσαρτάται στον πίσω άξονα των τροχών (σχήμα 3.4.) του αυτοκινήτου και μετράει τον αριθμό των 'προσκρούσεων' των τροχών από το οδόστρωμα.



Σχήμα 3.3. : B.I. (Bump integrator , μετρητής προσκρούσεων) (www.romdas.com)



Σχήμα 3.4. : Τρόποι προσαρτήσης του B.I. στο όχημα για την μέτρηση των προσκρούσεων. (www.romdas.com)

Μια άλλη μέθοδος αξιολόγησης είναι η Γαλλική η οποία αποτελείται από ένα σύνολο κριτηρίων , το καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μια ποιοτική παράμετρο , και βάσει των τιμών των μετρήσεων και παρατηρήσεων κατατάσσει το οδόστρωμα σε ένα από τα τρία επίπεδα λειτουργικότητας N1 , N2 , N3. Τα επίπεδα αυτά καθορίζουν αντίστοιχες προτεραιότητες επέμβασης. Συγκεκριμένα το επίπεδο N1 αντιστοιχεί σε μια οριακή κατάσταση από πλευράς λειτουργικότητας όπου απαιτείται άμεση επέμβαση. Αντίθετα το επίπεδο N3 υποδηλώνει ένα πρώτο στάδιο φθορών όπου οι εργασίες συντήρησης μπορούν να προγραμματισθούν μέσα στα επόμενα χρόνια. Ενώ το N2 υποδηλώνει μια ενδιάμεση κατάσταση η οποία δημιουργεί μια αξιόπιστη και ολοκληρωμένη άποψη για την κατάσταση του οδοστρώματος , ενώ ταυτόχρονα μας προειδοποιεί να λάβουμε άμεσα τα μέτρα για την σωστή επισκευή των φθορών του οδοστρώματος.

Όπως φαίνεται , σε περίπτωση που έστω και μια ποιοτική παράμετρος κατατάσσεται στο επίπεδο N1 , τότε ολόκληρα το οδόστρωμα εντάσσεται στο επίπεδο N1 , όπου απαιτείται άμεση επέμβαση (πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. : Αξιολόγηση εύκαμπτων οδοστρωμάτων (Γαλλική μέθοδος).

Στοιχείο ποιοτικού ελέγχου	Ποιοτική παράμετρος	N3	N2	N1
Απόκλιση	Απόκλιση σε απόκλιση του mm συναρτήσει της κυκλοφορίας	- - - -	35-50 50-75 75-100 100-150	> 50 > 75 > 100 > 150
Λακκούβες, φωλιές	Αριθμός ανά 200 m	-	2 - 4	> 4
Βαθιές αυλακώσεις	Βάθος αυλάκωσης. Ποσοστό μήκους αυλάκωσης	-	15 – 20 mm σε ποσοστό > 30% του μήκους	20 mm σε ποσοστό >30% του μήκους
Αλιγατορικές ρωγμές	Ποσοστό ρηγματωμένης επιφάνειας	< 2%	2 – 5 %	> 5%
Ρωγμές στα ίχνη των τροχών	Ποσοστό μήκους ρηγματωμένης οδού	-	5 – 10%	> 10%
Αντιολισθητική	-	> 0,45	0,25 – 0,45	< 0,25

ικανότητα				
Επιπεδότητα	Κλάση επιπεδότητας σε μεσαία και βραχέα μήκη κύματος	-	4 - 5	1 - 3

Η επιπεδότητα μετράται με το προφιλόμετρο APL 72 και το σήμα που καταγράφεται αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή σε mm του βέλους της ανωμαλίας για 3 διαφορετικά μήκη κύματος : βραχέα (1,0 – 3,3 mm) , μεσαία (3,3 – 13 mm) , και μακριά (13 – 40 mm).

Η κλάση επιπεδότητας 1 – 3 αντιστοιχεί σε τιμή του βέλους $f = 9,2 - 14,4$ mm (μεσαία κύματα) και $f = 3 - 4.8$ mm (βραχέα κύματα). Αντίστοιχα η κλάση 4 – 5 αντιστοιχεί σε $f = 5,9 - 7,4$ mm (μεσαία κύματα) και $f = 2 - 2,4$ mm (βραχέα κύματα).

Πάνω στην ίδια αρχή , δηλαδή της παράλληλης χρήσης ειδικών οργάνων για την αποτίμηση βασικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας αλλά και της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος , έχουν αναπτυχθεί παρόμοιες μέθοδοι και από άλλες χώρες.

3.3.2. Πλεονεκτήματα αξιολόγησης με οπτική επισκόπηση

Τα πλεονεκτήματα της οπτικής επισκόπησης είναι τα εξής:

1. Υπάρχει άμεση αξιολόγηση της σοβαρότητας της φθοράς που έχει δημιουργηθεί στο οδόστρωμα.
2. Με την οπτική επισκόπηση έχουμε και ταυτόχρονη κατηγοριοποίηση των φθορών που έχουν παρουσιασθεί στο οδόστρωμα.
3. Η αξιολόγηση μέσω οπτικής επισκόπησης μας δίνει τη δυνατότητα άμεσης επιλογής του καταλληλότερου τρόπου συντήρησης του οδοστρώματος , ανάλογα με τον τύπο της φθοράς τον οποίο έχει υποστεί.

3.3.3. Μειονεκτήματα αξιολόγησης με οπτική επισκόπηση

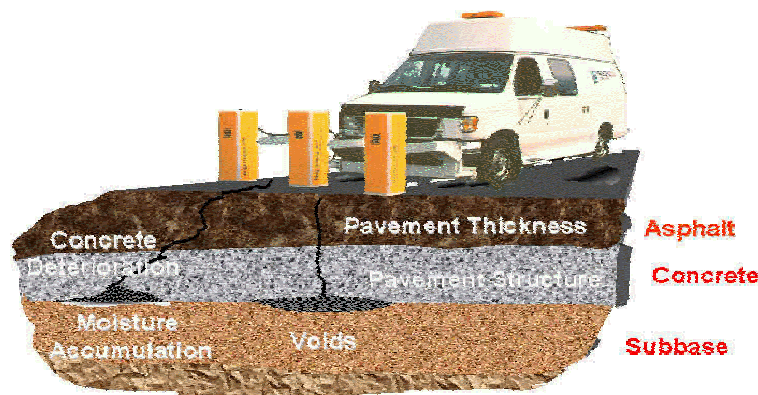
Τα μειονεκτήματα που δημιουργούνται με την επιλογή αξιολόγησης με οπτική επισκόπηση είναι τα εξής:

1. Για να γίνει σωστά η επισκόπηση πρέπει να διακόψουμε την κυκλοφορία οχημάτων (όπου αυτό είναι εφικτό).
2. Σε περίπτωση που ο τύπος της οδού προς επιθεώρηση δεν δύναται προς διακοπή κυκλοφορίας των οχημάτων τότε δημιουργείται κίνδυνος τραυματισμού των μηχανικών που εκτελούν την επιθεώρηση , από τα διερχόμενα οχήματα.

3. Η επισκόπηση διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα το οποίο μπορεί να μην το έχουμε στη διάθεσή μας.
4. Επίσης , για να μην έχουμε υποκειμενική άποψη για τη σοβαρότητα και τον τύπο της φθοράς , χρειαζόμαστε την άποψη δυο ,τριών ή και περισσότερων έμπειρων μηχανικών.
5. Για να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα , η επισκόπηση πρέπει να γίνεται μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και με τη βοήθεια των καιρικών συνθηκών.

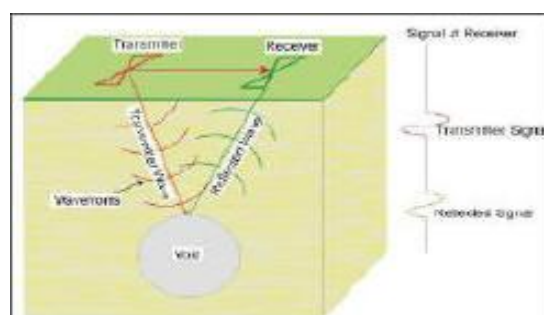
3.4. Αξιολόγηση λειτουργικής κατάστασης οδοστρώματος με αυτοματοποιημένα συστήματα.

Η πλέον αντικειμενική αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης του οδοστρώματος γίνεται με την χρήση ειδικών οργάνων για την καταγραφή των επιφανειακών χαρακτηριστικών του οδοστρώματος. Η χρήση τους έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται και η ταχύτητα συλλογής στοιχείων (σχήμα 3.5.α).



Σχήμα 3.5.α. : Τρόπος λειτουργίας επισκόπησης με εξοπλισμένο αυτοκίνητο (www.utexas.edu).

Η σύγχρονη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση φθορών τόσο στην επιφάνεια του οδοστρώματος όσο και στο επίπεδο της υπόβασης καλείται Μέθοδος του Υπεδάφιου ραντάρ (GPR).



Σχήμα 3.5.β. : Σχηματική παράσταση λειτουργίας του GPR (www.geoservice.gr).

Το υπεδάφιο ραντάρ χρησιμοποιεί ένα υψηλής συχνότητας (80 έως 1500 MHz) παλμό που εκπέμπει με μια κεραία για να ερευνά το υπέδαφος. Οι παλμοί που εκπέμπονται, ανακλώνται στα διάφορα υπόγεια σώματα ή στρώματα και επιστρέφουν στην επιφάνεια όπου και ανιχνεύονται από ένα δέκτη. Οι επιφάνειες που ανακλούν τους παλμούς του ραντάρ είναι στρώματα του εδάφους, θαμμένα αντικείμενα ή οτιδήποτε διαφέρει στην ηλεκτρική αντίσταση από το περιβάλλον του (σχήμα 3.5.β).

Η επιθεώρηση εθνικών οδών μέσω GPR μας παρέχει τις πληροφορίες για τη δομή των οδοστρωμάτων και το πάχος στρώματος, οι έρευνες μπορούν να ανιχνεύσουν τις διάφορες μορφές επιδείνωσης της κατάστασης των οδοστρωμάτων, όπως τα δημιουργημένα κενά και τις περιοχές της υπόβασης που έχουν συγκεντρώσει υπερβολική υγρασία. Χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός GPR, που λειτουργεί στην ταχύτητα εθνικών οδών και που δεν απαιτεί κανέναν έλεγχο της κυκλοφορίας. Το GPR μπορεί να καλύψει αρκετά μίλια λωρίδων ανά ημέρα, που κάνουν αυτό το τεχνολογικό επίτευγμα ιδανικό όσον αφορά το επίπεδο εργασίας και το διαδικτυακό επίπεδο επιθεώρησης οδοστρωμάτων αυτοκινητοδρόμων. Οι έρευνες οδοστρωμάτων παρέχουν γραφικά και στατιστικά αποτελέσματα που γίνονται εύκολα κατανοητά και είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμα από τους εξειδικευμένους μηχανικούς συντήρησης των οδοστρωμάτων.



Σχήμα 3.6. : Όχημα επιθεώρησης, εξοπλισμένο με GPR (www.utexas.edu).

3.4.1. Συλλογή δεδομένων μέσω οχήματος εξοπλισμένο με GPR.

Η επιθεώρηση οδοστρωμάτων μέσω ραντάρ περιλαμβάνει ένα συνεχόμενο ραντάρ ενσωματωμένο στο όχημα επιθεώρησης που δημιουργήθηκε κατά την διάρκεια της έρευνας για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Τρεις ή τέσσερις συσκευές GPR με διαφορετικό πλάτος παλμού εγκαθίστανται χαρακτηριστικά στο όχημα κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης ανάλογα με την ανάλυση που απαιτείται και για να παρέχει μια μεγαλύτερη ακτίνα του βάθους διεύθυνσης και της κάλυψης λωρίδων κυκλοφορίας (σχήμα 3.6.).

3.4.2. Ανάλυση δεδομένων

3.4.2.α. Μέτρηση πάχους στρώματος.

Η ανάλυση εκτελείται από τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από το κάθε ραντάρ ξεχωριστά για να καθοριστεί το συνολικό πάχος του στρώματος της ασφάλτου και του πάχους στρώματος της βάσης (όπου αυτό είναι εφικτό) , σε συνεχόμενη βάση η οποία αναφέρεται σε διαστήματα 2.5 m. Εναλλακτικά μπορεί να παρασχεθεί και το πλάτος στο οποίο αναφέρονται τα διαστήματα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ένα σχήμα αρχείων ASCII (το οποίο μπορεί να σταλεί και σε μια διοικητική βάση συλλογής δεδομένων οδοστρωμάτων – PMS) ή/και σε χρωματισμένη τοπογραφική αποτύπωση. Τα δεδομένα καταγράφονται σε ψηφιακή μορφή κατά μήκος προφίλ. Τα προφίλ είναι σειρές ανακλώμενων κυμάτων που παριστάνονται διαδοχικά και συνθέτουν την ανακλώμενη εικόνα ή τρόπον τινά την εικόνα του υπεδάφους. Τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους φαίνονται πλέον καθαρά.

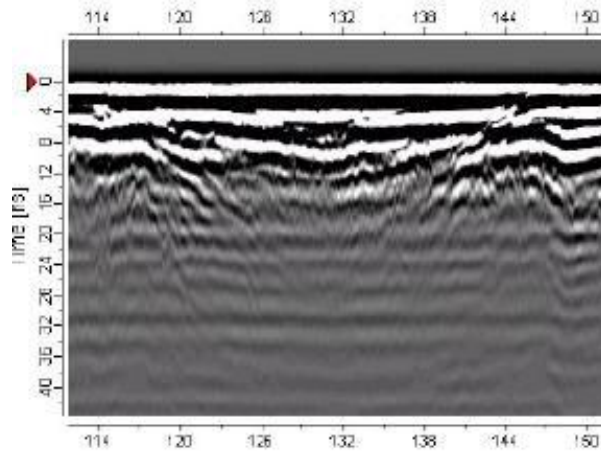
3.4.2.β. Ανίχνευση της υγρασίας της υπόβασης.

Η ανάλυση δεδομένων που παρέχονται από το GPR εκτελείται για να καθοριστούν οι τομείς που έχουν υψηλή συσσώρευση υγρασίας στην περιοχή της υπόβασης του οδοστρώματος. Οι σχετικές μετρήσεις υγρασίας αναφέρονται χαρακτηριστικά σε διαστήματα μήκους 2.5 m. με ένα αρχείο ASCII το οποίο μπορεί να σταλεί σε μια βάση συλλογής δεδομένων οδοστρωμάτων PMS. Οι σχετικές μετρήσεις υγρασίας μπορούν επίσης να απεικονιστούν σε έναν χάρτη υγρασίας τοποθετημένο σε τοπογραφική αποτύπωση της επιφάνειας του οδοστρώματος.

3.4.2.γ. Ανίχνευση κενών της υπόβασης.

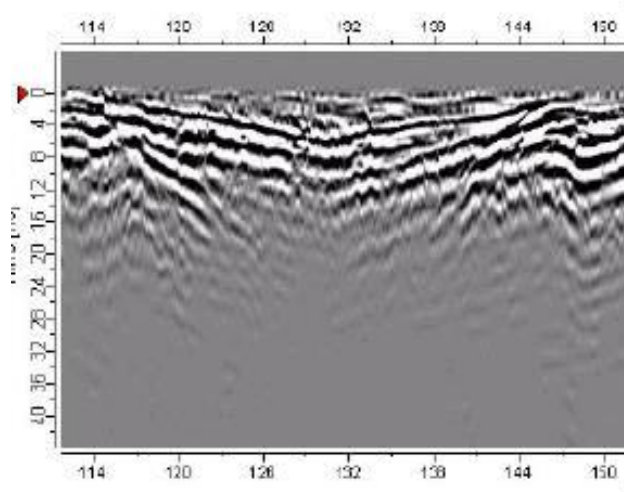
Η χρήση του GPR μπορεί να υποδείξει τις περιοχές της υπόβασης στις οποίες έχουν δημιουργηθεί κενά αέρος και κενά γεμάτα με νερό. Μπορούν να ανιχνευθούν και να αναφερθούν με χαρακτηριστική ευκολία κενά των οποίων το μέγεθος είναι ≥ 3 mm κάτω από τα άκαμπτα οδοστρώματα. Η έρευνα πραγματοποιείται χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας δυο ή περισσότερες συσκευές GPR οι οποίες εκτελούν κατά μήκος , λεπτομερή επιθεώρηση στις τροχιές των τροχών. Οι περιοχές στις οποίες έχουν ανιχνευθεί τα κενά της υπόβασης αναφέρονται σε αρχείο ASCII στο οποίο περιέχονται απαριθμημένες οι περιοχές. Δύναται επίσης η ευκαιρία να έχουμε μια σχεδιαστική χαρτογραφημένη άποψη όσον αφορά τις περιοχές που έχουν ανιχνευθεί τα κενά και η οποία μας παρέχει τις χωρικές θέσεις των κενών καθώς και μεμονωμένες περιοχές κενών (σχήματα 3.7.α. και 3.7.β.).

Στο σχήμα 3.7.α. , φαίνεται μια καταγραφή της ασφάλτου. Τα δεδομένα είναι όπως έχουν καταγραφεί από το GPR, χωρίς καμία επεξεργασία.



Σχήμα 3.7.α. (www.geoservice.gr).

Στο σχήμα 3.7.β. , τα δεδομένα έχουν επεξεργασθεί με φίλτρο καταστολής θορύβου. Φαίνεται τώρα η χαρακτηριστική ασυνέχεια στο υπόστρωμα της ασφάλτου από την απόσταση των 122 έως τα 132 μέτρα η οποία μπορεί μελλοντικά να προκαλέσει καθίζηση.



Σχήμα 3.7.β. (www.geoservice.gr).

3.4.3. Πλεονεκτήματα της μεθόδου.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Δεν απαιτείται διακοπή της κυκλοφορίας για να πραγματοποιηθεί η έρευνα.
2. Υπάρχει μεγάλη χιλιομετρική κάλυψη , με αποτέλεσμα να έχουμε και μεγαλύτερη , ποσοτικά και ποιοτικά , απόδοση στην ερευνά μας. Βάση του τύπου της έρευνας και τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή όπου λαμβάνει χώρα η έρευνα έχουμε τη δυνατότητα να καλύψουμε έως και 450 km ημερησίως.
3. Επίσης τα αποτελέσματά μας είναι ακριβέστερα άρα και πιο αντικειμενικά.
4. Η μέθοδος GPR μπορεί πολύ γρήγορα να χαρτογραφήσει με μεγάλη ευκρίνεια οτιδήποτε υπάρχει κάτω από το οδόστρωμα μέχρι 30 μέτρα περίπου.

5. Υπάρχει άμεση επεξεργασία των συλλεχθέντων δεδομένων , επί τόπου.
6. Υπάρχει ανίχνευση των κενών του υπεδάφους , κάτι που δεν είναι δυνατό με την οπτική επισκόπηση.

3.4.4. Μειονεκτήματα της μεθόδου

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Ο εξοπλισμός του οχήματος με τις μονάδες GPR απαιτεί υψηλό οικονομικό προϋπολογισμό.
2. Δεν υπάρχει κατηγοριοποίηση των επιφανειακών φθορών που ανιχνεύονται.

4.ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

4.1. Μέθοδοι αντιμετώπισης των φθορών των οδοστρωμάτων.

Για την αντιμετώπιση των φθορών που εμφανίζονται στην επιφάνεια του οδοστρώματος αλλά και για την κατασκευή νέων ασφαλοταπήτων , έχει δημιουργηθεί μια σειρά μεθόδων. Οι μέθοδοι αυτές είναι οι εξής:

1. Μέθοδος Slurry Seal.
2. Μέθοδος Μικρό – επιφανειακής στρώσης.
3. Μέθοδος εφαρμογής θερμού ασφαλτομίγματος για κάλυψη και μπαλώματα.
4. Μέθοδος hot asphalt rubber seal.
5. Μέθοδος chip seal.
6. Μέθοδος crack sealing.
7. Μέθοδος cape seal
8. Μέθοδος fog seal.
9. Μέθοδος rejuvenation seal.
- 10.Μέθοδος prime coat.
- 11.Μέθοδος scrub seal.
- 12.Μέθοδος seal coating.

Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών βασίζεται σε μια σειρά από ασφαλικές διαδικασίες επάλειψης και ασφαλικών στρώσεων οι οποίες παρατίθενται παρακάτω.

- *Ασφαλικές επαλείψεις*
- *Ελαφρές ασφαλικές στρώσεις με εμποτισμό*
- *Ασφαλικές στρώσεις με ασφαλτόμιγμα και*
- *Ασφαλικές στρώσεις με ασφαλτικό σκυρόδεμα.*

Ως *ασφαλική επάλειψη* χαρακτηρίζεται η διάχυση του ασφαλικού υλικού πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος και η διάστρωση και η κυλίνδρωση στη συνέχεια ψηφίδων ή άμμου πάνω σ' αυτήν. Η ασφαλική επάλειψη εκτελείται πάντοτε πάνω σε έτοιμες βάσεις οδοστρωμάτων για να στεγανοποιηθεί και να σταθεροποιηθεί η επιφάνειά τους. Διακρίνουμε την απλή ασφαλική επάλειψη και τη διπλή.

Βασικό χαρακτηριστικό των *ελαφρών ασφαλικών στρώσεων με εμποτισμό* είναι η διάστρωση πάνω στα οδοστρώματα λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού και ο εμπλουτισμός του στη συνέχεια με κατάλληλο ασφαλικό υλικό. Ενώ δηλαδή στις επαλείψεις πρώτα διαχέεται το ασφαλικό υλικό και αμέσως ακολουθεί η διάστρωση του αδρανούς υλικού πάνω σ' αυτό , στις στρώσεις με εμποτισμό γίνεται το αντίθετο. Όπως και στις επαλείψεις έτσι και εδώ οι στρώσεις

εκτελούνται πάνω σε κατασκευασμένη και προετοιμασμένη βάση οδοστρώματος. Ως αργό υλικό για όλες τις στρώσεις χρησιμοποιείται λεπτόκοκκο υλικό (σύντριμμα) διαφόρων διαβαθμίσεων και ως ασφαλτικό διάλυμα ή γαλάκτωμα διαφόρων τύπων. Οι ποσότητες , ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας τόσο του αργού όσο και του ασφαλτικού υλικού καθορίζονται με τις πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές από την αρμόδια υπηρεσία.

Το γενικό χαρακτηριστικό των *ασφαλτικών στρώσεων με ασφαλτόμιγμα* είναι ότι το ασφαλτόμιγμα είναι προκατασκευασμένο μίγμα από ασφαλτικό και αδρανές υλικό. Το ασφαλτόμιγμα παρασκευάζεται πάντοτε με ζέσταμα αναμιγνύοντας αδρανή υλικά με ασφαλτικό συνδετικό. Ως ασφαλτικό συνδετικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρή άσφαλτος , ασφαλτικό διάλυμα ή ακόμη και ασφαλτικό γαλάκτωμα. Ανάλογα με τον τρόπο αναμίξεως τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

1. Αυτά που παρασκευάζονται με την ανάμιξη των υλικών πάνω στην οδό.
2. Αυτά που παρασκευάζονται με την ανάμιξη των υλικών σε μόνιμες εγκαταστάσεις.

Ανάλογα με την κοκκομετρική διαβάθμιση των χρησιμοποιούμενων αδρανών υλικών και του ποσοστού του ασφαλτικού συνδετικού , τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται βασικά σε δύο πάλι κατηγορίες:

1. Τα ασφαλτομίγματα ανοικτής συνθέσεως.
2. Τα ασφαλτομίγματα πυκνής συνθέσεως.

Τα ασφαλτομίγματα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των παραπάνω στρώσεων ενός οδοστρώματος. Η διάστρωση τους γίνεται κατά κανόνα πάνω σε επιφάνεια , η οποία έχει προεπαλειφθεί.

Το *ασφαλτικό σκυρόδεμα* είναι ασφαλτόμιγμα με πολύ επιμελημένη και πυκνή σύνθεση και με ανοχές και όρια πολύ αυστηρά καθορισμένα. Ως συνδετική ύλη του ασφαλτικού σκυροδέματος χρησιμοποιείται καθαρή άσφαλτος των τύπων 50/60, 60/70 , 80/100 , 120/150 , 180/220.

Ο ενδεδειγμένος κάθε φορά τύπος καθορίζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του έργου , της συνθέσεως του σκυροδέματος , του είδους και της ικανότητας της υποκείμενης δομής καθώς και από τα φορτία και τα λοιπά χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας. Ως αδρανές υλικό χρησιμοποιείται μίγμα χονδρόκοκκου υλικού , λεπτόκοκκου και παιπάλης.

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα παρασκευάζεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις κατά την ακόλουθη διαδικασία , τήκεται και θερμαίνεται η άσφαλτος μέσα στους κλιβάνους της εγκαταστάσεως και τα αδρανή ξηραίνονται και θερμαίνονται μέσα στους ξηραντήρες. Η κατάλληλη θερμοκρασία θερμάνσεως της ασφάλτου και των αδρανών εξαρτάται από τον τύπο της ασφάλτου που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Η θερμοκρασία θερμάνσεως για κάθε τύπο ασφάλτου ξεχωριστά φαίνονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Θερμοκρασίες θερμάνσεως αδρανών και ασφάλτου ανά τύπο ασφάλτου.

Τύπος ασφάλτου	Θερμοκρασία θερμάνσεως	
	Αδρανών	Ασφάλτου
50/60	150° – 180° C	165° C
60/70	140° – 170° C	160° C
80/100	135° – 163° C	155° C
120/150	130° – 160° C	150° C
180/220	125° - 155° C	145° C

Τα ξηρά και θερμά αδρανή διαχωρίζονται με κοσκίνισμα σε περισσότερα κλάσματα. Κάθε κλάσμα θερμού αδρανούς μαζί με την παιπάλη εισάγονται στον αναμκτήρα με κατάλληλη αναλογία και αναμιγνύονται καλά για 15 sec. Στη συνέχεια ψεκάζεται η λιωμένη άσφαλτος και η ανάμιξη συνεχίζεται για 20 sec , μέχρι δηλαδή να επιτευχθεί ομοιόμορφο μίγμα.

Στο ασφαλικό σκυρόδεμα εκτός από την επιμελημένη σύνθεση , πρέπει οι κόκκοι του αδρανούς να έχουν επαλειφθεί ομοιόμορφα με ασφαλικό συνδετικό. Το ασφαλικό σκυρόδεμα που παρασκευάζεται με αυτόν τον τρόπο προορίζεται για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας , συνδετικών και ισοπεδωτικών πάνω σε έτοιμες βάσεις οδοστρωμάτων.

Ισοπεδωτική καλείται η στρώση από ασφαλικό σκυρόδεμα με μεταβλητό πάχος, η οποία χρησιμοποιείται για την εξάλειψη των ανωμαλιών της επιφάνειας της βάσεως και για την προσαρμογή στο προγραμματισμένο γεωμετρικό σχήμα.

Στρώση κυκλοφορίας καλείται η επιφανειακή στρώση του οδοστρώματος , η οποία υφίσταται άμεσα την επίδραση της κυκλοφορίας και η οποία κάνει ομαλή και άνετη την κίνηση των οχημάτων. Το πάχος της δεν υπερβαίνει τα 5 cm. Η στρώση αυτή παρουσιάζει μεγάλη ευστάθεια , υδατοστεγανότητα , ανθεκτικότητα στις καιρικές επιδράσεις και αντοχή στη φθορά από τη κυκλοφορία. Μεταξύ των δυο στρώσεων κατασκευάζεται η καλούμενη συνδετική ή συγκολλητική στρώση , η οποία συνδέει την ισοπεδωτική με τη στρώση κυκλοφορίας.

4.2. Μέθοδος slurry seal.

4.2.1. Τι είναι Slurry Seal;

Το Slurry Seal είναι ένα μίγμα επιλεγμένων αδρανών συνεχούς διαβάθμισης, τσιμέντου, ασφαλικού γαλακτώματος και νερού σε προκαθορισμένες αναλογίες, αναμιγμένα και διαστρωμένα ως στρώση κυκλοφορίας. Όταν διαστρωθεί το slurry seal, πρέπει να έχει ομογενή επιφάνεια, να γεμίσει τις ρηγματώσεις, να εφαρμόσει απόλυτα στο οδόστρωμα, να το στεγανοποιεί και να

είναι αντιολισθηρό . Ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα χρησιμοποιείται ως συνδετικό των αδρανών μεταξύ τους και συγκολλά τον λεπτοτάπητα του slurry seal πάνω στο παλιό οδόστρωμα (σχήμα 4.1.).



Σχήμα 4.1. : Εργασίες κατά την διάστρωση του ασφαλτομίγματος Slurry Seal (www.keridis.gr).

4.2.2. Που χρησιμοποιείται;

Το Slurry seal μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια ευελιξία σε πολυσύχναστους αυτοκινητοδρόμους και σε αστικούς δρόμους (σχήμα 4.2.). Η διάστρωση του μπορεί να γίνει πάνω σε ασφαλτοτάπητα, σε επιφάνεια σκυροδέματος, πλάκες πεζοδρομίου, κυβόλιθους.



Σχήμα 4.2. : Εργασίες διάστρωσης ασφαλτομίγματος σε εθνική οδό (www.intermountainsslurry.com).

Το Slurry seal δίνει λύση στα περισσότερα προβλήματα συντήρησης :

- Διόρθωση του προφίλ ρηγματωμένων επιφανειών που προκαλούν επικίνδυνες συνθήκες στο οδόστρωμα στις βροχερές μέρες.
- Διόρθωση της μικροφυσικής της επιφάνειας όπου αυτή είναι πολύ λεία ή τραχιά.
- Στεγάνωση αλιγατορικών ρηγματώσεων και τοπικών οπών, όπου το οδόστρωμα βρίσκεται σε καλή κατάσταση.

- Περιορισμός του κυκλοφοριακού θορύβου μόνωση των οξειδωμένων επιφανειών για να υπάρξει προστασία έναντι των ρηγματώσεων και της επερχόμενης οξείδωσης.
- Επισκευή οδοστρωμάτων όπου είναι αδύνατη η διάστρωση συμβατικών ασφαλτομιγμάτων λόγω περιορισμών (ύψους φρεατίων, πεζοδρομίων κ.λπ.)

Η πλήρωση των αυλακώσεων που δημιουργούνται από την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων, γίνεται με ειδικό διαστρωτήρα και επαναφέρει το προφίλ του δρόμου στην αρχική του κατάσταση, χωρίς την ανύψωση του οδοστρώματος. Όταν οι αυλακώσεις είναι ιδιαίτερα βαθιές, μπορεί να απαιτεί φρεζάρισμα.

Στην περίπτωση οξειδωμένων και κακοσυντηρημένων οδοστρωμάτων συνιστάται η διάστρωση μιας στρώσης λεπτοτάπητα με αδρανή 3/8" έως 1/2"(9,5-12,5mm). Η διάστρωση θα αποκαταστήσει την οδική ασφάλεια, την αντολισθηρότητα και την αδιαπερατότητα του οδοστρώματος.



Σχήμα 4.3. : Διάστρωση ασφαλτομίγματος τύπου Slurry Seal διά χειρός (www.keridis.gr).

Η επισκευή ρηγματωμένων (αλιγοτορικών ρωγμών) ή πορωδών επιφανειών επιτυγχάνεται με ένα πολύ ρευστό και πλούσιο σε γαλάκτωμα σφραγιστικό κονίαμα σε συνδυασμό με επιλεγμένης διαβάθμισης αδρανή υλικά.

4.2.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

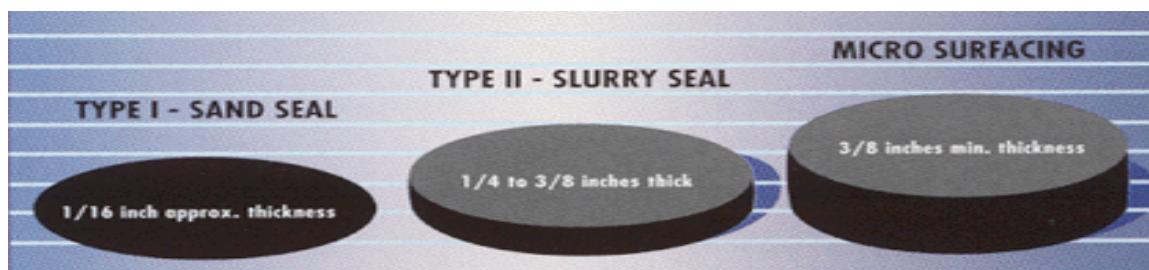
Ο Τύπος I αποτελείται κυρίως από αδρανή υλικά μεγέθους κόκκων 600 μm και ασφαλτικό γαλάκτωμα , το πάχος της στρώσης είναι ανάλογο με το μέγεθος των αδρανών. Είναι κατάλληλος για την σφράγιση τριχοειδών ρωγμών και επιδιόρθωση φθαρμένων επιφανειών (σχήμα 4.4.).

Ο Τύπος II αποτελείται από αδρανή υλικά με μέγεθος κόκκων 1.18 mm και ασφαλτικό γαλάκτωμα. Το πάχος της στρώσης κυμαίνεται στα 6.4 mm. χρησιμοποιείται για την επιδιόρθωση σοβαρότερα φθαρμένων επιφανειών και τη δημιουργία αντολισθηρής επιφάνειας κύλισης στην οδοποιία και στα αεροδρόμια (σχήμα 4.4.).

Ο Τύπος III (Micro Surfacing) είναι πιο χονδρόκοκκος αποτελείται από αδρανή υλικά με μέγεθος κόκκων 2.36 mm και ασφαλτικό γαλάκτωμα. Το

πάχος διάστρωσης κυμαίνεται στα 9 mm. Χρησιμοποιείται μονό στην οδοποιία για επιδιόρθωση σοβαρών επιφανειακών φθορών και τη δημιουργία αντολισθηρής επιφάνειας σε δρόμους με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και σε μεγάλες ταχύτητες (σχήμα 4.4.).

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



Σχήμα 4.4. : Σχηματική παράσταση πάχους για τους δυο τύπους ψυχρών ασφαλτομιγμάτων slurry seal (www.slurry.com).

Πίνακας 4.2. : Κοκκομετρικές διαβαθμίσεις και ενδεικτικές ποσότητες ασφάλτου και αδρανών μιγμάτων Slurry Seal σύμφωνα με τις ελληνικές τεχνικές οδηγίες

Κόσκινο	Τύποι Μιγμάτων Slurry Seal				Επιτρεπτές Αποκλίσεις
	1	2	3	4	
12.5 mm	-	-	-	100	± 5%
9.5 mm	-	100	100	85-100	± 5%
4.75 mm	100	90-100	70-90	60-87	± 5%
2.36 mm	90-100	65-90	45-70	40-60	± 5%
1.18 mm	65-90	45-70	28-50	28-45	± 5%
600 μm	40-65	30-50	19-34	19-34	± 5%
300	25-42	18-30	12-25	12-25	± 4%
150	15-30	10-21	7-18	8-17	± 3%
75	10-20	5-15	5-15	4-8	± 2%
Ενδεικτικά όρια % ασφάλτου, κ.β. ξερών αδρανών (%)	7.5 – 16	6 – 11.5	5.5-10.5	5 – 8.5	Από το βέλτιστο % max ± 1%
Βάρος ξηρών αδρανών (kg\m ²)	3.3 – 5.4	5.4 – 9.0	9 – 14	14 - 18	-

4.2.4. Πως εφαρμόζεται;

Το Slurry Seal παρασκευάζεται και διαστρώνεται επιτόπου από ειδικά σχεδιασμένο μηχάνημα, το οποίο μεταφέρει όλα τα απαραίτητα υλικά. Η ανάμιξη και η διάστρωση συνδυάζονται σε μια συνεχή εργασία, κάτω από την βλέψη ειδικά εκπαιδευμένου χειριστή. Ειδικευμένο προσωπικό καθαρίζει την επιφάνεια πριν από την διάστρωση του slurry, επιθεωρεί την διαδικασία διάστρωσης ως προς την ομοιογένεια του υλικού και καλύπτει επιφάνειες που δεν μπορεί να προσεγγίσει το μηχάνημα διάστρωσης. Το slurry διαστρώνεται πάνω στην υπάρχουσα επιφάνεια με την βοήθεια ελκυσμένου κουτιού διάστρωσης το οποίο έλκεται από το ειδικό μηχάνημα (σχήμα 4.5.). Ο διαστρωτήρας αυτός μπορεί να διαστρώνει πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας με ένα μονό πέρασμα, σε άμεση επαφή με την επιφάνεια διάστρωσης. Η χρήση τεχνολογικά εξελιγμένου προσωπικού εξασφαλίζει την ομοιογένεια του μίγματος και την ομαλή διάστρωση του. Με την διάστρωση αυτής της μορφής καλύπτονται οι μικρές επιφανειακές παραμορφώσεις, οι αλιγατορικές παραμορφώσεις, οι αλιγατορικές ρηγματώσεις και η οξείδωση του οδοστρώματος.



Σχήμα 4.5. : Μηχάνημα διάστρωσης ασφαλτομίγματος Slurry Seal (www.keridis.gr).

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

4.2.5. Τι κάνει;

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

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

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

Η μέθοδος slurry seal έχει κάποια πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μεθόδων συντήρησης και κατασκευής των οδοστρωμάτων τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

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

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

4.2.6. Πόσο κοστίζει;

Το κόστος της εφαρμογής της μεθόδου slurry seal είναι χαμηλό σε σύγκριση με την εφαρμογή άλλων μεθόδων και την αναγωγή της αντοχής της στην διάρκεια του χρόνου.

4.3. Μέθοδος μικρό – επιφανειακής στρώσης.

4.3.1. Τι είναι η μικρό – επιφανειακή στρώση;

Τα τελευταία χρόνια σε αρκετές χώρες άρχισε να χρησιμοποιείται ο όρος micro – surfacing σε αντιδιαστολή του όρου slurry sealing. Πρόκειται περί μίγματος slurry Τύπου II ή III με μόνη την διαφορά ότι το γαλάκτωμα είναι ελαστομερές , δηλαδή έχει τροποποιηθεί με ελαστομερή πρόσθετα συνήθως με φυσικό καουτσούκ. Τα μίγματα αυτά είναι καλύτερης ποιότητας και δίνονται σε κυκλοφορία σε συντομότερο χρονικό διάστημα έναντι των μιγμάτων με κοινό ασφαλτικό γαλάκτωμα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην Ελλάδα τα μίγματα αυτά χρησιμοποιούνται από το 1985. Η σύνθεση και η κατασκευή των μιγμάτων αυτών γίνεται κατά τον ίδιο ακριβώς όπως τα μίγματα slurry.

4.3.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος των μικρό - επιφανειακών στρώσεων χρησιμοποιείται για πιο εξειδικευμένες ασφαλτικές εργασίες , όπως πλήρωση κενών , αποκατάσταση του πάχους του οδοστρώματος για οδούς βαριάς κυκλοφορίας οχημάτων. Επίσης χρησιμοποιείται για την διεκπεραίωση ασφαλτικών εργασιών κατά την διάρκεια της νύχτας (σχήμα 4.6.) αλλά και για εργασίες σε εθνικούς δρόμους.



Σχήμα 4.6. : Ασφαλτικές εργασίες μικρό – επιφανειακής στρώσης κατά την διάρκεια της νύχτας (www.slurry.com).

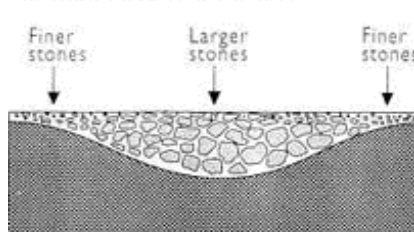
4.3.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Οι μικρό - επιφανειακές στρώσεις αποτελούνται εξ' ολοκλήρου από τροποποιημένο ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα. Διαφορετικό μέγεθος των αδρανών υλικών μας δίνει και διαφορετική υφή στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Γενικά , ο σκοπός του II Τύπου είναι η χρήση του σε όλων των μορφών τις ασφαλτικές εφαρμογές , περιλαμβάνοντας βασικές οδικές αρτηρίες

και λεωφόρους. Η εφαρμογή του Τύπου III γίνεται σε εθνικούς οδούς , στη πλήρωση των κενών (λακκούβες) και σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας.

Διαφορετική διαβάθμιση των αδρανών υλικών δίνει πυκνότερο ή αραιότερο ασφαλτόμιγμα (σχήμα 4.7.). Αδρανή από συγκεκριμένες ορεινές τοποθεσίες είναι ικανά να δημιουργήσουν επιφάνεια που θα δείχνει καινούρια καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του οδοστρώματος. Τα πετρώματα από τα οποία παράγονται αυτά τα αδρανή είναι δυσεύρετα στην χώρα μας , επειδή δεν διαθέτουμε ποιοτικές τοποθεσίες εξόρυξης αυτών.

Cross section of a rut



Σχήμα 4.7. : Εγκάρσια τομή σε οδόστρωμα. Ξεχωρίζει ότι ανάλογα με το βάθος των κενών που είναι προς πλήρωση , υπάρχει και διαφορετικό μέγεθος αδρανών υλικών (www.slurry.com).



Σχήμα 4.8. : Εργασίες μικρό – επιφανειακής στρώσης. Ενώ η κυκλοφορία στο αντίθετο ρεύμα διεξάγεται κανονικά (www.slurry.com).

4.3.4. Πως εφαρμόζεται;

Η εφαρμογή της μικρό – επιφανειακής στρώσης ακολουθεί παρόμοια διαδικασία με την εφαρμογή του ασφαλτομίγματος slurry (σχήμα 4.8.).

4.3.5. Τι κάνει;

Η μικρό – επιφανειακή στρώση προστατεύει και διατηρεί την επιφάνεια του οδοστρώματος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό συνεπάγεται την δημιουργία ενός οδοστρώματος το οποίο θα προσφέρει στους οδηγούς ευχάριστη και άνετη οδήγηση.

4.3.6. Πόσο κοστίζει;

Γενικά , η μικρό – επιφανειακή στρώση εφαρμόζεται σε μεγαλύτερο πάχος στρώσης απ' ότι τα ασφαλτόμιγματα slurry seal (αναλογία αδρανών - 2:1). Συνεπώς είναι και πιο ακριβό από τα ασφαλτόμιγματα slurry κατά 40% έως 60%.

4.4. Θερμό ασφαλτόμιγμα για επικάλυψη και μπαλώματα.

4.4.1. Τι είναι το θερμό ασφαλτόμιγμα για κάλυψη και μπαλώματα;

Το θερμό ασφαλτόμιγμα είναι το κυρίως προϊόν για την συντήρηση ή την επισκευή των επιφανειών των οδοστρωμάτων. Το θερμό ασφαλτόμιγμα είναι ένα μίγμα που αποτελείται από διαβαθμισμένα αδρανή και άσφαλτο (άμμο , πίσσα και ότι άλλο περιέχει η άσφαλτος). Κατασκευάζεται σε εγκαταστάσεις οι οποίες έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά και μόνο για την παραγωγή του συγκεκριμένου μίγματος και εν συνεχεία μεταφέρεται στην περιοχή διεξαγωγής των εργασιών.

Το υλικό εφαρμόζεται θερμό και εν συνεχεία συμπυκνώνεται με κυλίνδρους. Αναλόγως την ποιότητα του υλικού και τον τρόπο με τον οποίο παράχθηκε το υλικό έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα ισχυρό δομικό στρώμα. Το στοιχείο αυτό το χρήζει ιδανικό για την επιδιόρθωση των λακκουβών του οδοστρώματος. Μπορεί επίσης να εφαρμοσθεί για τη δημιουργία μιας πιο λείας και σχεδόν αδιάβροχης από το νερό επιφάνειας , καθιστώντας το έτσι απαραίτητο επειδή συμμετέχει στην μείωση του θορύβου που προκαλείται με την κίνηση των οχημάτων και στην αύξηση του βαθμού αντισlipθηρότητας. Τέλος καθίσταται ιδανικό επειδή παρέχει ευχάριστες ασφαλτικές συνθήκες οδήγησης.

4.4.2. Που χρησιμοποιείται;

Το θερμό ασφαλτόμιγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση ελαττωματικών επιφανειών (σχήμα 4.9.), για μπαλώματα στους δρόμους , για σφράγιση και γέμιση των λακκουβών , είτε για γενικές επιδιορθώσεις επιφανειών , είτε για δομικές επιδιορθώσεις όπως ρωγμές.



Σχήμα 4.9. : Φρεζάρισμα του παλιού ασφαλτοτάπητα.



Σχήμα 4.10. : Διάστρωση νέου ασφαλτοτάπητα (www.slurry.com).

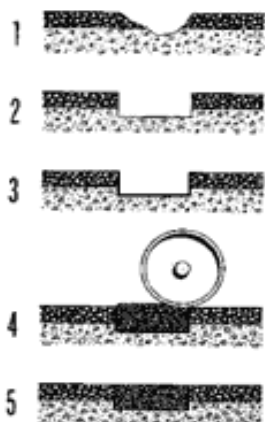
4.4.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Τα θερμά ασφαλτομίγματα ποικίλουν βάση του μεγέθους των αδρανών υλικών. Το μέγεθος των αδρανών υλικών που διαφοροποιούν το ασφαλτόμιγμα κυμαίνεται από 7 mm έως 25 mm. Επίσης υπάρχουν τα ασφαλτομίγματα που εκτός από τα αδρανή υλικά συμμετέχει και η άμμος. Η διαβάθμιση μπορεί να είναι πυκνή , αραιή ή να επικρατεί ένα χάσμα μεταξύ των αδρανών το οποίο δημιουργείται με τη χρήση διαφορετικών υλικών πληρώσεως όπως η ασβεστολιθική τέφρα και η παιπάλη. Το συνδετικό υλικό μπορεί να είναι άσφαλτος διαφόρων δεισδύσεων από 40 pen έως 200 pen. Αυτό βέβαια , μπορεί να διαφοροποιηθεί με μικρά κομμάτια λάστιχου αλλά και πλαστικές ή άλλων ειδών ίνες. Για την επιδιόρθωση αστοχιών χρησιμοποιείται τυποποιημένο μηχάνημα επίστρωσης ασφαλτομίγματος με δεισδυση ασφαλτικού υλικού 60 έως 90 pen.

4.4.4. Πως εφαρμόζεται στα μπαλώματα;

Τα βήματα που ακολουθούνται για την επιδιόρθωση των λακκουβών είναι:

1. Αξιολογείται η λακκούβα ή η περιοχή στην οποία έχουμε αστοχία και προορίζεται προς αποκατάσταση.
2. Τετραγωνίζουμε την λακκούβα με διάφορες εργασιακές μεθόδους.
3. Η κατεστραμμένη άσφαλτος αφαιρείται σε βάθος που κυμαίνεται από 35 mm έως 75 mm. Επίσης αν χρειαστεί , προστίθεται στη βάση βραχώδες υλικό για να έχουμε καλύτερο γώνιασμα της λακκούβας. Στη συνέχεια ακολουθεί συμπίκνωση με δονητικό κύλινδρο. Οι εσωτερικές γωνίες έχουν καθαριστεί και η περιοχή ψεκάζεται με ασφαλτικό διάλυμα.
4. Το ασφαλτόμιγμα διαστρώνεται σε μια ή σε δυο στρώσεις. Συνήθως στα πρώτα 75 mm στο ασφαλτόμιγμα συμμετέχουν αδρανή υλικά μέγιστου μεγέθους 200 mm τα οποία συμπυκνώνονται με κύλινδρο. Η τελική επίστρωση επιφάνειας , βάθους 25 mm , γίνεται με ασφαλτόμιγμα που αποτελείται από αδρανή μέγιστου μεγέθους 12 mm για μια πιο λεία επιφάνεια.
5. Εάν το βάθος είναι μεγαλύτερο χρησιμοποιείται η ίδια διαδικασία με τη διαφορά ότι γίνεται προσαρμογή των επιπέδων επίστρωσης.
6. Τέλος οι επιφανειακές εργασίες ολοκληρώνονται με ελαφρύ ψεκάσμο με τη μέθοδο tack coat για να σταθεροποιηθεί η τελική στρώση της επιφάνειας. Σε περίπτωση που υπάρχει το ενδεχόμενο το οδόστρωμα να δοθεί κατευθείαν στην κυκλοφορία απλώνουμε πάνω στο μπάλωμα μια λεπτή στρώση άμμου (σχήμα 4.11.).



Σχήμα 4.11. : Εικονική περιγραφή των βημάτων που ακολουθούνται για την επισκευή λακκουβών (I. Κοφίτσας 2002).

4.4.5. Πως γίνεται η διαδικασία επικάλυψης;

Η διαδικασία για την εφαρμογή επικάλυψης ακολουθεί παρόμοια βήματα με την διαδικασία που χρησιμοποιείται για την επισκευή λακκουβών. Συγκεκριμένα ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

1. Η επιφάνεια καθαρίζεται και σκουπίζεται έτσι ώστε να προετοιμαστεί κατάλληλα. Επίσης σημαντικό είναι και η αποξήρανση της επιφάνειας και ίσως να υπάρχουν απαιτήσεις για την λείανση αυτής.
2. Η επιφάνεια ψεκάζεται με ελαφρύ επίστρωση ασφαλτικού γαλακτώματος.
3. Η πυκνότητα του γαλακτώματος είναι προκαθορισμένη από τον σχεδιασμό του οδοστρώματος και το είδος της κυκλοφορίας για το οποίο καθορίζεται.
4. Το ασφαλτόμιγμα διαστρώνεται μέσω ενός διαστρωτήρα το οποίο καθορίζει και το πάχος της στρώσης (σχήμα 4.12.).
5. Στη συνέχεια γίνεται συμπύκνωση με οδοστρωτήρα αποτελούμενο από μεταλλικούς κυλίνδρους συμπύκνωσης. Ενώ η τελική στρώση συμπυκνώνεται με οδοστρωτήρα εξοπλισμένο με ελαστικούς κυλίνδρους για την επίτευξη πιο λείας επιφάνειας.
6. Ο τύπος του ασφαλτομίγματος που θα επιλεγθεί εξαρτάται από το είδος της επίστρωσης. Συνιστάται στρώση πάχους , τουλάχιστον 25 mm για να διασφαλιστεί καλύτερη προσκόλληση και συμπίεση με αποτέλεσμα μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
7. Η ολοκλήρωση των εργασιών συνιστάται να γίνεται με την εφαρμογή της μεθόδου Fog Seal.



Σχήμα 4.12. : Διάστρωση νέου ασφαλτοτάπητα μετά το φρεζάρισμα του παλιού.

(www.intermountainsslurry.com).

4.4.6. Εναλλακτική λύση αντί θερμού ασφαλτομίγματος.

Όταν το οδόστρωμα έχει υποστεί ρωγμές τότε μια επάλειψη στην άσφαλτο είναι αρκετή , χωρίς να χρειάζεται να εφαρμόσουμε νέο ασφαλτοτάπητα , αντικαθιστώντας τον παλιό. Τα βήματα που ακολουθούνται για την εφαρμογή της επάλειψης περιγράφονται παρακάτω:

1. Αρχικά καθαρίζουμε την επιφάνεια και στην συνέχεια εφαρμόζουμε θερμό ασφαλτικό διάλυμα με το σύστημα διάστρωσης AR4000.
2. Απλώνουμε το υλικό petromat με την μη ομοιόμορφη επιφάνεια προς τα κάτω προσέχοντας να απέχουμε απόσταση ίση με 90 cm έως 1 m από τις γωνίες των ρείθρων (σχήμα 4.13.).
3. Το νέο υλικό εξαπλώνεται και ρίχνουμε άμμο από πάνω του για να αποφύγουμε φουσκώματα. Τέλος το σφραγίζουμε με ένα τελικό προστατευτικό στρώμα.



Σχήμα 4.13. : Διάστρωση του υλικού petromat με το σύστημα διάστρωσης AR4000 (www.intermountainsslurry.com).

4.5. Η μέθοδος hot asphalt rubber seal.

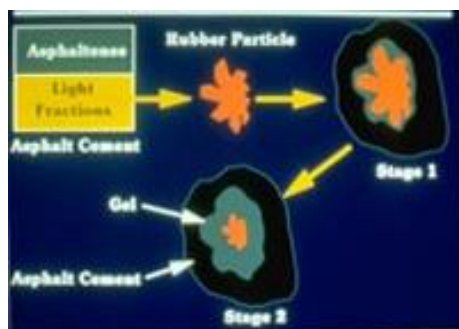
4.5.1. Τι είναι η μέθοδος hot asphalt rubber seal;

Στην επιφάνεια των οδοστρωμάτων εμφανίζονται αστοχίες λόγω αρκετών παραγόντων οι οποίοι αναφέρονται σε άλλο κεφάλαιο. Έτσι σε τέτοιες περιπτώσεις όταν η ανακατασκευή του οδοστρώματος είναι ιδιαίτερα ακριβή ή μη πρακτική τότε θα πρέπει να εξεταστεί η χρήση της μεθόδου Hot Asphalt Rubber SAM (Stress Absorbing Membrane) Seal ή SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer). Ο τελευταίος τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με δυο άλλες μεθόδους , την μέθοδο Cape Seal και τη μέθοδο Slurry Seal. Μ' αυτούς τους τρόπους έχουμε τη δυνατότητα να επισκευάσουμε τις ρωγμές. Επίσης , με την εφαρμογή της μεθόδου σε νεοδιαστρωθέντες οδούς επιβραδύνεται η εμφάνιση ρωγμών πάνω στην επιφάνεια.

Το ασφαλτικό λάστιχο (Asphalt Rubber) είναι ένα μίγμα ασφάλτου και λάστιχου το οποίο εμφανίζεται σε δύο τύπους. Ο τύπος I σχηματίζεται με την ανάμιξη της ασφάλτου και μικρών κομματιών λάστιχου(σχήμα 4.14). Ο τύπος II

σχηματίζεται από λεπτά κομμάτια φυσικού λάστιχου με άσφαλτο. Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία των 2 τύπων προέρχονται από ανακυκλώσιμα υλικά όπως ελαστικά αυτοκινήτων κ.λπ.

Τα συνδετικά υλικά που συμμετέχουν στο μίγμα , δέχονται τροποποίηση κατά 15% και κατασκευάζονται από μίξερ εξοπλισμένο με ένα πτερύγιο. Η ελαστομερή φύση των συνδετικών υλικών έχει υψηλό ιξώδες με αποτέλεσμα να χρειάζεται ζέσταμα ως το σημείο μάλθωσης. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη μιας βελτιωμένης σφράγισης , την μείωση εμφάνισης των ρωγμών και τη διατήρηση των αδρανών υλικών μέσα στο ασφαλτόμιγμα.



Σχήμα 4.14. : Σχηματική παράσταση των σταδίων αντίδρασης του λάστιχου και της ασφάλτου (www.itemountainslurry.com).

4.5.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος αυτή έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί πάνω σε επιφάνειες οδοστρωμάτων που έχουν εμφανίσει ρωγμές , αρκεί οι ρωγμές αυτές να είναι ρωγμές αλιγάτορα (σχήμα 4.19,) ή αν είναι άλλες ρωγμές να είναι χαμηλού βαθμού σοβαρότητας.



Σχήμα 4.15. : Οδόστρωμα το οποίο χρειάζεται την εφαρμογή της μεθόδου Hot Asphalt Rubber Seal. Διακρίνονται οι ρωγμές αλιγάτορα (www.slurry.com).

4.5.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Οι τύποι ασφαλτομιγμάτων που υπάρχουν στην εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου δημιουργούνται εξ' αιτίας της ποικιλίας που υπάρχει στο μέγεθος των αδρανών , από τη σύνθεση των συνδετικών υλικών που συμμετέχουν στο ασφαλτόμιγμα όπως φυσικά και σε τι βαθμό εφαρμόζεται. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τελικές επιφάνειες κυκλοφορίας , ως τελική στρώση

θερμού ασφαλτομίγματος ή σε συνδυασμό με τη μέθοδο Slurry Seal. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα παχύ , ενιαίο στρώμα ή σε πολλές λεπτές στρώσεις.

4.5.4. Πως κατασκευάζονται και εφαρμόζονται οι στρώσεις;

Τα βήματα που ακολουθούνται για την κατασκευή και εφαρμογή των στρώσεων είναι τα εξής:

1. Η επιφάνεια του οδοστρώματος επιδιορθώνεται και οι ρωγμές υψηλού βαθμού σοβαρότητας γεμίζονται και σφραγίζονται.
2. Η επιφάνεια καθαρίζεται.
3. Τα συνδεδετικά υλικά εφαρμόζονται στην επιφάνεια μέσω ενός ελεγχόμενου ηλεκτρονικού υπολογιστή διανομέα. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε ελεγχόμενη θερμοκρασία 195 C°.
4. Αμέσως μετά απ' αυτό εφαρμόζεται συνολικός ψεκασμός με τη βοήθεια αυτοπροωθούμενου διαστολέα λεπτών στρώσεων.
5. Οι λεπτές στρώσεις κυλινδρώνονται με γομμαρισμένο οδοστρωτήρα για να ενσωματώσουν τις στρώσεις και να σχηματιστεί μια ενιαία παχιά στρώση.
6. Ως τελική στρώση επιβάλλεται η εφαρμογή της μεθόδου Fog Seal ή Cape Seal , μετά το σκούπισμα των συνολικών επιφανειών έτσι ώστε να συγκρατούνται οι στρώσεις στην θέση τους , ενωμένες , για ένα αρχικό , μικρό και κρίσιμο χρονικό διάστημα.



Σχήμα 4.16. : Εφαρμογή της μεθόδου Hot Asphalt Rubber Seal , μετά την εφαρμογή της μεθόδου Crack Sealing (www.intermountainlurry.com).

4.5.5. Τι κάνει;

Τα ελαστομερή των συνδεδετικών υλικών είναι ανθεκτικά στις ρωγμές. Το γεγονός αυτό μειώνει τη δημιουργία ρωγμών ανάκλασης δημιουργώντας ένα ελαστικό και ταυτόχρονα τραχύ υλικό.

4.5.6. Πόσο κοστίζει;

Γενικά η εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι κατά πολύ πιο φθηνή από την εφαρμογή στρώσεων μεγάλου πάχους ή την ανακατασκευή της επιφάνειας του οδοστρώματος.

4.6. Μέθοδος chip seal.

4.6.1. Τι είναι η μέθοδος chip seal;

Η μέθοδος Chip Seal είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους και η πιο επιτυχημένη για την επισκευή των οδικών επιφανειακών φθορών. Σε πολλές χώρες χρησιμοποιείται για συντήρηση οδών υψηλών ταχυτήτων. Στις Η.Π.Α. χρησιμοποιείται για τη συντήρηση και την αποκατάσταση των φθορών των οδοστρωμάτων.

Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με την επάλειψη κονιάματος υπό μορφή γαλακτώματος ή με ψεκασμό καυτού ασφαλτικού διαλύματος έτσι ώστε η συνολική εφαρμογή του να πλησιάζει σε όσο το δυνατόν πιο λεπτό στρώμα (σχήματα 4.17. , 4.18.). Ως συνολική εφαρμογή εννοούμε την τρέχουσα επιφάνεια του δρόμου. Παράγοντες που επηρεάζουν το θετικό αποτέλεσμα της εργασίας είναι το σχήμα και το μέγεθος των αδρανών υλικών , η θερμοκρασία του ασφαλτικού διαλύματος , οι συνθήκες που επικρατούν κατά την διάρκεια της εργασίας καθώς και ο σχολαστικός καθαρισμός των αδρανών υλικών.



Σχήμα 4.17.



Σχήμα 4.18.

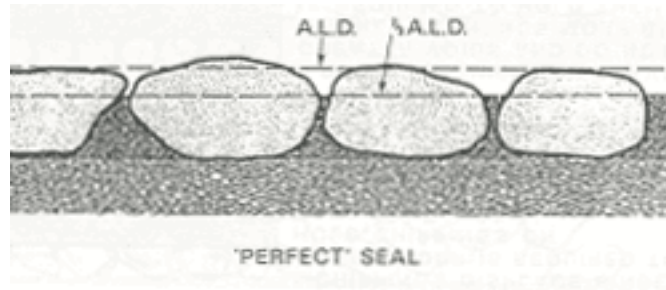
Σχήμα 4.17. - 4.18. : Εργασίες ψεκασμού με ασφαλτικό γαλάκτωμα κατά την εφαρμογή της μεθόδου Chip Seal (www.slurry.com).

4.6.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος Chip Seal χρησιμοποιείται:

1. Για τη βελτίωση της αντίστασης του οδοστρώματος υπέρ της ολισθηρότητας.
2. Για την προστασία της επιφάνειας του οδοστρώματος από τη γήρανση.
3. Για την μείωση της ποσότητας της σκόνης στην επιφάνεια του οδοστρώματος.

4. Τέλος , χρησιμοποιείται για την σφράγιση των κενών που έχουν δημιουργηθεί σε επιφάνειες οδοστρώματος αμμοχάλικου(σχήμα 4.19.). Ειδικό , πρόσθετο τύποι κονιαμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να θεραπεύσουν τις ρωγμές αντανάκλασης.



Σχήμα 4.19. : Σχηματική παράσταση επιφανειακής φθοράς οδοστρώματος και υπόδειξη επιθυμητού επιπέδου ασφατικού τάπητα (www.slurry.com).

4.6.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Τη διαφορά στον τύπο μίγματος που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την πετυχαίνουμε με την χρήση αδρανών υλικών διαφορετικού μεγέθους. Έτσι μπορούμε να επιτύχουμε διαφορετική υφή στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Η χρήση διαφορετικών τύπων μιγμάτων μας είναι χρήσιμη σε περιπτώσεις που έχουμε διαφορετικές κυκλοφοριακές απαιτήσεις οι οποίες κυμαίνονται σύμφωνα με το μέγεθος των αδρανών υλικών. Το μέγεθος των αδρανών που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία και την εφαρμογή του μίγματος είναι: 7 mm , 10 mm , 14 mm , 20 mm , 25mm. Το κάθε μέγεθος χρησιμοποιείται για διαφορετική εφαρμογή.

Ο τύπος της κονιάς που θα επιλεγεί προς χρήση εξαρτάται από τον τύπο της εργασίας η οποία θα γίνει. Οι τύποι που υπάρχουν προς εφαρμογή είναι οι εξής:

1. Γαλακτοποιημένη ασφαλτος ή κάποιο άλλο υλικό.
2. Γαλακτοποιημένη ασφαλτος ενωμένη με πολυμερή.
3. Τροποποιημένα ελαστομερή σε συνδυασμό με γαλακτοποιημένη ασφαλτο.
4. Επεξεργασμένο πετρέλαιο τροποποιημένο σε ασφατικό γαλάκτωμα ή θερμό , κατά την εφαρμογή , ασφατικό διάλυμα ενωμένο με ελαστομερή και πολυμερή.

Οι τύποι σφράγισης περιλαμβάνουν:

1. Σφράγιση ρωγμών οδοστρωμάτων με ανάμιξη άμμου για οδούς χαμηλής κυκλοφορίας οχημάτων.
2. Επανασφράγιση ρωγμών για τα υφιστάμενα οδοστρώματα.
3. Τροποποιημένη σφράγιση για ρωγμές οδοστρωμάτων.

4. Αλληπαλληλες χρήσεις της μεθόδου Coat Seal για οδούς βαριάς κυκλοφορίας ή σε οποιαδήποτε περίπτωση απαιτείται ομαλότερη επιφάνεια οδοστρώματος.

4.6.4. Πως εφαρμόζεται;

Η μέθοδος εφαρμογής της μεθόδου Chip Seal είναι μια διαδικασία που εκτελείται σε τρία στάδια , αφού προετοιμαστεί και καθαριστεί η επιφάνεια του οδοστρώματος κατάλληλα , οι ρωγμές σφραγίζονται (εάν απαιτείται) με ψεκασμό κονιάς ο οποίος εφαρμόζεται από μια βαθμονομημένη μονάδα ψεκασμού η οποία ελέγχεται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (σχήμα 4.20.α.). Κατόπιν ένα σμιλευμένο στρώμα εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας μια μονάδα υπολογιστή για έλεγχο και βαθμονόμηση ενός αυτοπροωθούμενου ψεκαστήρα (σχήμα 4.20.β.). Η τελική λειτουργία έχει να κάνει με την κυλίνδρωση της διαστρωθέντος επιφάνειας με οδοστρωτήρα (σχήμα 4.20.γ.).



Σχήμα 4.20.α. : 1^ο Στάδιο.



Σχήμα 4.20.β. : 2^ο Στάδιο.



Σχήμα 4.20.γ. : 3^ο Στάδιο

Σχήματα 4.20.α. , 4.20.β. , 4.20.γ. : Στάδια εφαρμογής της μεθόδου (www.intermountainlurry.com).

Ο δρόμος παραδίδεται στην κυκλοφορία σε σύντομο χρονικό διάστημα αφού σκουπιστεί. Υπάρχει και η δυνατότητα να δοθεί προς χρήση των οδηγών σχεδόν κατευθείαν μετά την διάστρωση εάν στην οδό εκτέλεσης των έργων επιβάλλεται αργή κινούμενη κυκλοφορία οχημάτων.

4.6.5. Τι κάνει;

Με την χρήση της μεθόδου Chip Seal προστατεύουμε , συντηρούμε και επεκτείνουμε την διάρκεια ζωής του οδοστρώματος. Αυτό έχει ως συνέπεια , ένα οδόστρωμα το οποίο μας παρέχει ευχάριστη και ασφαλή οδήγηση πάνω σ' αυτό. Έτσι με την κατάλληλη προσοχή που θα επιδείξουμε στην συντήρηση του οδοστρώματος θα έχουμε λιγότερο κόστος μακροπρόθεσμα.

4.6.6. Πόσο κοστίζει;

Η μέθοδος Chip Seal είναι ένα λεπτό στρώμα ασφαλτικού τάπητα το οποίο είναι οικονομικό και θα παράσχει την ίδια ποιότητα με χαμηλότερο κόστος όμως από την χρήση επικάλυψης με καυτό ασφαλτόμιγμα για τον ίδιο σκοπό.

4.7. Μέθοδος crack sealing.

4.7.1. Τι είναι η μέθοδος crack sealing;

Τα πιο συνηθισμένα είδη αστοχιών που παρατηρούνται στα οδοστρώματα είναι οι ρωγμές. Οι λόγοι που προκαλούνται αυτού του είδους οι αστοχίες είναι η γήρανση και η ευθραυστότητα του οδοστρώματος. Επίσης , η χαμηλή θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία διάκενων στην βάση του οδοστρώματος τα οποία προκαλούν μετακινήσεις ή και την συνέχιση των επιφανειακών ρωγμών και κάτω από την επιφάνεια του οδοστρώματος. Σε πολλές περιπτώσεις , ο ιδανικότερος τρόπος για να αντιμετωπιστεί η κατάσταση αποτελεσματικά είναι η σφράγιση των ρωγμών με ελαστομερή ασφαλτόμιγμα. Το μέγεθος των ρωγμών στο οποίο απαιτείται άμεση επέμβαση για την σφράγισή τους κυμαίνεται από 7 mm έως 15 mm. Οι εγκάρσιες ρωγμές επειδή δημιουργούν έντονο σχέδιο πάνω στο οδόστρωμα , δέχονται καλύτερη επισκευή χρησιμοποιώντας μια από τις παρακάτω μεθόδους Hot Asphalt Rubber Seal , Cape Seal και Chip Seal. Ένας λόγος είναι επειδή οι εγκάρσιες ρωγμές δημιουργούνται κατά πλάτος του οδοστρώματος

4.7.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος Crack Sealing χρησιμοποιείται ως αρχική θεραπεία πριν την εφαρμογή μεθόδων όπως η μέθοδος Hot Mix Overlay και η Hot Asphalt Rubber Seal.

4.7.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ψυχρά ή θερμά. Τα ψυχρά ασφαλτικά γαλακτώματα έχουν σαν

βάση συνήθως τροποποιημένα ελαστομερή. Τα γαλακτώματα τα οποία εφαρμόζονται ψυχρά είναι ιδανικά για μικρές ρωγμές οι οποίες δεν είναι ιδιαίτερα ενεργές. Τέτοιου είδους ρωγμές είναι οι ρωγμές που δημιουργούνται λόγω γήρανσης του οδοστρώματος. Το θερμό ασφαλτικό γαλάκτωμα περιέχει τροποποιημένα , μικρά κομμάτια ελαστικής μορφής. Οι συγκεντρώσεις περιεκτικότητας σε τροποποιημένα , μικρά κομμάτια ελαστικών φτάνει και το 25%. Τα υλικά αυτά είναι υψηλής ελαστικότητας και τάνυσης , χαρακτηριστικά τα οποία τα καθιστούν ιδανικά ακόμη και σε περίπτωση αύξησης του ανοίγματος των ρωγμών μετά την σφράγιση τους με το γαλάκτωμα.

4.7.4. Πως εφαρμόζεται;

Τα βήματα τα οποία ακολουθούνται για την εφαρμογή της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Αρχικά παρακολουθείται η ρωγμή καθ' όλο το μήκος της έτσι ώστε να καθαριστεί από συντρίμια και άλλα ανεπιθύμητα υλικά (σχήμα 4.21.α).
2. Στην συνέχεια , οι ρωγμές καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα (σχήμα 4.21.β).
3. Με την συσκευή έγχυσης γαλακτώματος ψεκάζουμε μέσα στη ρωγμή (σχήματα 4.21.γ. και 4.21.δ.).
4. Η επιφάνεια της ρωγμής , πλέον γεμισμένη , με ασφαλτικό γαλάκτωμα εξομαλύνεται με τέτοιο τρόπο να μην λειτουργεί ως εξόγκωμα της επιφάνειας του οδοστρώματος ούτε ως βαθούλωμα (σχήμα 4.21.ε.).
5. Τέλος , η επιφάνεια που πληρώθηκε μπορεί πλέον να επιστρωθεί με άμμο , ακάθαρτη άμμος καθίσταται κατάλληλη για την εργασία αυτή.

Τα μηχανήματα (Crackfillers) χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της μεθόδου πριν γίνει η επίστρωση του οδοστρώματος. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις επιφάνειες των οδοστρωμάτων μέχρι ενός σημείου , από κει και ύστερα θα ήταν προτιμότερο να γίνει ανακατασκευή του οδοστρώματος. Σε περιπτώσεις όπου η επιφάνεια οδοστρώματος έχει πολλές ρωγμές πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εφαρμογής μιας άλλης μεθόδου για να έχουμε καλύτερη ποιότητα του οδοστρώματος και απόδοση σε βάθος χρόνου φυσικά.



Σχήμα 4.21.α.



Σχήμα 4.21.β.



Σχήμα 4.21.γ.



Σχήμα 4.21.δ.



Σχήμα 4.21.ε.

Σχήμα 4.21.α. : Καθαρισμός της ρωγμής με σκούπα και απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.21.β. : Καθαρισμός της ρωγμής με πεπιεσμένο αέρα (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.21.γ. : Είδος μηχανήματος με το οποίο γεμίζουν τη ρωγμή με ασφαλτικό γαλάκτωμα (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.21.δ. : Άλλο είδος μηχανήματος με το οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.21.ε. : Λείανση της είδη σφραγισμένης ρωγμής (www.inetrmountainsslurry.com).

4.7.5. Τι κάνει;

Η μέθοδος αυτή σφραγίζει τις ρωγμές εμποδίζοντας έτσι τη διείσδυση του νερού κάτω από το οδόστρωμα. Εάν εφαρμοστεί την κατάλληλη χρονική στιγμή ,θα εμποδίσει ή τουλάχιστον θα καθυστερήσει την εμφάνιση λακκουβών στην επιφάνεια του οδοστρώματος (σχήμα 4.22.). Θα ήταν ιδανικό εάν χρησιμοποιούταν μαζί με κάποια μέθοδο εφαρμογής τελικής επίστρωσης. Αυτό είναι κάλο να γίνεται επειδή οι ρωγμές είναι μια λειτουργία χαλάρωσης του οδοστρώματος , με την σφράγιση μιας ρωγμής είναι απίθανο να έχουμε αστοχία της ‘θεραπείας’ αλλά πιθανό να έχουμε δημιουργία ρωγμών σε άλλο σημείο του οδοστρώματος. Έτσι για τέτοιου είδους περιπτώσεις , συνιστάται η εφαρμογή μιας ειδικής ασφαλτικής μεμβράνης σε όλη την επιφάνεια του οδοστρώματος.

4.7.6. Πόσο κοστίζει;

Η μέθοδος Crack Sealing είναι η πιο φθηνή μέθοδος συντήρησης – επισκευής των οδοστρωμάτων.

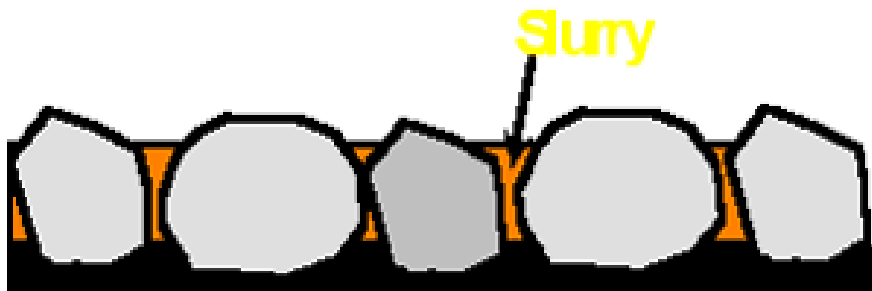


Σχήμα 4.22. : Οδόστρωμα μετά την εφαρμογή της μεθόδου Crack Sealing (www.intermountainsslurry.com).

4.8. Μέθοδος cape seal.

4.8.1. Τι είναι η μέθοδος cape seal;

Η μέθοδος Cape Seal χρησιμοποιεί τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού δυο μεθόδων σφράγισης και αποκατάστασης φθορών της επιφάνειας του οδοστρώματος. Είναι η εφαρμογή της μεθόδου Chip Seal η οποία μετά το πέρας λίγων ημερών ακολουθείται από την εφαρμογή της μεθόδου micro surfacing ή την επικάλυψη με ένα στρώμα ασφαλτικού γαλακτώματος (σχήμα 4.23).



Σχήμα 4.23. : Σχηματική παράσταση επικάλυψης με στρώμα ασφαλτικού γαλακτώματος (www.inetrmountainsslurry.com).



Σχήμα 4.24. : Εργασίες ψεκασμού με την τελική στρώση ασφαλτικού γαλακτώματος (www.intermountainsslurry.com).

4.8.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος Cape Seal μας παρέχει πιο λεία επιφάνεια οδοστρώματος από την μέθοδο Chip Seal , η οποία μας δίνει τραχιά υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος. Έτσι όταν οι απαιτήσεις του οδοστρώματος μας οδηγούν στην χρήση λείας επιφάνειας οδοστρώματος η εφαρμογή της μεθόδου Cape Seal αντί της Chip Seal κρίνεται απαραίτητη. Αυτό συμβαίνει σε οδούς κατοικημένων περιοχών , για να αποφεύγεται η δημιουργία έντονης ηχορύπανσης λόγω της επαφής των ελαστικών με το οδόστρωμα. Στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν ρωγμές στην επιφάνεια του οδοστρώματος , ένα πολυμερές υλικό ή ένα τροποποιημένο ελαστομερές ασφαλτόμιγμα λεπτών στρώσεων έχει τη δυνατότητα να σφραγίζει τις επιφανειακές ρωγμές και στη συνέχεια η επάλειψη με ασφαλτικό γαλάκτωμα παρέχει τη λεία μεν για τα οχήματα , επιφάνεια οδοστρώματος , ανθεκτική όμως στις επιφανειακές φθορές (σχήμα 4.25.).



Σχήμα 4.25. : Οδόστρωμα με διάρκεια ζωής 12 χρόνια στο Los Angeles με την εφαρμογή Cape Seal (www.intermountainsslurry.com).

4.8.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Με την κατάλληλη επεξεργασία την οποία δέχεται η συμβατική εφαρμογή της μεθόδου Cape Seal , δημιουργούνται διαφορετικοί τύποι της μεθόδου για την προστασία του οδοστρώματος. Οι διαφορετικοί τύποι παρέχουν στο οδόστρωμα στρώσεις με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Τα επεξεργασμένα παράγωγα της συμβατικής μεθόδου βρίσκουν εφαρμογή στις διαδικασίες οι οποίες ακολουθούνται για την αντιμετώπιση επιφανειακών φθορών σε οδοστρώματα βαριάς κυκλοφορίας οχημάτων και στην σφράγιση των επιφανειακών ρωγμών.

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο Chip Seal ως βάση μας παρέχει μια τραχιά ασφαλική μεμβράνη η οποία είναι αδιαπέραστη από το νερό αλλά και ανθεκτική. Η ανθεκτικότητα οποιουδήποτε ασφαλικού υλικού εξαρτάται από το πάχος της ασφαλικής μεμβράνης. Μια συμβατική επίστρωση θα έχει πάχος μεμβράνης το οποίο θα κυμαίνεται από 1 mm έως 3 mm. Η προσθήκη μιας καλυπτικής στρώσης ασφαλικού γαλακτώματος δεν θα κάνει μόνο πιο λεία την επιφάνεια του οδοστρώματος αλλά θα διασφαλίσει και το σύνολο των λεπτών στρώσεων κάτω από αυτό , μειώνοντας έτσι την αποκόλληση των αδρανών.

Η βάση θα πρέπει να είναι υγιής για την εφαρμογή μιας συμβατικής μεθόδου Cape Seal. Σε περίπτωση που μεγάλες ρωγμές έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην επιφάνεια του οδοστρώματος τότε είναι απαραίτητο να γίνει χρήση της μεθόδου Crack Sealing σε πάχος > 10 mm. Οι λακκούβες πρέπει πάντα να γεμίζονται με ασφαλτόμιγμα και να σφραγίζονται. Για τις ρωγμές αλιγότερα ή τις μικρότερες ρωγμές μπορεί να απαιτείται μια τροποποιημένη , πολυμερή , λεπτή στρώση επάλειψης. Επίσης , η χρήση ελαστομερούς ασφαλτομίγματος λεπτών στρώσεων είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό. Έτσι τα οδοστρώματα αποκτούν διάρκεια ζωής πάνω από 10 χρόνια.

4.8.4. Πως εφαρμόζεται;

Μετά την κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας του οδοστρώματος εφαρμόζεται μια λεπτή στρώση χρησιμοποιώντας τυποποιημένες μεθόδους εφαρμογής. Ένας ειδικός σχεδιασμός της μεθόδου Cape Seal ακολουθεί για να διασφαλίσει την ακριβή ποσότητα συνδυασμού των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Για την αρχική λεπτή στρώση χρησιμοποιείται ο σωστός συνδυασμός των υλικών για να αντιμετωπιστεί και να αποτραπεί η παρουσίαση κινδύνου στο οδόστρωμα μελλοντικά.

Μετά την ‘θεραπευτική’ στρώση , στο ενδιάμεσο διάστημα μεταξύ 48 ωρών και μιας εβδομάδας ακολουθεί και η τοποθέτηση ενός στρώματος ασφαλτικού γαλακτώματος για την ολοκλήρωση της ‘θεραπείας’. Το αποτέλεσμα της εργασίας είναι μια λεία μεν για τα οχήματα επιφάνεια οδοστρώματος , ανθεκτική όμως στις επιφανειακές φθορές. Οι αναλογίες για τον συνδυασμό των υλικών , εξαρτάται από τον μελετητικό σχεδιασμό συντήρησης , που έχει γίνει για το οδόστρωμα.

4.8.5. Τι κάνει;

Η μέθοδος Cape Seal μπορεί να ‘θεραπεύσει’ τις ρωγμές , δημιουργεί πιο λεία επιφάνεια οδοστρώματος από την εφαρμογή της μεθόδου Chip Seal , είναι πιο ανθεκτική από την εφαρμογή ασφαλτικού γαλακτώματος μόνο και τέλος θα διαρκέσει περισσότερο από την επικάλυψη με στρώσεις θερμού ασφαλτομίγματος.

4.8.6. Πόσο κοστίζει;

Η συμβατική μέθοδος Cape Seal είναι λιγότερο ακριβή από την εφαρμογή θερμού ασφαλτομίγματος και με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Όταν διαστρώνεται σε επιφάνειες οδοστρώματος οι οποίες έχουν παρουσιάσει ρωγμές επιβάλλεται η χρήση της μεθόδου με τη διαφορά ότι θα έχει δεχτεί τροποποιήσεις. Η τροποποιημένη εφαρμογή και σύνθεση της μεθόδου είναι πιο ακριβή από την χρήση της συμβατικής μεθόδου η οποία έχει πάχος στρώσης 25 mm. Αυτό καθιστά το οδόστρωμα ανθεκτικότερο στην πάροδο του χρόνου αυξάνοντας την διάρκεια ζωής του 10 χρόνια και παραπάνω έναντι της αστοχίας σε ένα έως δυο χρόνια.

4.9. Μέθοδος fog seal.

4.9.1. Τι είναι η μέθοδος fog seal;

Είναι μία προσωρινή μέθοδος προστασίας για να διατηρηθεί το σύνολο της νεοδιαστρωθέντως επιφάνειας στη θέση του. Η μέθοδος Fog Seal είναι μια

διαδικασία σφράγισης ρωγμών η οποία χρησιμοποιείται ως τελική στρώση στην επιφάνεια του οδοστρώματος για να 'κλειδώσει' τις λεπτότερες στρώσεις που έχουν ήδη εφαρμοστεί στο οδόστρωμα με την μέθοδο Chip Seal.

4.9.2. Που χρησιμοποιείται;

Χρησιμοποιείται για να επικαλύψει οδοστρώματα τα οποία έχουν μόλις διαστρωθεί με θερμό ασφαλτόμιγμα για να γεμίσουν και να σφραγιστούν τα τυχόν κενά τα οποία έχουν δημιουργηθεί στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Δεν χρησιμοποιείται σε οδοστρώματα των οποίων η επιφάνεια έχει φθαρεί λόγω γήρανσης του οδοστρώματος , για την περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται η μέθοδος Rejuvenation Spray (αναζωογονητικός ψεκασμός).



Σχήμα 4.26. : Ψεκασμός παλιού ασφαλτοτάπητα με τη μέθοδο Fog Seal (www.intermountainsslurry.com).

4.9.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Η μέθοδος Fog Seal χρησιμοποιεί συνήθως αραιωμένο ασφαλτικό γαλάκτωμα. Υπάρχουν ειδικοί τύποι οι οποίοι περιέχουν μέσα στο μίγμα αναζωογονητικά διαλύματα ομογαλακτωποιημένα. Αυτοί οι τύποι των ειδικών επεξεργασμένων μιγμάτων μπορούν να βρουν εφαρμογή σε οδοστρώματα τα οποία έχουν εμφανιστεί επιφανειακές φθορές λόγω γήρανσης αυτού (σχήμα 4.26.). Συνήθως εφαρμόζεται μια λεπτή στρώση άμμου για επικάλυψη.

4.9.4. Πως εφαρμόζεται;

Το ασφαλτικό γαλάκτωμα ψεκάζεται χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο φορτηγό εξοπλισμένο με δεξαμενή αποθήκευσης και μεταφοράς ασφαλτικού γαλακτώματος και με μηχανισμό ψεκασμού (σχήμα 4.27.). Επίσης , μας παρέχεται η δυνατότητα της επιλογής της προαραιώσης του ασφαλτικού γαλακτώματος , αυτό εξαρτάται από την χρήση για την οποία προορίζεται το γαλάκτωμα. Σε μερικές εφαρμογές μπορεί να γίνει χρήση της επίστρωσης από λεπτή άμμο.



Σχήμα 4.27. : Τυποποιημένο όχημα , εξοπλισμένο με μηχανισμό ψεκασμού και δεξαμενή αποθήκευσης και μεταφοράς ασφαλτικού γαλακτώματος (www.intermountainsslurry.com).

4.9.5. Τι κάνει;

Η μέθοδος αυτή θα διασφαλίσει την πρόωρη μείωση της αποκόλλησης των αδρανών υλικών από την επιφάνεια του οδοστρώματος , επεκτείνοντας έτσι και τη διάρκεια ζωής του. Οι τύποι με τα προσθετικά αναζωογονητικού γαλακτώματος έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για τον ίδιο σκοπό , σε οδοστρώματα μεγάλης ηλικίας μεν αλλά υγιή δε , όπου η επιφάνεια του οδοστρώματος δεν θα έχει φθαρεί. Τέλος δεν μας παρέχει την δυνατότητα να σφραγίζουμε τις ρωγμές και να γεμίζουμε τις λακκούβες.

4.9.6. Πόσο κοστίζει;

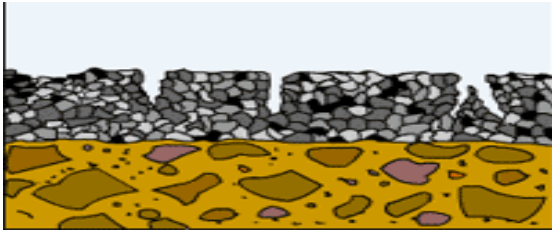
Η μέθοδος Fog Seal εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος χωρίς μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

4.10. Μέθοδος rejuvenation seal.

4.10.1. Τι είναι η μέθοδος rejuvenation seal;

Μετά το πέρας μερικών χρόνων ένα οδόστρωμα αποκτάει μεγαλύτερη ευθραυστότητα , το γεγονός αυτό είναι μια λειτουργία της οξείδωσης των συνδετικών υλικών και της απώλειας των πτητικών ουσιών. Το ασφαλτόμιγμα που χρησιμοποιείται είναι ένα μίγμα από επεξεργασμένη πολωμένη άσφαλτο και γαλακτώματα επάλειψης. Στο μεταξύ , θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο μίγμα συμμετέχουν πολωμένες ρητίνες , αρωματικά και ναφθενικά πετρέλαια. Από κοινού όλα αυτά τα συστατικά καλούνται μαλτένια. Με την πάροδο του χρόνου εμφανίζονται επίσης , φθορές στην επιφάνεια του οδοστρώματος λόγω γήρανσης της ασφάλτου , δημιουργείται το φαινόμενο της μετατροπής των ρητινών σε άσφαλτο και τέλος τα γαλακτώματα εξατμίζονται ή χάνουν την λειτουργικότητά τους λόγω της οξείδωσης. Αυτό δημιουργεί μια δυσαναλογία στην διασπορά της ασφάλτου και των κολλοειδών , ασταθών συνδετικών υλικών. Κατά συνέπεια η ελαστικότητα του οδοστρώματος μειώνεται , ρωγμές κάνουν την εμφάνισή τους στην επιφάνεια του οδοστρώματος και λακκούβες αρχίζουν να δημιουργούνται.

Πριν την δημιουργία των λακκουβών και όταν έχουμε τα πρώτα δείγματα αποκόλλησης των αδρανών υλικών (σχήμα 4.28.α), συνίσταται η επάλειψη με μια αναζωογονητική επάλειψη (Rejuvenation Seal) έτσι ώστε να αποκατασταθεί η προσκόλληση των αδρανών και να επεκταθεί η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.



Σχήμα 4.28.α.



Σχήμα 4.28.β.

Σχήμα 4.28.α. : Σχηματική παράσταση εύθραυστης επιφάνειας χωρίς όμως να έχει ραγίσει κατευθείαν (www.intermountainlurry.com).

Σχήμα 4.28.β. : Δείγμα οδοστρώματος σε καλή κατάσταση (www.intermountainlurry.com).

4.10.2. Που χρησιμοποιείται;

Για τον εμπλουτισμό της επιφάνειας και την ενίσχυση των εξασθενημένων συνδετικών υλικών τα οποία αντικαθιστούν τα μαλτένια , χρησιμοποιείται η αναζωογονητική επάλειψη για την επέκταση της διάρκειας ζωής των οδοστρωμάτων. Προστατεύει τη επιφάνεια του οδοστρώματος από τη γήρανση και την αποκαθιστά από τις ρηγματώσεις τις οποίες ενδέχεται να' χει υποστεί.

4.10.3. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι;

Το πιο κατάλληλο υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναζωογονητικές επαλείψεις είναι το Styraflex ERA™. Το Styraflex ERA™ παρέχει τη δυνατότητα της επακριβής παρασκευής του. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες για τις οποίες προορίζεται , μπορούμε να προγραμματίσουμε τη παρασκευή του υλικού σε αναλογία τέτοια άστε να πετύχουμε τη βέλτιστη διείσδυση στις επιφανειακές ρωγμές. Τα αναζωογονητικά σφραγιστικά υλικά περιέχουν αρωματικά\ναφθενικά πετρέλαια τα οποία μπορεί να προκαλέσουν την ανάδυση της ασφάλτου κατά το καλοκαίρι ή κατά τη διάρκεια βαριάς κυκλοφορίας οχημάτων.

4.10.4. Πως εφαρμόζεται;

Η μέθοδος Rejuvenation Seal ακολουθεί μια διαδικασία η οποία περιλαμβάνει πολλαπλά στάδια εφαρμογής , αφού βέβαια , προετοιμαστεί και καθαριστεί η επιφάνεια κατάλληλα.

Αρχικά το ασφαλτικό γαλάκτωμα ψεκάζεται σε 30 – 60 C^ο ,όταν οι συνθήκες το απαιτούν , τρίβεται πάνω στην επιφάνεια με μια σκούπα για να γεμίσουν οι ρωγμές και να εξασφαλιστεί καλύτερη διείσδυση του ασφαλτικού γαλακτώματος σ' αυτές.

Στη συνέχεια εφαρμόζεται ένα στρώμα από θραυστά αδρανή υλικά , παιπάλης ή λεπτής άμμου , χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αυτοπροωθούμενου διαστολέα λεπτών στρώσεων βαθμονομημένο και ελεγχόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Η τελική λειτουργία είναι η κυλίνδρωση του γαλακτώματος με μερικά περάσματα ενός οδοστρωτήρα , εξοπλισμένο με γομμαρισμένο κύλινδρο. Ο δρόμος εν τέλει παραχωρείται στην κυκλοφορία αφού στεγνώσει το γαλάκτωμα ή μπορεί να δοθεί σχεδόν αμέσως εάν η κίνηση πραγματοποιείται σε χαμηλές ταχύτητες.



Σχήμα 4.29.α. : Ψεκασμός.



Σχήμα 4.29.β. : Διείσδυση.



Σχήμα 4.29.γ. : Τρίψιμο.



Σχήμα 4.29.δ. : Σμίλευση.



Σχήμα 4.29.ε. : Λείανση θραυστών.



Σχήμα 4.29.στ. :Κυλίνδρωση.

Σχήματα 4.29.α. έως και 4.29.στ.: Φαίνονται σχηματικά οι διαδικασίες οι οποίες ακολουθούνται για την εφαρμογή της μεθόδου Rejuvenation Seal (www.intermountainsslurry.com).

4.10.5. Τι κάνει;

Με την μέθοδο αυτή εξασφαλίζουμε την επέκταση ζωής του οδοστρώματος από 2 έως 5 χρόνια. Σφραγίζει ρωγμές και δημιουργεί νέα επιφάνεια οδοστρώματος προς χρήση (σχήμα 4.30.).



Σχήμα 4.30. : Διαφορά που υπάρχει στο οδόστρωμα μεταξύ της επιφάνειας που έχει υποστεί αναζωογονητική σφράγιση και σ' αυτήν που έχει παραμείνει στην παλιά του κατάσταση (www.intermountainsslurry.com).

4.10.6. Πόσο κοστίζει;

Η μέθοδος Rejuvenation Seal είναι ένα λεπτό στρώμα επάλειψης το οποίο είναι οικονομικό , καθώς παρέχει χαμηλότερο κόστος από την επανασφράγιση με την μέθοδο Chip Seal για τον ίδιο σκοπό.

4.11. Μέθοδος prime coat.

4.11.1. Τι είναι η μέθοδος prime coat;

Πολλά οδοστρώματα και κυρίως τα οδοστρώματα χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου , κατασκευάζονται με αμμοχάλικο ή με κοκκώδες υλικό. Οι δρόμοι κατασκευάζονται από αμμοχάλικο με αποτέλεσμα να χρειάζονται συχνά επιδιόρθωση. Εάν το γαλάκτωμα εφαρμόζεται κατευθείαν στο από κοκκώδες υλικό οδόστρωμα , ειδικά το γαλάκτωμα της μεθόδου Chip Seal που περιέχει αδρανή υλικά μεγάλου μεγέθους (25 mm η μεγάλη διάσταση) ή τα γαλακτώματα της μεθόδου Slurry Seal , τότε αποτυγχάνουμε στην ολική επάλειψη του κοκκώδους υλικού του οδοστρώματος με ασφαλτικό γαλάκτωμα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία συγκόλλησης κακής ποιότητας. Με την μέθοδο Prime Coat αποφεύγουμε αυτή την αστοχία. Στο παρελθόν η μέθοδος Prime Coat στηριζόταν σε περικοπές , μεταγενέστερα όμως δημιουργήθηκε το VSS Emultech Emulprime 1000T™ το οποίο στηρίζεται σε ένα ειδικό γαλάκτωμα.

4.11.2. Που χρησιμοποιείται;

Η λειτουργία της μεθόδου Prime Coat είναι η εξής:

1. Να συνδέσει και να σφραγίσει τα υπάρχον χαλαρά αδρανή υλικά του οδοστρώματος.

2. Να δημιουργήσει μια πιο σκληρή και ανθεκτική επιφάνεια οδοστρώματος.
3. Να δημιουργήσει ένα αδιάβροχο στρώμα για να στεγανοποιήσει την βάση του οδοστρώματος.
4. Να γεμίσει και να σφραγίσει τα τυχόν δημιουργημένα επιφανειακά κενά.
5. Να παράσχει την τέλεια συγκόλληση μεταξύ της βάσης του οδοστρώματος και της επόμενης στρώσης



Σχήμα 4.31.α.



Σχήμα 4.31.β.

Σχήματα 4.31.α και 4.31.β. : Το γαλάκτωμα Emulprime 1000T™ έχει την ικανότητα να διεισδύει στα κενά της επιφάνειας του οδοστρώματος (σχήμα 4.31.α.) , σε αντίθεση με τα κοινά γαλακτώματα τα οποία δεν διαθέτουν την ανάλογη διεισδυτικότητα (σχήμα 4.31.β.).

Για να επιτύχουμε την ικανοποιητική εφαρμογή των παραπάνω λειτουργιών θα πρέπει να ελέγξουμε την επιφάνεια με την δοκιμή διείσδυσης. Το επιθυμητό αποτέλεσμα της δοκιμής θα πρέπει να κυμαίνεται σε μια διείσδυση από 1 έως 2 cm. Η δομή του ασφαλικού διαλύματος περιλαμβάνει μικρά και διακριτικά μόρια τα οποία διασκορπίζονται σε νερό μαζί με ασφαλικό γαλάκτωμα. Αυτό το γαλάκτωμα αυξάνει την πίεση της επιφάνειας έτσι ώστε να εμποδίσει την εισχώρηση στα κενά. Η αραίωση του υλικού θα μπορούσε να βοηθήσει αλλά το μέγεθος των μορίων της ασφάλτου και το γαλάκτωμα είναι τα στοιχεία που κρατάνε το μίγμα ενωμένο.

Το Emulprime 1000T™ μπορεί να καταφέρει όσα έχουν αναφερθεί στην προηγούμενη παράγραφο και είναι ικανό να δημιουργήσει μικρά μόρια τα οποία έχουν αρκετή διεισδυτική ικανότητα ώστε να εισχωρήσουν στα επιφανειακά κενά λόγω της χαμηλής πίεσης της επιφάνειας (σχήματα 4.3 και 4.33).



Σχήμα 4.32.



Σχήμα 4.33.

Σχήμα 4.32. : Ψεκασμός της επιφάνειας με το γαλάκτωμα Emulprime 1000T™. Φαίνεται το ολικό ποσοστό διεισδυτικότητας το οποίο έχει (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.33. : Επιφάνεια οδοστρώματος μετά την ολοκλήρωση των εργασιών. Η ποιότητα κατασκευής η οποία έχει επιτευχθεί είναι η μέγιστη (www.intermountainsslurry.com).

4.11.3. Πως εφαρμόζεται;

Η διαδικασία η οποία ακολουθείται για την σωστή εφαρμογή της μεθόδου περιγράφεται με πολλαπλά στάδια λειτουργίας. Αρχικά , το οδόστρωμα πρέπει να καθαριστεί και να βραχεί με νερό για να επιτύχουμε τη άριστη ποιότητα εισχώρησης του γαλακτώματος. Οφείλουμε να προσέξουμε κατά την διαβροχή να μην είναι μεγάλη η ποσότητα νερού την οποία θα χρησιμοποιήσουμε.

Το κυρίως αυτό στρώμα ψεκάζεται με μια ποσότητα νερού που κυμαίνεται από 1,4 έως 2,0 lt/m². Για να ελέγξουμε την διείσδυση του γαλακτώματος στο έδαφος δοκιμάζουμε πρώτα το γαλάκτωμα σε μια πειραματική επιφάνεια εδάφους. Κατά τον ψεκασμό πρέπει να προσέξουμε την θερμοκρασία του γαλακτώματος (σχήμα 4.34). Για πιο σκληρές επιφάνειες συνιστάται η αραίωση με νερό χωρίς όμως να υπερβαίνει το 30% του γαλακτώματος , Ενώ θα πρέπει πάντα να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή να προσθέτουμε νερό στο γαλάκτωμα και όχι γαλάκτωμα στο νερό. Η διαδικασία ψεκασμού απαιτεί ειδικό μηχάνημα εξοπλισμένο με βαθμονομημένο ψεκαστήρα σωστής διαμέτρου.



Σχήμα 4.34. : Ψεκασμός με τη μέθοδο Prime coat με το γαλάκτωμα σε θερμοκρασία 60 C^o σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος(www.intermountainsslurry.com).

Αφού ολοκληρωθεί ο ψεκασμός της επιφάνειας , περιμένουμε έως ότου στεγνώσει το γαλάκτωμα και προσκολληθεί στην επιφάνεια του οδοστρώματος , ενώ η διακίνηση της κυκλοφορίας των οχημάτων επιτρέπεται 24 ώρες μετά το πέρας των εργασιών . Στο ενδεχόμενο στο οποίο θα πρέπει να παραχωρήσουμε άμεσα το δρόμο στη κυκλοφορία τότε επιστρώνουμε την ψεκασμένη επιφάνεια με μια στρώση άμμου ολοκληρώνοντας τις εργασίες την επόμενη μέρα.

4.11.4. Τι κάνει;

Με την εφαρμογή της μεθόδου Prime Coat επιτυγχάνουμε να σφραγίσουμε και να ενώσουμε την επιφάνεια του οδοστρώματος και της επόμενης στρώσης , αποτελώντας έτσι και μια καλή βάση για τις επόμενες στρώσεις.

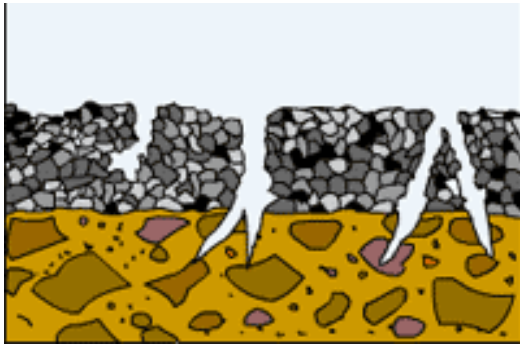
4.11.5. Πόσο κοστίζει;

Η μέθοδος Prime Coat είναι ιδιαίτερα οικονομική με αποτέλεσμα , η χρήση της , να μην επιβαρύνει το οικονομικό σκέλος των εργασιών της συντήρησης ή της εκ νέου κατασκευή μιας οδού.

4.12. Μέθοδος scrub seal.

4.12.1. Τι είναι η μέθοδος scrub seal;

Με την πάροδο του χρόνου τα οδοστρώματα αποκτούν ρωγμές λόγω γήρανσης του ασφαλτοτάπητα (σχήματα 4.35. και 4.36.). Μερικές φορές με την εφαρμογή της μεθόδου Crack Sealing επιτυγχάνουμε την σωστή αποκατάσταση του οδοστρώματος. Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις που στο οδόστρωμα έχουν δημιουργηθεί φθορές υψηλού βαθμού σοβαρότητας , με συνέπεια να χρειάζονται αποτελεσματικότεροι τρόποι αντιμετώπισης. Η μέθοδος Scrub Seal είναι μια διαδικασία κατά την οποία μια μεμβράνη από τροποποιημένο συνδετικό υλικό τρίβεται και πιέζεται στην γερασμένη και γεμάτη ρωγμές επιφάνεια. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής μας δίνει μια πολύ λεπτή και αμμώδη επιφάνεια την οποία την μετατρέπουμε σε λεία εφαρμόζοντας μια από τις μεθόδους Slurry Seal ή Chip Seal.



Σχήμα 4.35. : Σχηματική παράσταση ρωγμών που διαπερνούν το οδόστρωμα (www.intermountainsslurry.com).



Σχήμα 4.36. : Υποψήφιο οδόστρωμα προς εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal (www.intermountainsslurry.com).

4.12.2. Που χρησιμοποιείται;

Η μέθοδος Scrub Seal είναι ιδανική μέθοδος για την αντιμετώπιση φθορών σε γερασμένες και γεμάτες ρωγμές επιφάνειες οδοστρωμάτων. Σε γενικές γραμμές όμως υψηλής ενεργητικότητας ρωγμές δεν μπορούν να αποκατασταθούν με μεθόδους που έχουν να κάνουν με εφαρμογή γαλακτωμάτων. Για την αντιμετώπισή τους προτιμάται η χρήση θερμού ασφαλτομίγματος.

4.12.3. Υπάρχουν διαφορετικά είδη;

Το Styraflex ERA™ είναι το ιδανικότερο ποιοτικά υλικό που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal σε οδοστρώματα με χαμηλής ενεργητικότητας εγκάρσιες ρωγμές λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών (σχήμα 4.37.). Για μεγαλύτερου μήκους ενεργές ρωγμές χρησιμοποιείται το ασφαλτικό διάλυμα AR με βέλτιστα αποτελέσματα κατά την εφαρμογή της μεθόδου.(σχήμα 4.38.). Η διαδικασία εφαρμογής είναι παρόμοια με την εφαρμογή του Styraflex ERA™.



Σχήμα 4.37. : Ρωγμές στην επιφάνεια του οδοστρώματος λόγω γήρανσης. Κατάλληλες για την εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal με το ασφαλτικό διάλυμα Styraflex ERA™.

(www.intermountainsslurry.com).



Σχήμα 4.38. : Ρωγμές στην επιφάνεια του οδοστρώματος λόγω γήρανσης. Κατάλληλες για την εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal με το ασφαλτικό διάλυμα AR.

(www.intermountainsslurry.com).

4.12.4. Πως εφαρμόζεται;

Η μέθοδος ακολουθεί μια πολύπλοκη διαδικασία. Αρχικά ετοιμάζουμε στην επιφάνεια του οδοστρώματος σκουπίζοντάς τη. Στην συνέχεια ψεκάζουμε με το ασφαλτικό διάλυμα (σχήμα 4.39.α) και το απλώνουμε στην επιφάνεια του οδοστρώματος με μια σκούπα τρίβοντάς το σ' αυτήν έτσι ώστε να γεμίσουν οι ρωγμές (σχήματα 4.39.β. και 4.39.γ.). Στη συνέχεια απλώνουμε ένα στρώμα θραυστού υλικού ή άμμου χρησιμοποιώντας ένα τροποποιημένο ειδικά για την περίπτωση αυτοπροωθούμενο ψεκαστήρα. Ο ψεκαστήρας είναι εξοπλισμένος με βαθμονόμετρο και ελέγχεται μέσω Η\Υ.



Σχήμα 4.39.α.



Σχήμα 4.39.β.



Σχήμα 4.39.γ.



Σχήμα 4.39.δ.

Σχήμα 4.39.α. : Εργασίες κατά την εφαρμογή της μεθόδου Scrub Seal με ασφαλτικό διάλυμα Styraflex ERA™ (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.39.β. : Εργασίες τριψίματος με τη σκούπα (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.39.γ. : Εργασίες τριψίματος στο σύνολο της επιφάνειας με συρόμενες από μηχανοκίνητο όχημα σκούπες (www.intermountainsslurry.com).

Σχήμα 4.39.δ. : Εργασίες συμπύκνωσης με οδοστρωτήρα εξοπλισμένο με ελαστικά (www.intermountainsslurry.com).

Η τελική λειτουργία περιλαμβάνει συμπίεση με οδοστρωτήρα εξοπλισμένο με ελαστικά (σχήμα 4.39.δ.). Ο δρόμος δίνεται στη κυκλοφορία αφού σκουπιστεί ή μπορεί να παραχωρηθεί κατευθείαν μετά τι πέρας των εργασιών υπό την προϋπόθεση ότι θα διεξάγεται με μικρές ταχύτητες.

4.12.5. Πόσο κοστίζει;

Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής λαμβάνει μικρότερο κόστος απ' ότι η ανακατασκευή των παλιών οδοστρωμάτων και σε συνδυασμό με την εφαρμογή της μεθόδου Slurry Seal προσφέρει οδοστρώματα με μεγάλη διάρκεια ζωής.

4.13. Μέθοδος seal coating.

4.13.1. Τι είναι η μέθοδος;

Η μέθοδος Seal Coating είναι μια λεπτή ασφαλτική περιποίηση που χρησιμοποιείται για να προστατεύσει την επιφάνεια από τις ακτίνες του ήλιου και την οξείδωση. Αυτό το στρώμα περιέχει ασφαλτικό ή ανθρακικό γαλάκτωμα , άμμο , συνθετικές ίνες και χρωστικές ουσίες. Τα υλικά τα οποία εμπεριέχονται στο στρώμα εξαρτώνται από την εφαρμογή για την οποία προορίζονται αυτά.

4.13.2. Που χρησιμοποιείται;

Οι στρώσεις του τύπου Seal Coat χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν την επιφάνεια από την γήρανση αφού στην ουσία είναι ένα λεπτό στρώμα το οποίο καλύπτει αρκετά κενά στην επιφάνεια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης (σχήμα 4.40) και υπό προϋποθέσεις σε σκεπές.



Σχήμα 4.40. : Εφαρμογή της μεθόδου σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης (www.intermountainsslurry.com).

4.13.3. Υπάρχουν διαφορετικά είδη;

Εφόσον οι στρώσεις τύπου Seal Coat είναι πολύ καλής ποιότητας , τότε χρησιμοποιούνται αντί για ασφαλτομίγματα πολύ χαμηλού ιξώδους μαζί με νερό έτσι ώστε να δημιουργήσουμε μια λεία επιφάνεια. Δεν συνιστάται στην χρήση για την αποκατάσταση φθορών σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας ή σε σημεία του οδοστρώματος τα οποία απαιτούν υψηλό συντελεστή ολίσθησης.

Ασφαλτικά διαλύματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή των στρώσεων Seal Coat αποτελούνται από ασφαλτικό ή ανθρακικό γαλάκτωμα. Το ασφαλτικό γαλάκτωμα είναι σε πρόσμιξη με συνθετικές ίνες , γαλάκτωμα αναζωογόνησης ή τροποποιημένη άσφαλτο. Μπορούμε να συμβουλευτούμε ειδικούς επιστήμονες για τον τύπο του Seal Coat που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση. Τέλος διαφορετικοί τύποι αδρανών υλικών θα δώσουν υψηλής ή χαμηλής πυκνότητας στρώσεων.

4.13.4. Πως εφαρμόζεται;

Η στρώση τύπου Seal Coat εφαρμόζεται με ένα εξειδικευμένο για την περίπτωση μηχάνημα το οποίο ψεκάζει το υλικό πίσω του ενώ την ίδια στιγμή το διαστρώνει σε μια μόνο κίνηση (σχήμα 4.41.). Μπορεί επίσης να απλωθεί με το ίδιο εργαλείο που καθαρίζουμε τα τζάμια μιας και έχει το λάστιχο από τη μια πλευρά και έτσι μπορεί να απλώσει το μίγμα σε όλη την επιφάνεια. Η προετοιμασία της επιφάνειας είναι επίσης πολύ σημαντική μιας και ότι φθορά υπάρχει στο οδόστρωμα , αν δεν αποκατασταθεί θα επανεμφανιστεί στην νέα επιφάνεια σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι πρώτα πρέπει να αποκατασταθούν τα κενά , οι ρωγμές και τα μπαλώματα του οδοστρώματος. Επίσης σημαντικό είναι να αφαιρεθούν τυχόν χόρτα και να καθαριστούν κηλίδες λαδιού που υπάρχουν στο οδόστρωμα έτσι ώστε να εμποδίσουμε μελλοντικές ρωγμές. Οι στρώσεις Seal Coat μπορούν να εφαρμοστούν μετά από την εφαρμογή θερμού ασφαλτομίγματος , την εφαρμογή της μεθόδου Slurry

Seal ή Chip Seal. Η επιφάνεια πρέπει να στεγνώσει πριν την εφαρμογή της στρώσης Seal Coat.



Σχήμα 4.41. : Εργασίες κατά την εφαρμογή της μεθόδου (www.intermountainlurry.com).

4.13.5. Τι κάνει;

Οι στρώσεις τύπου Seal Coat δημιουργούν μια λεία επιφάνεια και ευχάριστη κατά την οδήγηση επιφάνεια οδοστρώματος η οποία είναι ανθεκτική κατά της γήρανσης και προστατεύει το πολύτιμο οδόστρωμα.

4.13.6. Πόσο κοστίζει;

Η εφαρμογή των στρώσεων Seal Coat είναι αρκετά οικονομική.

4.14. Εργασίες Αποκατάστασης:

Οι φθορές που πρέπει να επισημαίνονται κατά τις λεπτομερείς επιθεωρήσεις περιγράφονται στον πίνακα 4.3. Επίσης ο πίνακας 4.3. περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με τα χαρακτηριστικά που πρέπει να καταγράφονται και ενδεικτικά τις απαραίτητες εργασίες συντήρησης.

Οι εργασίες αποκατάστασης των φθορών που περιγράφονται ενδεικτικά στον πίνακα πραγματοποιούνται από ομάδες επέμβασης του φορέα διαχείρισης ή από εργολάβους. Οι εργασίες αυτές είναι εν γένει μικρής έκτασης και αποσκοπούν στην αποκατάσταση φθορών που δεν απαιτούν ιδιαίτερη έρευνα.

Πίνακας 4.3. : Φθορές και μέθοδοι αποκατάστασης που αφορούν στη στοιχειώδη συντήρηση οδοστρώματων.

Φθορές (Τοπικές, έκτασης, απαίτηση έρευνας, που	μικρής χωρίς	Χαρακτηριστικό μέγεθος/ μονάδα μέτρησης	Όρια	Μέθοδος αποκατάστασης (ενδεικτικά)

δε σχετίζονται με εργασίες συντήρησης) κύριας			
Τοπικές διακλαδιζόμενες ρηγματώσεις (αλλιγομορφικές ρηγματώσεις)	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Ανακατασκευή του φθαρμένου τμήματος σε βάθος μίας στρώσης πλέον αυτής που παρουσιάζει τις ρωγμές, (slurry seal).
Απλή ρηγμάτωση (μη αλληλοσυνδεόμενες ρηγματώσεις, εγκάρσιες ή κατά μήκος, ρηγματώσεις μεταξύ ασφαλτικών λωρίδων)	Μήκος / μ.	<50	Σφράγιση ρηγμάτωσης με ασφαλτική μαστίχα ή ελαστομερή άσφαλτο ή σφράγιση με γέμισμα αμμοσφάλτου (ελαστομερή άσφαλτο με πυριτική άμμο , scrub seal).
Ρηγματώσεις στα άκρα του οδοστρώματος	Μήκος / μ.	<50	Αποκατάσταση των άκρων του οδοστρώματος, (rejuvenation seal).
Ρηγματώσεις γύρω από μεταλλικά στοιχεία (πχ καλύμματα φρεατίων, στηθαία ασφαλείας κ.λπ)	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Πλήρωση ρωγμής , (θερμό ασφαλτόμιγμα).
Λακκούβες	Εμβαδόν / τ.μ.	<50	Περιμετρική εκσκαφή σε βάθος μέχρι τη στρώση που τις προκάλεσε και πλήρωση με ασφαλτόμιγμα, (θερμό ασφαλτόμιγμα) .
Τοπικές καθιζήσεις (πχ σε μεταβατικά επιχώματα κ.λπ)	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Συμπλήρωση ασφαλτικών στρώσεων , (slurry seal).
Αστοχίες σε προηγούμενες εργασίες πλήρωσης	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Αποκατάσταση πλήρωσης και επιπεδότητας

(περιμετρικές ρηγματώσεις, διαφορά επιπέδου, απώλεια υλικών, ρηγματώσεις υλικού).			οδοστρώματος , (θερμό ασφαλτόμιγμα).
Ανάδυση ασφάλτου	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Διάστρωση άμμου ή ψηφίδων (chip seal).
Αποκόλληση αδρανών (απώλεια του υλικού από την επιφάνεια του οδοστρώματος)	Εμβαδόν / τ.μ.	<200	Επαναφορά της υφής του οδοστρώματος (σφραγιστική επάλειψη με γαλάκτωμα, διάστρωση καθαρών ψηφίδων και ελαφρά κυλίνδρωση) (chip seal).
Τροχοαυλακώσεις (μόνο για επισήμανση)	-	-	Δεν απαιτείται άμεση επέμβαση αλλά επισήμανση (slurry seal).

4.15. Ασφαλτικά υλικά.

Ως ασφαλτικά υλικά χαρακτηρίζονται η καθαρή άσφαλτος , τα παράγωγα από αυτή ασφαλτικά διαλύματα και ασφαλτικά γαλακτώματα , καθώς και τα κάθε φύσεως αντιυδροφιλα υλικά.

4.15.1. Άσφαλτός

Η άσφαλτος γενικά παράγεται ή από τα προϊόντα του αργού πετρελαίου κατά την κλασματική απόσταξη τους ή προέρχεται από ασφαλτικά προϊόντα που βρίσκονται σε επιφανειακά κοιτάσματα. Ειδικά η άσφαλτος που χρησιμοποιείται στην οδοστρωσία είναι το υπόλειμμα της αποστάξεως του αργού πετρελαίου.

Όταν ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία κατά την απόσταξη, παραμένουν στο υπόλειμμα λιγότερα ή περισσότερα ελαιώδη συστατικά και επομένως η άσφαλτος που προκύπτει είναι σκληρή ή μαλακή αντιστοίχως. Έτσι έχουμε διάφορους τύπους ασφάλτου. Κάθε τύπος χαρακτηρίζεται από το βάθος στο οποίο διεισδύει πρότυπη βελόνα μέσα στη μάζα της ασφάλτου και με πίεση βάρους 100 γρ. το οποίο ενεργεί κάθετα σε χρόνο 5 sec και σε θερμοκρασία 25° C. Η διείσδυση μετράται σε 0,1 mm. Έχουμε τύπους ασφάλτου 20/30 , 40/50 ,

80/100 , 180/200 κ.λπ. Ο τύπος π.χ. 80/100 σημαίνει ότι η βελόνα διεισδύει μέσα στη μάζα της ασφάλτου του τύπου αυτού σε βάθος 80 έως 100 δέκατα του χιλιοστού, δηλαδή 8 έως 10 mm. Τα ελληνικά διυλιστήρια Ασπροπύργου παράγουν δυο τύπους ασφάλτου οδοστρωσίας , τους 80/100 και 180/220. Η άσφαλτος οδοστρωσίας πρέπει να είναι ομοιογενές υλικό και απαλλαγμένο από νερό.

4.15.2 Ασφαλτικά Διαλύματα

Τα ασφαλτικά διαλύματα είναι προϊόντα αναμίξεως συνήθων ασφάλτων οδοστρωσίας με ορισμένους διαλύτες , δηλαδή βενζίνη , φωτιστικό πετρέλαιο ή ακάθαρτο πετρέλαιο. Ο διαλύτης έχει σκοπό να καταστήσει το ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιήσιμο σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν το ασφαλτικό διάλυμα εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, ο διαλύτης εξατμίζεται. Έτσι η άσφαλτος παραμένει ως συνδετικό υλικό των κόκκων των αδρανών. Ανάλογα με την πτητικότητα του διαλύτη , τα ασφαλτικά διαλύματα διακρίνονται σε **ταχείας εξατμίσεως (T.E.)** , **μέσης εξατμίσεως (M.E.)** και **βραδείας εξατμίσεως (B.E.)**.

Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται τα ασφαλτικά διαλύματα μέσης εξατμίσεως (διαλύτης είναι το ασφαλτικό πετρέλαιο με άσφαλτο τύπου 80/100). Κατά κανόνα προτιμάται η χρήση έτοιμων διαλυμάτων. Σε περίπτωση όμως που η προμήθειά τους δεν είναι δυνατή , μπορούν να παρασκευασθούν και στο εργοτάξιο , αρκεί να δοθεί προσοχή για να αποφευχθεί η ανάφλεξη τους. Για το λόγο αυτό πρέπει στο εργοτάξιο να διατίθενται όλα τα αναγκαία μέσα πυρασφάλειας (πυροσβεστήρες αφρού , χώματος , άμμου κ.λπ.).

4.15.3. Τροποποιημένη άσφαλτος

Τροποποιημένη άσφαλτος είναι η άσφαλτος της οποίας οι χαρακτηριστικές ιδιότητες έχουν τροποποιηθεί προς το βέλτιστο με την προσθήκη χημικών ή φυσικών ουσιών. Με τη βελτίωση που επέρχεται στις ιδιότητες της ασφάλτου βελτιώνεται και η αντίστοιχη συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος και κατ' επέκταση η ποιότητα της κατασκευής.

Η αναγκαιότητα της χρήσης των τροποποιημένων ασφάλτων , αρχικά , διαφάνηκε τη δεκαετία του 1970 όταν , λόγω των πολλών πηγών προέλευσης και παραγωγής αργού πετρελαίου , διαπιστώθηκε στην παγκόσμια αγορά μια μεταβλητότητα στις ιδιότητες της ασφάλτου με παράλληλη αισθητή αύξηση της τιμής της , λόγω της ενεργειακής κρίσης. Το πρώτο είχε ως αποτέλεσμα να παρατηρηθούν αρκετές αστοχίες στην κατασκευή των οδοστρωμάτων ενώ το δεύτερο να αυξηθεί το συνολικό κόστος της κατασκευής. Αργότερα παρατηρήθηκαν πρόωρες κακώσεις των οδοστρωμάτων που οφειλόταν στην πρόωρη κόπωση ή την έντονη παραμορφωσιμότητα του ασφαλτομίγματος. Δημιουργήθηκε , συνεπώς , η ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας της ασφάλτου

με σκοπό τη διασφάλιση της ποιοτικής σταθερότητας και τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής.

Τα τελευταία δέκα χρόνια η ραγδαία αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου και του μεγέθους των αξονικών φορτίων, οι υψηλότερες απαιτήσεις του χρήστη για καλύτερη και διαρκή άνεση οδήγησης καθώς και το σημαντικό κόστος που προκαλείται από την αναστάτωση της κυκλοφορίας κατά την διάρκεια των εργασιών συντήρησης των οδοστρωμάτων έκαναν ακόμη πιο επιβεβλημένη την ανάγκη βελτίωσης της ασφάλτου και κατ' επέκταση της κατασκευής.

Η βελτίωση που επιζητείται στο σύνολό της, είναι η μείωση της ευπάθειας της ασφάλτου στις θερμοκρασιακές μεταβολές και παράλληλα η αύξηση του μέτρου δυσκαμψίας της και η ταυτόχρονη βελτίωση της ελαστικότητας και της συγκολλητικής ικανότητας. Με άλλα λόγια η ασφαλτος θα έπρεπε να μη μαλακώνει τόσο πολύ στις υψηλές θερμοκρασίες, και να προσφύεται καλύτερα στα αδρανή. Η χημική βιομηχανία ανταποκρίθηκε στα παραπάνω αιτήματα και παρουσίασε ένα μεγάλο αριθμό χημικών προσθέτων (τροποποιητών) που το καθένα ικανοποιεί περισσότερο ή λιγότερο ορισμένες ή όλες τις παραπάνω απαιτήσεις.

4.15.4. Χρήση και ρόλος της τροποποιημένης ασφάλτου.

Η τροποποιημένη ασφαλτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα των ασφαλικών εργασιών, δηλαδή για την παραγωγή ασφαλομιγμάτων (θερμών ή ψυχρών), για ασφαλικές επαλείψεις, για στεγάνωση και υγρομόνωση επιφανειών κ.λπ.

Ο ρόλος της τροποποιημένης ασφάλτου στην οδοποιία σήμερα είναι τετραπλός.

1. Να αυξήσει την αντοχή του ασφαλομίγματος στην παραμένουσα παραμόρφωση σε υψηλές θερμοκρασίες,
2. Να βελτιώσει την ελαστική συμπεριφορά του ασφαλομίγματος,
3. Να αυξήσει το μέτρο δυσκαμψίας,
4. Να αυξήσει την πρόσφυση μεταξύ ασφάλτου και αδρανών.

Οι ρόλοι αυτοί της ασφάλτου βρίσκουν εφαρμογή σε όλο το φάσμα των θερμοκρασιών κατασκευής και λειτουργίας του έργου χωρίς να επηρεάσει αλλά αντιθέτως να βελτιώσει και εάν είναι δυνατόν και τις άλλες ιδιότητες αυτού όπως η εργασιμότητα, μείωση της οξειδωσης κ.λπ. ρόλος πολύπλοκος και δύσκολος. με αποτέλεσμα ορισμένοι μόνο τροποποιητές να είναι σε θέση να τον εκπληρώσουν πλήρως.

Η αύξηση της αντοχής του ασφαλομίγματος σε παραμένουσα παραμόρφωση επιλύει το πρόβλημα της πρόωρης παραμορφωσιμότητας των ασφαλικών ταπήτων που παρατηρείται σε περιοχές με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και υψηλές θερμοκρασίες.

Η βελτίωση της ελαστικής συμπεριφοράς του ασφαλομίγματος σε παραμένουσα παραμόρφωση καθώς και της εφελκυστικής αντοχής αυτού έχει

ως αποτέλεσμα να μπορεί να παραλάβει μεγαλύτερες (εφελκυστικές) τάσεις. Συνέπεια αυτού είναι να αποφεύγεται η πρόωρη ρηγμάτωση των ασφαλικών στρώσεων. Το φαινόμενο της ρηγμάτωσης παρατηρείται κυρίως σε περιοχές με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο και χαμηλές θερμοκρασίες ή σε περιπτώσεις υποδιαστασιολόγησης των στρώσεων του οδοστρώματος.

Η αύξηση του μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος βελτιώνει την ικανότητα της στρώσης για κατανομή και μεταβίβαση του φορτίου στις υποκείμενες στρώσεις και στο έδαφος με αποτέλεσμα να αυξάνει η κατασκευαστική αντοχή του οδοστρώματος και κατ' επέκταση η διάρκεια ζωής αυτού. Εναλλακτικά, το προηγούμενο θα μπορούσε να εκληφθεί και ως δυνατότητα μείωσης του πάχους του οδοστρώματος για την ίδια διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.

Τέλος, η βελτίωση της πρόσφυσης ασφάλτου και αδρανών σε συνδυασμό με τις άλλες μεταβολές επηρεάζει άμεσα τις εργασίες, οι οποίες έχουν ως βασικό παράγοντα τη συγκόλληση των αδρανών με την επιφάνεια του οδοστρώματος. Τέτοιες εργασίες είναι οι ασφαλικές επαλείψεις ασφαλικών στρώσεων, οι τάπητες κυκλοφορίας ανοικτού τύπου (πορώδεις τάπητες) και οι αντιολισθηροί λεπτοτάπητες. Στις περιπτώσεις αυτές με τη χρήση τροποποιημένης ασφάλτου μειώνεται ή εξαλείφεται το φαινόμενο αποκόλλησης αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος με αποτέλεσμα οι εργασίες αυτές να είναι λειτουργικές για μεγάλο χρονικό διάστημα με τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Οι τροποποιημένες άσφαλτοι χαρακτηρίζονται από το σχετικά υψηλό κόστος παραγωγής και διάθεσης. Αυτό δε θα πρέπει να είναι αποτρεπτικός παράγοντας διότι δε θα πρέπει να συγκρίνεται αποσπασματικά το κόστος αυτών με την άσφαλτο αλλά το συνολικό κόστος του οδοστρώματος (κόστος κατασκευής και κόστος μελλοντικών συντηρήσεων) ανηγμένο σε ετήσιο κόστος κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική διάρκεια ζωής του οδοστρώματος. Η τροποποιημένη άσφαλτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως προαναφέρθηκε, σε όλα τα ασφαλτομίγματα ή ασφαλικές εργασίες. Πλην όμως για τη βελτιστοποίηση του κόστους \ οφέλους είναι καλύτερα να χρησιμοποιείται σε περιοχές όπου απαιτείται υψηλή αντοχή του ασφαλτομίγματος σε κόπωση και παραμόρφωση (αυτοκινητόδρομοι, αεροδρόμια, καταστρώματα γεφυρών κ.λπ.) ή με μίγματα που συντίθεται από υψηλής ποιότητας \ κόστους σκληρά αδρανή (πορώδους σύνθεσης, αντιολισθηροί λεπτοτάπητες) ή ασφαλικές επαλείψεις με υψηλής ποιότητας \ κόστους σκληρά αδρανή.

Τα προσθετικά ασφάλτου, ή τροποποιητές ή βελτιωτικά ασφάλτου που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται σήμερα μπορούν να ταξινομηθούν σε οκτώ κατηγορίες όπως φαίνεται στον πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4. : Ταξινόμηση προσθετικών – βελτιωτικών ασφάλτου , τυπικά προσθετικά και βελτιώσεις που επέρχονται.

Είδος προσθετικού	Τυπικά προσθετικά	Κύριες βελτιώσεις που επέρχονται
Ελαστομερή (πολυμερή)	Συμπολυμερές στυρενίου – βουταδιενίου – στυρενίου (SBS), Ελαστικό στυρενίου – βουταδιενίου (SBR), Φυσικό ελαστικό (Latex).	(1) , (2) , (3) , (4) , (8) , (9) , (10) , (11).
Θερμοπλαστικά (πολυμερή)	Συμπολυμερή αιθυλενίου – οξικού , βινυλεστέρα (EVA), Πολυαιθυλένιο, Πολυπροπυλένιο.	(2) , (3) , (4) , (8) , (9) , (10).
Θερμοσκληρυνόμενα (πολυμερή)	Ρητίνες: εποξειδική ρητίνη , ρητινούχοι εστέρες , ακριλικές ρητίνες	(1) , (2) , (3) , (4) , (6) , (8) , (9) , (10).
Φυσικές ή τεχνητές ίνες	Κυταρρινικές , Ορυκτές , Πλαστικές , Σιδήρου , Ζωικές.	(7) , (9) , (11).
Οξειδωτικά	Άλας μαγγανίου , Άλας μαγνησίου.	(2) , (5) , (6) , (7) , (9) , (12).
Φυσικά ή Χημικά υλικά (παιπάλη)	Θείο , Τσιμέντο . Υδράσβεστος.	(6) , (8) , (9).
Αναγωγικά	Άνθρακας , φθοριούχα άλατα.	(5) , (7).
Υδρογονάνθρακες	Ανακυκλωμένα και αναζωογονημένα έλαια.	(5) , (12).

Βελτιώσεις στην ασφάλτο:

- (1): Βελτίωση της ελαστικότητας.
- (2): Μικρότερη θερμοκρασιακή ευαισθησία.
- (3): Βελτίωση συνθετικής ικανότητας.
- (4): Επιβράδυνση της γήρανσης.
- (5): Μείωση ιξώδους.
- (6): Σκλήρυνση ασφάλτου.
- (7): Αναζωογόνηση ασφάλτου.

Βελτιώσεις στο ασφαλτόμιγμα:

- (8): Βελτίωση της δυσκαμψίας.
- (9): Καλύτερη αντοχή σε παραμόρφωση.
- (10): Βελτίωση της συνοχής του μίγματος.
- (11): Καλύτερη αντίσταση σε ρηγμάτωση.
- (12): Βελτίωση της εργασιμότητας.

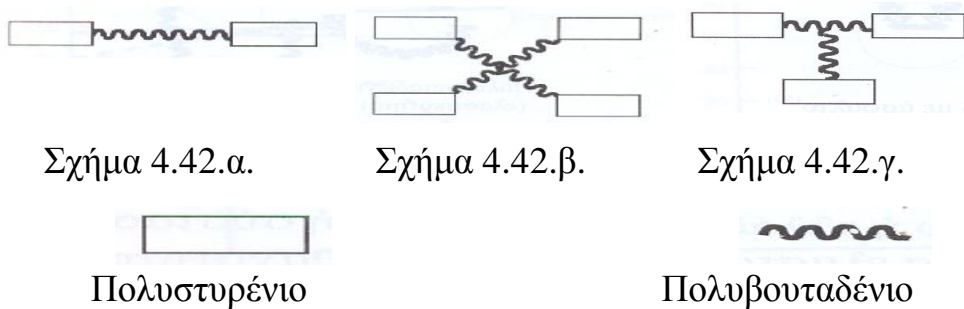
4.15.5. Τροποποίηση ασφάλτου με ελαστομερή.

Η τροποποίηση της ασφάλτου με ελαστομερή είναι σήμερα πλέον διαδεδομένη για την παραγωγή τροποποιημένης ασφάλτου οδοστρωσίας. Η άσφαλτος που παράγεται ονομάζεται πολλές φορές και ελαστομερής άσφαλτος.

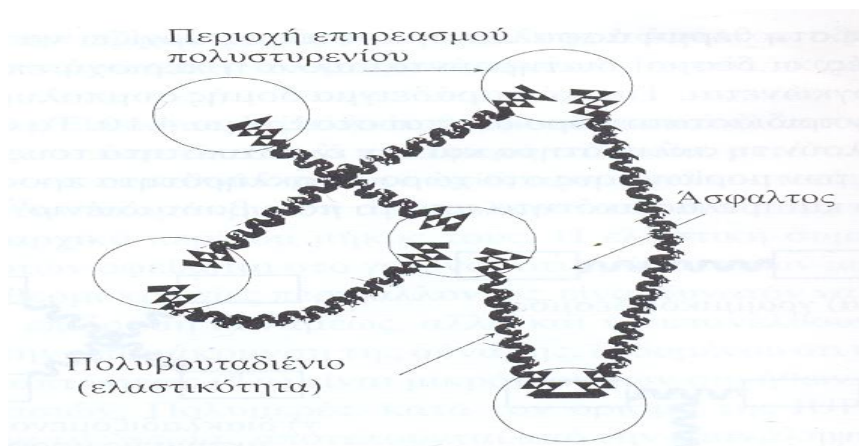
Ελαστομερή (elastomer) ή αλλιώς θερμοπλαστικά ελαστομερή (thermoplastic elastomer) είναι ελαστικά πολυμερή τα οποία , μετά το βουλκανισμό τους , μπορούν να εκταθούν με την επίδραση εφελκυστικής δύναμης και κατόπιν , την απομάκρυνση της εφελκυστικής δύναμης , να επανέλθουν γρήγορα στο αρχικό περίπου μήκος τους. Η ελαστική συμπεριφορά των πολυμερών αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι τμήματα των μακρομοριακών αλυσίδων , σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος , είναι δυνατόν να μετακινηθούν κάτω από την επίδραση δυνάμεως , αλλά και να επανέλθουν στην αρχική τους θέση μετά την απομάκρυνση της δύναμης , δεδομένου ότι η θερμοκρασία υαλώδους μεταπτώσεως (T_g) είναι μικρότερη των συνηθών περιβαλλοντικών θερμοκρασιών. Πολυμερές κατά τον ορισμό της IUPAC , είναι μια ουσία τα μόρια της οποίας αποτελούνται από την επανάληψη ενός ή περισσοτέρων ειδών ατόμων ή ομάδων ατόμων που καλούνται δομικές μονάδες και είναι μεταξύ τους ενωμένες με ομοιοπολικό δεσμό , σε ένα επαρκή αριθμό , για να παρουσιάζει αυτή ένα σύνολο ιδιοτήτων , το οποίο παραμένει πρακτικώς αμετάβλητο με την προσθήκη ή αφαίρεση μιας ή περισσοτέρων δομικών μονάδων.

Η κατηγορία των ελαστομερών περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων όπως: φυσικό ελαστικό (NR = natural rubber) , ελαστικό στυρενίου – βουταδιενίου (SBR = styrene – butadiene rubber) , συμπολυμερές στυρενίου – βουταδιενίου - στυρενίου (SBS = styrene – butadiene – styrene co – polymer) γνωστό και ως θερμοπλαστικό ελαστικό (thermoplastic rubber) , συμπολυμερές στυρενίου – ισοπρενίου – στυρενίου (SIS = styrene – isoprene – styrene polymer) , ελαστικό πολυουρεθάνης (polyurethane rubber) , συμπολυμερές πολυαιθέρα – πολυεστέρα (polyther – polyster copolymer) , συμπολυμερή ολεφινών (olefinic copolymers) , ελαστικό αιθυλενίου προπυλενίου (EPR = ethylene propylene rubber) κ.α. Από τα προαναφερθέντα ελαστομερή αυτά που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα για την παραγωγή ελαστομερούς ασφάλτου είναι το συμπολυμερές SBS , το ελαστομερές SBR και το φυσικό ελαστικό (NR) επίσης γνωστό ως Latex.στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην κατηγορία αυτή εμμέσως κατατάσσονται και τα τριμμένα παλιά ελαστικά.

Τα ελαστομερή κατά το βουλκανισμό τους παράγουν γραμμικούς ή/και διακλαδισμένους δεσμούς ακτινικής μορφής ή μορφής «T», όπως φαίνεται στα σχήματα 4.42.α. έως 4.42.γ. Κατά την ενσωμάτωση και διασπορά του ελαστομερούς στη θερμή άσφαλτο, η άσφαλτος αρχίζει να εισχωρεί μέσα στο πολυμερές, οι δεσμοί διατηρούνται αλλά η περιοχή επηρεασμού του στυρενίου διογκώνεται. Τυπικό παράδειγμα δομής συμπολυμερούς SBS σε άσφαλτο στον τρισδιάστατο χώρο δίνεται στο σχήμα 4.43. Τα θερμοπλαστικά ελαστικά αντλούν τη σκληρότητα και την ελαστικότητα τους από την φυσική διασταύρωση των μορίων τους στο χώρο. Η σκληρότητα προσδίδεται από το πολυστυρένιο και η ελαστικότητα από το πολυβουταδιένιο



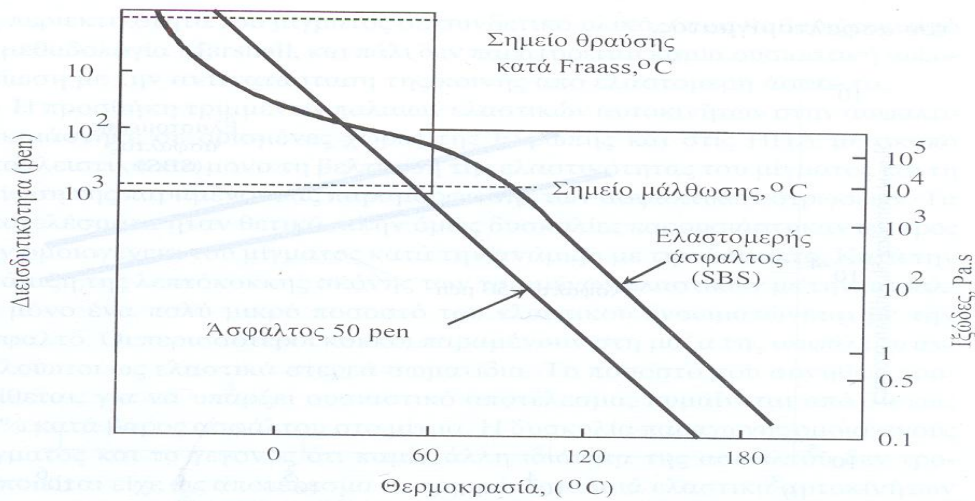
Σχήματα 4.42.α έως 4.42.γ. : Δεσμοί ελαστομερών (Αθ. Φ. Νικολαΐδης 2002).



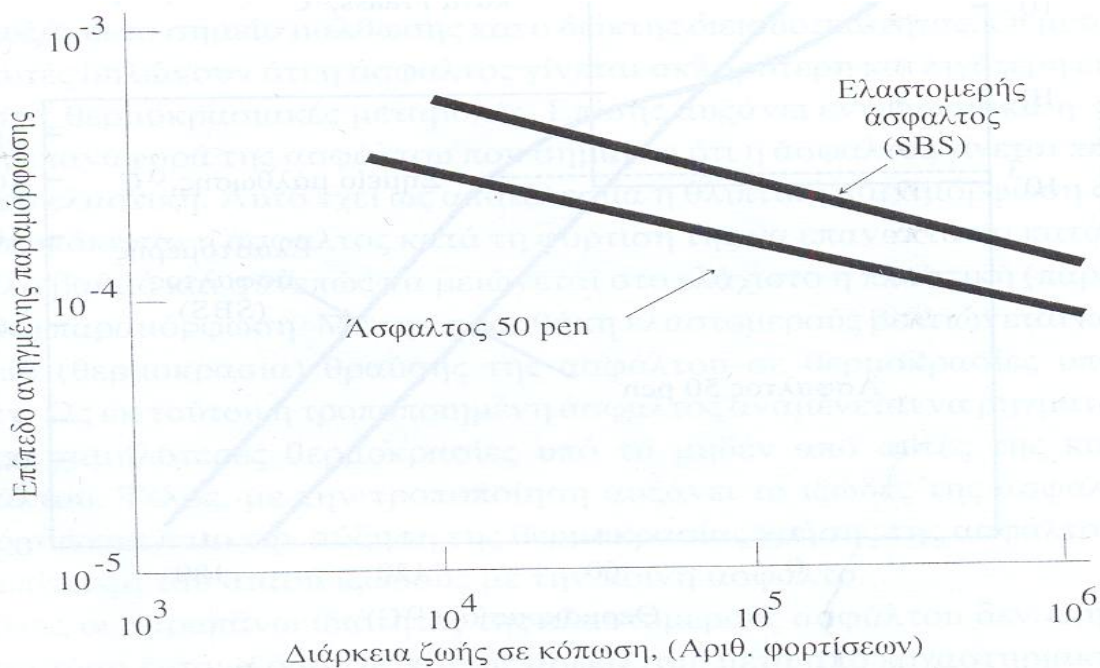
Σχήμα 4.43. : Δομή συμπολυμερούς SBS με άσφαλτο (Αθ. Φ. Νικολαΐδης 2002).

Για την παραγωγή ομογενούς και σταθερής τροποποιημένης ασφάλτου απαιτείται συμβατότητα των πολυμερών με την προς τροποποίηση άσφαλτο. Η χημική σύνθεση της ασφάλτου είναι καθοριστικής σημασίας. Οι κύριοι παράγοντες από τη χημική σύσταση της ασφάλτου που επηρεάζουν τη συμβατότητα, για δεδομένο ελαστομερές, είναι η περιεκτικότητα αυτής σε ασφαλτένια και μαλτένια (από τα μαλτένια, κυρίως οι αρωματικές ενώσεις). Κατά κανόνα σε άσφαλτο με πολύ μεγάλη περιεκτικότητα σε αρωματικές ενώσεις, μετά την προσθήκη ελαστομερούς, αναμένεται διαχωρισμός των

φάσεων (ασφάλτου και ελαστομερούς). Η ασφαλτος στην περίπτωση αυτή δεν είναι συμβατή και η τροποποίηση δεν είναι σταθερή.



Σχήμα 4.44. : Χαρακτηριστική καμπύλη ελαστομερούς ασφάλτου σε σχέση με τη χαρακτηριστική ευθεία κοινής ασφάλτου κατά τη δοκιμή διείσδυσης σε 40\50 pen. (Αθ. Φ. Νικολαΐδης 2002).



Σχήμα 4.45. : Ευθείες κόπωσης ελαστομερούς και κοινής ασφάλτου (Αθ. Φ. Νικολαΐδης 2002).

Επίσης δεν υπάρχει καλή συμβατότητα όταν οι αρωματικές ενώσεις είναι σε μεγάλο ποσοστό ή τα ασφαλτένια είναι σε πολύ μικρό ποσοστό. Ο έλεγχος της συμβατότητας με βάση τις παραπάνω παραμέτρους είναι μια πολύπλοκη διαδικασία της χημικής βιομηχανίας που πρέπει να γίνεται κάθε φορά που αλλάζει η πηγή προέλευσης της ασφάλτου ή αλλάζει αισθητά η χημική σύσταση

της ασφάλτου. Το πλεονέκτημα με τα ελαστομερή είναι ότι η πιθανότητα συμβατότητας με τις ασφάλτους οδοστρώσεως είναι πολύ μεγάλη.

Η συμβατότητα του συστήματος ασφάλτου και ελαστομερούς μπορεί να διαπιστωθεί επί του τελικού προϊόντος – την τροποποιημένη ασφαλτο – με τη βοήθεια ισχυρού μικροσκοπίου. Ένα συμβατό σύστημα θα φαίνεται σαν μία ομογενής και συνεχής «σφουγγαροειδής» δομή ενώ ένα μη συμβατό σύστημα θα φαίνεται σαν μια μη-συνεχής δομή με χονδρούς κόκκους.

Στο σχήμα 4.44. διαπιστώνουμε από την χαρακτηριστική καμπύλη ότι σε υψηλές θερμοκρασίες οδοστρώματος 50 – 60 °C η τροποποιημένη ασφαλτος είναι πιο σκληρή από την κοινή ασφαλτο τύπου 50 pen (καμπύλη πάνω από την ευθεία) και συνεπώς έχει μεγαλύτερη αντίσταση σε παραμόρφωση. Από το σχήμα 4.45. διαπιστώνουμε την θετική επίδραση της ελαστομερούς ασφάλτου δεδομένου ότι για το ίδιο μέγεθος αναπτυσσόμενης εφελκυστικής ανηγμένης παραμόρφωσης απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός επαναλαμβανόμενων φορτίσεων , δηλαδή αξονικών φορτίων , μέχρι να επέλθει κόπωση (ρηγμάτωση).

4.15.6. Ασφαλτικά Γαλακτώματα

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα αποτελούνται από ασφαλτο και νερό. Για να παρασκευάσουμε το ασφαλτικό γαλάκτωμα θερμαίνουμε το ασφαλτικό υλικό μέχρι να υγροποιηθεί (130° C ως 140° C) και στη συνέχεια το αναμιγνύουμε με ζεστό νερό (60° C ως 70° C) , μετά αναταράσσουμε με δύναμη το μείγμα. Το ασφαλτικό υλικό αποτελείται από λεπτά σταγονίδια και γι' αυτό επιτυγχάνεται ομοιογενές υλικό. Τα σταγονίδια όμως αυτά έχουν την τάση να ενώνονται μεταξύ τους και να διασπών το γαλάκτωμα. Γι' αυτό είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ορισμένης ουσίας για να αποκτήσει το γαλάκτωμα μεγαλύτερη σταθερότητα. Η ουσία αυτή καλείται παράγοντας γαλακτώματος και είναι συνήθως καυστική σόδα , νιτρικό οξύ , υδροχλωρικό οξύ κ.λπ. Ο παράγοντας γαλακτώσεως σχηματίζει προστατευτικό υμένα γύρω από τα σταγονίδια της ασφάλτου και το φορτίζει ηλεκτρικά ομόσημα , ώστε να απωθούνται αμοιβαίως.

Όταν το γαλάκτωμα έρθει σε επαφή με τα αδρανή του οδοστρώματος , το νερό απορροφάται ή εξατμίζεται και τα σταγονίδια της ασφάλτου αφού συνενωθούν , δημιουργούν την απαιτούμενη συγκολλητική ύλη των αδρανών υλικών. Τα ασφαλτικά γαλακτώματα παρουσιάζουν τα εξής βασικά πλεονεκτήματα:

1. Δεν φλέγονται
2. Στην συνηθισμένη θερμοκρασία είναι ρευστά και επομένως εύχρηστα.
3. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με υγρά αδρανή υλικά.

Τα γαλακτώματα διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες , τα **αλκαλικά** (ανιονικά) και τα **όξινα** (κατιονικά) , ανάλογα με το αν τα σταγονίδια της

ασφάλτου είναι φορτισμένα με αρνητικό ή θετικό αντίστοιχα ηλεκτρισμό. Αυτό βέβαια εξαρτάται από τον παράγοντα γαλακτώσεως που χρησιμοποιείται. Για την παραγωγή αλκαλικών γαλακτωμάτων χρησιμοποιούμε ως παράγοντα γαλακτώσεως καυστική σόδα , ενώ για την παραγωγή όξινων γαλακτωμάτων χρησιμοποιούμε το νιτρικό ή το υδροχλωρικό οξύ. Η σπουδαιότερη διαφορά μεταξύ τους είναι η διαφορετική πρόσφυση που παρουσιάζουν στα διάφορα πετρώματα.

Έτσι τα αλκαλικά λόγω της αρνητικής φορτίσεως των σταγονιδίων της ασφάλτου παρουσιάζουν μεγαλύτερη πρόσφυση στα ασβεστολιθικά αδρανή , τα οποία όταν είναι υγρά έχουν αρνητική φόρτιση. Όμοια τα όξινα γαλακτώματα λόγω της θετικής φορτίσεως των σταγονιδίων προσφύονται καλύτερα πάνω στα ετερόνυμα προς αυτά φορτισμένα πετρώματα , δηλαδή στα πυριτικά ή τα χαλαζιακά.

Τα όξινα όμως γαλακτώματα παρουσιάζουν επιπροσθέτως τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Προσφύονται και σε πετρώματα (ασβεστολιθικά υδρόφιλα υλικά) που είναι ομώνυμα φορτισμένα με αυτά.
2. Παρουσιάζουν μεγάλη πρόσφυση ακόμη και σε μεγάλο ποσοστό υγρασίας.
3. Αντέχουν περισσότερο στο ψύχος και στην αποθήκευση.
4. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικτά πετρώματα.
5. Χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση των εδαφών.

Αν διαταράξουμε την ισορροπία ενός γαλακτώματος πέρα από ένα ορισμένο όριο , τότε συσσωματώνονται τα σωματίδια της ασφάλτου και διαχωρίζεται η ασφαλτος από το νερό. Το φαινόμενο αυτό καλείται διάσπαση του γαλακτώματος.

Η διάσπαση του γαλακτώματος συμβαίνει ακόμη:

1. Όταν εξατμισθεί και απορροφηθεί το νερό του γαλακτώματος.
2. Όταν επιδράσει ηλεκτρολύτης.
3. Όταν ψύξουμε το γαλάκτωμα σε θερμοκρασία μικρότερη από τη πήξη του νερού.
4. Αν αναμίξουμε δυο αντίθετα φορτισμένα γαλακτώματα.

Τα αλκαλικά γαλακτώματα διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Ταχείας διασπάσεως (τύποι: ΑΕ – 1 , ΑΕ – 2).
2. Μέσης ταχύτητας διασπάσεως (τύποι: ΑΕ – 3 , ΑΕ – 4).
3. Βραδείας διασπάσεως (τύπος: ΑΕ – 5)

Τα όξινα γαλακτώματα διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

1. Ταχείας διασπάσεως (τύποι: ΚΕ – 1 , ΚΕ – 2).
2. Μέσης ταχύτητας διασπάσεως (τύποι: ΚΕ – 3 , ΚΕ – 4 , ΚΕ - 5).

Βελτίωση της προσφύσεως με αντιυδρόφιλα υλικά γίνεται στα εξής ασφαλτικά συνδετικά:

1. Σε διάφορους τύπους καθαρής ασφάλτου.
2. Σε ασφαλτικά διαλύματα εκτός αν αυτά χρησιμοποιούνται για ασφατικές επαλείψεις, όπου το μεγάλο ποσοστό διαλύτη δεν επιτρέπει την καλή πρόσφυση.

Η τυχόν υδροφιλία που εμφανίζεται στα ασφαλτικά γαλακτώματα αντιμετωπίζεται όχι με την προσθήκη αντυδρόφιλου υλικού , αλλά με τη χρησιμοποίηση άλλου κατάλληλου ασφαλτικού γαλακτώματος όξινου ή αλκαλικού.

4.15.7. Αντυδρόφιλα υλικά

Τα κατάλληλα ασφαλτικά υλικά πρέπει να προσφύονται καλά πάνω στα αδρανή. Από το βαθμό προσφύσεως τους εξαρτάται η επιτυχία ή η αποτυχία των ασφαλτικών εργασιών. Επομένως το ασφαλτικό και το αδρανές υλικό που προορίζονται για την κατασκευή ενός οδοστρώματος υπόκεινται στη δοκιμή προσφύσεως.

Σύμφωνα με τη δοκιμή αυτή , κάτω από ορισμένες συνθήκες , το αδρανές επικαλύπτεται με ασφαλτικό υλικό συνδετικό (καθαρή άσφαλτος ή ασφαλτικό διάλυμα) και ακολούθως εμβαπτίζεται μέσα σε νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα. Στο τέλος της περιόδου εμβαπτίσεως εκτιμάται με το μάτι η επικαλυμμένη με ασφαλτικό επιφάνεια του αδρανούς , η οποία παραμένει. Αν η επικάλυψη που παρατηρήθηκε είναι μεγαλύτερη από 95% , λέμε ότι το υλικό δεν παρουσιάζει υδροφιλία και επομένως δεν απαιτείται βελτίωση της προσφύσεως. Στην αντίθετη περίπτωση , δηλαδή αν η επικάλυψη είναι κάτω από 95% , η πρόσφυση δεν είναι ικανοποιητική.

Για να αυξηθεί ο βαθμός προσφύσεως , χρησιμοποιούνται χημικά παρασκευάσματα , τα οποία ονομάζονται αντυδρόφιλα υλικά ή βελτιωτικά προσφύσεως. Τα αντυδρόφιλα υλικά είναι ουσιαστικά παράγοντες γαλακτώσεως τα οποία όταν επιδρούν έχουν σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση του νερού από την επιφάνεια των αδρανών και επομένως την αύξηση της προσφύσεως του ασφαλτικού υλικού πάνω σ' αυτά. Προστίθενται στο ασφαλτικό που είναι για χρήση και που έχει ρευστοποιηθεί σε ποσοστό από 0,50% έως 1,50% κατά βάρος και αναμιγνύονται καλά για να σχηματισθεί το ομοιογενές μείγμα. Το ποσοστό που απαιτείται καθορίζεται με δοκιμές. Η προμήθεια του κατάλληλου αντυδρόφιλου υλικού γίνεται από το εμπόριο. Γενικά στο εμπόριο υπάρχουν πολλά αντυδρόφιλα παρασκευάσματα με διαφορετικό όνομα και διαφορετική δραστηριότητα το κάθε ένα.

5. ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑ.

5.1. Το πρόβλημα της ολισθηρότητας των ελληνικών δρόμων.

Χρειάζεται να γίνει κατανοητό ότι η χρήση ασβεστολιθικών πετρωμάτων και ο τύπος του ασφαλτομίγματος που χρησιμοποιείται (ασφαλικό σκυρόδεμα) , είναι η κατάλληλη συνταγή για δημιουργία ολισθηρής επιφάνειας μέσα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα από την κατασκευή , κατά τον Αθ. Φ. Νικολαΐδη μέσα σε 6 μήνες. Η λύση του προβλήματος της ολισθηρότητας των ελληνικών δρόμων είναι απλούστατη και για νέες κατασκευές συνίσταται πρώτον , στην χρήση αποκλειστικά και μόνον σκληρών αδρανών (μη ασβεστολιθικών) για την κατασκευή της επιφανειακής στρώσης και δεύτερον , στην εναλλαγή του τύπου του ασφαλτομίγματος , που χρησιμοποιείται ως επιφανειακή στρώση. Για τα ήδη υφιστάμενα οδοστρώματα που σχεδόν όλα σε όλη την επικράτεια , έχουν χαμηλότατο συντελεστή αντιστάθισης , κατώτερο από οποιαδήποτε χώρα , η λύση είναι μία και μοναδική. Να εφαρμοσθεί άμεσα μία από τις ενδεδειγμένες μεθόδους κατασκευής αντισθηρών λεπτοταπήτων.

Για όλα τα παραπάνω απαιτείται ουσιαστική και άμεση παρέμβαση του κράτους. Η παρέμβαση του κράτους συνίσταται κυρίως στη διευκόλυνση ταχύτατης ίδρυσης και λειτουργίας λατομείων παραγωγής σκληρών αδρανών , αλλά και στην αυστηρή επιβολή χρήσης των προτεινόμενων οδηγιών που το ίδιο έχει εκδώσει για την αντιμετώπιση της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων. Παράλληλα , πρέπει να προχωρήσει στην ριζική αναθεώρηση των προδιαγραφών , αρχής γενομένης από τα ασφαλικά μίγματα.

Η ίδρυση λατομείων παραγωγής σκληρών αδρανών εμποδίζεται όχι από το ότι δεν υπάρχουν σκληρά πετρώματα στην Ελλάδα αλλά από το γεγονός ότι τα πετρώματα βρίσκονται εκτός λατομικών περιοχών. Ο χαρακτηρισμός μιας περιοχής ως λατομικής , βάσει της υπάρχουσας νομοθεσίας , είναι μια χρονοβόρα και απροσδιορίστου εκβάσεως διαδικασία. Στο σημείο ακριβώς αυτό χρειάζεται η άμεση παρέμβαση του κράτους , δηλαδή στο να χαρακτηρίσει γρήγορα , και μακριά από κάθε σκοπιμότητα , όλες τις γνωστές περιοχές με σκληρά πετρώματα , οι οποίες πληρούν τις προϋποθέσεις ως λατομικές.

Σήμερα , τα δυο ή τρία λατομεία που παράγουν σκληρά αδρανή δεν είναι σε θέση να καλύψουν τις τεράστιες απαιτήσεις. Παράλληλα , το κόστος πώλησης είναι τουλάχιστον διπλάσιο από το κόστος πώλησης σκληρών αδρανών στην Ευρώπη , παρόλο που τα εργατικά είναι φθηνότερα στην Ελλάδα. Εάν προστεθεί και το κόστος μεταφοράς των αδρανών , η κατασκευή ταπήτων με σκληρά αδρανή γίνεται δαπανηρότερη για το κράτος , σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες ακόμη και αυτών που δε διαθέτουν καθόλου σκληρά πετρώματα.

Η επιβολή υποχρεωτικής χρήσης των ενδεδειγμένων μεθόδων κατασκευής αντισθηρών ταπήτων δεν χρειάζεται απόδειξη περί την αποτελεσματικότητα της , αλλά απλή νομοθετική ρύθμιση. Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων έχει

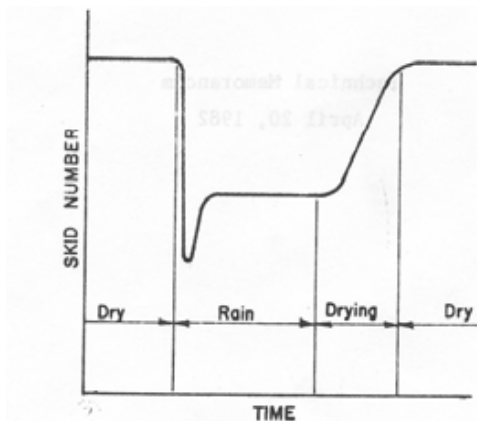
αποδειχθεί εδώ και πολλά χρόνια στο εξωτερικό , αλλά και για ορισμένες από αυτές και στην Ελλάδα. Δε μένει παρά να επιβληθεί η χρήση τους , αφού ταυτόχρονα ρυθμιστεί και το τεράστιο και αδικαιολόγητο πρόβλημα μη ύπαρξης και διάθεσης επαρκών ποσοτήτων σκληρών αδρανών.

5.2.Παράγοντες μεταβολής της αντίστασης της ολισθηρότητας του οδοστρώματος.

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά την ολισθηρότητα των οδοστρωμάτων είναι:

1. Η ποσότητα ύδατος η οποία υπάρχει στο οδόστρωμα.
2. Οι κακοτεχνίες που μπορεί να έγιναν κατά την κατασκευή του οδοστρώματος.
3. Η κακή συντήρηση του οδοστρώματος μετά την κατασκευή του.

Μετά από μία ισχυρή βροχόπτωση υπάρχει μεγάλη μείωση της αντίστασης του οδοστρώματος σε ολισθηρότητα. Αυτό συμβαίνει λόγω του γεγονότος ότι το νερό λειτουργεί ανασταλτικά στην ανάπτυξη ισχυρών δυνάμεων συνάφειας μεταξύ του ελαστικού και της επιφάνειας του οδοστρώματος. Στο σχήμα 5.1 φαίνεται η αντίσταση του οδοστρώματος σε ολισθηρότητα , σε περίπτωση φρεναρίσματος , σε βρεγμένο , στεγνό και ημί-βρεγμένο οδόστρωμα.



Σχήμα 5.1. : αντίσταση του οδοστρώματος σε ολισθηρότητα , σε περίπτωση φρεναρίσματος , σε βρεγμένο , στεγνό και ημί-βρεγμένο οδόστρωμα (www.intermountain-slurry.com).

Οι κακοτεχνίες που ενδέχεται να υπάρχουν στο οδόστρωμα δημιουργούν σημαντικό πρόβλημα στην ασφαλή κυκλοφορία των οχημάτων. Ως κακοτεχνία μπορεί να θεωρηθεί η λανθασμένη αναλογία ασφαλτικού διαλύματος και αδρανών υλικών στο ασφαλτόμιγμα. Επίσης, σημαντικό σφάλμα θεωρείται το ενδεχόμενο να έχει η επιφάνεια οδοστρώματος εσφαλμένη κλίση. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει το ενδεχόμενο να μην δημιουργείται απορροή υδάτων από το οδόστρωμα μετά από μία βροχόπτωση με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός επικίνδυνου οδοστρώματος προς οδήγηση.

Μετά την κατασκευή του οδοστρώματος είναι σημαντικό ,όπως αναφέρεται και σε προηγούμενο κεφάλαιο , να υπάρχει τακτική και σωστή συντήρηση για να μειώνεται η σοβαρότητα των φθορών που σίγουρα θα εμφανιστούν στο πέρασμα του χρόνου. Με τη τακτική συντήρηση ελαχιστοποιούμε τις πιθανότητες να μειωθεί ραγδαία η αντίσταση του οδοστρώματος σε ολίσθηση.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών και τη βελτίωση της αντίστασης του οδοστρώματος σε ολίσθηση έχουν αναπτυχθεί δυο τρόποι αντιμετώπισης της ολισθηρότητας του οδοστρώματος. Ο ένας είναι η ασφαλτόστρωση με ασφαλτική σκυρομαστίχη και ο άλλος ασφαλτόστρωση με ασφαλτικό σκυρόδεμα. Ανάλυση των δυο μεθόδων ακολουθεί στις επόμενες σελίδες.

5.3. Αντιολισθηρές κατασκευές.

Για την αντιολισθηρότητα των οδοστρωμάτων έχουμε την κατασκευή ασφαλτικών στρώσεων από ασφαλτική σκυρομαστίχη όπως επίσης και την κατασκευή αντιολισθητής στρώσης από ασφαλτικό σκυρόδεμα.

Η ασφαλτική σκυρομαστίχη (SMA) είναι ασφαλτόμιγμα ασυνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης με σκελετό αποτελούμενο από θραυστά χονδρόκοκκα αδρανή, τα οποία συνδέονται με κονίαμα ασφαλτομαστίχης (μίγμα λεπτόκοκκου αδρανούς με ασφαλτικό συνδετικό υλικό σε υψηλό ποσοστό). Στο ασφαλτόμιγμα αυτό προστίθενται ενδεχομένως και ίνες για να μειώσουν το ποσοστό αποστράγγισης του ασφαλτικού συνδετικού υλικού από το μίγμα. Η παραγωγή και διάστρωση ασφαλτικής σκυρομαστίχης γίνεται "εν θερμώ" με συνήθη μηχανήματα παραγωγής και διάστρωσης θερμών ασφαλτικών μιγμάτων (σχήμα 5.3). Ενδεχομένως να απαιτηθεί μικρή τροποποίηση του συγκροτήματος παραγωγής ασφαλτομίγματος για την τροφοδοσία των ινών.



Σχήμα 5.2.

Σχήμα 5.2. : Κατασκευή αντιολισθητής στρώσης με τη μέθοδο ασφαλτικού σκυροδέματος (www.keridis.gr).



Σχήμα 5.3.

Σχήμα 5.3. : Κατασκευή αντιολισθητής στρώσης με τη μέθοδο Ασφαλτικής σκυρομαστίχης (www.keridis.gr).

Το ασφαλικό σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή αντιστοιχιστικής στρώσης, είναι ασφαλτόμιγμα παραγόμενο και διαστρωμένο "έν θερμό", αυστηρά ελεγμένης σύνθεσης, από καθαρή ή τροποποιημένη με βελτιωτικά άσφαλτο και σκληρά αδρανή υλικά. Με αυτή την μέθοδο, λόγω της υψηλής μηχανικής αντοχής του ασφαλικού σκυροδέματος, εξασφαλίζεται αφενός η ενίσχυση του οδοστρώματος (όταν γίνεται σε πάχη μεγαλύτερα των 4 cm) και αφετέρου η επίτευξη ικανοποιητικών επιφανειακών χαρακτηριστικών ομαλότητας, ομοιομορφίας, αντίστασης σε ολίσθηση και επιφανειακής τραχύτητας (σχήμα 5.2.).

Σε περίπτωση εφαρμογής λεπτών στρώσεων σε παλαιά οδοστρώματα, θα πρέπει προηγουμένως να ελέγχεται η επάρκεια της φέρουσας ικανότητας του υποκείμενου οδοστρώματος και η ομαλότητα της επιφάνειας)και να εξασφαλίζεται η ικανοποιητική συγκόλληση της τελικής στρώσης. Μια αποτελεσματική προετοιμασία, για τις συνήθεις περιπτώσεις φθορών, είναι το φρεζάρισμα "έν ψυχρό" και στη συνέχεια η εφαρμογή ισχυρής συγκολλητικής επάλειψης με κατιονικό γαλάκτωμα.

5.4. Ασφαλική σκυρομαστίχη.

5.4.1. Απαιτήσεις για ενσωματωμένα υλικά.

Τα υλικά που απαιτούνται για την ασφαλική σκυρομαστίχη όπως και για το ασφαλικό σκυρόδεμα θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πρότυπου pr EN 13108-5. Συγκεκριμένα τα υλικά που θα αποτελούν τη σκυρομαστίχη είναι τα ακόλουθα :

1. Αδρανή υλικά (χονδρόκοκκα , λεπτόκοκκα , παιπάλη).
2. Ασφαλικό συνδετικό υλικό
3. Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδροφιλο υλικό).
4. Ίνες (χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή της ασφαλικής σκυρομαστίχης).

Τα χονδρόκοκκα και τα λεπτόκοκκα αδρανή πρέπει να κατατάσσονται και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του πρότυπου EN 13043:2002, αδρανή για ασφαλτομίγματα και ασφαλικές επαλείψεις για οδοστρώματα οδών, αεροδρομίων ή άλλων επιφανειών που φέρουν κυκλοφορία οχημάτων. Πρέπει να είναι 100% θραυστά υλικά από τα ίδια ή διαφορετικά μητρικά πετρώματα.

5.4.1.α.Χονδρόκοκκα αδρανή.

Πρέπει να είναι μονόκοκκα, ονομαστικού μεγέθους 2 έως 5 mm ή 8 έως 11 mm και η διαβάθμιση τους θα πρέπει να είναι εντός των ορίων που δίνονται στον πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. : Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης χονδρόκοκκων αδρανών.

Άνοιγμα οπών κόσκινου σε mm	Ονομαστικό μέγεθος αδρανών		
	8/11	5/8	2/5
	Διερχόμενο ποσοστό (%)		
16	100	-	-
11,2	85-99	100	-
8	0-5	90-99	100
5	-	0-5	90-99
2	-	-	0-5
0,5	0-2	0-2	0-2

5.4.1.β. Λεπτόκοκκα αδρανή.

Θα είναι μέγεθος 1 – 2 mm και η διαβάθμιση τους εντός των ορίων που δίνεται στον πίνακα 5.2:

Πίνακας 5.2. : Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης λεπτόκοκκων αδρανών

Άνοιγμα οπών κόσκινου σε mm	Διερχόμενο ποσοστό (%)
4	100
2	99-85
0,5	40-60
0,063	11-16

5.4.1.γ Παιπάλη.

Η παιπάλη, υλικό διερχόμενο από κόσκινο 0,063 mm και που προστίθεται στο μίγμα των αδρανών για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της διαβάθμισης του μίγματος των αδρανών, θα είναι από το ίδιο πέτρωμα ή από θραυστό ασβεστόλιθο ή από άλλο κατάλληλο πέτρωμα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως παιπάλη υδράσβεστος σε σκόνη ή το οξείδιο του ασβεστίου (CaO), ή το τσιμέντο Portland ή ιπτάμενη τέφρα. Η παιπάλη πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3. : Ιδιότητες παιπάλης

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΑΙΠΑΛΗΣ	
ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΠΩΝ ΚΟΣΚΙΝΟΥ ΣΕ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
0,5	100
0,063	70-100
ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ	
Δοκιμή μπλε του μεθυλενίου	<1

Για όλα τα είδη παιπάλης πλην υδρασβέστου, CaO, τσιμέντου Portland και ιπτάμενης τέφρας.

5.4.2. Ασφαλτικό συνδετικό υλικό.

Για την παραγωγή του ασφαλτομίγματος θα χρησιμοποιείται κοινή άσφαλτος οδοστρωσίας (συνήθως τύπου 50/70 pen) που ικανοποιεί τις απαιτήσεις ή τροποποιημένη με ελαστομερή άσφαλτο σύμφωνα με τα προβλεπόμενα. Η προμήθεια της τροποποιημένης ασφάλτου θα γίνεται με προ-αναμεμιγμένη μορφή. Ο προμηθευτής θα γνωστοποιεί στην υπηρεσία την σταθερότητα αποθήκευσης της προ-αναμεμιγμένης τροποποιημένης ασφάλτου.

5.4.3 Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδρόφιλο υλικό).

Στην ασφαλτική σκυρομαστίχη η προσθήκη βελτιωτικού πρόσφυσης στην άσφαλτο θα γίνεται στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης αδρανών που είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν υδροφιλία. Ο τύπος και το ποσοστό αντιυδρόφιλου θα καθορίζεται κατά το στάδιο σύνθεσης του ασφαλτομίγματος.

5.4.4. Ίνες

Προστίθενται μόνο στην ασφαλτική σκυρομαστίχη. Είναι ίνες κυτταρίνης και προστίθενται αυτόματα, όταν είναι αναγκαίο, στο μίγμα για την επίτευξη του επιθυμητού ποσοστού ασφάλτου. Οι ίνες θα έχουν περιεκτικότητα σε κυτταρίνη $80 \pm 5\%$ PH 7.5 ± 1 , μέσο μήκους 1mm, περίπου, μέσο πάχος 45μm, περίπου και τουλάχιστον το 85% των ινών θα έχει πάχος μικρότερο των 80μm. Οι ίνες θα προστίθενται στο μίγμα σε μορφή κυλινδρικών σβώλων (pellets) μέσου μήκους 5 ± 3 mm και μέσης διαμέτρου 5 ± 1 mm. Το συνδετικό υλικό για την παραγωγή των κυλινδρικών σβώλων μπορεί να είναι άσφαλτος ή άλλο υλικό συμβατό με την άσφαλτο.

5.4.5. Παραγωγή.

Η παραγωγή της ασφαλτικής σκυρομαστίχης μπορεί να γίνεται στο ίδιο ασφαλτικό συγκρότημα που χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή του ασφαλτικού σκυροδέματος. Τα υλικά θα τροφοδοτούνται στον αναμκτήρα με την σειρά αδρανής - ίνες - ασφαλτικό συνδετικό υλικό. Μετά την προσθήκη των ινών θα πρέπει να υπάρχει επαρκής χρόνος ανάμιξης των αδρανών με τις ίνες, ο οποίος συνιστάται να είναι 5 – 15 sec. Μετά την προσθήκη της κατάλληλης ποσότητας ασφάλτου θα πρέπει να υπάρχει χρόνος ανάμιξης για την ομογενοποίηση του μίγματος. Ο συνολικός χρόνος ανάμιξης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 sec. Καλή διασπορά των ινών επιτυγχάνεται όταν χρησιμοποιούνται ίνες καλυμμένες με συνδετικό υλικό.

Οι ίνες θα προστίθενται κεντρικά στον αναμκτήρα ασφαλτομίγματος με ξεχωριστή μονάδα τροφοδοσίας, η οποία θα διαθέτει αυτόματο σύστημα ελέγχου της προστιθέμενης ποσότητας. Η θερμοκρασία του ασφαλτομίγματος σε οποιαδήποτε θέση στο συγκρότημα παραγωγής θα πρέπει να είναι μεταξύ του εύρους θερμοκρασιών 150°C - 180° c, για μίγματα με άσφαλτο 50/70 pen . Για μίγματα με τροποποιημένη άσφαλτο το εύρος των θερμοκρασιών θα πρέπει να είναι σύμφωνο με τις υποδείξεις του παραγωγού της τροποποιημένης ασφάλτου.

5.5. Ασφαλικό σκυρόδεμα.

5.5.1. Απαιτήσεις για ενσωματωμένα υλικά.

Τα υλικά που απαιτούνται για την ασφαλική σκυρομαστίχη όπως και για το ασφαλικό σκυρόδεμα θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πρότυπου pr EN 13108-5. Συγκεκριμένα τα υλικά που θα αποτελούν το ασφαλικό σκυρόδεμα είναι τα ακόλουθα :

5. Αδρανή υλικά (χονδρόκοκκα , λεπτόκοκκα , παιπάλη).
6. Ασφαλικό συνδετικό υλικό
7. Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδροφιλο υλικό).

5.5.1.α. Χονδρόκοκκα αδρανή.

Στις ασφαλικές στρώσεις είναι εκείνο που προσδίδει κυρίως τις χαρακτηριστικές αντιστοιχίες ιδιότητες (μικροτραχύτητα και μακροτραχύτητα) της επιφάνειας του οδοστρώματος και για αυτό θα πρέπει να αποτελείται κατά 100% από αδρανές υλικό με εξαιρετικά μηχανικά χαρακτηριστικά, μεγάλη καθαρότητα και κατάλληλο σχήμα κόκκων. Τα χονδρόκοκκα κλάσματα πρέπει να προέρχονται από θραύση πετρώματος με τα προδιαγραφόμενα μηχανικά χαρακτηριστικά και να είναι απαλλαγμένα από επιβλαβείς προσμίξεις (άργίλο, οργανικά ή άλλα μαλακά εύθρυπτα υλικά). Οι κόκκοι πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κυβοειδούς μορφής. Οι επιτρεπόμενες τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων του χονδρόκοκκου αδρανούς θα πληρούν τις εξής απαιτήσεις : Αντοχή σε στίλβωση , αντοχή σε απότριψη και αντοχή σε θρυμματισμό κατά Los Angeles.

5.5.1.β Λεπτόκοκκο υλικό.

Το λεπτόκοκκο κλάσμα (διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος οπής 2 mm και συγκρατούμενο στο κόσκινο ανοίγματος οπής 0,063 mm), πρέπει να αποτελείται από κόκκους γωνιώδεις , θραυσιγενείς και απαλλαγμένους από άργιλο ή άλλες επιβλαβείς προσμίξεις. Σε περιπτώσεις βαριάς κυκλοφορίας είναι προτιμότερο να είναι της ίδιας προέλευσης με το χονδρόκοκκο υλικό. Στις

λοιπές περιπτώσεις, μπορεί να είναι θραυστό ασβεστολιθικής σύστασης ή φυσικής προέλευσης.

5.5.1.γ. Παιπάλη.

Προστίθεται (σε περιπτώσεις έλλειψης) , για να συμπληρώσει την κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών. Μπορεί να είναι λιθοσύντριμμα ορυκτής ή άλλης προέλευσης (σκόνη από σκωρία), υδράσβεστος, τσιμέντο, ιπτάμενη τέφρα, ή άλλη κατάλληλη ορυκτή ύλη, η οποία κατά τον χρόνο χρησιμοποίησής της θα είναι αρκετά ξηρή, ώστε να ρέει ελεύθερα και να μην δημιουργεί συσσωματώματα. Η παιπάλη δεν πρέπει να περιέχει άργιλο ή οργανικές προσμίξεις, ούτε να έχει πλαστικότητα, εκτός αν πρόκειται για τσιμέντο ή υδράσβεστο. Η συνιστώμενη κοκκομετρική διαβάθμιση της παιπάλης φαίνεται στον πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4. : Συνιστώμενη κοκκομετρική διαβάθμιση παιπάλης.

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΑΙΠΑΛΗΣ	
Κόσκινο τετραγωνικής οπής	Διερχόμενο (%)
600μ (No 30)	100
300μ (No 50)	90-100
75μ (No 200)	70-100

Για την παραγωγή του ασφαλτομίγματος θα χρησιμοποιείται κοινή άσφαλτος οδοστρωσίας (συνήθως τύπου 50/70 pen) που ικανοποιεί τις απαιτήσεις ή τροποποιημένη με ελαστομερή άσφαλτο σύμφωνα με τα προβλεπόμενα. Η προμήθεια της τροποποιημένης ασφάλτου θα γίνεται με προ-αναμεμιγμένη μορφή. Ο προμηθευτής θα γνωστοποιεί στην υπηρεσία την σταθερότητα αποθήκευσης της προ-αναμεμιγμένης τροποποιημένης ασφάλτου.

5.5.2. Ασφαλτικό συνδετικό υλικό.

Ο τύπος της ασφάλτου συνίσταται να είναι 60/70, ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μίγμα ασφάλτου 80/100 και 40/50 σε αναλογία 50:50.

Για την εξασφάλιση υψηλών απαιτήσεων και σε ειδικές περιπτώσεις π.χ. γέφυρες, όπου απαιτούνται αυξημένα μηχανικά χαρακτηριστικά και μεγάλη

διάρκεια ζωής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τροποποιημένη άσφαλτος (η βασική είναι συνήθως 80/100 με πρόσθετα βελτιωτικά πολυμερή, θερμοπλαστικά, ελαστομερή κτλ), ύστερα από ειδική εργαστηριακή μελέτη.

5.5.3 Βελτιωτικό πρόσφυσης (αντιυδρόφιλο υλικό).

Στο ασφαλτικό σκυρόδεμα η προσθήκη βελτιωτικού πρόσφυσης στην άσφαλτο θα γίνεται στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης αδρανών που είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν υδροφιλία. Ο τύπος και το ποσοστό αντιυδρόφιλου θα καθορίζεται κατά το στάδιο σύνθεσης του ασφαλτομίγματος.

5.5.4. Παραγωγή.

Παράγεται στις ίδιες εγκαταστάσεις με τα συνήθη ασφαλτομίγματα, σύμφωνα με την αντίστοιχη προδιαγραφή. Επειδή η ψύξη των ασφαλτομιγμάτων που διαστρώνονται σε λεπτό πάχος είναι ταχεία, οι θερμοκρασίες παραγωγής είναι κάπως υψηλότερες από τις αντίστοιχες των ασφαλτομιγμάτων συνήθους πάχους. Οι συνιστώμενες θερμοκρασίες ανάμειξης είναι 130°C - 170°C . Σε περίπτωση χρήσης τροποποιημένης ασφάλτου θα ζητούνται πληροφορίες από το αρμόδιο εργαστήριο ελέγχου. Επισημαίνεται η ανάγκη τήρησης θερμοκρασιών και κυρίως κατά την ανάμειξη, λόγω του κινδύνου αλλοίωσης της ασφάλτου. Κατά την μεταφορά του ασφαλτομίγματος πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, ώστε κατά την διάστρωση να τηρούνται οι ελάχιστες θερμοκρασίες, που αναφέρονται πιο κάτω. Για αυτό συνιστάται να επιβάλλεται η κάλυψη των φορτηγών μεταφοράς ασφαλτομίγματος.

5.6. Μεταφορά μίγματος.

Η μεταφορά του ασφαλτομίγματος στο έργο θα γίνεται κατά παρόμοιο τρόπο και στο ασφαλτικό σκυρόδεμα και στην ασφαλτική σκυρομαστίχη.

Το ασφαλτόμιγμα, κατά την μεταφορά του στο έργο, θα πρέπει να μεταφέρεται σε επικαλυμμένα (με κατάλληλο κάλυμμα) φορτηγά έτσι ώστε να προστατεύεται από πιθανή ρύπανση και υπερβολική απώλεια θερμοκρασίας και παράλληλα να μην προκαλεί ατμοσφαιρική ρύπανση.

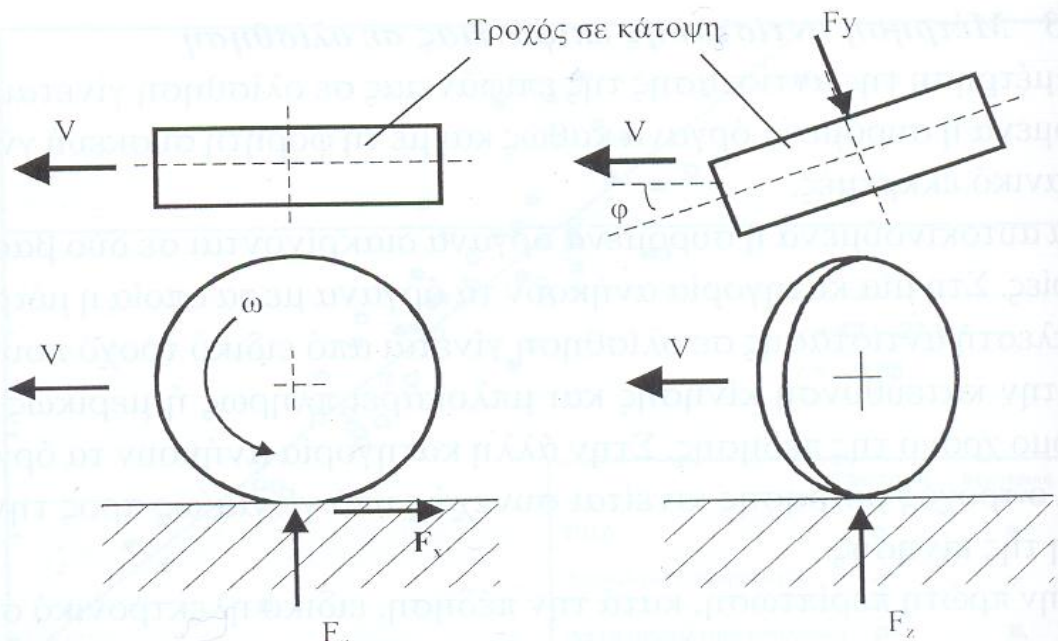
Το δάπεδο και οι πλευρές του φορτηγού πρέπει επίσης να είναι απαλλαγμένα από οποιοδήποτε ξένο υλικό και από προσκολλημένα ασφαλτικά υλικά πριν την φόρτωση του μίγματος. Για την διευκόλυνση της εκφόρτωσης του μίγματος μπορεί να γίνεται διασπορά ή επάλειψη του δαπέδου και των πλευρών του φορτηγού με παιπάλη, ή ελαφρύ φυτικό έλαιο, ή άλλο κατάλληλο μη διαλυτικό υλικό. Όταν χρησιμοποιείται κάποια επάλειψη, πριν την φόρτωση του υλικού η καρότσα του φορτηγού θα πρέπει να ανυψώνεται στην μέγιστη δυνατή κλίση για να απορρεύσει τυχόν πλεονάζουσα ποσότητα υλικού που χρησιμοποιήθηκε.

5.7. Μέτρηση αντίστασης επιφάνειας σε ολίσθηση

Η μέτρηση της αντίστασης της επιφάνειας σε ολίσθηση γίνεται με αυτοκινούμενα όργανα καθώς και με την φορητή συσκευή , γνωστή ως βρετανικό εκκρεμές.

Τα αυτοκινούμενα μηχανήματα διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες. Στη μια κατηγορία ανήκουν τα όργανα με τα οποία η μέτρηση του συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση γίνεται από ειδικό τροχό που κινείται κατά την κατεύθυνση κίνησης και μπλοκάρει πλήρως ή μερικώς κατά το σύντομο χρόνο της πέδησης. Στην άλλη κατηγορία ανήκουν τα όργανα στα οποία ο τροχός μέτρησης κινείται συνεχώς υπό γωνία ως προς την κατεύθυνση της κίνησης.

Στην πρώτη περίπτωση , κατά την πέδηση , ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα , καταγράφει την αναπτυσσόμενη οριζόντια δύναμη τριβής (F_x) , καθώς και την κάθετη δύναμη που εξασκείται από τον τροχό ή την δύναμη αντίδρασης του εδάφους (F_z). Ο λόγος των δυο δυνάμεων (F_x/F_z) δίνει τον συντελεστή πέδησης ή τον συντελεστή τριβής κατά την διαμήκη διεύθυνση (BFC) , σχήμα 5.4.α.



Σχήμα 5.4.α.

Σχήμα 5.4.β.

Σχήματα 5.4.α. & 5.4.β. : Επεξήγηση συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση. Στο σχήμα α. φαίνεται ο συντελεστής πέδησης ή τριβής (BFC). Στο σχήμα β. φαίνεται ο πλευρικός συντελεστής τριβής (SFC). (Αθ. Φ. Νικολαΐδης).

Στη δεύτερη περίπτωση μετράται η αναπτυσσόμενη πλευρική οριζόντια δύναμη τριβής (F_y) , σχήμα 5.4.β. , καθώς και η κάθετη δύναμη αντίδρασης του εδάφους , με αποτέλεσμα ο λόγος των δυνάμεων (F_y/F_z) να ονομάζεται πλευρικός συντελεστής τριβής (SFC).

5.8. Όργανα μέτρησης αντίστασης σε ολίσθηση.

Από διάφορα όργανα που αναπτύχθηκαν κατά καιρούς σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως τρία. Αυτά είναι το SCRIM (βρετανικό ολισθηρόμετρο) , το ASTM skid trailer (ολισθηρόμετρο ASTM)και το Skidometer (σουηδικό ολισθηρόμετρο). Από τα παραπάνω τρία όργανα το SCRIM μετρά το πλευρικό συντελεστή τριβής κατά την διαμήκη διεύθυνση με τον τροχό μερικώς μπλοκαρισμένο (σχήματα 5.6. και 5.7.).

Το SCRIM φαίνεται να χρησιμοποιείται από περισσότερες χώρες , έναντι των άλλων οργάνων και είναι αυτό που φαίνεται να καθιερώνεται ως πρότυπη μέθοδος μέτρησης της ολισθηρότητας στην Ευρώπη. Το ολισθηρόμετρο ASTM χρησιμοποιείται κυρίως στην Αμερική και τον Καναδά , ενώ το Skidometer χρησιμοποιείται στην Σουηδία , Ελβετία και σε ορισμένες άλλες χώρες. Στην Ελλάδα η μέτρηση της ολισθηρότητας γίνεται μέχρι σήμερα με το ASTM Skid trailer.

Πλην των παραπάνω θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν , αλλά δεν χρησιμοποιούνται ευρέως , και τα Stradograph , (αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται στην Δανία) , λειτουργεί χρησιμοποιώντας τροχό υπό γωνία. Επίσης , το Stuttgart Reibngsmesser – SRM , (αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται στην Γερμανία) , λειτουργεί χρησιμοποιώντας πλήρως μπλοκαρισμένο τροχό (σχήμα 5.5). Τέλος υπάρχει και το ιαπωνικό ολισθηρόμετρο που έχει τη δυνατότητα να μετρά συντελεστές τόσο με τον τροχό πλήρως ή μερικώς μπλοκαρισμένο όσο και υπό γωνία .



Σχήμα 5.5. : Stuttgart Reibngsmesser – SRM , φορτηγό εξοπλισμένο με όργανο μέτρησης της αντίστασης της ολισθηρότητας , χρησιμοποιείται στη Γερμανία (www.dot.state.pa.us).



Σχήμα 5.6.

Σχήμα 5.6. : Φορτηγό εξοπλισμένο με όργανο μέτρησης της αντίστασης της ολισθηρότητας , ονομάζεται SCRIM χρησιμοποιείται στην Βρετανία (www.dot.state.pa.us).



Σχήμα 5.7.

Σχήμα 5.7. : Το όργανο με το οποίο γίνονται οι μετρήσεις , μ' αυτό είναι εξοπλισμένο το φορτηγό (www.dot.state.pa.us).

Όλες οι μετρήσεις εκτελούνται σε υγρή επιφάνεια. Έτσι τα όργανα είναι εξοπλισμένα και με μηχανισμό διαβροχής της επιφάνειας του οδοστρώματος, δημιουργώντας έναν υδάτινο υμένα, συνήθως, πάχους 0,5 mm, λίγο πριν τη λήψη των μετρήσεων.

5.8.1. Βρετανικό ολισθηρόμετρο SCRIM

Το SCRIM (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), αναπτύχθηκε στη Αγγλία και αποτελείται από ειδικό όχημα που φέρει τον τροχό της μέτρησης στα πλάγια του οχήματος μεταξύ του εμπρόσθιου και πίσω άξονα, δεξαμενή νερού χωρητικότητας συνήθως 3 m³ και σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας αποτελεσμάτων. Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τυποποιημένο λείο τροχό υπό γωνία 20⁰ και με σταθερή ταχύτητα 50 km/h, εάν πρόκειται για πολύ κλειστές στροφές οπότε η ταχύτητα της μέτρησης γίνεται 20km/h. Το εύρος των επιτρεπτών ταχυτήτων μέτρησης είναι από 30 έως 67 km/h, εκτός των περιπτώσεων που η μελέτη γίνεται σε κλειστές στροφές.

Μετρήσεις λαμβάνονται συνεχώς αλλά καταγράφονται σε τακτές αποστάσεις, συνήθως κάθε 5, 10 ή 20 m. Η συνεχής λήψη μετρήσεων και η συχνότατη καταγραφή αυτών είναι και το βασικό πλεονέκτημα των οργάνων που χρησιμοποιούν τον τροχό υπό γωνία, διότι έτσι απεικονίζεται πληρέστερα η κατάσταση του οδοστρώματος. Η τιμή που λαμβάνεται κατά την μέτρηση ονομάζεται συντελεστής πλευρικής ολίσθησης (SFC) ή συντελεστής SCRIM (SC). Οι μετρήσεις εκφράζονται σε δεκαδικό κλάσμα με δυο δεκαδικά και κυμαίνονται, θεωρητικά τουλάχιστον, από 0 έως 1 (όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τόσο καλύτερη είναι η αντιολισθηρή ικανότητα της επιφάνειας). Οι μετρήσεις επηρεάζονται άμεσα από την ταχύτητα μέτρησης και από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. για την μείωση επιρροής του πρώτου παράγοντα, θα πρέπει η ταχύτητα να διατηρείται σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Ταχύτητες που έχουν καθιερωθεί σε διάφορες χώρες ως πρότυπες ταχύτητες μετρήσεων είναι τα 50 km/h ή 60 km/h, σε θέσεις όπου μπορούν να αναπτυχθούν αυτές, και 20 km/h σε θέσεις όπου δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθούν υψηλές ταχύτητες (στροφές με πολύ μικρή ακτίνα, πλατείες κ.λπ.). ενώ το πρόβλημα το οποίο θα δημιουργηθεί από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος επιλύεται αυτόματα από το ενσωματωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.

Η ακτίνα δράσης του SCRIM καθορίζεται από τη χωρητικότητα της δεξαμενής νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για την διαβροχή της επιφάνειας για την προσομοίωση συνθηκών βρεγμένου οδοστρώματος. Με δεξαμενή χωρητικότητας 3 m³ η ακτίνα δράσης είναι περίπου 60 km/h. Όσον αφορά το κόστος του μηχανήματος SCRIM, αυτό είναι το ακριβότερο των τριών κύριων μηχανημάτων μέτρησης της ολισθηρότητας που χρησιμοποιούνται σήμερα.

5.8.2. Ολισθηρόμετρο ASTM

Το ολισθηρόμετρο ASTM αναπτύχθηκε στην Αμερική και αποτελείται από ένα τροποποιημένο όχημα που έλκει ένα ειδικά σχεδιασμένο τρέιλερ. Το τρέιλερ φέρει το φορτίο που ασκείται στο ελαστικό και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Οι μετρήσεις λαμβάνονται από έναν από τους δυο τροχούς του τρέιλερ (και οι δύο τροχοί μπορούν να εκτελέσουν μετρήσεις , κατόπιν ειδικής παραγγελίας , αλλά χρησιμοποιούνται εναλλάξ). Η δεξαμενή του νερού (χωρητικότητας 2 – 3 m³) και το σύστημα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων βρίσκονται στο όχημα που έλκει το τρέιλερ (σχήματα 5.8 , 5.9 , 5.10)

Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τον τροχό μπλοκαρισμένο για σύντομο χρονικό διάστημα (συνήθως 2 sec) σε τακτές αποστάσεις , συνήθως 200 m (μικρότερες αποστάσεις π.χ. όπως το SCRIM δεν ενδείκνυνται διότι θερμαίνεται ο τροχός και επηρεάζονται οι μετρήσεις). Η πρότυπη ταχύτητα μέτρησης είναι 65 km/h. Ο τροχός μέτρησης είναι τυποποιημένος και , σε αντίθεση με το SCRIM που είναι λείος , φέρει ραβδώσεις. Οι μετρήσεις εκφράζονται ως αριθμός ολίσθησης (SN) ο οποίος λαμβάνει ακέραιες τιμές , θεωρητικά τουλάχιστον από 1 έως 100 (όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τόσο καλύτερη είναι η αντιολισθηρή ικανότητα της επιφάνειας). Όπως και στην περίπτωση του SCRIM έτσι και με το ASTM οι διορθώσεις ως προς την θερμοκρασία του περιβάλλοντος γίνονται αυτόματα από το ενσωματωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων. Η ακτίνα δράσης του μηχανήματος αυτού είναι ίδια με του SCRIM. Κοστολογικά το Skid trailer είναι φθηνότερο του SCRIM.

Δεδομένου ότι με το μπλοκαρισμένο τροχό δεν μετράται η μέγιστη τιμή του συντελεστή τριβής αλλά λίγο μικρότερη , μελετάται όπως στη νεότερη έκδοσή του οργάνου ενσωματωθεί σύστημα αντιμπλοκαρίσματος του τροχού. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα και την καλύτερη προσομοίωση του συντελεστή τριβής που αναπτύσσεται στα ελαστικά των αυτοκινήτων που φέρουν σύστημα ABS.



Σχήμα 5.8.

Σχήμα 5.8. : Μηχανήματα εξαγωγής αποτελεσμάτων (www.dot.state.pa.us).



Σχήμα 5.9.

Σχήμα 5.9. : Μηχάνημα πραγματοποίησης των μετρήσεων (www.dot.state.pa.us).



Σχήμα 5.10. : Αυτοκίνητο πραγματοποίησης των μετρήσεων μαζί με το trailer (www.dot.state.pa.us).

5.8.3. Skiddometer

Το skiddometer σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στη Σουηδία και συνίσταται σε ένα τρέιλερ που φέρει έναν μόνο τυποποιημένο τροχό με ραβδώσεις και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Το τρέιλερ σύρεται από όχημα στο οποίο υπάρχει μικρή δεξαμενή νερού (χωρητικότητας περίπου 0.7 m^3) και η μονάδα επεξεργασίας των μετρήσεων. Η δεξαμενή του παρέχει αυτονομία για τις μετρήσεις για περίπου 10 km (σχήμα 5.11).

Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τον τροχό παράλληλο προς τη διεύθυνση κίνησης και δίχως αυτός να μπλοκάρει (επιτρέπει 15 % μετατόπιση – γλίστρημα). Με το skiddometer μπορούν να εκτελεσθούν μετρήσεις με ταχύτητα μέχρι και 110 km/h. Το γεγονός αυτό κάνει το μηχάνημα να βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στη μέτρηση ολισθηρότητας των διαδρόμων αεροδρομίων. Κοστολογικά το μηχάνημα είναι φθηνότερο από τα προηγούμενα δυο.

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται έχουν θεωρητική μέγιστη και ελάχιστη τιμή ίδια με το SCRIM , πλην όμως δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία των αποτελεσμάτων.



Σχήμα 5.11. : Μηχάνημα skiddometer , διεξαγωγής μετρήσεων (www.thetestequipment.com).

5.8.4. Grip Tester

Το Grip Tester σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στην Αγγλία στο τέλος της δεκαετίας του '80 και συνίσταται σε ένα τρέιλερ που φέρει τον τυποποιημένο τροχό μέτρησης και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Το τρέιλερ σύρεται από οποιοδήποτε όχημα στο οποίο τοποθετείται η δεξαμενή ύδατος και η φορητή μονάδα επεξεργασίας των μετρήσεων.



Σχήμα 5.12. : Μηχάνημα Grip Tester ,πραγματοποίησης μετρήσεων (www.findlayirvine.com).

Οι μετρήσεις λαμβάνονται από τον ανεξάρτητο τροχό παράλληλο προς τη διεύθυνση κίνησης και δίχως αυτός να μπλοκάρει τελείως (15% μετατόπιση – γλίστρημα 15% slip). Με το grip tester μπορούν να εκτελεσθούν μετρήσεις με ταχύτητα από 5 έως 130 km\h (τυπική ταχύτητα μέτρησης για αυτοκινητοδρόμους : 50 km\h). Το γεγονός αυτό προσδίδει στο μηχάνημα το πλεονέκτημα να χρησιμοποιείται για μετρήσεις όχι μόνο σε δρόμους \ τροχοδρόμους αεροδρομίων καθώς και σε περιοχές για πεζούς.

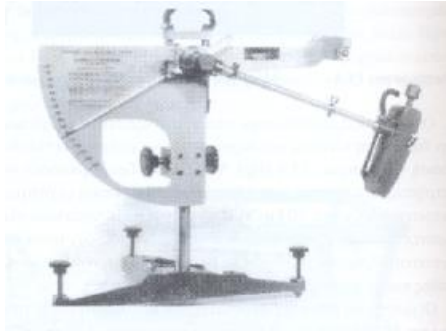
Οι μετρήσεις που λαμβάνονται έχουν πολύ καλή συσχέτιση με τις μετρήσεις του SCRIM και του Βρετανικού εκκρεμούς. Οι εξισώσεις που δίνονται για την συσχέτιση μεταξύ των συντελεστών ολίσθησης του SCRIM (SCN) , του Βρετανικού εκκρεμούς (BPN) και του Grip Tester (GN) είναι οι 5.1. και 5.2.

$$(5.1.) \quad SCN = 0.786 \times GN - 0.049 \quad , \quad (5.2.) \quad BPN = 0.012 \times GN - 0.08$$

Το Grip Tester είναι κατά πολύ φθηνότερο του SCRIM (περίπου τέσσερις φορές φθηνότερο) και του ολισθηρόμετρου ASTM , έχει μικρότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης και είναι εύκολο στην μεταφορά του (μήκος : 1010 mm , πλάτος : 790 mm , ύψος : 510 mm και βάρος : 85 kg). Τα παραπάνω πλεονεκτήματα και το γεγονός ότι εκτελεί μετρήσεις σε όλο το φάσμα των ταχυτήτων έως 130 km\h , καθιστούν το Grip Tester μια ελκυστική εναλλακτική λύση αγοράς μηχανήματος μέτρησης ολισθηρότητας.

5.8.5. Φορητή συσκευή μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση (Βρετανικό εκκρεμές).

Το Βρετανικό εκκρεμές (σχήμα 5.13.) σχεδιάστηκε με σκοπό την ύπαρξη ενός φτηνού και φορητού μηχανήματος για επιτόπου μετρήσεις.



Σχήμα 5.13. : Βρετανικό εκκρεμές (Αθ. Φ. Νικολαΐδης).

Η συσκευή αποτελείται από ένα βραχίονα που φέρει στο άκρο του τυποποιημένο ελαστικό τακούνι. Ο βραχίονας αφήνεται να ταλαντωθεί από την οριζόντια θέση , όπως ένα εκκρεμές , αφού προηγουμένως ρυθμιστεί το ύψος της συσκευής , έτσι ώστε το μήκος της επιφάνειας ολίσθησης του ελαστικού τακουνιού πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος να είναι συγκεκριμένο. Λόγω της αντίστασης τριβής που αναπτύσσεται επέρχεται απώλεια της αρχικής δυναμικής ενέργειας με αποτέλεσμα ο βραχίονας να μην επανέρχεται και πάλι στην οριζόντια θέση. Ο βραχίονας παρασύρει μαζί του και ένα δείκτη ο οποίος στο σημείο που σταματά δίνει , από ειδική κλίμακα που βρίσκεται στο αριστερό μέρος της συσκευής , την τιμή αντίστασης σε ολίσθηση (SRV). Η κλίμακα των τιμών είναι από 0 έως 150 μονάδες. Πριν την έναρξη της δοκιμής γίνονται τουλάχιστον τρεις μετρήσεις στο ίδιο σημείο. Ο μέσος όρος τριών συνεχόμενων μετρήσεων που δε διαφέρουν περισσότερο από τρεις μονάδες λαμβάνεται ως αντιπροσωπευτική τιμή του σημείου της μέτρησης. Τα τελικά αποτελέσματα διορθώνονται ως προς την θερμοκρασία της επιφάνειας του οδοστρώματος , πίνακας 5.5.

Πίνακας 5.5. : Μονάδες διόρθωσης του SRV λόγω επιφανειακής θερμοκρασίας του οδοστρώματος.

Επιφανειακή θερμοκρασία του οδοστρώματος , (°C)	Μονάδες διόρθωσης του SRV
0	- 7
10	- 3
20	0
30	+ 2
40	+ 3

Οι συνθήκες ελέγχου επιλέχθηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι τιμές που λαμβάνονται να αντιστοιχούν με τις τιμές του πλευρικού συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση SFC με ταχύτητα 50 km/h. Μεταξύ των δυο μεθόδων μέτρησης , βρέθηκε ότι υπάρχει καλή συσχέτιση με την προϋπόθεση ότι η επιφάνεια έχει μέτρια ή καλή υφή (δεν ισχύει για λείες επιφάνειες). Η εξίσωση συσχέτισης που βρέθηκε και χρησιμοποιείται είναι η 5.3.

$$(5.3.) \quad SRV = 105 \times SFC_{50}$$

Η μέθοδος μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση με το εκκρεμές έχει το πλεονέκτημα ότι απαιτεί τη χρήση ασυγκρίτως φθηνότερης συσκευής (5 – 30 φορές χαμηλότερο το κόστος κτήσης έναντι οποιασδήποτε άλλης συσκευής) με την παροχή αποτελεσμάτων ίδιας αξιοπιστίας. Παρ' όλα αυτά δεν παρέχει την ευχέρεια μέτρησης μεγάλου μήκους οδοστρώματος. Επιπροσθέτως ο τρόπος μέτρησης φέρει κυκλοφοριακή αναστάτωση , καθώς θα πρέπει να σταματήσει η κυκλοφορία στο ένα τμήμα της οδού για να γίνουν οι μετρήσεις και παράλληλα θέτει σε κίνδυνο τους εκτελούντες τις μετρήσεις σε πιθανή εκτροπή κάποιου οχήματος , ιδιαίτερα σε σημεία με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

5.9. Οριακές αντίστασης σε ολίσθηση.

Για την διασφάλιση της ασφάλειας των εποχουμένων από ολίσθηση , αρκετές χώρες έχουν θεσπίσει ελάχιστα επιτρεπτά όρια συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση (συντελεστές αντιολίσθησης) , τα οποία είναι γνωστά ως όρια επέμβασης. Άλλες πάλι έχουν θεσπίσει παράλληλα και όρια προειδοποίησης. Δηλαδή όταν η τιμή του συντελεστή αντιολίσθησης λάβει μια συγκεκριμένη τιμή , το τμήμα της οδού παρακολουθείται επισταμένως και προγραμματίζεται για αποκατάσταση της αντιολισθηρής του ικανότητας , διότι σύντομα πρόκειται να καταστεί επικίνδυνο. Τα όρια διαφέρουν από χώρα σε χώρα , όπως επίσης διαφέρει και ο τρόπος μέτρησης του συντελεστή αντιολίσθησης. Στον πίνακα 5.6. δίνονται οι οριακές τιμές που χρησιμοποιούνται από διάφορες χώρες.

Ο διαχωρισμός των θέσεων βοηθά επίσης την απόφαση ιεράρχησης και την κατάτμηση των εργασιών αποκατάστασης της αντιολισθηρής ικανότητας της επιφάνειας. Δηλαδή ένας δρόμος μπορεί να έχει ανεκτό συντελεστή αντιολίσθησης , πλην όμως ορισμένες θέσεις λόγω του μεγαλύτερου βαθμού επικινδυνότητας να χρειάζονται άμεση τοπική συντήρηση λόγω της μείωσης του συντελεστή αντιολίσθησης. Επίσης με την εμφάνιση των οριακών τιμών και μέχρι σύντομη αποκατάσταση της αντιολισθηρής ικανότητας της επιφάνειας η αρμόδια υπηρεσία είναι υποχρεωμένη να αναρτήσει προειδοποιητικά σήματα ολισθηρότητας της οδού. Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι η σχεδόν μόνιμη ύπαρξη προειδοποιητικού σήματος ολισθηρότητας της οδού , που συναντάται στην Ελλάδα , δε λύνει το πρόβλημα της ολισθηρότητας.

Στην Αγγλία η ολισθηρότητα αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη προσοχή και σχολαστικότητα. Αυτό αποδεικνύεται από τις οριακές τιμές που παρατίθενται στον πίνακα 5.8. για κάθε θέση , ανάλογα με την επικινδυνότητα αυτής. Τα ελάχιστα όρια τιμών αντίστασης σε ολίσθηση λαμβάνονται υπόψη από τις τιμές που δίνει το βρετανικό εκκρεμές , πίνακας 5.7.

Στην Ελλάδα , παρόλο που ένας μεγάλος αριθμός ατυχημάτων οφείλεται στην ολισθηρότητα του οδοστρώματος , δεν έχουν θεσπιστεί συγκεκριμένες τιμές άμεσης επέμβασης. Οι τιμές που φαίνονται στον πίνακα 5.6 προτείνονται από τον Αθ. Φ. Νικολαΐδη.

Πίνακας 5.6. : Οριακές τιμές συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση σε διάφορες χώρες.

Χώρα	Όργανα	Όριο Προειδοποίησης & παρακολούθησης	Ελάχιστη Επιτρεπτή τιμή
Βέλγιο	SCRIM	-	SFC ₆₀ = 0.4 2% αυτόδρομους 5% λοιπούς
Γαλλία	SCRIM	SFC ₆₀ < 0.55	SFC ₆₀ = 0.25 – 0.45 Αναλόγως προτεραιότητας
Γερμανία	Stutt. Reibun. – SRM	-	μ=0.33,μ=0.42,μ=0.26, εάν το 10% των μετρήσεων είναι μικρότερες των προηγούμενων τιμών
Ελβετία	Skidometer BV – 8	-	μ=0.36-0.32,μ=0.43-0.39,μ=0.52-0.48, εάν το 6-10% των μετρήσεων είναι μικρότερες των προηγούμενων τιμών
Ιρλανδία	SCRIM	-	SFC ₅₀ = 0.50
Ισπανία	SCRIM	SFC ₆₀ = 0.5 – 0.4	SFC ₆₀ = 0.40
Ιταλία	SCRIM	-	Σε στροφές SFC ₆₀ < 0.31 – 0.40 Σε ευθείες SFC ₆₀ < 0.28
Καναδάς	ASTM Skid Trailer	SN ₄₀ = 40	SN ₄₀ = 30

Σουηδία	Skidometer BV – 11	-	Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές
ΗΠΑ	ASTM Skid Trailer	Αναλόγως της πολιτείας SN ₄₀ = 35 – 40	SN ₄₀ = 30
Ελλάδα	ASTM Skid Trailer	SN ₄₀ = 40*	SN ₄₀ = 35 επικλινες θέσεις* SN ₄₀ = 30 άλλες θέσεις*

*Προτεινόμενες τιμές από τον Αθ. Φ. Νικολαΐδη.

Πίνακας 5.7. : Ελάχιστα όρια τιμών αντίστασης σε ολίσθηση με το βρετανικό εκκρεμές (SRV).

Κατηγορία	Περιγραφή Θέσης	Ελάχιστη επιτρεπτή τιμή SRV
A	Δύσκολες θέσεις όπως : Πλατείες , στροφές με ακτίνα < 150 m Κλίση 1:20 ή μεγαλύτερη σε μήκος > 100m Προσέγγιση σε σηματοδότες	65
B	Αυτοκινητόδρομοι και όλοι οι άλλοι δρόμοι με βαριά κυκλοφορία (> 2000 εμπορικά οχήματα)	55
Γ	Όλες οι λοιπές θέσεις	45

Πίνακας 5.8. : Επίπεδα τιμών SFC που χρησιμοποιούνται στη Βρετανία κάτω από τα οποία απαιτείται διερεύνηση , συστηματική παρακολούθηση , ή αποκατάσταση της αντίστασης σε ολίσθηση.

Κατ.	Περιγραφή Θέσης \δρόμου	Ελάχιστες τιμές SFC ₅₀ για διερεύνηση , παρακολούθηση ή επέμβαση.							
		0.30 1*	0.35 2*	0.40 3*	0.45 4*	0.50 5*	0.55 6*	0.60 7*	0.65 8*
A	Αυτοκινητόδρομοι		X						
B	Δυο λωρίδες \ κατεύθυνση με νησίδα		X						
Γ	Μια λωρίδα \ κατεύθυνση			X					
Δ	Όπως B αλλά σε μη			X					

	κύριους κόμβους								
E	Όπως Γ αλλά σε μη κύριους δρόμους				X				
Z	Προσέγγιση και επί κυρίου κόμβου				X				
H ₁	Με κλίση 5% - 10% σε μήκος 50 m.				X				
H ₂	Με κλίση > 10% σε μήκος 50 m. Δυο λωρίδες /κατεύθυνση (μόνο κατωφέρεια) Μια λωρίδα /κατεύθυνση (ανωφέρεια & κατωφέρεια)					X			
Θ ₁	Στροφή ακτίνας 250 m (άνευ ορίου ταχύτητας)				X				
I	Προσέγγιση σε roundabout (πλατείες)						X		
K	Προσέγγιση σε σηματοδότες, διαβάσεις σιδηροδρομικές διασταυρώσεις κ.λπ.						x		
	Τιμές SFC ₂₀ (μέση τιμή καλοκαιρινών μετρήσεων)	0.4 *1	0.45 *2	0.50 *3	0.55 *4	0.60 *5	0.65 *6	0.70 *7	0.75 *8
Θ ₂	Στροφή ακτίνας ≤ 100 m (άνευ ορίου ταχύτητας κάτω των 60 km/h)					X			
Λ	Roundabout (πλατείες)				X				

6.1. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΗΜΟΠΡΑΣΙΕΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε ενδεικτικά ορισμένες δημοπρασίες σχετικές με έργα συντήρησης οδοστρωμάτων. Θα επικεντρωθούμε κυρίως στις διαδικασίες οδοστρωσίας και ασφαλικών των κατωτέρω έργων. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι προϋπολογισμοί τεσσάρων έργων οδοποιίας ως παράδειγμα για τις τιμές που υπάρχουν στην αγορά για την ανακατασκευή οδοστρωμάτων.

6.1. 1^ο Έργο : ‘Βελτίωση οδού Κανελλοπούλου περιοχής Αγυιάς Πατρών’.

6.1.1. Εργασίες.

6.1.1.α. Πρόβλημα.

Οι εργασίες που έγιναν στο συγκεκριμένο κομμάτι της οδού Κανελλοπούλου είχαν να κάνουν με την επιδιόρθωση της επίκλισης του οδοστρώματος. Με την επιδιόρθωση που έγινε μειώθηκε η επικινδυνότητα της οδού. Εργασίες που έλαβαν χώρα και μας ενδιαφέρουν αφορούν την οδοστρωσία και τα ασφατικά.

6.1.1.β Μέθοδος συντήρησης.

Κατά την οδοστρωσία είχαμε την κατασκευή υπόβασης από κατάλληλα υλικά ποταμού ή χειμάρρου , μεταβλητού πάχους από 0,08 μ. έως 0,15 μ. Επίσης λαμβάνουμε υπόψη τη κατασκευή σταθερού πάχους 0,10 μ. από κατάλληλα αδρανή υλικά ποταμού ή χειμάρρου. Τέλος , είχαμε τη κατασκευή βάσεως οδοστρωσίας από θραυστά υλικά.

Η ομάδα των ασφαλικών περιλαμβάνει ασφαλική προεπάλειψη , ασφαλική συγκολλητική επάλειψη , κατασκευή ασφαλικής ισοπεδωτικής στρώσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05 μ. και τέλος την κατασκευή αντιολισθηρής ασφαλικής στρώσης κυκλοφορίας πάχους 0,04 μ. από ασφατικό σκυρόδεμα με τη χρήση τροποποιημένης ασφάλτου.

6.1.1.γ. Κόστος.

Οι εργασίες οδοστρωσίας του έργου κόστισαν συνολικά 9560.00 € με τη κατασκευή της βάσης οδοστρωσίας να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του προϋπολογισμού οδοστρωσίας , με τη τιμή να φτάνει τα 4810.00 € , που αναλογεί στο 50% του συνολικού κόστους όπως φαίνεται και στο γράφημα 6.1.α.

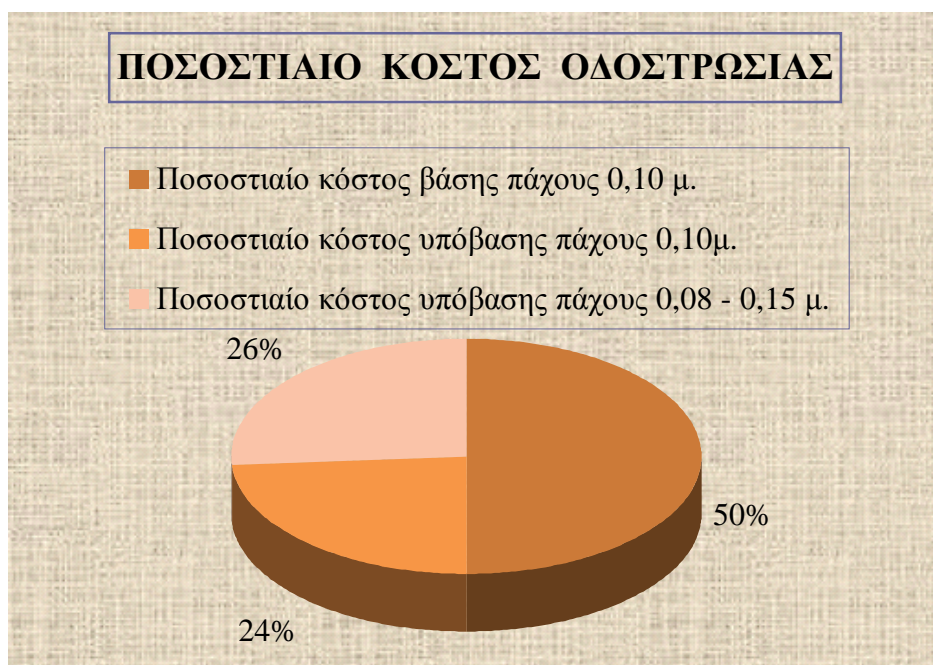
Όσον αφορά τα ασφατικά , το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής καταλαμβάνει η κατασκευή της αντιολισθηρής στρώσης πάχους 0.04 μ. με τιμή μονάδας 4.50 € και συνολικό κόστος κατασκευής της 10350.00 € Η ασφαλική και συγκολλητική επάλειψη καταλαμβάνουν το μικρότερο κόστος με τιμή μονάδας

0.83 € και 0.26 € αντίστοιχα. Οι ποσοστιαίες αναλογίες των ασφαλικών εργασιών φαίνονται στο γράφημα 6.1.β.

Πίνακας 6.1. Προϋπολογισμός 1^{ου} έργου.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ	ΜΟΝ. ΜΕΤΡ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ €	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €
ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
Γ1	Υπόβαση μεταβλητού πάχους από 0,08 μ. έως 0,15 μ. μετά της μεταφοράς του αργού υλικού	Γ-1.1	ΟΔΟ 3121.B	m ³	200	12.50	2500.00	
Γ2	Υπόβαση πάχους 0.10 μ. μετά της μεταφοράς του αργού υλικού.	Γ-1.2	ΟΔΟ 3111.B	m ²	1800	1.25	2250.00	
Γ3	Βάση οδοστρώσας συμπυκνωμένου πάχους 0.10 μ. εκάστη μετά της μεταφοράς του αργού υλικού.	Γ-2.2	ΟΔΟ 3211.B	m ²	3700	1.30	4810.00	
Άθροισμα								9560.00
ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ:								
Δ1	Ασφαλτική προεπάλειψη με την προμήθεια της ασφάλτου	Δ-3	ΟΔΟ 4110	m ²	2300	0.83	1909.00	
Δ2	Συγκολλητική επάλειψη με την αξία της ασφάλτου.	Δ-4	ΟΔΟ 4120	m ²	2300	0.26	598.00	
Δ3	Ασφαλτική στρώση βάσεως συμπυκνωμένου πάχους 0.05 μ. με τη προμήθεια της ασφάλτου και τη μεταφορά του ασφαλτομίγματος στο τόπο διάστρωσης	Δ-5.1	ΟΔΟ 4321.B	tn.	2300	3.37	7751.00	

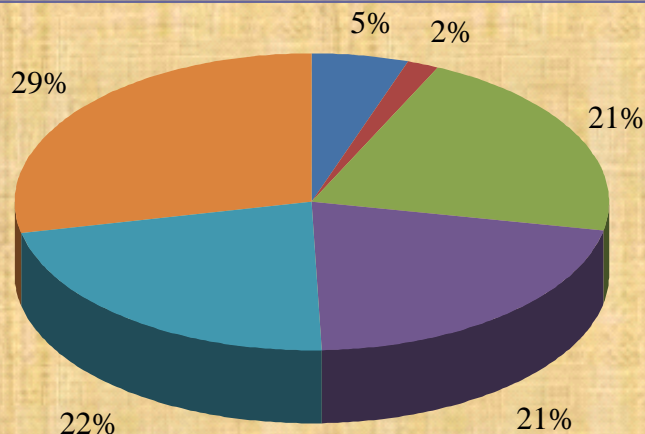
Δ4	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05 μ. με την προμήθεια της ασφάλτου και τη μεταφορά του ασφαλτομίγματος.	Δ-7	ΟΔΟ 4421.B	m ²	2300	3.37	7751.00	
Δ5	Ασφαλτική στρώση συμπυκνωμένου πάχους 0.05 μ. με τη προμήθεια της ασφάλτου και τη μεταφορά του ασφαλτομίγματος στον τόπο διάστρωσης.	Δ-8.1	ΟΔΟ 4521.B	m ²	2300	3.53	8119.00	
Δ6	Αντιολισθηρή ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.04 μ. μετά της μεταφοράς στο τόπο διάστρωσης.	Δ-9.2	ΟΔΟ 4521.B	m ²	2300	4.50	10350.00	
Άθροισμα							36478.00	0



Σχήμα 6.1.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρώσεως 1^{ου} έργου.

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ

- Ποσοστιαίο κόστος ασφαλικής προεπάλειψης
- Ποσοστιαίο κόστος συγκολλητικής προεπάλειψης
- Ποσοστιαίο κόστος στρώσης συμπτυκνωμένου πάχους 0,05 μ.
- Ποσοστιαίο κόστος ισοπεδωτικής στρώσης πάχους 0,05 μ.
- Ποσοστιαίο κόστος στρώσης συμπτυκνωμένου πάχους 0,05 μ.
- Ποσοστιαίο κόστος αντιολισθηρής στρώσης κυκλοφορίας πάχους 0,04 μ.



Σχήμα 6.1.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλικών εργασιών 1^{ου} έργου.

6.2. 2^ο Έργο: ‘Ασφαλτοστρώσεις οδών στα Δ.Δ. Κάμιας , Νεστάνης και Λουκά’.

6.2.1. Εργασίες.

6.2.1.α. Πρόβλημα.

Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο έργο έχουν να κάνουν με την ασφαλτόστρωση των οδών που οδηγούν σε κεντρικές οδικές αρτηρίες των περιοχών αυτών.

6.2.1.β Μέθοδος συντήρησης.

Για το κομμάτι της οδοστρωσίας , οι εργασίες οι οποίες έγιναν περιορίζονται στην κατασκευή υπόβασης μεταβλητού πάχους από 0,08 μ. έως 0,15 μ. με αδρανή υλικά χειμάρρων ή ποταμών και στην κατασκευή βάσης σταθερού πάχους 0,10 μ. από θραυστά αδρανή υλικά.

Για το κομμάτι των ασφαλικών , οι εργασίες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν είναι ασφαλική προεπάλειψη στη συνέχεια συγκολλητική επάλειψη και ασφαλική ισοπεδωτική στρώση μεταβλητού πάχους από 0,05 μ. έως 0,10 μ. και τέλος η επίστρωση ασφαλτοτάπητα

6.2.1.γ. Κόστος.

Το ολικό κόστος των εργασιών οδοστρωσίας δίνεται από τον προϋπολογισμό του έργου ότι είναι 20267.00 €. Το κόστος για την κατασκευή της υπόβασης είναι σχεδόν ίσο με το κόστος κατασκευής της βάσης. Αυτό φαίνεται καθαρά στο γράφημα 6.2.α.

Στον προϋπολογισμό των ασφαλτικών εργασιών διακρίνουμε ότι οι εργασίες με το μικρότερο κόστος είναι η συγκολλητική επάλειψη με κόστος μόλις 748.80 € και τιμή μονάδας 0.26 €/m². Το υψηλότερο κόστος καταλαμβάνει η επίστρωση του ασφαλτοτάπητα με συνολικό κόστος 59040.00 € και τιμή μονάδας 4.00 €/m². Στο γράφημα 6.2.β. φαίνονται οι ποσοστιαίες αναλογίες του κόστους των ασφαλτικών εργασιών.

Πίνακας 6.2. Προϋπολογισμός 2^{ου} έργου.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ	ΜΟΝ. ΜΕΤΡ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ €	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €
ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ:								
1	Υπόβαση μεταβλητού πάχους	Γ-1	ΟΔΟ 3121.B	m ³	1011.00	10.00	10110.00	
2	Βάση 10εκ.	Γ-2	ΟΔΟ32 11.B	m ²	7580.00	1.34	10157.20	
Άθροισμα								20267.20
ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ:								
1	Ασφαλτική προεπάλειψη	Δ-1	ΟΔΟ41 10	m ²	13730.00	0.83	11395.90	
2	Συγκολλητική επάλειψη	Δ-2	ΟΔΟ41 20	m ²	2880.00	0.26	748.80	
3	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση μεταβλ. Πάχους.(Π. Τ.Π.Α265)	Δ-3	ΟΔΟ- 4421.B	tn.	306.00	29.10	8904.60	
4	Ασφαλτοτάπητας Α265	Δ-4	ΟΔΟ45 21.B	m ²	14760.00	4.00	59040.00	
Άθροισμα								80089.30



Σχήμα 6.2.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρώσεως 2^{ου} έργου.



Σχήμα 6.2.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 2^{ου} έργου.

6.3. 3^ο Έργο ‘ Εργασίες συντήρησης και βελτίωσης του δρόμου προς Αγ. Παρασκευή στο Δ.Δ. Τριποτάμου’ .

6.3.1. Εργασίες.

6.3.1.α. Πρόβλημα.

Το πρόβλημα του συγκεκριμένου οδοστρώματος συνοψίζεται στο γεγονός ότι το οδόστρωμα είχε παρουσιάσει φθορές (ρωγμές αλιγάτορα , λακκούβες διαμήκεις ρωγμές κ.λπ.) υψηλού βαθμού σοβαρότητας , με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την οδήγηση και να καθιστά επικίνδυνο το οδόστρωμα για τους χρήστες του.

6.3.1.β Μέθοδος συντήρησης.

Οι εργασίες που έγιναν στο έργο αυτό έχουν να κάνουν με την αποκατάσταση φθορών του οδοστρώματος και τη βελτίωση της κατάστασης του οδοστρώματος. Συγκεκριμένα , έγινε ανακατασκευή του οδοστρώματος , όχι μόνο του ασφαλτοτάπητα.

Για την οδοστρωσία του έργου είχαμε την κατασκευή υπόβασης μεταβλητού πάχους , από 0,08 μ. έως 0,15 μ. , με φερτά αδρανή χειμάρρων ή ποταμών καθώς και την κατασκευή βάσης πάχους 0,10 μ. με θραυστά αδρανή υλικά.

Οι ασφαλτικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν είναι ασφαλτική προεπάλειψη καθώς και η εφαρμογή ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας , πάχους 0,05 μ. με τη χρήση κοινής ασφάλτου.

6.3.1.γ. Κόστος.

Στο τομέα των εργασιών οδοστρωσίας , το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους καταλαμβάνει η κατασκευή της βάσης του οδοστρώματος με συνολικό κόστος 8636.00 € και τιμή μονάδος 2.54 €/m². Το μικρότερο ποσοστό κόστους καταλαμβάνει η κατασκευή υπόβασης μεταβλητού πάχους με τιμή μονάδος 23.15 €/m³ και συνολικό κόστος 4259.60 €. Στο γράφημα 6.3.α. διακρίνουμε την ποσοστιαία αναλογία κόστους που αντιστοιχεί σε κάθε μια εργασία οδοστρωσίας.

Στις ασφαλτικές εργασίες το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους καταλαμβάνεται από τις εργασίες που έγιναν για την κατασκευή της ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας με τιμή μονάδος 4.36 €/m² και συνολικό κόστος 14824.00 €. Το μικρότερο ποσοστό κόστους καταλαμβάνουν οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν για την ασφαλτική προεπάλειψη με τιμή μονάδος 0.83 €/m² και συνολικό κόστος 2822.00 €. Στο γράφημα 6.3.β. διακρίνουμε την ποσοστιαία αναλογία κόστους που αντιστοιχεί σε κάθε μια ασφαλτική εργασία.

Πίνακας 6.3. Προϋπολογισμός 3^{ου} έργου.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ	ΜΟΝ. ΜΕΤΡ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ €	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €
ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
1	Υπόβαση μεταβλ. Πάχους(Π.Τ.Π.0-150)	Γ-1.1	ΟΔΟ-3121.B	m ³	184	23.15	4259.60	
2	Βάση πάχους 0,10m (Π.Τ.Π.0-155)	Γ-2.2	ΟΔΟ-3211.B	m ²	3400	2.54	8636.00	
Άθροισμα								12895.60
ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ:								
1	Ασφαλτική προεπάλειψη	Δ-3	ΟΔΟ-4110	m ²	3400	0.83	2822.00	
2	Ασφάλτ. Στρώση κυκλοφορίας 0,05μ με χρήση κοινής ασφάλτου	Δ-8.1	ΟΔΟ4521.B	m ²	3400	4.36	14824.00	
Άθροισμα								17646.00



Σχήμα 6.3.α. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους εργασιών οδοστρώσεως 3^{ου} έργου.



Σχήμα 6.3.β. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 3^{ου} έργου.

6.4. 4^ο Έργο ‘ Συντήρηση δρόμου προς Τουρκολέκα’.

6.4.1. Εργασίες.

6.4.1.α. Πρόβλημα.

Τα προβλήματα που οδήγησαν στην συντήρηση και επισκευή αυτού του οδοστρώματος είναι η παρουσίαση βασικών φθορών του οδοστρώματος , όπως ρωγμές αλιγάτορα , εγκάρσιες ρωγμές κ.λπ. Κυρίως όμως , ο λόγος της πραγματοποίησης της συντήρησης είναι η αποκόλληση αδρανών λόγω γήρανσης του ασφαλτοτάπητα.

6.4.1.β Μέθοδος συντήρησης.

Παρ ότι η βασική φθορά του οδοστρώματος ήταν η αποκόλληση των αδρανών λόγω γήρανσης του ασφαλτοτάπητα , οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο έργο αυτό αφορούν τη γενική ασφαλτική συντήρηση του οδοστρώματος.

Οι εργασίες αυτές είναι ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη καθώς και η εφαρμογή ασφαλτικής ισοπεδωτικής στρώσης , μεταβλητού πάχους από 0,05 μ. έως 0,10 μ. , με τη χρήση κοινής ασφάλτου.

6.4.1.γ. Κόστος.

Το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κόστους καταλαμβάνουν οι εργασίες για την κατασκευή της ασφαλτικής ισοπεδωτικής στρώσης με κόστος 17034.40 € και τιμή μονάδος 42.80 €/tn. Η τιμή μονάδος της συγκολλητικής επάλειψης είναι 0.26 €/m². Οι τιμές φαίνονται στο πίνακα 6.4 και οι ποσοστιαίες αναλογίες στο γράφημα 6.4.

Πίνακας 6.4. Προϋπολογισμός 4^{ου} έργου.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ	ΜΟΝ. ΜΕΤΡ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ €	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ €
ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ								
1	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	Δ-4	ΟΔΟ-4120	m ²	4000.00	0.26	1040.00	
2	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση μεταβλ. Πάχους	Δ-6	ΟΔΟ-4421.B	tn.	398.00	42.80	17034.40	
Άθροισμα								18074.40



Σχήμα 6.4. : Ποσοστιαία αναλογία κόστους ασφαλτικών εργασιών 4^{ου} έργου.

6.5. Αναλυτικά Οδοστρώσια.

6.5.1. Υπόβαση μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π. 0 – 150)

(Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-3121.Β):

Για την πλήρη κατασκευή υπόβασης οδοστρωμάτων μεταβλητού πάχους από θραυστά αδρανή υλικά σταθεροποιούμενου τύπου της Π.Τ.Π. 0 – 150 , με συμπύκνωση κατά στρώσεις μεγίστου συμπυκνωμένου πάχους κάθε στρώσης ίσου προς 0,10 μ. Ανεξάρτητα από την μορφή και έκταση της επιφάνειας κατασκευής, σε υπαίθρια ή υπόγεια έργα, μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας των αδρανών, του νερού και των λοιπών απαιτούμενων υλικών, η δαπάνη μεταφοράς τους από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο του έργου, με τις φορτοεκφορτώσεις, τη σταλία των αυτοκινήτων και το χαμένο χρόνο φορτοεκφορτώσεις, η δαπάνη της διάστρωσης, διαβροχής και πλήρους κυλίνδρωσης ώστε να προκύψει η επιθυμητή γεωμετρική επιφάνεια καθώς και κάθε άλλη δαπάνη υλικών και εργασίας που απαιτείται για την έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την Τ.Σ.Υ. , την παρ. 10.4.1. της Π.Τ.Π. 0 – 150 και τους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης.

Η επιμέτρηση θα γίνεται με λήψη στοιχείων γεωμετρικής χωροστάθμησης σε διατομές πριν και μετά την κατασκευή των έργων, σύμφωνα με την εγκεκριμένη τεχνική μελέτη και τις παρ. 10.1 και 10.2 της Π.Τ.Π. 0 – 150 .

Η τιμή ανά κυβικό μέτρο συμπυκνωμένου όγκου πλήρους κατασκευής υπόβασης μεταβλητού πάχους, μετά της προμήθειας και μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση είναι 12.50 ευρώ/m³

6.5.2. Υπόβαση πάχους 0.10 μ. (Π. Τ. Π 0 – 150)

(Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-3111.Β):

Για την πλήρη κατασκευή στρώσης υπόβασης οδοστρωμάτων από θραυστά αδρανή υλικά σταθεροποιούμενου τύπου της Π.Τ.Π. 0 – 150 συμπυκνωμένου πάχους 0.10 μ. , ανεξάρτητα από τη μορφή και έκταση της επιφάνειας κατασκευής , σε υπαίθρια ή υπόγεια έργα , μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας των αδρανών , του νερού και των λοιπών απαιτούμενων υλικών , η δαπάνη μεταφοράς τους από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο του έργου , με τις φορτοεκφορτώσεις , τη σταλία των αυτοκινήτων και το χαμένο χρόνο φορτοεκφορτώσεως , η δαπάνη της διάστρωσης , διαβροχής και πλήρους κυλίνδρωσης ώστε να προκύψει η επιθυμητή γεωμετρική επιφάνεια καθώς και κάθε άλλη δαπάνη υλικών και εργασίας που απαιτείται για την έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την Τ.Σ.Υ. , την παρ. 10.4.1 της Π.Τ.Π. 0 – 150 και τους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης.

Η επιμέτρηση θα γίνεται σύμφωνα με τις παραγράφους 10.1 και 10.3.1 της Π.Τ.Π. 0 – 150 .

Η τιμή ανά m^2 πλήρους κατασκευής υπόβασης συμπτυκνωμένου πάχους 0.10 μ. , μετά της προμήθειας και μεταφοράς υλικών από οποιαδήποτε απόσταση είναι $1.25 \text{ ευρώ}/m^2$.

6.5.3. Βάση πάχους 0.10 μ. (Π. Τ. Π 0 – 150) (Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-3211.Β):

Για την πλήρη κατασκευή στρώσης βάσης οδοστρωμάτων από θραυστά αδρανή υλικά σταθεροποιούμενου τύπου της Π.Τ.Π. 0-155, συμπτυκνωμένου πάχους 0,10 μ. ,ανεξάρτητα από την μορφή και έκταση της επιφάνειας κατασκευής , σε υπαίθρια ή υπόγεια έργα, μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας των αδρανών, του νερού και των λοιπών απαιτούμενων υλικών, η δαπάνη μεταφοράς τους από οποιαδήποτε απόσταση στον τόπο του έργου, με τις φορτοεκφορτώσεις, τη σταλία των αυτοκινήτων και τον χαμένο χρόνο φορτοεκφορτώσεως, η δαπάνη της διάστρωσης, διαβροχής και πλήρους κυλίνδρωσης, ώστε να προκύψει η επιθυμητή γεωμετρική επιφάνεια καθώς και κάθε άλλη δαπάνη υλικών και εργασίας, που απαιτείται για την έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την Τ.Σ.Υ. ,την παρ. 10.4.1. της Π.Τ.Π. 0 – 155 και τους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης.

Η επιμέτρηση θα γίνεται σύμφωνα με τις παραγράφους 10.1 και 10.3.1. της Π.Τ.Π. 0 – 155.

Η τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο πλήρους κατασκευής βάσης συμπτυκνωμένου πάχους 0.10 μ., μετά της προμήθειας και μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση είναι $1.30 \text{ ευρώ}/m^2$.

6.6. Αναλυτικά Ασφαλτικά.

6.6.1. Ασφαλτική προεπάλειψη. (Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-4110):

Για την πλήρη ασφαλτική προεπάλειψη ανασφάλτωσης επιφάνειας με ασφαλτικό διάλυμα τύπου ME-O ή με όξινο ασφαλτικό γαλάκτωμα, ανεξάρτητα από την έκταση και τη μορφή της επιφάνειας, σε υπαίθρια και υπόγεια έργα, η οποία θα εκτελεσθεί σύμφωνα με τα οριζόμενα στις Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές ΑΣ-11, Α-201 και Α-203 και τους όρους δημοπράτησης.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας του καθαρού (φωτιστικού) πετρελαίου, του τυχόν απαιτούμενου αντιυδρόφιλου παρασκευάσματος, της ασφάλτου και των λοιπών απαιτούμενων υλικών, η δαπάνη φορτοεκφορτώσεως, σταλίων, χαμένου χρόνου φορτοεκφορτώσεων και

μεταφοράς όλων των υλικών επί τόπου των έργων, η δαπάνη παρασκευής του ασφαλικού διαλύματος (θέρμανσης, εναποθήκευσης, φύλαξης κτλ.), η δαπάνη καθαρισμού της επιφάνειας, που θα προεπαλειφθεί, με αυτοκίνητη βούρτσα και με τα χέρια, η δαπάνη μεταφοράς και διάχυσης του ασφαλικού διαλύματος ή του γαλακτώματος με αυτοκίνητο διανομέα ασφάλτου (FEDERAL) με την ενδεχόμενη επαναθέρμανση του διαλύματος πριν από τη διάχυση, η δαπάνη ενδεχόμενης διάστρωσης αδρανούς υλικού επικάλυψης με την αξία παραγωγής ή προμήθειας και μεταφοράς αυτού στον τόπο διάστρωσης, όπως και κάθε άλλη δαπάνη υλικών και εργασίας που απαιτείται για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της κατασκευής σύμφωνα με τους όρους δημοπράτησης.

6.6.2. Ασφαλική συγκολλητική επάλειψη (Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-4120):

Για την πλήρη κατασκευή ασφαλικής συγκολλητικής επάλειψης επί ασφαλικής στρώσης ή επί σκυροδέματος (π.χ. προστασίας μεμβρανών στεγανοποίησης τεχνικών στέψης), με ασφαλικό διάλυμα τύπου ME-5 ή καθαρή άσφαλτο ή ασφαλικό γαλάκτωμα ταχείας διάσπασης, που θα εκτελεσθεί, ανεξάρτητα από την έκταση και την μορφή της επιφάνειας σε υπόγεια και υπαίθρια έργα, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. ΑΣ-12, Α-201 και Α203 και τους λοιπούς όρους δημοπράτησης.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας και μεταφοράς όλων των υλικών επί τόπου του έργου, όπως άσφαλτος, καθαρό πετρέλαιο, αντιυδρόφιλο παρασκεύασμα κλπ, μετά των φορτοεκφορτώσεων, χαμένου χρόνου φορτοεκφορτώσεων και σταλίας μεταφορικών μέσων, η δαπάνη θέρμανσης της ασφάλτου ή παρασκευής του ασφαλικού διαλύματος (θέρμανση, ανάμιξη, αποθήκευση, φύλαξη κλπ.), η δαπάνη καθαρισμού της επιφάνειας, που πρόκειται να επικαλυφθεί με συγκολλητική επάλειψη, με αυτοκίνητη βούρτσα και τα χέρια, η δαπάνη μεταφοράς και διάχυσης του ασφαλικού διαλύματος ή ασφάλτου ή ασφαλικού γαλακτώματος με αυτοκίνητο διανομέα ασφάλτου (FEDERAL) με την ενδεχόμενη επαναθέρμανση του διαλύματος ή της ασφάλτου πριν από την διάχυση, όπως και κάθε άλλη απαιτούμενη δαπάνη (εργασία και υλικά) για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της υπόψη εργασίας σύμφωνα με τους όρους δημοπράτησης.

6.6.3. Ασφαλική ισοπεδωτική στρώση μεταβλητού πάχους (Π.Τ.Π. Α265) (Αναθεωρείται με το άρθρο ΟΔΟ-4421.Β):

Για την πλήρη κατασκευή ασφαλικής ισοπεδωτικής στρώσης μεταβλητού πάχους που θα κατασκευασθεί σε υπόγεια και υπαίθρια έργα, ανεξάρτητα από την έκταση και την μορφή της επιφάνειας, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. Α 265, την

Τ.Σ.Υ. και σύμφωνα με τους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης, με ασφαλτόμιγμα που παρασκευάζεται εν θερμώ, σε μόνιμη εγκατάσταση από παντελώς υγιείς καθαρούς λίθους λατομείου, μετά της μεταφοράς τους από οποιαδήποτε απόσταση.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας της ασφάλτου, του τυχόν απαιτούμενου αντυδροφίλου παρασκευάσματος και όλων των απαιτούμενων αδρανών υλικών, σε ποσότητα και ποιότητα που θα καθοριστούν από σχετική μελέτη, η δαπάνη μεταφοράς τους (συμπεριλαμβανομένης της ασφάλτου) από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση παραγωγής του ασφαλτομίγματος, η δαπάνη παρασκευής του ασφαλτομίγματος, η δαπάνη μεταφοράς του έτοιμου ασφαλτομίγματος από την εγκατάσταση παραγωγής του στη θέση διάστρωσης επί τόπου των έργων, κάθε είδους σταλία, φορτοεκφορτώσεις και χαμένοι χρόνοι φορτοεκφορτώσεων υλικών και ασφαλτομίγματος, η δαπάνη διάστρωσης και συμπύκνωσής του καθώς και κάθε δαπάνη υλικών και εργασίας που απαιτείται για την έντεχνη εκτέλεση της κατασκευής και κατά τα λοιπά, όπως ορίζεται στην Π.Τ.Π. Α265, στην Τ.Σ.Υ., και στους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης. Περιλαμβάνεται επίσης η δαπάνη που τυχόν θα απαιτηθεί, για κάθε είδους προεργασία πάνω σε νέα ή παλαιά ασφαλτικά οδοστρώματα (όπως π.χ. πικούνισμα, δημιουργία τριγωνικών εγκοπών κοντά σε ρείθρα και φρεάτια, σκούπισμα, απομάκρυνση των προϊόντων, που προέρχονται από αυτές τις εργασίες κλπ.) αλλά χωρίς την δαπάνη ασφαλικής προεπάλειψης ή συγκολλητικής επάλειψης που θα πληρώνεται ιδιαίτερα.

Η επιμέτρηση θα γίνεται σύμφωνα με τις παρ. 8.2 και 8.4.1. της Π.Τ.Π. Α 265.

Τιμή ενός τόνου ασφαλτομίγματος πλήρους κατασκευής ισοπεδωτικής στρώσης της Π.Τ.Π. Α265 μεταβλητού πάχους, μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση παραγωγής και του ασφαλτομίγματος στη θέση διάστρωσης.

6.6.4. Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05 μ. (Π.Τ.Π. Α265) και ασφαλική στρώση πάχους 0.05 μ. (Π.Τ.Π. Α265).

(Αναθεωρείται με τα άρθρο ΟΔΟ-4521.Β):

Για την πλήρη κατασκευή ασφαλικής στρώσης κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0.05 μ., που θα παρασκευασθεί σε υπόγεια και υπαίθρια έργα, ανεξάρτητα από την έκταση και την μορφή της επιφάνειας, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. Α-265 και τους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης, με ασφαλτόμιγμα που παρασκευάζεται εν θερμώ, σε μόνιμη εγκατάσταση με αδρανή υλικά προερχόμενα από παντελώς υγιείς καθαρούς λίθους λατομείου, μετά της μεταφοράς τους από οποιαδήποτε απόσταση.

Στην τιμή περιλαμβάνονται οι δαπάνες που απαιτούνται για την έντεχνη εκτέλεση της κατασκευής και κατά τα λοιπά, όπως ορίζεται στην Π.Τ.Π. Α 265, στην Τ.Σ.Υ., και στους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης. Το σύνολο των

δαπανών που απαιτείται είναι ακριβώς το ίδιο με αυτό της ασφαλικής ισοπεδωτικής στρώσης μεταβλητού πάχους.

Η επιμέτρηση θα γίνεται σύμφωνα με τις παρ. 8.1, 8.3 και 8.4.1 της Π.Τ.Π. Α 265.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο πλήρους ασφαλικής στρώσης κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0.05 μ., μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση παραγωγής και του ασφαλτομίγματος στη θέση διάστρωσης.

6.6.5. Αντιολισθηρή στρώση από ασφαλικό σκυρόδεμα πάχους 0.04 μ.

Για την πλήρη κατασκευή αντιολισθηρής ασφαλικής στρώσης κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0.04 μ. , που θα κατασκευασθεί υπόγεια και υπαίθρια έργα, ανεξάρτητα από την έκταση και την μορφή της επιφάνειας, σύμφωνα με τη μέθοδο ασφαλικού σκυροδέματος με χονδρόκοκκο μεν ($D > 2.36$ χλστ) αδρανές από κατάλληλο σκληρό πέτρωμα, λεπτόκοκκο δε αδρανές και παιπάλη από συνήθη πετρώματα προερχόμενα από παντελώς υγιείς λίθους λατομείων, σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Σ.Υ. , και κατά τα λοιπά σύμφωνα με την Π.Τ.Π. Α-265 και τους λοιπούς όρους δημοπράτησης. Η αντιολισθηρή στρώση θα κατασκευάζεται σύμφωνα με τον τύπο 2 της Τ.Σ.Υ. με ονομαστικό μέγεθος μέγιστου κόκκου 12.5 χλστ. και θα εξασφαλίζεται μέσο βάθος υφής ίσο προς 1.5 χλστ. κατά το ελάχιστο.

Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας της ασφάλτου, του τυχόν απαιτούμενου αντιυδροφίλου παρασκευάσματος και όλων των απαιτούμενων αδρανών υλικών, σε ποσότητα και ποιότητα που θα καθοριστούν από σχετική μελέτη, η δαπάνη μεταφοράς τους (συμπεριλαμβανόμενης της ασφάλτου και των σκληρών αδρανών) από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση παρασκευής του ασφαλτομίγματος, η δαπάνη παρασκευής του ασφαλτομίγματος, η δαπάνη μεταφοράς του έτοιμου ασφαλτομίγματος από την εγκατάσταση παραγωγής του στη θέση διάστρωσης επί τόπου των έργων, κάθε είδους σταλία, φορτοεκφορτώσεις και χαμένοι χρόνοι φορτοεκφορτώσεως υλικών και ασφαλτομίγματος, η δαπάνη διάστρωσης και συμπύκνωσής του καθώς και κάθε δαπάνη υλικών και εργασίας που απαιτείται για την έντεχνη εκτέλεση της κατασκευής σύμφωνα με τα οριζόμενα στους υπόλοιπους όρους δημοπράτησης. Δεν περιλαμβάνεται η δαπάνη κατασκευής της συγκολλητικής επάλειψης.

Οι ιδιότητες των συνήθων αδρανών και οι πρόσθετες απαιτήσεις των σκληρών αδρανών προσδιορίζονται στην Τ.Σ.Υ.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο έτοιμης ολόσωμης αντιολισθηρής ασφαλικής στρώσης κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0.04 μ., μετά της μεταφοράς των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση στη θέση παραγωγής και του ασφαλτομίγματος στη θέση διάστρωσης.

6.6.6. Αντιολισθηρή στρώση πάχους 0.04 μ. με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου.

Στην τιμή περιλαμβάνεται επιπλέον και η δαπάνη προμήθειας, ενσωμάτωσης και χρήσης χημικού πολυμερούς βελτιωτικού υλικού ασφάλτου τύπου EVA ή αναλόγου, σε ποσοστό που θα προσδιοριστεί από την ειδική μελέτη σύνθεσης, όπως θα εγκριθεί από την Υπηρεσία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Α. Φ. ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ , Οδοποιία – Οδοστρώματα – Υλικά – Έλεγχος Ποιότητας (2002).
2. Α. Φ. ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ , Συντήρηση και Αποκατάσταση Οδοστρωμάτων (2002).
3. Ι. Δ. ΚΟΦΙΤΣΑΣ , Στοιχεία Οδοποιίας (2001).
4. Κ. Χ. ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΥ , Κατασκευές Συγκοινωνιακών Έργων – Οδοποιία (1980).
5. Γ. Κ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ , Τεχνικά Χρονικά – Α , Τόμος 6 , Τεύχος 1 , Φθορές στα Εύκαμπτα Οδοστρώματα των Δρόμων (1986).
6. Πρότυπα τεύχη για Περιφερειακά Έργα – Οδηγός επίβλεψης μελετών και κατασκευών – Εγχειρίδιο Ελέγχων και Ταξινόμησης Φθορών Οδοστρωμάτων (2002).
7. Γαλανόπουλος Α.Ε. , προϋπολογισμός βελτίωσης της οδού Κανελλοπούλου περιοχής Αγυιάς Πατρών.
8. Νομαρχία Αρκαδίας , προϋπολογισμός ασφαλτοστρώσης οδών στα Δ.Δ. Κάψιας , Νεστάνης και Λουκά.
9. Νομαρχία Αρκαδίας , προϋπολογισμός εργασιών συντήρησης και βελτίωσης του δρόμου προς Αγ. Παρασκευή στο Δ.Δ. Τριποτάμου.
10. Νομαρχία Αρκαδίας , προϋπολογισμός συντήρηση δρόμου προς Τουρκολέκα.

ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

1. www.intermountainsslurry.com
2. www.slurry.com
3. www.keridis.gr
4. www.egnatia.gr
5. www.fhwa.dot
6. www.otc.utexas.edu
7. www.dot.stat.pa.us
8. www.findlayirvine.com
9. www.thetestequipment.com
10. www.geoservice.gr