

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΜΕΛΕΤΗ ΟΦΕΛΟΥΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ
ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ »

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΗΛΙΑ

ΚΥΠΡΟΣ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΚΑΙΝΟΤΟΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΗΛΙΑ

«ΜΕΛΕΤΗ ΟΦΕΛΟΥΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ
ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. Λουκάς Δημητρίου, επίκουρος καθηγητής του
τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Κύπρου

ΚΥΠΡΟΣ, ***ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020***

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία αφορά την ανακύκλωση οδοστρωμάτων στην Κύπρο. Μέχρι στιγμής, η μέθοδος αυτή δεν εφαρμοζόταν στην Κύπρο αλλά μετά τον Μάιο του 2020 που ορίστηκαν οι τεχνικές προδιαγραφές για την ανακύκλωση οδοστρωμάτων, τέθηκε σε ισχύ και έτσι εξετάζεται ως βελτιωτική παρέμβαση.

Συγκεκριμένα, αναλύονται οι μέθοδοι ανακύκλωσης οδοστρωμάτων που χρησιμοποιούνται στο εξωτερικό, τα προβλήματα οδοστρωμάτων για τα οποία εφαρμόζεται η κάθε μέθοδος ανακύκλωσης και περιγράφεται ο ισχύοντας κανονισμός για την ανακύκλωση οδοστρωμάτων που ισχύει στην Κύπρο. Στη συνέχεια, υπολογίζεται το κόστος χρήσης ανακυκλωμένης ασφάλτου σε όλους τους αυτοκινητοδρόμους της Κύπρου, αλλά και σε μια αστική περιοχή και συγκρίνονται οικονομικά σε αντίθεση με τη χρήση παρθένων ασφαλτομειγμάτων.

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να αναδείξει το όφελος από τη χρήση ανακυκλωμένης ασφάλτου όχι μόνο σε οικονομικό επίπεδο αλλά και σε περιβαλλοντικό. Για την επίτευξη του στόχου, μετρήθηκαν οι αποστάσεις όλων των αυτοκινητοδρόμων της Κύπρου, πάρθηκαν τιμές τόσο για τα ποσοστά της ασφάλτου που τοποθετούνται στο ασφαλτόμειγμα, όσο και για το κόστος της ασφάλτου και έγινε ο υπολογισμός.

ABSTRACT

The present dissertation concerns the recycling of roads in Cyprus. Until now, this method was not applied in Cyprus but since May 2020, when the technical specifications for road recycling were set, it came into force.

Specifically, the road recycling methods used abroad are analyzed, the current regulation for road recycling in Cyprus is described and a comparison is made of all the practices that exist internationally in road recycling. The aim of this work is to estimate the cost of using recycling asphalt binder instead of new asphalt binder on the highways of Cyprus and to compare it with the construction of a completely new road which is made of virgin asphalt and aggregates. Subsequently, the cost of using recycled asphalt on all the highways of Cyprus, but also in an urban area is calculated and compared economically in contrast to the use of virgin asphalt mixtures.

The aim of this work is to highlight the benefit of using recycled asphalt, not only economically but also environmentally. To achieve the goal, the distances of all the highways of Cyprus were measured, prices were taken both for the percentages of asphalt placed in the asphalt mix, and for the cost of asphalt and then the calculation was done.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	I
2. Ανακύκλωση οδοστρωμάτων.....	1
2.1. Μέθοδοι Ανακύκλωσης.....	1
2.2. Επιλογή Μεθόδου Ανακύκλωσης.....	7
3. Προδιαγραφές	19
3.1. Αδρανή Υλικά	19
3.2. Χειρισμός Αδρανών Υλικών	24
3.3. Πληρωτικό Αδρανές Υλικό	25
3.4. Ασφαλτος	26
3.5. Μελέτη του Μίγματος	27
3.6. Προκαταρκτικές Δοκιμές	28
3.7. Δοκιμαστικές Περιοχές	28
3.8. Εκτέλεση Εργασίας υπό Δυσμενείς Καιρικές Συνθήκες	29
3.9. Μόνιμο Εργοστάσιο Παραγωγής Ασφαλτικού Σκυροδέματος	29
3.10. Αναλογία των κρύων Αδρανών.....	29
3.11. Θέρμανση της Ασφάλτου	29
3.12. Ξήρανση και θέρμανση Αδρανών	30
3.13. Θερμοκρασίες Μίγματος	30
3.14. Ανάμειξη	30
3.15. Αποκλίσεις στο Παραγόμενο Μείγμα	31
3.16. Μεταφορά Ασφαλτικού Σκυροδέματος	31
3.17. Επιτρεπόμενες Αποκλίσεις στο Πάχος Στρώσεων	31
3.18. Διάστρωση Ασφαλτικού Σκυροδέματος	32
3.19. Θερμοκρασία Διάστρωσης	32
3.20. Μηχανική Διάστρωση Ασφαλτικού Σκυροδέματος	32
3.21. Θερμοκρασία Συμπύκνωσης	33

3.22.	Συμπύκνωση	33
3.23.	Χειρωνακτική Διάστρωση και Συμπύκνωση	33
3.24.	Διαμήκεις Αρμοί Κατασκευής	33
3.25.	Εγκάρσιοι Αρμοί	34
3.26.	Τελειωμένα Υψόμετρα	34
3.27.	Αποκλίσεις Επιφάνειας	34
3.27.1.	Διόρθωση	35
3.27.1.1.	Ασφαλτική Βάση	35
3.27.1.2.	Στρώσεις Κυκλοφορίας	35
3.27.2.	Προδιαγραφές για Νέους Αυτοκινητοδρόμους	35
3.27.3.	Απαιτήσεις	35
3.27.4.	Έλεγχος	36
3.28.	Αποκοπή και Αφαίρεση Ελαττωματικών Περιοχών	36
3.29.	Αντικατάσταση της Ελαττωματικής Περιοχής	36
3.30.	Πλήρωση Οπών Πυρήνων Δειγματοληψίας	36
3.31.	Κοκκομετρικές Διαβαθμίσεις Αδρανών Υλικών	37
3.32.	Πληρωτικό (Υδράσβεστος)	37
3.33.	Μείγματα Εργαστηριακής Μελέτης	38
3.34.	Προκαταρκτικές Δοκιμαστικές Παραγωγές.....	39
3.35.	Έλεγχοι Δοκιμαστικών Περιοχών.....	39
3.36.	Πυκνότητα Αναφοράς (Πυκνότητα Τυπικού Μείγματος Έργου)	40
3.37.	Διακυμάνσεις στο Μείγμα Παραγωγής	40
3.38.	Πιστοποιητικά Δοκιμών για το Εργοστάσιο Παραγωγής.....	41
3.39.	Δοκιμές για Προκαταρκτικό Έλεγχο Αδρανών Υλικών.....	42
3.40.	Πρόσθετες Δοκιμές σε Υλικά	42
3.41.	Πιστοποιητικά Ποιότητας Ασφάλτου	42
3.42.	Δοκιμές για την Μελέτη Μείγματος.....	42
3.43.	Περιοδικός Έλεγχος Αδρανών Υλικών	42
3.44.	Περιοδικός Έλεγχος του Μείγματος Παραγωγής	43
3.45.	Περιοδικοί Έλεγχοι σε Συμπυκνωθείσες Στρώσεις	44
3.46.	Περιοδικοί Έλεγχοι της Επιτόπου Πυκνότητας	44

3.47. Πρόσθετες Δοκιμές σε Περιπτώσεις Αποτυχίας των Περιοδικών Δοκιμών.....	45
3.48. Ασφαλτική Συγκολλητική Επάλειψη (tack coat)	45
3.49. Ασφαλτική Προεπάλειψη (prime coat)	46
3.50. Ισοπεδωτική Στρώση (regulation coarse)	47
3.51. Ανακατασκευή Οδοστρώματος για Επιδιόρθωση	47
3.52. Ασφαλτόστρωση Επιφανειών	48
3.53. Περιοδικοί Έλεγχοι Αδρανών σε Κατασκευασμένες Στρώσεις	48
3.54. Δήλωση Επιδόσεων και Σήμανση CE για ασφαλτομίγματα.....	48
3.55. Διερεύνηση Ποιότητας Ασφαλτομιγμάτων σε Κατασκευασμένες Στρώσεις.....	49
3.56. Χρήση Ανακτημένου Ασφαλτομίγματος	49
3.56.1. Γενικά	49
3.56.2. Επιπλέον Απαιτήσεις για τις Ιδιότητες των Πρώτων Υλών.....	50
3.56.3. Επιπλέον Απαιτήσεις για το Εργοστάσιο Παραγωγής	52
3.56.4. Επιπλέον Απαιτήσεις για το Παραγόμενο Ασφαλτόμιγμα	53
3.57. Αποκλίσεις Ασφαλικού Σκυροδέματος από τις Προδιαγραφές-Υπολογισμός των κατ' ελάχιστον Χρηματικών Αποκοπών για Σκοπούς Διαχείρισης του Συμβολαίου.....	54
3.57.1 Χρηματικές Αποκοπές για το Ασφαλικό Σκυρόδεμα (Πρέμιξ) το οποίο παρουσιάζει συγκεκριμένες αποκλίσεις από τις Προδιαγραφές.....	54
3.57.2 Αποκοπή για Αποκλίσεις στο ποσοστό περιεκτικότητας σε άσφαλο.....	55
3.57.3 Αποκοπή για αποκλίσεις του δείκτη διατηρούμενης ευστάθειας (INDEX OF RETAINED STABILITY)	56
3.57.4 Αποκοπή για αποκλίσεις στην αναμενόμενη ευστάθεια (STABILITY)	56
3.57.5 Αποκοπή για αποκλίσεις Βαθμού Συμπίεσης	57
3.57.6 Αποκοπή για αποκλίσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης.....	57
4. Όφελος χρήσης ανακτώμενου ασφαλτομείγματος.....	59

4.1 Εισαγωγή.....	59
4.2 Οικονομικό όφελος.....	59
4.3 Μήκος Αυτοκινητοδρόμων Κύπρου.....	59
4.4 Υπολογισμός όγκου ασφάλτου.....	60
4.5 Υπολογισμός κόστους με ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα.....	60
4.6 Υπολογισμός κόστους χωρίς ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα.....	61
4.7 Μήκος δρόμων αστικού τμήματος- Περιοχή Λάρνακας.....	63
4.7.1 Υπολογισμός κόστους με ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα.....	65
4.8 Περιβαλλοντικό όφελος.....	66
5. Συμπεράσματα.....	69
6. Βιβλιογραφικές αναφορές.....	72
7. Παραρτήματα.....	73

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της φθοράς.
- Πίνακας 2: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της παραμόρφωσης.
- Πίνακας 3: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της ρηγμάτωσης.
- Πίνακας 4: Ιδιότητες αδρανών.
- Πίνακας 5: Ιδιότητες λεπτόκοκκων αδρανών.
- Πίνακας 6: Ανώτατα επιτρεπτά όρια επιβλαβών προσμίξεων στα λεπτόκοκκα αδρανή.
- Πίνακας 7: Κατηγορίες Ανθεκτικότητας Σκύρων.
- Πίνακας 8: Ιδιότητες της ασφάλτου.
- Πίνακας 9: Ιδιότητες ανασυσταμένου συνδετικού υλικού.
- Πίνακας 10: Θερμοκρασίες ασφάλτου.
- Πίνακας 11: Επιτρεπόμενα όρια υπέρβασης πάχους στρώσεων.
- Πίνακας 12: Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός επιφανειακών ανωμαλιών.
- Πίνακας 13: Ανοχές στην ομαλότητα.
- Πίνακας 14: Ασφαλτικά μείγματα.
- Πίνακας 15: Προδιαγραφές Υδρασβέστου.
- Πίνακας 16: Ιδιότητες Μειγμάτων Εργαστηριακής Μελέτης.
- Πίνακας 17: Επιτρεπόμενες Διακυμάνσεις στο Μείγμα Παραγωγής.
- Πίνακας 18: Επιτρεπόμενες διακυμάνσεις Μείγματος Παραγωγής για ασφαλτική βάση.
- Πίνακας 19: Ιδιότητες κεκραμένης ασφάλτου τύπου S-125.
- Πίνακας 20: Μέγεθος δειγματοληψίας σε κατασκευασμένη στρώση.
- Πίνακας 21: Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό ανακτώμενου ασφαλτομείγματος.
- Πίνακας 22: Επιτρεπόμενα όρια ξένων ουσιών.
- Πίνακας 23: Επιτρεπόμενος μέγιστος κόκκος (U) αδρανών ανακτημένου ασφαλτομείγματος.
- Πίνακας 24: Επιτρεπτές διακυμάνσεις ομοιομορφίας ανακτημένου ασφαλτομείγματος.

Πίνακας 25: Ιδιότητες κατασκευασμένου ασφαλτοτάπητα.

Πίνακας 26: Πίνακας χρηματικών αποκοπών ασφατικό σκυρόδεμα (Πρέμιξ) με συγκεκριμένες αποκλίσεις από τις Προδιαγραφές.

Πίνακας 27: Πληροφορίες αυτοκινητοδρόμων.

Πίνακας 28: Καταγραφή ποσότητας εισαγμένης ασφάλτου.

Πίνακας 29: Αποστάσεις οδών περιοχής μελέτης.

Πίνακας 30: Πληροφορίες δρόμων αστικού τμήματος.

Πίνακας 31: Σχεδιασμός δοκιμαστικών τύπων οδοστρωμάτων.

ΑΝΕΞΑΝΔΡΑ ΗΛΙΑ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ανακύκλωση εν θερμώ.....	2
Εικόνα 2. Επιτόπου θερμή ανακύκλωση.....	3
Εικόνα 3. Ψυχρή επιτόπου ανακύκλωση ασφαλτικού οδοστρώματος.....	5
Εικόνα 4. Πλήρης ανακύκλωση σε όλο το βάθος του δρόμου (Construck Systems & Technology).....	6
Εικόνα 5: Ρωγμές τύπου αλιγάτορα ή ρωγμές κόπωσης.....	8
Εικόνα 6: Ανάδυση της ασφάλτου.....	9
Εικόνα 7: Block cracking.....	10
Εικόνα 8: Πτυχώσεις και κυματοειδής σχηματισμός.....	11
Εικόνα 9: Καθίζηση.....	12
Εικόνα 10: Διαμήκειες ρωγμές κατά μήκος του οδοστρώματος.....	12
Εικόνα 11: Λακκούβες.....	13
Εικόνα 12: Αποκόλληση αδρανών (Ravelling).....	14
Εικόνα 13: Τροχοαυλάκωση (Rutting).....	15
Εικόνα 14: Ρηγμάτωση λόγω ολίσθησης (Slippage cracking).....	16
Εικόνα 15: Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος (Edge Cracks).....	16
Εικόνα 16: Περιοχή μελέτης.....	63
Εικόνα 17: Διαδικασίες που περιλαμβάνονται στη μελέτη.....	67
Εικόνα 18: Εκπομπές CO ₂ eq σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής.....	68

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

RAP (Reclaimed Asphalt Pavement): Ανακτώμενο ασφαλτικό υλικό.

CIR (Cold In-Place Recycling): Επιτόπου ανακύκλωση εν ψυχρώ.

HMA (Hot Mix Asphalt): Ζεστό μίγμα ασφάλτου και αδρανών, υψηλής ποιότητας, που μπορεί να συμπυκνωθεί σε μια ομοιόμορφη πυκνή μάζα.

ΑΝΕΞΑΝΔΡΑ ΗΛΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός ότι η επιβάρυνση των οδοστρωμάτων από κάθε είδους αιτία, έχει σαν αποτέλεσμα την επιδείνωση τους με την πάροδο του χρόνου και κατά συνέπεια την ανακατασκευή τους. Για παράδειγμα, η ποσότητα και το βάρος της κυκλοφορίας, οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η ποιότητα των υλικών, ο κακός σχεδιασμός τόσο των υποδομών όσο και της αποχέτευσης, καθώς και η λανθασμένη συντήρηση, μειώνουν την διάρκεια ζωής του οδοστρώματος. Έτσι, όταν ένα οδόστρωμα παρουσιάζει:

1. ανεπαρκή ικανότητα μεταφοράς προβλεπόμενων όγκων κυκλοφορίας,
2. ανεπαρκή δομική ικανότητα για προγραμματισμένη χρήση,
3. μη αποδεκτό κόστος χρήστη,
4. υπερβολική απαίτηση συντήρησης,
5. μειωμένο συντελεστή τριβής μεταξύ ελαστικών και πεζοδρομίων,
6. ανεπαρκή ποιότητα οδήγησης
7. Υπερβολική δυσφορία οδοστρώματος

κρίνεται απαραίτητη η αποκατάστασή του.

Η αποκατάσταση των οδοστρωμάτων μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους ανάλογα με την κατάσταση του οδοστρώματος. Μια από αυτές τις μεθόδους είναι η ανακύκλωση του υφιστάμενου οδοστρώματος, δηλαδή, η επαναχρησιμοποίηση ενός ποσοστού των αδρανών υλικών ή της ασφάλτου ή και των δύο μαζί, με νέο υλικό. Η μέθοδος αυτή έχει πολλά οφέλη αφού, μειώνεται κατά πολύ ο χρόνος αποπεράτωσης της κατασκευής, το κόστος της εφόσον γίνεται εξοικονόμηση ασφαλικού υλικού και αδρανών υλικών, έτσι δεν χρησιμοποιούνται εξ' ολοκλήρου καινούργια υλικά, και το κυριότερο είναι ότι συντελεί στη μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων.

2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.1 Μέθοδοι Ανακύκλωσης

Οι μέθοδοι ανακύκλωσης κατηγοριοποιούνται σε 4 βασικές κατηγορίες:

- 1) Ανακύκλωση εν θερμώ - Hot mix Recycling
- 2) Επιτόπου θερμή ανακύκλωση - Hot In-Place Recycling
- 3) Επιτόπου ψυχρή ανακύκλωση - Cold In-place Recycling
- 4) Πλήρης αποκατάσταση σε βάθος του δρόμου - Full Depth Reclamation

1) Ανακύκλωση εν θερμώ - Hot mix Recycling

Ως εν θερμώ ανακύκλωση ορίζεται ο κατακερματισμός του υπάρχοντος οδοστρώματος σε βάθος πέραν των 20-25 cm και η εν θερμώ ανάμιξη του ανακτώμενου ασφαλτικού υλικού με ή χωρίς προσθήκη νέων υλικών επί της οδού ή με προσθήκη νέων υλικών σε μόνιμη εγκατάσταση. Κατά την μέθοδο αυτή η επιφάνεια του οδοστρώματος θερμαίνεται επιτόπου μέχρι να επέλθει χαλάρωση της, και τότε γίνεται αφαίρεση του ασφαλτικού υλικού, και επιτόπου ανάμιξη του με συμβατική συνδετική άσφαλτο, αδρανή υλικά αν απαιτούνται ή και πρόσθετα. Η απόξεση του τάπητα γίνεται με ειδικό ξέστρο. Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης και της επαναδιάστρωσης των υλικών απαιτείται θέρμανση τους. Η θέρμανση του ασφαλτικού τάπητα γίνεται σε θερμοκρασία 100-110°C με ειδικό μηχάνημα που περιέχει ειδικές θερμαντικές «κυψέλες». Ακολούθως, γίνεται επαναδιάστρωση και επανασυμπύκνωση του. Η διαδικασία αποτελείται από τρεις φάσεις, την ανακύκλωση της επιφάνειας, την επανάμειξη και τελικώς την επαναδιάστρωση (Peshkin et. al. 2011, FHWA 2015)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση και την ποιοτική αναβάθμιση των παλαιών οδοστρωμάτων, όπου οι επιφανειακές εκτεταμένες φθορές δεν υπερβαίνουν σε βάθος τα 5cm. Παράλληλα, βελτιώνεται και η αντοχή του οδοστρώματος. Προϋποθέτει υψηλό σχετικά κόστος, αλλά παρατείνει την διάρκεια ζωής της κατασκευής. Πραγματοποιείται με γρήγορους ρυθμούς, χωρίς να παρεμποδίζει την κυκλοφορία.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

- Σημαντική βελτίωση της δομής του δρόμου.
- Η απόδοση είναι όσο καλή όσο και στα μη ανακυκλωμένα υλικά.
- Διόρθωση των περισσότερων επιφανειακών φθορών, παραμορφώσεων και ρωγμών.
- Βελτίωση της ποιότητας οδήγησης.



Εικόνα 1: Ανακύκλωση εν θερμώ.

2) Επιτόπου θερμή ανακύκλωση - Hot In-Place Recycling

Η επιτόπια θερμή ανακύκλωση χαρακτηρίζεται σαν μια μέθοδος ανακύκλωσης που γίνεται στο εργοτάξιο για να αποκαταστήσει τα φθαρμένα οδοστρώματα ασφάλτου και να περιορίσει την χρήση υλικών.

Στην μέθοδο αυτή, η υφιστάμενη επιφάνεια του οδοστρώματος θερμαίνεται, γίνεται απόξεση σε βάθος 20-40 mm, και κατόπιν το υλικό αναμιγνύεται με αδρανή και/ή συνδετικό υλικό και/ή πρόσθετα υλικά, και τέλος συμπυκνώνεται. Δεν χρειάζεται να τοποθετηθεί καινούργια επιπρόσθετη στρώση. Σκοπός της μεθόδου αυτής είναι να διορθώσει οδοστρώματα που παρουσιάζουν ολισθηρότητα, οδοστρώματα στα οποία έχει

γίνει αποκόλληση αδρανών ή σε περιπτώσεις όπου έχει γίνει ανάδυση της ασφάλτου, κυματώσεις, τροχοσυλακώσεις, και ρωγμές κατά μήκος του οδοστρώματος.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- Εξάλειψη επιφανειακών ρωγμών.
- Διόρθωση τροχοσυλακώσεων, πτυχώσεων.
- Αναζωογονείται η παλαιά ασφάλτος.
- Η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών και το περιεχόμενο της ασφάλτου μπορούν να τροποποιηθούν.
- Μείωση της διακοπής της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς.



Εικόνα 2: Επιτόπου θερμή ανακύκλωση

3) Επιτόπου ψυχρή ανακύκλωση - Cold In-place Recycling

Το υφιστάμενο οδόστρωμα σμιλεύεται σε βάθος 75 έως 100mm, ανάλογα με το βάθος του υπάρχοντος ασφαλτικού υλικού. Στη συνέχεια, το ανακτώμενο ασφαλτικό υλικό, που μειώνεται αν χρειάζεται, αναμιγνύεται με πρόσθετο σταθεροποιητή, συνήθως αφρώδη άσφαλτο, τοποθετείται αμέσως πάνω στο δρόμο με τη χρήση μιας μηχανής

πλακόστρωσης, και συμπυκνώνεται χρησιμοποιώντας δονητικούς κυλίνδρους. Στην ψυχρή επιτόπια ανακύκλωση (CIR) το υφιστάμενο ασφαλτικό υλικό επαναχρησιμοποιείται χωρίς την εφαρμογή θερμότητας. Συνήθως, δεν απαιτείται μεταφορά υλικών και μπορούν να προστεθούν αδρανή υλικά, επομένως το κόστος μεταφοράς είναι πολύ χαμηλό. Κανονικά, προστίθεται ασφαλτικό γαλάκτωμα ως μέσο ανακύκλωσης ή συνδετικό. Η αναλογία του γαλακτώματος είναι ως ποσοστό κατά βάρος του ανακτώμενου ασφαλτικού υλικού (RAP). Μπορεί επίσης να προστεθεί ιπτάμενη τέφρα, τσιμέντο ή λάσπη. Αυτά τα πρόσθετα είναι αποτελεσματικά για μείγματα ασφάλτου και χαμηλής ευστάθειας μίγματα. Η διαδικασία περιλαμβάνει κονιοποίηση του υπάρχοντος οδοστρώματος, μέγεθος του RAP, εφαρμογή ανακυκλωμένου υλικού, τοποθέτηση και συμπύκνωση. Η διάρκεια για την αποκατάσταση του οδοστρώματος με την μέθοδο CIR εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Μπορεί να είναι αρκετές ημέρες έως και μερικές εβδομάδες. Παρ' όλα αυτά, επιτρέπεται η διέλευση οχημάτων στην διορθωμένη επιφάνεια καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας σκλήρυνσης, επομένως δεν αποτελεί μεγάλο εμπόδιο για τη ροή της κυκλοφορίας.

Τα πλεονεκτήματα της επιτόπου ανακύκλωσης εν ψυχρώ περιλαμβάνουν:

- Σημαντική αντιμετώπιση της περισσότερης δυσφορίας οδοστρώματος.
- Βελτίωση της ποιότητας οδήγησης.
- Ελάχιστα προβλήματα έλξης και ποιότητας του αέρα και
- Ικανότητα διεύρυνσης οδοστρώματος.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια τυπική λειτουργία CIR που αποτελείται από μια μηχανή άλεσης, μια μονάδα θραυστήρων και κοσκινίσματος και ένα μίξερ μίξης.



Εικόνα 3: Ψυχρή επιτόπου ανακύκλωση ασφαλτικού οδοστρώματος.

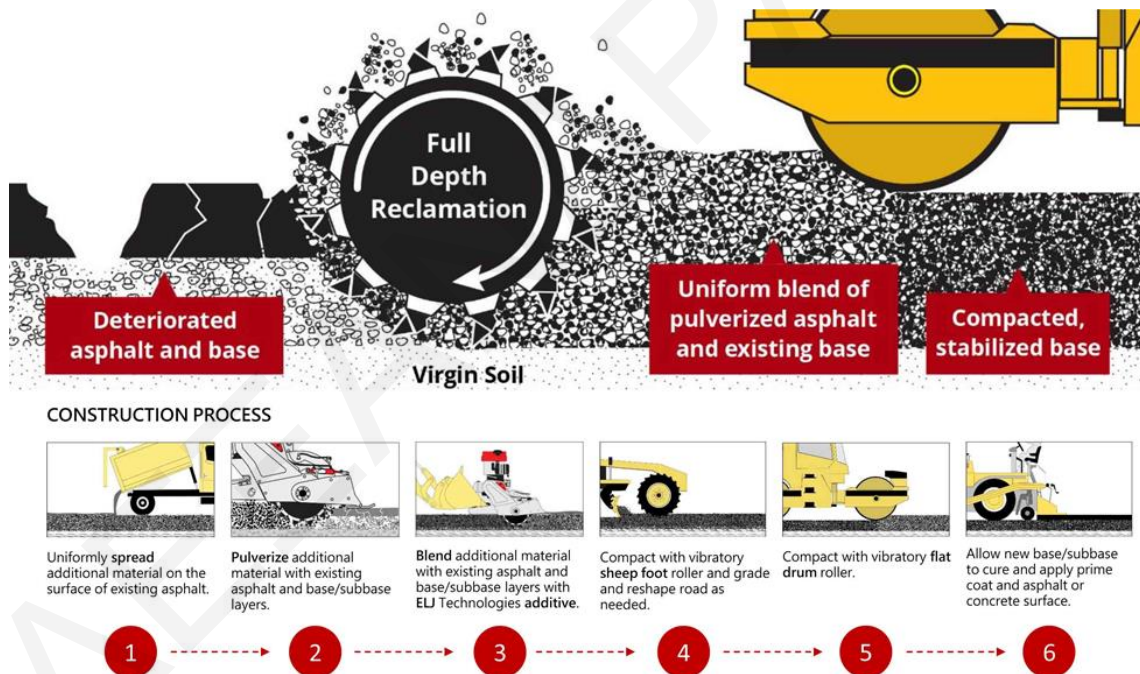
Για την ανακύκλωση αυτού του είδους, χρησιμοποιείται ένα μηχάνημα που απαρτίζεται από άλλα ανεξάρτητα μηχανήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους, που λειτουργούν σε συνδυασμό. Αποτελείται από μια μηχανή άλεσης, ένα θραυστήρα, μια τροποποιημένη μηχανή άλεσης με εγχυτήρες σταθεροποιητικών μέσων, δεξαμενόπλοια σταθεροποιητικού παράγοντα, μηχανήματα ασφάλτου και μηχανήματα συμπίεσης.

4) Πλήρης αποκατάσταση σε βάθος του δρόμου - Full Depth Reclamation

Η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε βάθος δρόμου που φτάνει τα 300mm ή και περισσότερο, αλλά τα συνήθη βάθη που εκτείνεται είναι από 150 μέχρι 225mm. Αρχικά, όλες οι στρώσεις του οδοστρώματος και το προκαθορισμένο πάχος του υποκείμενου υλικού κονιοποιούνται με τη χρήση αυτοκινούμενου μηχανήματος. Μετά, το μηχάνημα αυτό προσθέτει νερό στο κονιοποιημένο ανακτώμενο ασφαλτικό υλικό για να επιτευχθεί η κατάλληλη πυκνότητα και ένας κύλινδρος το συμπυκνώνει. Το υλικό σχηματίζεται με τη χρήση αποξέστη ασφάλτου που χρησιμοποιείται για να βελτιώσει την επίστρωση και να προσαρμόσει τις κλίσεις. Γίνεται χρήση σταθεροποιητικών υλικών με πρόσθετα όπως υδραυλικές κονίες, και συμπυκνώνεται. Στο τέλος τοποθετείται και η επιφανειακή στρώση.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

- Σημαντική βελτίωση της δομής του οδοστρώματος χωρίς να αλλάξει η αρχική του γεωμετρία.
- Εξάλειψη τροχοαυλακώσεων, λακούβων, ανωμαλιών και τραχιών περιοχών.
- Εξάλειψη ρωγμών τύπου αλιγάτορα, εγκάρσιων και διαμήκων ρωγμών και ρωγμών από ανάκλαση.
- Βελτίωση της ποιότητας οδήγησης.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς.
- Εξάλειψη προβλημάτων ποιότητας του αέρα που προκύπτουν από τη σκόνη, τους καπνούς και τον καπνό.
- Περιβαλλοντικά επιθυμητή διαδικασία, καθώς αποφεύγεται το πρόβλημα απόρριψης.



Εικόνα 4: Πλήρης ανακύκλωση σε όλο το βάθος του δρόμου (Construck Systems & Technology).

2.2 Επιλογή μεθόδου ανακύκλωσης

Η επιλογή μιας συγκεκριμένης μεθόδου ανακύκλωσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη κυρίως τον τύπο της φθοράς του υπάρχοντος οδοστρώματος. Αυτό συμβαίνει επειδή, δεν είναι όλες οι μέθοδοι ανακύκλωσης κατάλληλες για την αντιμετώπιση διαφόρων τύπων παραμόρφωσης του οδοστρώματος και έτσι η επιλογή πρέπει να γίνεται για την συγκεκριμένη μέθοδο που είναι ικανή να διορθώσει τις υπάρχουσες φθορές. Η εφαρμογή μιας συγκεκριμένης τεχνικής ανακύκλωσης δεν εξαρτάται μόνο από τη φθορά του οδοστρώματος, αλλά και από μέγεθος και την σοβαρότητα της. Γι' αυτό τον λόγο, μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση του υφιστάμενου οδοστρώματος είναι απαραίτητη πριν την επιλογή κάποιας διαδικασίας ανακύκλωσης. Μόλις προσδιοριστούν ο τύπος, το μέγεθος και η σοβαρότητα της φθοράς, οι υποψήφιες μέθοδοι ανακύκλωσης πρέπει να αξιολογούνται βάσει της αποτελεσματικότητας και του κόστους τους. Παρακάτω, παρουσιάζονται οι διάφορες φθορές εύκαμπτων οδοστρωμάτων και οι μέθοδοι ανακύκλωσης που είναι κατάλληλοι για την αποκατάστασή τους.

1. Ρωγμές τύπου αλιγάτορα ή κόπωσης (Alligator cracking/Fatigue Cracking)

Είναι διακλαδιζόμενες και αλληλοσυνδεδεμένες ρωγμές που σχηματίζουν πολυγωνικά κομμάτια όμοια με αυτά του δέρματος του αλιγάτορα. Προκαλούνται από αστοχία λόγω κόπωσης της βάσης κάτω από επαναλαμβανόμενο φορτίο κυκλοφορίας. Σε λεπτά οδοστρώματα, η ρηγμάτωση ξεκινά από το κάτω μέρος της στρώσης όπου οι εφελκυστικές τάσεις είναι μεγαλύτερες και εκεί ξεκινάει το πρόβλημα. Σε παχιά οδοστρώματα, οι ρωγμές πιθανόν να ξεκινούν από την κορυφή, σε περιοχές με υψηλές τάσεις εφελκυσμού που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση του οδοστρώματος με τα ελαστικά και την γήρανσή του ασφαλτικού συνδετικού υλικού. Μετά από επανειλημμένη φόρτιση, οι διαμήκειες ρωγμές συνδέονται, σχηματίζοντας πολύπλευρα κοφτερά κομμάτια που εξελίσσονται σε μοτίβο που μοιάζει με το πίσω μέρος αλιγάτορα ή κροκόδειλου.

Πρόβλημα: Λόγω της γήρανσης της ασφάλτου γίνεται ψαθυρό υλικό, που σημαίνει ότι σε περίπτωση ρηγμάτωσης διαδίδεται ευκολότερα η ρωγμή. Είναι δείγμα κατασκευαστικής αστοχίας, οι ρωγμές επιτρέπουν την διείσδυση υγρασίας, γίνεται τραχιά η επιφάνεια του δρόμου και καταλήγει σε λακκούβες.

Πιθανές αιτίες: Μη ικανοποιητική κατασκευαστική στήριξη, που μπορεί να προκληθεί από διάφορους παράγοντες όπως:

- Απώλεια βάσης ή υπόβασης λόγω κακής διαχείρισης των ομβρίων υδάτων.
- Διαχωρισμός αδρανών από την ασφάλτο στο κάτω μέρος της στρώσης.
- Αύξηση του φορτίου.
- Μη ικανοποιητικός σχεδιασμός.
- Προβλήματα κατά την κατασκευή, όπως μη ικανοποιητική συμπίκνωση, αντοχή.



Εικόνα 5: Ρωγμές τύπου αλιγάτορα ή ρωγμές κόπωσης.

2. Ανάδυση της ασφάλτου (Bleeding)

Μια στρώση ασφάλτου που εμφανίζεται στην επιφάνεια μετά από κάποιο χρονικό διάστημα δημιουργώντας μια γυαλιστερή επιφάνεια η οποία κολλάει. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται μόνο κατά την περίοδο των θερινών μηνών.

Πρόβλημα: απώλεια πρόσφυσης με το οδόστρωμα και ιδιαίτερα όταν είναι βρεγμένο.

Πιθανές αιτίες:

- Η ανάδυση συμβαίνει όταν η ασφαλτος γεμίζει τα κενά μεταξύ των αδρανών (όταν ζεσταίνεται). Εφόσον η ανάδυση δεν είναι αναστρέψιμη κατά τη διάρκεια χαμηλής θερμοκρασίας, η ασφαλτος αναδύεται στην επιφάνεια της ασφάλτου με την πάροδο του χρόνου. Αυτό μπορεί να προκληθεί από την περίσσεια ασφάλτου στο ασφαλτόμειγμα.

- Χαμηλό ποσοστό κενών αέρα με αποτέλεσμα να μην υπάρχει περιθώριο να διασταλεί και να μην φτάσει στην επιφάνεια.



Εικόνα 6: Ανάδυση της ασφάλτου.

3. Ρωγμές συρρίκνωσης (Block cracking)

Ακανόνιστης μορφής, διακλαδιζόμενες και ως ένα βαθμό συνδεδεμένες μεταξύ τους, που χωρίζουν το οδόστρωμα σε μεγάλα πολυγωνικά μπλοκ με οξείες γωνίες. Το μέγεθος τους κυμαίνεται περίπου από 0.1m^2 σε 9m^2 . Μπλοκ μεγαλύτερου μεγέθους κατηγοριοποιούνται ως διαμήκεις και εγκάρσιες ρωγμές. Αυτού του τύπου ρωγμές εμφανίζονται σε ένα μεγάλο μέρος του οδοστρώματος ή σε δρόμους με χαμηλή κυκλοφορία. Σημαντικός παράγοντας για τη δημιουργία τους είναι οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.

Πρόβλημα: Επιτρέπει την διείσδυση υγρασίας και δημιουργείται τραχιά επιφάνεια.

Πιθανές αιτίες:

- Συστολή της ασφάλτου και κύκλοι αυξομείωσης της θερμοκρασίας. Προκαλείται από την ανικανότητα της ασφάλτου να εκτονωθεί και να έρθει σε επαφή με τους κύκλους της θερμοκρασίας λόγω της γήρανσης του ασφαλτικού υλικού.
- Λανθασμένη επιλογή ασφάλτου που χρησιμοποιήθηκε στο ασφαλτόμειγμα, π.χ χρήση σκληρής ασφάλτου.



Εικόνα 7: Block cracking.

4. Πτυχώσεις και κυματοειδής σχηματισμός πάνω στο οδόστρωμα (Corrugation and Shoving)

Σχηματισμός μιας πλαστικής μετακίνησης ή κυματοειδής μορφή στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Η παραμόρφωση είναι κάθετη στη διεύθυνση που της κυκλοφορίας. Συνήθως, συμβαίνει σε σημεία όπου η κυκλοφορία ξεκινά και τελειώνει (corrugation) ή σε περιοχές όπου υπάρχει εμπόδιο μέσα στο οδόστρωμα (shoving), όπως τραχύτητα.

Πρόβλημα: Τραχύτητα

Πιθανές αιτίες:

- Δημιουργείται συνήθως από την κυκλοφορία (από το σταμάτημα και ξεκίνημα) σε συνδυασμό με ένα ασταθές ασφαλτόμειγμα (π.χ. με χαμηλή δυσκαμψία), που προκαλείται λόγω απουσίας συνάφειας της πάνω στρώσης με τις κατώτερες, από λάθος σχεδιασμό μίγματος, ή λόγω προσθήκης κάποιου υλικού που δημιουργεί πρόβλημα όπως πετρέλαιο.
- Υπερβολική υγρασία στην υπόβαση.



Εικόνα 8: Πτυχώσεις και κυματοειδής σχηματισμός.

5. Καθίζηση (Depression)

Τοπικές επιφάνειες του οδοστρώματος με ελαφρώς χαμηλότερα υψόμετρα από το γύρω οδόστρωμα. Οι καθιζήσεις εύκολα μπορούν να διακριθούν μετά από μια βροχή, όταν γεμίζουν με νερό.

Πρόβλημα: Τραχύτητα, όταν γεμίζουν με νερό είναι επικίνδυνο να προκαλέσουν υδρολίσθηση αυτοκινήτων.

Πιθανές αιτίες: Παγετός ή καθίζηση του υποστρώματος που είναι αποτέλεσμα κακής συμπίκνωσης κατά τη διάρκεια της κατασκευής.



Εικόνα 9: Καθίζηση.

6. Ρωγμές μεταξύ των λωρίδων διάστρωσης ή διαπλάτυνσης (Longitudinal cracking)

Διαμήκειες ρωγμές παράλληλες με τη κεντρική γραμμή του οδοστρώματος ή της κυκλοφορίας. Συνήθως, είναι ένας τύπος αστοχίας λόγω κόπωσης.

Πρόβλημα: Επιτρέπει την διείσδυση υγρασίας, τραχύτητα, είναι δείγμα μελλοντικής ρηγμάτωσης αλιγιάτορα και κατασκευαστικής αστοχίας.

Πιθανές αιτίες: Οφείλονται αποκλειστικά και μόνο σε κακοτεχνία κατά τη διάρκεια της κατασκευής, όπως, διάστρωση τάπητα με μειωμένη ποσότητα ασφαλτομείγματος



Εικόνα 10: Διαμήκειες ρωγμές κατά μήκος του οδοστρώματος.

7. Λακκούβες (Potholes)

Μικρές τρύπες στο οδόστρωμα που διαπερνούν όλο το ύψος της στρώσης. Έχουν απότομες γωνίες και κάθετες πλευρές. Εμφανίζονται σε λεπτές επιφανειακές στρώσεις και σπανιότερα σε πιο μεγάλου ύψους στρώσεις ασφαλτομειγμάτων.

Πρόβλημα: Τραχύτητα, μπορεί να προκληθεί σοβαρή ζημιά στα αυτοκίνητα οδηγώντας σε υψηλές ταχύτητες και υπάρχει δυνατότητα διείσδυσης υγρασίας.

Πιθανές αιτίες: Οι λακκούβες είναι το τελικό αποτέλεσμα της ρηγμάτωσης τύπου αλιγάτορα. Αυτού του είδους ρωγμές, δημιουργούν κομμάτια από ασφαλτικό υλικό που με την βοήθεια βροχής ή κίνησης, μπορούν να διαλυθούν, να σπάσουν και να αφήσουν τρύπα.



Εικόνα 11: Λακκούβες.

8. Αποκόλληση αδρανών (Raveling)

Η απογύμνωση της επιφάνειας που αρχίζει από την άκρη του οδοστρώματος προς το κέντρο και γίνεται προοδευτικά. Πρώτα αποκολλιούνται τα λεπτόκοκκα αδρανή.

Πρόβλημα: Χαλαρό υλικό στην επιφάνεια του οδοστρώματος, αυξάνεται η τραχύτητα, συγκέντρωση νερού με κίνδυνο υδρολίσθησης, απώλεια πρόσφυσης των ελαστικών με το οδόστρωμα.

Πιθανές αιτίες:

- Περίσσεια παιπάλης στα αδρανή, έτσι μειώνεται η συνάφεια των αδρανών με την άσφαλτο.
- Διαχωρισμός αδρανών. Τα λεπτόκοκκα αδρανή λείπουν λόγω λάθους κατά την παρασκευή και έτσι το συνδετικό υλικό ενώνεται με τα χονδρόκοκκα σε πολύ λίγα σημεία.
- Λάθος συμπίκνωση κατά τη διάρκεια κατασκευής.
- Μηχανική δράση από διάφορους τύπους κυκλοφορίας, όπως είναι τα ελαστικά για το χειμώνα ή από αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται για να καθαρίζουν τους δρόμους.



Εικόνα 12: Αποκόλληση αδρανών (Raveling).

9. Τροχοαυλάκωση (Rutting)

Καθίζηση της επιφάνειας στη περιοχή που πατά ο τροχός του οχήματος. Ανύψωση του οδοστρώματος μπορεί να συμβεί κατά μήκος των πλευρών της τροχοαυλάκωσης. Οι τροχοαυλακώσεις γίνονται ιδιαίτερα εμφανής μετά από μία βροχή όταν γεμίζουν με νερό.

Πρόβλημα: Όταν γεμίζουν με νερό, μπορούν να προκαλέσουν υδρολίσθηση οχημάτων, είναι επικίνδυνες διότι τραβούν το όχημα προς το εσωτερικό της τροχοαυλάκωσης και αν υπάρχει νερό είναι επικίνδυνο ο οδηγός να χάσει τον έλεγχο.

Πιθανές αιτίες:

- Μόνιμες παραμορφώσεις σε οποιαδήποτε στρώση λόγω της συμπίκνωσης ή της κάθετης μετακίνησης από τον κυκλοφοριακό φόρτο. Αν δεν έχει γίνει καλή συμπίκνωση από το στάδιο της κατασκευής, το οδόστρωμα θα συμπυκνώνεται από το φορτίο των αυτοκινήτων και έτσι θα επέλθει αστοχία.
- Τροχοαυλάκωση σε κατώτερη στρώση λόγω μη ικανοποιητικής κατασκευής του οδοστρώματος.
- Ακατάλληλος σχεδιασμός. Για παράδειγμα, μεγάλη περιεκτικότητα σε άσφαλτο, σε παιπάλη, μικρή ποσότητα τραχιάς και γωνιώδης επιφάνειας αδρανών.



Εικόνα 13: Τροχοαυλάκωση (Rutting).

10. Ρηγμάτωση λόγω ολίσθησης (Slippage Cracking)

Έχει σχήμα μισοφέγγαρου με τα 2 άκρα να είναι προς την κατεύθυνση της κυκλοφορίας.

Πρόβλημα: Επιτρέπεται η διείσδυση υγρασίας, τραχύτητα.

Πιθανές αιτίες: Λόγω φρεναρίσματος ή στριψίματος πάνω στο οδόστρωμα. Αυτό οφείλεται στην χαμηλή αντοχή της επιφάνειας του μίγματος ή στην πτωχή συνάφεια της επιφανειακής στρώσης με την στρώση από κάτω.



Εικόνα 14: Ρηγμάτωση λόγω ολίσθησης (Slippage cracking).

11. Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος (Edge Cracks)

Διαμήκειες ρωγμές που εμφανίζονται περίπου 30-40cm από τα άκρα του οδοστρώματος.

Αιτία: Οφείλονται σε ανεπαρκή υποστήριξη του οδοστρώματος λόγω της δράσης παγετού, κακής συμπύκνωσης, κακής αποστράγγισης, συρρίκνωσης λόγω ξηρασίας του εδάφους της περιοχής ή λόγω μειωμένου πάχους των στρώσεων στα σημεία αυτά.



Εικόνα 15: Ρωγμές στα άκρα του οδοστρώματος (Edge Cracks).

Στους παρακάτω πίνακες, φαίνονται κατηγοριοποιημένα τα προβλήματα των οδοστρωμάτων ανάλογα με το είδος των επιφανειακών ελαττωμάτων, της παραμόρφωσης και των ρηγματώσεων, και στην διπλανή στήλη αντιστοιχεί η καταλληλότερη μέθοδος ανακύκλωσης που μπορεί να θεραπεύσει την κάθε είδους ζημιά του οδοστρώματος.

Type of pavement distress	Hot Recycling	Hot In-place Recycling
Surface Defects		
Τροχοσυλάκωση	x	x
Ανάδυση της ασφάλτου	x	x
Ολισθηρότητα	x	x

Πίνακας 1: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της φθοράς.

Type of pavement distress	HR	HIR	CIR	FDR
Deformation				
Πτυχώσεις και κυματώσεις	x	x		
Τροχοσυλάκωση-ξέβαθη	x	x		
Τροχοσυλάκωση- βαθιά	x		x	x

Πίνακας 2: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της παραμόρφωσης.

Type of pavement distress	HR	HIR	CIR	FDR
Cracking				
Alligator	X		X	X
Longitudinal	X	X	X	X
Edge	X		X	X
Slippage	X	X		

Πίνακας 3: Χρήσεις ανακύκλωσης ανάλογα με το είδος της ρηγμάτωσης.

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΥΠΡΙΑΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Σύμφωνα με το Τμήμα Δημοσίων Έργων της Κύπρου ισχύουν κάποιοι κανονισμοί που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να δημιουργηθεί μιας καλής ποιότητας ανακυκλωμένο ασφαλτόμειγμα. Όλες αυτές οι οδηγίες αναγράφονται στον ΤΟΜΟ Γ-ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ, ΜΕΡΟΣ 500/ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ και διατίθενται στην ιστοσελίδα του Τμήματος Δημοσίων Έργων. Το μέρος αυτό αποτελείται από 57 παραγράφους, στις οποίες γίνεται αναλυτική επεξήγηση για το κάθε βήμα που πρέπει να ακολουθηθεί. Παρακάτω γίνεται μια περιληπτική περιγραφή του περιεχομένου.

3.1 Αδρανή Υλικά

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στα ασφαλτομείγματα πρέπει να συνάδουν με το Πρότυπο CYS EN 13043 (περιγράφεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ). Αφού ελεγχθούν και εγκριθούν, απαγορεύεται η προσθήκη νέου υλικού εκτός κι αν δοθούν διαφορετικές οδηγίες από τον Μηχανικό. (παρ. 501.1).

Οι ιδιότητες των αδρανών, ελέγχονται για κάθε είδος και κάθε μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών και πρέπει να πληρούν τις ιδιότητες του εκάστοτε Διατάγματος και τις επιπλέον απαιτήσεις του πίνακα 5/1 και 5/2. Επίσης, η παραλαβή αδρανών υλικών συνοδεύεται από Δήλωση Επιδόσεων με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών και την σήμανση CE. Ο Εργολάβος ευθύνεται για τη σωστή προμήθεια των υλικών και τη διατήρηση μητρώου με τα δελτία αποστολής και τις Δηλώσεις Επιδόσεων/Σημάνσεις CE για όλη τη διάρκεια του Συμβολαίου, μέχρι την παραλαβή του Έργου. Όποια στιγμή ζητήσει ο Μηχανικός από τον Εργολάβο τα στοιχεία αυτά, πρέπει να του παραχωρούνται. (παρ. 501.5).

Χονδρά αδρανή για ασφαλτικό σκυρόδεμα

Δοκιμή	Πρότυπο Δοκιμής	Ασφαλτική βάση	Συνδετική στρώση	Επιφανειακή στρώση
Κοκκομετρική διαβάθμιση	CYS EN 933-1	Δηλώνεται το d/D	Δηλώνεται το d/D	Δηλώνεται το d/D
Κατηγορία Παιπάλης	CYS EN 933-1	2% f2	2% f2	2% f2
Δείκτης πλακοειδών τεμαχίων (max)	CYS EN 933-3	20% (F120)	20% (F120)	20% (F120)
Κατηγορία βαθμού θραύσης τεμαχίων	CYS EN 933-5	C100	C100	C100
Ανθεκτικότητα αδρανών (β)	βλ. Υποπαράγραφο 501.11	Κατηγορία Α ή Β ή Γ	Κατηγορία Α ή Β ή Γ	Κατηγορία Α ή Β ή Γ
Αντίσταση στη στίλβωση (min) (Polished stone value – PSV)	CYS EN 1097-8	Καμία απαίτηση (NR)	Καμία απαίτηση (NR)	50 (PSV50)
Απώλεια σε επιφανειακή φθορά (max) (Aggregate abrasion value– AAV)	CYS EN 1097-8	Καμία απαίτηση (NR)	Καμία απαίτηση (NR)	10 (AAV10)
Απορροφητικότητα νερού (γ)	CYS EN 1097-6	Δηλώνεται με μέγιστο 3,5%	Δηλώνεται με μέγιστο 3,5%	Δηλώνεται με μέγιστο 3,5%
Πυκνότητα αδρανών (γ)	CYS EN 1097-6m	Δηλώνεται	Δηλώνεται	Δηλώνεται
Δοκιμή αποκόλλησης (δοκιμασία σε 150 τεμάχια)	Συμπληρωματικές Πληροφορίες του Μέρους 500	8 τεμάχια max	8 τεμάχια max	8 τεμάχια max
<p>Σημειώσεις</p> <p>(α) Νοείται ότι επιπλέον των πιο πάνω, ισχύουν οποιοσδήποτε απαιτήσεις και όρια περιλαμβάνονται στο εκάστοτε Διάταγμα για τα Αδρανή Υλικά του Υπουργείου Εσωτερικών.</p> <p>(β) Για την ανθεκτικότητα των αδρανών εφαρμόζονται οι επιπλέον απαιτήσεις της παραγράφου 501.11</p> <p>(γ) Δηλώνεται το αποτέλεσμα για το κάθε ένα από τα πιο κάτω κλάσματα: 4-6,3mm, 6,3-10mm, 10-14mm, 14-20mm και για το μέγεθος (d/D) του υλικού. Το αποτέλεσμα οποιασδήποτε δοκιμής πυκνότητας ή/και απορροφητικότητας είτε σε επιμέρους κλάσμα είτε στο μέγεθος που χρησιμοποιείται πρέπει καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης της Σύνθεσης Μείγματος να μην αποκλίνει από την δηλωμένη τιμή πέραν του πλαισίου αβεβαιότητας του εργαστηρίου ελέγχου και σε κάθε περίπτωση όχι πέραν από είτε $\pm 0,04\text{Mg/m}^3$ για την πυκνότητα (oven dry, apparent, SSD) είτε $\pm 0,5\%$ για την απορροφητικότητα. Το ελάχιστο επιτρεπόμενο όριο για την πυκνότητα είναι αυτό που ορίζεται στο Διάταγμα.</p>				

Πίνακας 4: Ιδιότητες αδρανών.

Λεπτά αδρανή για ασφαλτικό σκυρόδεμα

Δοκιμή	Πρότυπο Δοκιμής	Συνδετική στρώση και ασφαλτική βάση	Επιφανειακή στρώση
Κοκκομετρική διαβάθμιση	CYS EN 933-1	Δηλώνεται το d/D	Δηλώνεται το d/D
Κατηγορία Παιπάλης	CYS EN 933-1	16% f16	16% f16
Αντίσταση σε φθορά micro-Deval	Συμπληρωματικές Πληροφορίες Μέρους 500	Δηλώνεται το όριο με μέγιστο 25%	Δηλώνεται το όριο με μέγιστο 25%
Ποιότητα παιπάλης (max) ^(α)	CYS EN 933-9	10g/kg (MBF10)	10g/kg (MBF10)
Απορροφητικότητα νερού ^(β)	CYS EN 1097-6	3,5% max	3,5% max
Πυκνότητα ^(β)	CYS EN 1097-6	Δηλώνεται	Δηλώνεται

Σημειώσεις

(α) Ελέγχεται μόνο εφόσον το ποσοστό παιπάλης στο ελεγχόμενο αδρανές υπερβαίνει το 3%.
 (β) Δηλώνεται πέραν από το μέγιστο όριο, η ακριβής τιμή του αποτελέσματος της πυκνότητας και απορροφητικότητας για το μέγεθος (d/D) του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί. Το αποτέλεσμα οποιασδήποτε δοκιμής πυκνότητας ή/και απορροφητικότητας στο μέγεθος που χρησιμοποιείται πρέπει καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης της Σύνθεσης Μείγματος να μην αποκλίνει από την δηλωμένη τιμή πέραν του πλαισίου αβεβαιότητας του εργαστηρίου ελέγχου και σε κάθε περίπτωση όχι πέραν από είτε $\pm 0,08 \text{Mg/m}^3$ για την πυκνότητα (oven dry, apparent, SSD) είτε $\pm 0,5\%$ για την απορροφητικότητα.

Πίνακας 5: Ιδιότητες λεπτόκοκκων αδρανών

Τα αδρανή υλικά προέρχονται από θραύση σκληρών πετρωμάτων, περιέχουν σκληρά, υγιή και καθαρά τεμάχια και κόκκους, καθώς είναι απαλλαγμένα από φυτά ή οργανικές προσμίξεις, μαλακά ή διαβρωμένα υλικά, αργιλώδη ή εύθρυπτα τεμάχια, σκόνη κιμωλίας ή οποιοσδήποτε άλλες ουσίες που εμποδίζουν την επικάλυψη των αδρανών με άσφαλτο ή επηρεάζουν δυσμενώς την αντοχή ή την ανθεκτικότητα του ασφαλτομείγματος στο χρόνο. (παρ. 501.6).

Παρ' όλα αυτά, τα αδρανή δεν πρέπει να έχουν ενδείξεις από χημικά όπως θεικές ή θειούχες ενώσεις, ενώσεις χλωρίου ή άλλες προσμίξεις συμπεριλαμβανομένων προϊόντων αποσάθρωσης, λόγω της αποσύνθεσης που μπορούν να υποστούν κατά τη ξήρανση ή ανάμιξη των αδρανών, ή κατά την έκθεσή τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες. (παρ. 501.7).

Το πέτρωμα από το οποίο προέρχονται τα λεπτόκοκκα αδρανή, ελέγχεται με τη δοκιμή αποκόλλησης (stripping test) (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ). Κατά τη διεξαγωγή της δοκιμής δεν πρέπει να αποκολληθούν περισσότερα από 8 τεμάχια από το δοκίμιο που γίνεται με 150 τεμάχια. (παρ.501.8).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα επιτρεπτά όρια για το ποσοστό των επιβλαβών προσμίξεων στα λεπτόκοκκα αδρανή.

[05/20] **Πίνακας 5/3.**
Όρια επιβλαβών προσμίξεων στα λεπτά αδρανή

Είδος πρόσμιξης	Δοκιμή	Μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό κατά βάρος (%)
Αργιλώδη ή/και εύθρυπτα τεμάχια	ASTM-C142	3,0
Θειικές και θειούχες ενώσεις (εκφρασμένες σαν SO ₃)	CYS EN 1744-1	2

Πίνακας 6: Ανώτατα επιτρεπτά όρια επιβλαβών προσμίξεων στα λεπτόκοκκα αδρανή.

Κοκκομετρικά μεγέθη αδρανών για ασφαλτόμειγμα

Τα αδρανή που χρησιμοποιούνται στο Μείγμα Μελέτης, στο Τυπικό Μείγμα Έργου, το Μείγμα Παραγωγής ή σε οποιαδήποτε άλλη εργασία που αφορά ασφαλτόμειγμα, επιλέγονται ώστε να έχουν ίδιο μέγεθος (single size $D < 2d$ mm). Ο μέγιστος κόκκος των αδρανών πρέπει να είναι μέχρι 20mm για συνδετικές στρώσεις, και 14mm για επιφανειακές στρώσεις. Οποιαδήποτε αλλαγή γίνεται αποδεκτή μετά από αιτιολογημένο αίτημα του Εργολάβου και έγκριση του Μηχανικού. Απαγορεύεται η ανάμειξη των χονδρών αδρανών ή των λεπτών αδρανών ή των χονδρών με τα λεπτά αδρανή πριν την εισαγωγή τους στον αναμεικτήρα. (παρ. 501.10).

Διασφάλιση ανθεκτικότητας των σκύρων αδρανών υλικών

Τα αδρανή στο εργοστάσιο ασφαλτομείγματος που προέρχονται από λατόμευση και εμπίπτουν σε μία από τις πιο κάτω κατηγορίες (πίνακας 5/5), καθορίζουν την ανθεκτικότητα των σκύρων που απαιτείται για τους σκοπούς του συγκεκριμένου έργου. Οι κατηγορίες θεωρούνται ισοδύναμες αναφορικά με την ανθεκτικότητα των σκύρων.

Κατηγορίες ανθεκτικότητας σκύρων

Κατηγορία Ανθεκτικότητας	Απαιτήση	Πρότυπο	Παρατηρήσεις
Α	$MD \leq 20\%$	CYS EN 1097-1	
	$LA \leq 30\%$	CYS EN 1097-2	(εκτός σε επιφανειακή στρώση όπου $LA \leq 25\%$)
Β	$MD \leq 25\%$	CYS EN 1097-1	
	$LA \leq 25\%$	CYS EN 1097-2	
Γ	$MD \leq 30\%$	CYS EN 1097-1	
	$LA \leq 25\%$	CYS EN 1097-2	
	$MS \leq 25\%$	CYS EN 1367-2	
Σημειώσεις:			
1. Η δοκιμή micro-Deval και Los Angeles αφορούν το κλάσμα 4-8mm, 10-14mm και 11,2-16mm ή όποιο συμμετέχει στο δηλωμένο μέγεθος (σε άλλες περιπτώσεις ορίζει ο Μηχανικός)			
2. Η δοκιμή Αποσάθρωσης Θεικού Μαγνησίου Αφορά το κλάσμα 10-14mm ή 6,3-10mm ή όποιο συμμετέχει στο δηλωμένο μέγεθος (σε άλλες περιπτώσεις ορίζει ο Μηχανικός)			

Πίνακας 7: Κατηγορίες Ανθεκτικότητας Σκύρων.

Όταν η κατηγορία που εμπίπτει το υλικό δεν προσδιορίζεται από τους εργαστηριακούς ελέγχους, τότε το υλικό θεωρείται ότι δεν πληροί τις προδιαγραφές και απορρίπτεται.

Άλλες απαιτήσεις για αδρανή υλικά

Ο παραγωγός ή ο υπεύθυνος εμπορίας αδρανών υλικών πρέπει να ακολουθεί τις απαιτήσεις που επιβάλλει η Νομοθεσία όσον αφορά τα αδρανή υλικά. Αν η Αρμόδια Αρχή για τα Δομικά Υλικά επιβάλει περιοριστικά μέτρα σε παραγωγό ή άλλο πρόσωπο/εταιρεία αδρανών υλικών, και κρίνει ότι τα αδρανή είναι ακατάλληλα για χρήση, τότε ο Εργολάβος προτείνει εναλλακτικές λύσεις.(παρ.501.12)

3.2 Χειρισμός Αδρανών Υλικών

Αποδοχή των Αδρανών Υλικών

Τα στοιχεία για τα αδρανή υλικά που πιστοποιούν τις ιδιότητες που αναγράφονται στις Προδιαγραφές, υποβάλλονται σε γρήγορο χρονικό διάστημα πριν την έναρξη των εργασιών ασφαλοστρώσης, έτσι ώστε να δίνεται χρόνος στον Μηχανικό να ελέγξει και να επιβεβαιώσει τις ιδιότητες.

Επίσης, οι εργαστηριακοί έλεγχοι των αδρανών υλικών διεξάγονται ένα χρόνο πριν την υποβολή των στοιχείων, εκτός κι αν το πρότυπο CYS EN 13043 υποδεικνύει μικρότερο χρόνο. Ο έλεγχος για την ταυτοποίηση του υλικού με τα αδρανή στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι εργαστηριακοί έλεγχοι και έδειξαν ότι συμφωνούν με τις Προδιαγραφές, γίνεται με οπτικό έλεγχο, κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών, και έλεγχο πυκνότητας και απορροφητικότητας. Αν κάποιος αποκλίνει από την Δήλωση Επιδόσεων, τότε ο Εργολάβος υποχρεώνεται να προσκομίσει ξανά τη Δήλωση Επιδόσεων και Σήμανση CE, αφού πρώτα επαναλάβει όλους τους εργαστηριακούς ελέγχους. (παρ. 502.1)

Συνεχίζοντας, ο Μηχανικός δικαιούται να ελέγχει τα αδρανή υλικά πριν την αποδοχή τους και αφού τα αποδεχτεί εκτελούνται εργαστηριακοί έλεγχοι από τον Εργολάβο. Ο Εργολάβος φροντίζει τα υλικά να έχουν παρόμοιες ιδιότητες ώστε να μην αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του ασφαλτομείγματος. (παρ. 502.2)

Για τον λόγο αυτό, ο Εργολάβος πρέπει να διαθέτει εξειδικευμένο προσωπικό και εξοπλισμό, αρχείο παραλαβών υλικών και Δηλώσεις Επιδόσεων/Σημάνσεις CE για όλα τα εισερχόμενα υλικά στο χώρο του Εργοστασίου Ασφαλτομείγματος. Η είσοδος προϊόντων που δεν συμφωνούν με τις νομοθετικές απαιτήσεις, απαγορεύεται, καθώς και η χρήση αδρανών. (παρ. 502.3).

Ο εντοπισμός υλικών που αποκλίνουν από τις προδιαγραφές συνεπάγεται σε διακοπή της προμήθειας ασφαλτομείγματος και ο Εργολάβος πρέπει να εισηγηθεί τρόπους απομάκρυνσης των ακατάλληλων αδρανών υλικών και παραλαβή νέων, συνοδευόμενων με εργαστηριακούς ελέγχους. Ο Μηχανικός αποδέχεται τις εισηγήσεις και δίνει επιπλέον οδηγίες ώστε να εξακριβωθεί η καταλληλότητα των αδρανών πριν χρησιμοποιηθούν. (παρ. 502.4)

Αδρανή με διαφορετικό μέγεθος ή από διαφορετική μονάδα παραγωγής, αποθηκεύονται σε ξεχωριστό σωρό. (παρ. 502.5)

Ο χώρος αποθήκευσης των αδρανών πρέπει να εγκρίνεται από τον Μηχανικό, και η αποθήκευση τους γίνεται σε επιφάνειες από σκυρόδεμα ή ασφαλτικό σκυρόδεμα. Αδρανή διαφορετικού μεγέθους και μονάδας παραγωγής διαχωρίζονται με διάφραγμα. (παρ. 502.6)

Ο Μηχανικός εγκρίνει την μέθοδο που ακολουθείται για αποφυγή ανάμιξης των αδρανών κατά την εκφόρτωση από τα φορτηγά. (παρ. 502.7). Απαιτείται προσεκτική εκφόρτωση από τα φορτηγά και δημιουργία αποθηκευτικών σωρών για αποφυγή εργατικών κινδύνων. (παρ. 502.8). Οι σωροί πρέπει να απομακρύνονται από επιβλαβείς ουσίες και ρύπους. (παρ. 502.9). Οποιοδήποτε αδρανές έχει πλυθεί, πρέπει να αποθηκεύεται για 24 ώρες πριν τη χρήση του (παρ. 502.10) και ο Μηχανικός μπορεί ανά πάσα στιγμή να ζητήσει από τον Εργολάβο να διεξάγει Εργαστηριακό Έλεγχο για να δει αν τα αδρανή συμφωνούν με το πρότυπο CYS EN 13043 (παρ. 502.11). Λαμβάνονται δείγματα από τις σωρούς και ελέγχονται σε συστηματική βάση (παρ. 502.12). Το ανακτημένο ασφαλτόμειγμα που χρησιμοποιείται πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές της Παραγράφου 556 (502.13).

3.3 Πληρωτικό Αδρανές Υλικό

Όπως αναγράφεται στις Προδιαγραφές στις παραγράφους 503.1 και 503.2, το πληρωτικό αδρανές υλικό πρέπει να συνάδει με το πρότυπο CYS EN 13043 και να αποθηκεύεται σε ξηρές συνθήκες. Παρόλα αυτά, πρέπει να είναι παιπάλη και/ή υδράσβεστος που προκύπτει από τη θραύση του υλικού που χρησιμοποιείται, και η ποσότητα και ο τύπος του καθορίζονται στην παράγραφο 532 (παρ. 503.3). Η δοκιμή που ελέγχει την ποιότητα του πληρωτικού είναι το «μπλε του μεθυλενίου», σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 933-9 (παρ. 503.4).

3.4 Ασφάλτος (βιτουμένιο)

Χρήση ασφάλτου τύπου 35/50 σε ασφαλτικό σκυρόδεμα συνδετικών και επιφανειακών στρώσεων αυτοκινητόδρομων και δρόμων με υψόμετρο κάτω από 500μ, με ημερήσια κίνηση πέραν των 300 φορτηγών και άλλων οχημάτων που μεταφέρουν φορτίο πάνω από 5tn (παρ. 504.1).

Χρήση ασφάλτου τύπου 50/70 σε δρόμους με υψόμετρο πάνω από 500μ., μικρής σημασίας (λιγότερα από 300 φορτηγά την ημέρα) και σε χώρους στάθμευσης για ιδιωτικά οχήματα. Για τα αεροδρόμια εφαρμόζονται ειδικές προδιαγραφές (παρ. 504.2).

Οι απαιτήσεις του Περί Προδιαγραφών Ασφάλτου Διατάγματος ΚΔΠ 317/2004 και κάθε καινούργιου Διατάγματος, που πρέπει να πληροί η ασφάλτος, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 8). Ο προμηθευτής πρέπει να ετοιμάζει πιστοποιητικό στο οποίο να αναγράφεται ο τύπος και η σχετική πυκνότητα της ασφάλτου και το πρωτότυπο θα παραδίδεται στον Μηχανικό (παρ. 504.3).

Ιδιότητα	Δοκιμασία ² Μέθοδος ³	Όρια ¹		
		Τύπος ασφάλτου		
		35/50	50/70	70/100
Πυκνότητα στους 25°C (g/ml)	CYS EN ISO 3838 (IP190 / ASTM D 70)	1,01 -1,06	1,01 -1,06	1,00 -1,05
Ολικότητα στους 25°C (cm) min	ASTM D 113	100	100	100
Διεισδυτικότητα στους 25°C (mm / 10)	CYS EN 1426 (ASTM D 5/IP49)	35 - 50	50 - 70	70 - 100
Σημείο μαλθώσεως (°C)	CYS EN 1427 (ASTM D 36/IP58)	50 - 58	46 - 54	43 - 51
Αντίσταση στη σκληρότητα στους 163°C ⁴	CYS EN 12607-1 (ASTM D 2872)/ CYS EN 12607-3	0,5	0,5	0,8
• αλλαγή στη μάζα (+/- %) max	CYS EN 1426 (ASTM D 5/IP49)	53	50	46
• διατηρηθείσα διεισδυτικότητα (%) min	CYS EN1427 (ASTM D 36/IP58)	52	48	45
• σημείο μαλθώσεως μετά την σκλήρυνση (°C) min				
Σημείο αναφλέξεως (°C) min	CYS EN ISO 22592 ⁵ (ASTM D 92/IP36)	240	230	230
Διαλυτότητα (% m/m) min	CYS EN12592 (ASTM D 2052/IP47)	99	99	99
Παραφινικοί κηροί (% m/m) max	CYS EN 12606-1 CYS EN 12606-2	2,2 4,5	2,2 4,5	2,2 4,5
Σημειώσεις				
1. Οι τιμές που αναφέρονται στην προδιαγραφή είναι «πραγματικές τιμές». Κατά τον καθορισμό των οριακών τους τιμών εφαρμόστηκαν οι όροι CYS EN ISO 4259 «Προϊόντα πετρελαίου – Καθορισμός και εφαρμογή δεδομένων ακριβείας σχετικά με τις μεθόδους δοκιμασίας», και κατά τον καθορισμό της ελάχιστης τιμής, λήφθηκε υπόψη ελάχιστη διαφορά 2R άνω του μηδενός (R= αναπαραγωγικότητα). Τα αποτελέσματα των μεμονωμένων μετρήσεων ερμηνεύονται βάσει των κριτηρίων που περιγράφονται στο CYS EN 4259.				
2. Όλες οι μέθοδοι που αναφέρονται συμπεριλαμβάνουν ακρίβεια μετρήσεων. Σε περίπτωση διαφωνίας εφαρμόζονται οι διαδικασίες που αναφέρονται στο πρότυπο CYS EN 4259. Οι διαδικασίες είναι καταχωρημένες στο αρχείο μεθόδων.				
3. Σε περίπτωση διαφωνίας ισχύουν οι μέθοδοι CYS / EN / ISO, εκτός αν αναφέρεται άλλως πως. Για τις αντίστοιχες μεθόδους ASTM/IP δεν νοείται η απόλυτη αντιστοιχία για όλες τις περιπτώσεις.				
4. Σε περίπτωση διαφωνίας ισχύει η μέθοδος CYS EN 12607-1.				
5. Η μέθοδος Pensky – Martens κλειστού δοχείου (CYS EN 22719) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαπίστωση πιθανής επιμόλυνσης αλλά είναι πιθανό να δώσει χαμηλότερες τιμές.				

Πίνακας 8: Ιδιότητες της ασφάλτου.

Κρίνεται αναγκαίο, μετά τη διάστρωση του ασφαλτομείγματος, η λήψη πυρήνων για έλεγχο της ασφάλτου σύμφωνα με τις οδηγίες του Μηχανικού για διαπίστωση της εγκυρότητας της σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Ακολούθως, αφού προηγηθεί εκχύλιση σύμφωνα με το CYS EN 12697-1 και μετά ανασύσταση σύμφωνα με το CYS EN 12697-3, το σημείο μαλθώσεως και η διεισδυτικότητα της ασφάλτου δεν πρέπει να αποκλίνει από τα χαρακτηριστικά των ανοχών που αναφέρονται στον Πίνακα 9 (παρ. 504.4).

Προδιαγεγραμμένος τύπος συνδετικού υλικού (ασφάλτου)	Εκτεταμένες ανοχές σε συνδετικό υλικό που ανασυστάθηκε			
	Διεισδυτικότητα (0,1mm)		Σημείο μάλθωσης(οC)	
	Ελάχιστη	Μέγιστη	Ελάχιστο	Μέγιστο
35/50	25	50	50	63
50/70	35	70	46	60

Πίνακας 9: Ιδιότητες ανασυσταμένου συνδετικού υλικού.

3.5 Μελέτη του μίγματος

Στις παρούσες Προδιαγραφές ο όρος «στρώσεις κυκλοφορίας» σημαίνει συνδετική και επιφανειακή στρώση (παρ. 505.1).

3.5.1 Στρώσεις Κυκλοφορίας

(α) Ο Εργολάβος οφείλει να μελετήσει τα μείγματα στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας αδρανή με την κατάλληλη κοκκομετρική διαβάθμιση, όπως καθορίζεται στην Παράγραφο 531.

(β) Τα «Μείγματα Εργαστηριακής Μελέτης» για το ασφαλικό σκυρόδεμα γίνονται σύμφωνα με την Παράγραφο 533.

(γ) Οι κοκκομετρικές καμπύλες του διαβαθμισμένου μίγματος των αδρανών πρέπει να βρίσκονται μεταξύ των καθορισμένων κοκκομετρικών καμπύλων, να είναι περίπου παράλληλες με αυτές, και να είναι ομαλές για όλο το φάσμα των μεγεθών των κόκκων (παρ. 505.2).

3.5.2 Ασφαλική Βάση

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του διαβαθμισμένου μίγματος των αδρανών πρέπει να συνάδει με τον Πίνακα 13 και η περιεκτικότητα σε άσφαλο να είναι 4% +/- 0,4. Κατά

την παραγωγή, ισχύουν οι απαιτήσεις για τα μείγματα παραγωγής ασφαλικής βάσης όπως αναφέρονται στην Παράγραφο 537.

3.6 Προκαταρκτικές Δοκιμές

Ο Εργολάβος πρέπει να ετοιμάζει προκαταρκτικές δοκιμές μειγμάτων με τη βέλτιστη περιεκτικότητα σε άσφαλτο και τις κατάλληλες ποσότητες από κάθε είδος αδρανούς για να προκύψει η ζητούμενη κοκκομετρική διαβάθμιση (παρ. 506.1), καθώς πρέπει να ετοιμάζονται με βάση τα «Μείγματα Εργαστηριακής Μελέτης» που προκύπτουν σύμφωνα με την Παράγραφο 533 για τις στρώσεις κυκλοφορίας, και την Υποπαράγραφο 505.3 για την ασφαλική βάση (παρ. 506.2). Ο Μηχανικός επιλέγει τις περιοχές που διαστρώνονται τα δοκιμαστικά μείγματα και συμπυκνώνονται με τη χρήση μηχανημάτων διάστρωσης και συμπύκνωσης που προτείνει ο Εργολάβος (παρ. 506.3).

Αν τα δοκιμαστικά μείγματα είναι ακατάλληλα για διάστρωση και συμπύκνωση, ή αν δεν ικανοποιούν την προδιαγραφόμενη ακρίβεια για επιπεδότητα της στρώσης ή δημιουργούν αποδεκτές ατέλειες στην επιφάνεια της στρώσης, τότε το ποσοστό της ασφάλτου ρυθμίζεται και η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών και του πληρωτικού τροποποιούνται ελαφρώς. Οι ιδιότητες του τροποποιημένου μείγματος πρέπει να παραμένουν εντός των προδιαγραφόμενων ορίων. Για να επιβεβαιωθεί ότι το τροποποιημένο μείγμα είναι επιτυχή, εκτελούνται νέες δοκιμαστικές διαστρώσεις και συμπυκνώσεις μετά από εντολή του Μηχανικού (παρ. 506.4).

3.7 Δοκιμαστικές Περιοχές

Αφού γίνουν οι προκαταρκτικές δοκιμές των μειγμάτων, διαστρώνεται κάθε μείγμα σε δοκιμαστική περιοχή που υποδεικνύει ο Μηχανικός, μήκους μεγαλύτερου από 50 μέτρα και πλάτους ίσου με το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας, πριν την τοποθέτηση του ασφαλτομείγματος. Δίνεται γραπτή δήλωση από τον Εργολάβο στον Μηχανικό για το βάρος και τις αναλογίες του μείγματος, επειδή αυτά θα χρησιμοποιούνται στο εξής για παραγωγή ασφαλτομείγματος στο εργοτάξιο. Κάθε δοκιμαστική περιοχή θα σηματοδοτείται ως «Εγκεκριμένη» με ημερομηνία κατασκευής. Οποιαδήποτε διαφοροποίηση για την τεχνουργία και το τελείωμα της κάθε στρώσης, δίνεται από τον

Μηχανικό. Με βάση τη Δοκιμαστική περιοχή ο Μηχανικός εγκρίνει τα μηχανήματα και την μέθοδο συμπύκνωσης κάθε στρώσης. Οποιαδήποτε διαφοροποίηση σχετικά με την ανάμιξη, διάστρωση ή συμπύκνωση του ασφαλτομείγματος, θα γίνεται με την έγκριση του Μηχανικού, και επίσης αν το ασφαλτικό σκυρόδεμα διαστρωθεί σε δοκιμαστική περιοχή που δεν εγκρίθηκε από τον Μηχανικό, θα αφαιρείται και θα αντικαθίσταται με νέο σκυρόδεμα (παρ. 507).

3.8 Εκτέλεση Εργασίας υπό Δυσμενείς Καιρικές Συνθήκες

Απαγορεύεται η διάστρωση επιφανειακής ή συνδετικής στρώσης κατά τη διάρκεια έντονων βροχών, και αν υπάρχει παρακοή, το διαστρωμένο υλικό απορρίπτεται (παρ. 508).

3.9 Μόνιμο Εργοστάσιο Παραγωγής Ασφαλτικού Σκυροδέματος

Η χωροθέτηση του εργοστασίου παραγωγής ασφαλτομείγματος εγκρίνεται από τον Μηχανικό. Στη συνέχεια, ο Εργολάβος οφείλει να καταθέσει στον Μηχανικό αποδεικτικά στοιχεία ότι τα μηχανήματα λειτουργούν σωστά, πριν την έναρξη παραγωγής ασφαλτομείγματος και επίσης το εργοστάσιο πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση και να τυγχάνει διαχείρισης από έμπειρο άτομο (παρ. 508).

3.10 Αναλογία κρύνων αδρανών

Τα αδρανή με διαφορετικό μέγεθος εισάγονται σε ξεχωριστούς κάδους εισαγωγής κρύνων αδρανών και στο κάθε κάδο πρέπει να υπάρχει ικανοποιητική ποσότητα ώστε να εξασφαλίζεται σταθερός ρυθμός εισαγωγής αδρανών. Ο ρυθμός εισαγωγής των κρύνων αδρανών ρυθμίζεται ώστε η εισαγωγή τους στον ξηραντήρα να γίνεται στην καθορισμένη αναλογία του μείγματος και επίσης πρέπει να αποφεύγεται η ανάμιξη αδρανών μεταξύ των κάδων (παρ. 510).

3.11 Θέρμανση της ασφάλτου

Η θέρμανση της ασφάλτου γίνεται σε εγκεκριμένους κλιβάνους, σε θερμοκρασίες που φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα. Πρέπει να υπάρχει εύκολη πρόσβαση στους μετρητές της θερμοκρασίας και να διατηρούνται συνεχώς καθαροί και ευανάγνωστοι (παρ. 511).

Τύπος ασφάλτου	Θερμοκρασία αδρανών (°C)		Θερμοκρασία ασφάλτου (°C)		Θερμοκρασία μείγματος κατά την έξοδο από τον αναμκτήρα μέχρι την παράδοση (°C)	
	min	max	min	max	min	max
35 – 50	150	180	155	165	150	180
50 – 70	150	170	145	165	145	165

Σημείωση: Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης, η θερμοκρασία των αδρανών δεν πρέπει να διαφέρει από τη θερμοκρασία της ασφάλτου περισσότερο από 15°C.

Πίνακας 10: Θερμοκρασίες ασφάλτου

3.12 Ξήρανση και Θέρμανση αδρανών

Πρέπει να υπάρχουν δύο ξεχωριστοί κάδοι για τα χονδρόκοκκα και τα λεπτόκοκκα αδρανή. Αν προβλέπεται η χρήση δύο ή περισσότερων ειδών λεπτών αδρανών, τότε για κάθε είδος χρησιμοποιείται ξεχωριστός κάδος. Η ξήρανση και η θέρμανση των αδρανών πρέπει να γίνεται επιμελώς, ώστε όταν τα αναμεμιγμένα αδρανή εισαχθούν στον αναμκτήρα να βρίσκονται εντός των ορίων θερμοκρασίας. Ο Εργολάβος οφείλει να ελέγχει την υγρασία των αδρανών, τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα και αν τα αποτελέσματα δεν είναι επαρκή να επαναλάβει μέχρι να ικανοποιείται ο Μηχανικός (παρ. 512).

3.13 Θερμοκρασίες Μείγματος

Οι επιτρεπόμενες θερμοκρασίες του ασφαλτομείγματος καθώς και των αδρανών υλικών φαίνονται στον πίνακα 10. Δεν πρέπει να υπερθερμαίνονται, μόνο στην περίπτωση του ανακτημένου ασφαλτομείγματος μπορεί να απαιτείται για τα κρύα αδρανή (παρ. 513).

3.14 Ανάμειξη

Τα εργοστάσια παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος πρέπει να είναι τύπου παραγωγής ανά παρτίδες ή τύπου συνεχούς ροής. Αν είναι τύπου παραγωγής ανά παρτίδες τότε i) τα αδρανή μετά τη θέρμανσή τους κοσκινίζονται και διαχωρίζονται σε τρεις θαλάμους για την κατά βάρος τροφοδότηση του αναμκτήρα, ii) Τα θερμά αδρανή και η άσφαλτος αναμιγνύονται στις σωστές αναλογίες μέχρι να επιτευχθεί ομοιόμορφο μείγμα και το

πληρωτικό μπορεί να προστίθεται πριν ή μετά την προσθήκη της ασφάλτου, συνεχίζοντας την ανάμιξη για τουλάχιστον 1 λεπτό. Αν είναι τύπου συνεχούς ροής, το σύστημα πρέπει να ελέγχει την ψυχρή τροφοδοσία κάθε κλάσματος αδρανών και παιπάλης, μέσω μονάδας ζύγισης που ρυθμίζει αυτόματα την τροφοδοσία και διορθώνει κάθε μεταβολή του βάρους, η οποία θα προκύπτει από αυξομείωση της υγρασίας ή από οποιαδήποτε άλλη αιτία (παρ. 514).

3.15 Αποκλίσεις στο Παραγόμενο Μείγμα

Αν οι ιδιότητες των αναμειγνυόμενων υλικών αποκλίνουν από τα προδιαγραφόμενα όρια, πρέπει να εξετάζονται, και αν συνεχίζονται για περισσότερο από 24 ώρες, η διαδικασία παραγωγής διακόπτεται. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου παραγωγής και η διαδικασία που ακολουθείται πρέπει να ελέγχονται και να λαμβάνονται άμεσα μέτρα για την επίτευξη των αναγκαίων τροποποιήσεων ή διορθώσεων, από τον Εργολάβο μέχρι ο Μηχανικός να ικανοποιηθεί (παρ. 515.1).

3.16 Μεταφορά Ασφαλτικού Σκυροδέματος

Το ασφαλτόμειγμα μεταφέρεται εγκαίρως στο εργοτάξιο και προσεκτικά για αποφυγή διαχωρισμού του μείγματος. Κατά τη μεταφορά του και την αναμονή για εκφόρτωση, πρέπει να καλύπτεται για εμποδισμό απώλειας θερμότητας, και πριν την εκφόρτωση του στο διαστρωτή, πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία του μείγματος, ώστε αν είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας διάστρωσης που καθορίζεται να απορρίπτεται (παρ. 516).

3.17 Επιτρεπόμενες Αποκλίσεις στο Πάχος των Στρώσεων

Το ολικό πάχος οποιασδήποτε στρώσης κυκλοφορίας ή της ασφαλικής βάσης, μετά τη συμπίκνωση δεν πρέπει να υπολείπεται του πάχους που καθορίζεται στα Σχέδια περισσότερο από 5mm, ούτε και να υπερβαίνει το πάχος αυτό περισσότερο από τα όρια που καθορίζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Όρια υπέρβασης του πάχους στρώσεων	
Στρώση	Μέγιστη υπέρβαση του πάχους της στρώσεως (mm)
Ασφαλτική βάση	25
Συνδετική στρώση	15
Επιφανειακή στρώση	5

Πίνακας 11: Επιτρεπόμενα όρια υπέρβασης πάχους στρώσεων.

3.18 Διάστρωση Ασφαλτικού Σκυροδέματος

Οι στρώσεις κυκλοφορίας διαστρώνονται σε μία μόνο διάστρωση, δηλαδή το στρώμα (layer) θα είναι ίσο με το πάχος της στρώσης (course). Όταν το πάχος της συνδετικής στρώσης προδιαγράφεται μεταξύ 70mm και 100mm, χρησιμοποιείται μείγμα τύπου AC31,5 και όταν το πάχος της συνδετικής στρώσης προδιαγράφεται μεταξύ 50mm και 80mm, χρησιμοποιείται μείγμα τύπου AC20. Κάθε στρώση και κάθε επιμέρους στρώση πρέπει να συγκολλάται πλήρως με την υποκείμενη στρώση. Η χρήση από την κυκλοφορία της ασφαλτικής βάσης και της συνδετικής στρώσης πρέπει να αποφεύγεται καθώς πρέπει να διατηρούνται καθαρές και απαλλαγμένες από κάθε ξένη ουσία (παρ. 518).

3.19 Θερμοκρασία Διάστρωσης

Η θερμοκρασία του ασφαλτικού σκυροδέματος κατά τη διάστρωση του πρέπει να είναι πάνω από 130°C. Ο Εργολάβος λαμβάνει μετρήσεις της θερμοκρασίας του ασφαλτικού σκυροδέματος μετά από κάθε διακοπή, αμέσως μετά την επανέναρξη της διαδικασίας διάστρωσης, κάθε 30 λεπτά συνεχούς διαδικασίας διάστρωσης, και οποιαδήποτε στιγμή ζητήσει ο Μηχανικός ή αντιπρόσωπος του (παρ. 519).

3.20 Μηχανική Διάστρωση του Ασφαλτικού Σκυροδέματος

Το μείγμα πρέπει να διαστρώνεται, επιπεδώνεται και προ συμπυκνώνεται με τη χρήση αυτοκινούμενου διαστρωτή. Μετά την άφιξή του στο εργοτάξιο, πρέπει να εκφορτώνεται όσο το δυνατό πιο γρήγορα στο κάδο παραλαβής του διαστρωτή, και να διαστρώνεται χωρίς καθυστέρηση. Ενδιάμεσες παύσεις του διαστρωτή αποφεύγονται και ο ρυθμός

τροφοδότησης του διαστρωτή με το μείγμα πρέπει να ρυθμίζεται κατάλληλα ώστε ο διαστρωτής να λειτουργεί συνεχώς (παρ. 520).

3.21 Θερμοκρασία Συμπύκνωσης

Η θερμοκρασία του μείγματος μετά τη διάστρωση και ακριβώς πριν τη έναρξη της συμπύκνωσης δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τους 130°C (παρ. 521).

3.22 Συμπύκνωση

Για την συμπύκνωση των στρώσεων κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται άλλοτε στατικοί οδοστρωτήρες λείου κυλίνδρου, ή ελαστιχοφόροι οδοστρωτήρες ή δονητικοί οδοστρωτήρες, οι οποίοι πρέπει να βρίσκονται σε καλή κατάσταση. Η συμπύκνωση πρέπει να γίνεται στην ίδια κατεύθυνση με τη διάστρωση, και κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης οι τροχοί του οδοστρωτήρα πρέπει να είναι υγροί για να αποφεύγεται η αποκόλληση των υλικών. Η ταχύτητα διάστρωσης πρέπει να είναι σταθερή και μικρότερη από 5km/h για οδοστρωτήρες με μεταλλικούς τροχούς, και 8Km/h για ελαστιχοφόρους. Επίσης, απότομες αλλαγές στη λωρίδα και στη κατεύθυνσή κυκλοφορίας, πρέπει να αποφεύγονται για να μην μετακινείται το μείγμα, και οι οδοστρωτήρες δεν πρέπει να μένουν πάνω σε τελειωμένες στρώσεις (παρ. 522).

3.23 Χειρωνακτική διάστρωση και συμπύκνωση

Η χειρωνακτική διάστρωση επιτρέπεται μετά από έγκριση του Μηχανικού μόνο σε περιοχές με ακανόνιστο σχήμα, όπως περιοχές με πολλά φρεάτια ή σε περιοχές που δεν είναι προσβάσιμες από τα μηχανήματα για εξομάλυνση της επιφάνειας (παρ. 523).

3.24 Διαμήκεις Αρμοί Κατασκευής

Οι διαμήκεις αρμοί μεταξύ των λωρίδων διάστρωσης πρέπει να είναι κατακόρυφοι και ευθυγραμμισμένοι κατά μήκος του οδοστρώματος, ή να βρίσκονται σε ομαλές καμπύλες στις στροφές. Οι κατακόρυφες άκρες των αρμών αφού κόβονται και καθαρίζονται προσεκτικά για καθαρισμό των προεξέχοντων υλικών, τοποθετείται ειδική αυτοκόλλητη ταινία από

πολυμερικό ασφαλτικό. Ακολούθως συμπιέζονται και γίνεται δειγματοληψία πυρήνων για έλεγχο τους. Τα πιο πάνω ισχύουν στην περίπτωση ένωσης υφιστάμενου δρόμου με καινούργιο (παρ. 524).

3.25 Εγκάρσιοι Αρμοί

Οι εγκάρσιοι αρμοί ξεκινούν στην φάση που σταματά η διάστρωση και δεν μπορεί να συνεχιστεί η συμπύκνωση του οδοστρώματος. Πρέπει να σχηματίζουν ορθή γωνία με τους διαμήκεις αρμούς και να είναι κατακόρυφοι. Αφού κοπούν και καθαριστούν οι κατακόρυφες άκρες των εγκάρσιων αρμών, επαλείφονται με ζεστή άσφαλο πριν τη διάστρωση της λωρίδας. Τα παραπάνω ισχύουν όταν ενώνεται ένα νέο οδόστρωμα με το υφιστάμενο (παρ. 525).

3.26 Τελειωμένα Υψόμετρα

Η τελειωμένη επιφάνεια του οδοστρώματος πρέπει να έχει υψόμετρο όσο αυτά που αναγράφονται στα Σχέδια. Αν ο Μηχανικός εντοπίσει αποκλίσεις, τότε τα υψόμετρα πρέπει να διορθώνονται (παρ. 526).

3.27 Αποκλίσεις επιφάνειας

Μια επιφάνεια θεωρείται ότι αποκλίνει όταν υπάρχουν ανωμαλίες πάνω από 10mm. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ξεκάθαρα τα όρια (παρ. 527).

Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός επιφανειακών ανωμαλιών								
Ανωμαλία	Επιφάνεια οδοστρώματος (επιφανειακή στρώση) και ασφαλτοστρωμένων ερεισμάτων				Επιφάνειες κόλπων στάσης, υπηρεσιακών περιοχών, συνδετικών στρώσεων και ασφαλτικών βάσεων			
	4mm		7mm		4mm		7mm	
Μήκος (m)	300	75	300	75	300	75	300	75
Αριθμός Ανωμαλιών	20	9	2	1	40	18	4	2

Πίνακας 12: Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός επιφανειακών ανωμαλιών.

Για να ελεγχθεί αν η επιφάνεια πληροί τις απαιτήσεις, τοποθετείται ειδική δοκός κατά μήκος των παράλληλων γραμμών στην άκρη του οδοστρώματος ή σε ορθή γωνία με τον άξονα της οδού, σε τμήματα που επιλέγει ο Μηχανικός. Για να θεωρείται ομαλή η εξεταζόμενη επιφάνεια πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω τιμές του πίνακα 13 (παρ. 527).

Επιφάνεια	Μέγιστο κενό (σε mm) κάτω από την τρίμετρη ευθύγραμμη δοκό	
	κατά μήκος	εγκάρσια
Επιφανειακή στρώση	5	7
Συνδεδετική στρώση	8	10
Ασφαλτική βάση	10	12

Πίνακας 13: Ανοχές στην ομαλότητα.

3.27.1 Διόρθωση

Όπου υπάρχει υπέρβαση των προδιαγραφόμενων τιμών πρέπει στην ασφαλτική βάση ολόκληρο το πάχος της πάνω στρώσης να αφαιρείται και να αντικαθίσταται με νέο υλικό το οποίο θα πρέπει να διαστρώνεται και να συμπυκνώνεται σύμφωνα με τις Προδιαγραφές. Το ίδιο ισχύει και για την στρώση κυκλοφορίας. Η επιδιόρθωση οποιασδήποτε ανωμαλίας στην επιπεδότητα με επάλειψη οποιασδήποτε μορφής, απαγορεύεται και επίσης οι περιοχές που απορρίπτονται, διορθώνονται με έξοδα το Εργολάβου (παρ. 527.6.1).

3.27.2 Προδιαγραφές για Νέους Αυτοκινητόδρομους

Μετράται ο δείκτης International Roughness Index (IRI) σύμφωνα με τα πρότυπα EN 13036, ASTM E 950 και ASTM E 1926. Επιτρέπεται επίσης η μέτρηση με χειροκίνητη συσκευή που να συμφωνεί με το ASTM E2133 – 03. Οι απαιτήσεις μετρούνται ανεξάρτητα ανά λωρίδα κυκλοφορίας και ισχύουν για όλες τις λωρίδες εξαιρουμένων των ερεισμάτων (παρ. 527.7.1).

3.27.3 Απαιτήσεις (παρ. 527.7.2)

Επιφανειακή στρώση

Οι μέγιστες τιμές του δείκτη IRI είναι:

- a) 1,7 mm/m για όλο το μήκος του υπό αξιολόγηση οδικού δικτύου με μέσο όρο περιοχών ελέγχου 100m μήκους.
- b) 2,0mm/m για μέτρηση ανά περιοχή ελέγχου μήκους 100m.

- Τμήμα με δείκτη IRI πάνω από 2,0mm/m, απορρίπτεται.

Συνδετική στρώση

- a) 2,0 mm/m για όλο το μήκος του υπό αξιολόγηση οδικού δικτύου, όπου ο μέσος όρος των περιοχών ελέγχου είναι 100m μήκους.
 - b) 2,2mm/m για μέτρηση ανά περιοχή ελέγχου μήκους 100m.
- Οποιοδήποτε τμήμα με δείκτη IRI πάνω από 2,2mm/m, απορρίπτεται.

3.27.4 Έλεγχος

Ο Εργολάβος προβαίνει σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες και ελέγχους, ώστε η ομαλότητα του δρόμου να είναι εντός των προδιαγραφόμενων ορίων. Παρ'όλα αυτά, ο Μηχανικός του έργου θα προβαίνει στους απαραίτητους ελέγχους και σε περίπτωση αποτυχίας, θα εφαρμόζονται οι πρόνοιες της παραγράφου 527.6 (παρ. 527.7.3).

3.28 Αποκοπή και Αφαίρεση Ελαττωματικών Περιοχών

Η αποκοπή μιας επιφάνειας γίνεται με τα κατάλληλα μηχανήματα σε όλο της το πάχος και εκτείνεται σε όλο το πλάτος μεταξύ των διαμηκών αρμών. Η αποκαλυφθείσα επιφάνεια καθαρίζεται πλήρως από κάθε χαλαρό υλικό, προς ικανοποίηση του Μηχανικού. Καμία εργασία επανακατασκευής της ελαττωματικής περιοχής πρέπει να αρχίζει χωρίς την έγκριση του Μηχανικού (παρ. 528).

3.29 Αντικατάσταση της Ελαττωματικής περιοχής

Η αποκαλυφθείσα επιφάνεια καλύπτεται με ασφαλική συγκολλητική επάλειψη αν είναι ασφαλική στρώση, αλλιώς τοποθετείται ασφαλική προεπάλειψη. Η νέα επιφάνεια που θα κατασκευαστεί πρέπει να συνάδει με το ονομαστικό πάχος της στρώσης που καθορίζεται στα Σχέδια και τις Προδιαγραφές (παρ. 529).

3.30 Πλήρωση Οπών Πυρήνων Δειγματοληψίας

Οι οπές απ' όπου πάρθηκαν πυρήνες, πρέπει να επαλείφονται άμεσα με θερμή άσφαλτο και οι οπές να πληρώνονται με ασφαλικό υλικό (παρ. 530).

3.31 Κοκκομετρικές Διαβαθμίσεις των Αδρανών Υλικών

Ο συνδυασμός των αδρανών γίνεται ώστε, κατά την ανάλυση του μείγματος μελέτης, η κοκκομετρική διαβάθμιση του διαβαθμισμένου μείγματος αδρανών, μετά από εκχύλιση του συνδετικού υλικού να εμπίπτει στα όρια που καθορίζονται στον παρακάτω Πίνακα 14 (παρ. 531).

Ασφαλτικά Μείγματα (Ασφαλτικό Σκυρόδεμα) σύμφωνα με το CYS EN 13108-1:2006					
Κόσκινο mm (CYS EN)	AC 40	AC 31,5	AC 20	AC 14	AC 10
	% διερχόμενο (passing)	% διερχόμενο (passing)	% διερχόμενο (passing)	% διερχόμενο (passing)	% διερχόμενο (passing)
63	100	-	-	-	-
40	90 - 100	100	-	-	-
31.5	(δηλώνεται)	90 - 100	100	-	-
20	64 - 85	(δηλώνεται)	90 - 100	100	-
16	-	-	-	-	-
14	(δηλώνεται)	60 - 82	70 - 85	90 - 100	100
12.5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	90 - 100
8	48 - 64	46 - 65	46 - 65	62 - 82	80 - 95
4	-	-	-	40 - 59	50 - 80
2	22 - 36	27 - 41	27 - 41	27 - 40	33 - 58
1	14 - 28	19 - 33	19 - 33	18 - 30	20 - 45
0,250	6-15	6-19	6-19	9-18	6-21
0,063	3 - 9*	3 - 9*	3 - 9*	3 - 9*	3 - 9*
Προτεινόμενη Χρήση				Ισοπεδωτική Στρώση	
				Επιφανειακή Στρώση	
	Συνδετική Στρώση				
	Ασφαλτική Βάση				

*Το υλικό που διέρχεται το κόσκινο με άνοιγμα 0,063mm θα πρέπει να περιλαμβάνει υδράσβεστο και παπάλη από την θραύση του υλικού που χρησιμοποιείται, όπως καθορίζεται στις Παραγράφους 502 και 532.

Πίνακας 14: Ασφαλτικά μείγματα.

3.32 Πληρωτικό (υδράσβεστος)

Μέρος του πληρωτικού υλικού πρέπει να είναι υδράσβεστος. Αν τα λεπτόκοκκα αδρανή και το πληρωτικό αποτελούνται από ασβεστολιθικό υλικό, τότε η ποσότητα της υδράσβεστου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1% κατά βάρος του συνολικού βάρους των αδρανών. Αλλιώς, η ποσότητα της υδράσβεστου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από

2% κατά βάρος του συνολικού βάρους των αδρανών (παρ. 532.1). Η προσθήκη του πληρωτικού γίνεται πριν την προσθήκη ασφάλτου (παρ. 532.2). Η υδράσβεστος πρέπει να είναι συγκεκριμένων προδιαγραφών όπως αναγράφονται στον Πίνακα 15 (παρ. 532.5).

Χαρακτηριστικά	Προδιαγραφές	Μέθοδος δοκιμής
CaO+MgO	≥ 80%	CYS EN 459-2
MgO	≤5% ή 7% ως CYS EN 459-1	
Soundness	Pass (≤2mm)	
Penetration	10<S<50 mm	
Free water	≤2%	
Available lime	≥ 65%	
Fineness	≤2% retained @ 0,2mm ≤7% retained @ 0,09mm	
CO ₂	≤7%	

Πίνακας 15: Προδιαγραφές Υδρασβέστου.

3.33 Μείγματα Εργαστηριακής Μελέτης

Για να αποφασιστεί το βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου του Εργαστηριακού Μείγματος μελέτης, παρασκευάζονται δοκίμια με τέσσερα τουλάχιστον διαφορετικά ποσοστά ασφάλτου και προσδιορίζονται όλες οι παράμετροι του πίνακα 16 και η μεταβολή των πιο κάτω παραμέτρων:

- 1) πυκνότητα δοκιμίων
- 2) ευστάθεια (S)
- 3) παραμόρφωση (F)
- 4) κενά αέρος (V)
- 5) κενά πληρωθέντα με ασφαλτο (VFB)

ως προς το ποσοστό περιεκτικότητας σε ασφαλτο (B) και απεικονίζονται σε γραφικές παραστάσεις. Αν οι παράμετροι πληρούνται, μπορεί να γίνει το τελικό μείγμα με ποσοστό κενών αέρος 4%, αλλιώς αν δεν πληρούνται γίνεται αλλαγή του ποσοστού της ασφάλτου και αν δεν είναι εφικτό, τότε χρειάζεται επανασχεδιασμός του μείγματος (παρ. 533.3).

Ιδιότητα	Συνδετική στρώση	Επιφανειακή στρώση
Βαθμός συμπίκνωσης δοκιμίου (Marshall specimen compaction) Αριθμός κτύπων CYS EN 12697-30	2x75	2x75
Περιεκτικότητα σε ασφαλτικό συνδετικό υλικό B (Binder content) (%) CYS EN 12697-1	4 έως 8	5 έως 8
Ευστάθεια Smin (Marshall Stability) kN CYS EN 12697-34	7.5	7.5
Παραμόρφωση F (Marshall Flow) mm CYS EN 12697-34	2 έως 5	2 έως 5
Κενά στο μείγμα V (Void content) % CYS EN 12697-8, CYS EN 12697-5, CYS EN 12697-6	3 έως 5	3 έως 5
Ποσοστό κενών πληρωθέντων με άσφαλτο VFB (Voids filled with bitumen) % CYS EN 12697-8, CYS EN 12697-6	60 έως 90	60 έως 90
Διατηρούμενη ευστάθεια 24 ώρες %	75	75
Διατηρούμενη ευστάθεια 120 ώρες%	70	70

Πίνακας 16: Ιδιότητες Μειγμάτων Εργαστηριακής Μελέτης.

3.34 Προκαταρτικές Δοκιμαστικές Παραγωγές

Ο Μηχανικός και ο Εργολάβος πρέπει να συμφωνούν σε ένα προσωρινό «Τυπικό Μείγμα Έργου», το οποίο να συνάδει με το «Μείγμα Εργαστηριακής Μελέτης» (παρ. 534).

3.35 Έλεγχοι Δοκιμαστικών Περιοχών

Από το προσωρινό «Τυπικό Μείγμα Έργου» κάθε δοκιμαστικής περιοχής, πρέπει να λαμβάνονται τουλάχιστον δύο δείγματα, για προσδιορισμό της κοκκομετρικής διαβάθμισης των αδρανών/ πληρωτικού, της περιεκτικότητας σε άσφαλτο και όταν πρόκειται για στρώσεις κυκλοφορίας, για την ετοιμασία δοκιμίων Marshall για τον προσδιορισμό της ευστάθειας, της παραμόρφωσης, των κενών, και του ποσοστού των κενών των πληρωθέντων με άσφαλτο (παρ. 535.1). Λαμβάνονται από τον Εργολάβο 3 ζεύγη πυρήνων από τη διαστρωθείσα στρώση για επιτόπου προσδιορισμό της πυκνότητας (παρ. 535.2). Κανένα αποτέλεσμα επιτόπου πυκνότητας δεν πρέπει να είναι μικρότερο του 93 τοις εκατό της πυκνότητας RD (refusal density), (παρ. 535.3). Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να επιτευχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα (παρ. 535.4). Ο Εργολάβος υποβάλλει στον Μηχανικό για έγκριση του Τυπικού Μείγματος Έργου, την καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης των αδρανών/πληρωτικού και τις εν θερμώ ποσότητες κατά βάρος των αδρανών ανά μέγεθος αδρανούς που απαιτούνται ώστε να

επιτευχθεί η διαβάθμιση αυτή, την ακριβή ποσότητα της ασφάλτου και τιμές για την ευστάθεια, την παραμόρφωση, των κενών, και του ποσοστού των κενών των πληρωθέντων με άσφαλτο (παρ. 535.6). Αν οι πιο πάνω μετρήσεις δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις, ο Μηχανικός ζητά από τον Εργολάβο να υποβάλει νέο Μείγμα Μελέτης (παρ. 535.7).

3.36 Πυκνότητα Αναφοράς (Πυκνότητα Τυπικού μείγματος Έργου)

Όταν το 10% των αδρανών συγκρατείται στο κόσκινο των 28mm, τότε η πυκνότητα των συμπυκνωθεισών στρώσεων υπολογίζεται σε σχέση με τη «Πυκνότητα τυπικού μείγματος Έργου». Ο υπολογισμός συνίσταται στη ετοιμασία έξι τυπικών δοκιμών Marshall από υλικό που λαμβάνεται από το εγκεκριμένο «Τυπικό Μείγμα Έργου» και στον προσδιορισμό της πυκνότητας. Συγκρίνοντας τη μέση τιμή της πυκνότητας των δοκιμών, αν κάποια τιμή διαφέρει από τη μέση τιμή περισσότερο από 0,015 θα απορρίπτεται και, αν βρεθούν περισσότερα από δύο απορριπτέα αποτελέσματα πυκνότητας, η μέση τιμή των αποδεκτών αποτελεσμάτων θα αποτελεί τη «Πυκνότητα Τυπικού Μείγματος Έργου» (παρ. 536.1-2). Η πυκνότητα των δοκιμών προσδιορίζεται σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο CYS EN 12697-6 Διαδικασία Β. Αν η απορροφητικότητα των δοκιμών κατά μάζα είναι μεγαλύτερη του 2% η Διαδικασία Β διακόπτεται και ακολουθείται η Διαδικασία C του ίδιου προτύπου. Πριν την έναρξη των διαδικασιών Β και C, τα δοκίμια ξηραίνονται (παρ. 536.4).

3.37 Διακυμάνσεις στο Μείγμα Παραγωγής

Οι διακυμάνσεις μεταξύ του «Μείγματος Παραγωγής», το οποίο παράγεται στο εργοστάσιο παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος και του «Τυπικού Μείγματος Έργου» για τις στρώσεις κυκλοφορίας πρέπει, να συνάδουν με τα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται στον Πίνακα 17 (537.1). Για το «Μείγμα Παραγωγής» της επιφανειακής στρώσης και της συνδετικής στρώσης απαιτείται τα κενά στο μείγμα να είναι περισσότερα από 3,0%, η ευστάθεια να είναι μεγαλύτερη από 7,5 kN, η παραμόρφωση να κυμαίνεται μεταξύ 2,0 και 5,0mm, η περιεκτικότητα σε άσφαλτο να είναι περισσότερη από 4,0% για τη συνδετική στρώση και 5,0% για τη επιφανειακή στρώση, και η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών να βρίσκεται εντός των ορίων που καθορίζονται στον Πίνακα

13 (παρ. 537.1). Στον Πίνακα 18 φαίνονται οι επιτρεπόμενες διακυμάνσεις του μείγματος παραγωγής για ασφαλτική βάση (παρ. 537.2).

Ιδιότητα ξηρών αδρανών και πληρωτικού	Επιτρεπτές διακυμάνσεις	
	Συνδυετική στρώση	Επιφανειακή στρώση
Διερχόμενο στο κόσκινο ανοίγματος 4mm ή μεγαλύτερου	± 5,0%	± 4,0%
Διερχόμενο από τα κόσκινα ανοίγματος 2 mm, 1mm, 0,250mm	± 4,0%	± 3,0%
Διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος 0,063mm	± 2,0%	± 2,0%
Περιεκτικότητα σε ασφαλτο (Bact)	± 0,30%	± 0,30%
Κενά στο εργαστηριακό μείγμα [(Gmm-Marshall)/Gmm]	± 1,0%	± 1,0%
Ποσοστό κενών πληρωθέντων με ασφαλτο (%)	± 6,0%	± 6,0%
Πυκνότητα δοκιμίων Marshall (μέση τιμή δοκιμίων)	± 0,020 Mg/m ³	± 0,020 Mg/m ³
Μέγιστη Πυκνότητα Μείγματος	± 0,020 Mg/m ³	± 0,020 Mg/m ³

Πίνακας 17: Επιτρεπόμενες Διακυμάνσεις στο Μείγμα Παραγωγής.

Ιδιότητα ξηρών αδρανών και πληρωτικού	Επιτρεπτές διακυμάνσεις
Διερχόμενο στο κόσκινο ανοίγματος 4mm ή μεγαλύτερου	± 5,0%
Διερχόμενο από τα κόσκινα ανοίγματος 2 mm, 1mm, 0,250mm	± 4,0%
Διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος 0,063mm	± 2,0%
Περιεκτικότητα σε ασφαλτο (Bact)	± 0,30%

Πίνακας 18: Επιτρεπόμενες διακυμάνσεις Μείγματος Παραγωγής για ασφαλτική βάση.

3.38 Πιστοποιητικά Δοκιμών για το Εργοστάσιο Παραγωγής

Τα απαραίτητα δικαιολογητικά για τεκμηρίωση της συμμόρφωσης του εργοστασίου παραγωγής με τις πρόνοιες της Παραγράφου 509 καθώς και τα σχετικά Ευρωπαϊκά πρότυπα, υποβάλλονται από τον Εργολάβο πριν και κατά τη διάρκεια παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος (παρ. 538.1).

3.39 Δοκιμές για τον Προκαταρκτικό Έλεγχο Αδρανών Υλικών

Όλες οι απαραίτητες δοκιμές για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των αδρανών και του πληρωτικού εκτελούνται από τον Εργολάβο πριν την ανάμιξη για παραγωγή ασφαλτικού σκυροδέματος, και συγκρίνονται οι ιδιότητες με αυτές που καθορίζονται στις Παραγράφους 3.1 και 3.2 αντίστοιχα (παρ. 539.1). Επίσης, κάθε φορά που ζητείται αυτό από τον Εργολάβο, πρέπει να υποβάλλει στο Μηχανικό τα απαραίτητα πιστοποιητικά που τεκμηριώνουν ότι τα αδρανή και το πληρωτικό που χρησιμοποιούνται συνάδουν με το πρότυπο CYS EN 13043 (παρ. 539.2).

3.40 Πρόσθετες Δοκιμές σε Υλικά

Σε περίπτωση που ο Μηχανικός ζητήσει είτε πριν είτε κατά τη διαδικασία ανάμιξης για παραγωγή ασφαλτικού σκυροδέματος, ο Εργολάβος οφείλει να διευθετήσει την εκτέλεση πρόσθετων δοκιμών για τον έλεγχο συμμόρφωσης οποιουδήποτε υλικού χρησιμοποιείται στο ασφαλτικό σκυροδέμα με τις απαιτήσεις των Προδιαγραφών (παρ. 540.1).

3.41 Πιστοποιητικά Ποιότητας της Ασφάλτου

Τα απαραίτητα πιστοποιητικά που τεκμηριώνουν ότι η ασφαλτος που χρησιμοποιείται συνάδει με τις πρόνοιες της Παραγράφου 3.4, υποβάλλονται από τον Εργολάβο όταν το ζητήσει ο Μηχανικός (παρ. 541.1).

3.42 Δοκιμές για τη Μελέτη Μείγματος

Όλες οι απαραίτητες δοκιμές για τη μελέτη του Μείγματος και τον έλεγχο αυτής, εκτελούνται από τον Εργολάβο σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Παραγράφων 533 και 507 αντίστοιχα (παρ. 542.1).

3.43 Περιοδικός Έλεγχος Αδρανών Υλικών

Οι παρακάτω δοκιμές εκτελούνται από τον Εργολάβο για σύγκριση της ποιότητας των αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή με αυτά που εγκρίθηκαν από το Μηχανικό, και για έλεγχο της αποδοτικότητας του ξηραντήρα όταν τα αδρανή περιέχουν διάφορα ποσοστά υγρασίας (παρ. 543.1).

- 1) Κοκκομετρική ανάλυση όλων των αδρανών σύμφωνα με το πρότυπο CYS EN 933-1, μία φορά την ημέρα, σε αντιπροσωπευτικό δείγμα λαμβάνεται από κάθε σωρό

αδρανών υλικών, και σύγκριση της κοκκομετρικής διαβάθμισης του δείγματος με την κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών που εγκρίθηκαν από το Μηχανικό.

- 2) Κοκκομετρική ανάλυση του διαβαθμισμένου μείγματος σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 933-1, μία φορά κάθε 4 ώρες, σε αντιπροσωπευτικό δείγμα που λαμβάνεται από κάθε θερμό θάλαμο, και σύγκριση της κοκκομετρικής διαβάθμισης του δείγματος με την κοκκομετρική διαβάθμιση του «Τυπικού Μείγματος Έργου».
- 3) Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας του διαβαθμισμένου μείγματος αδρανών, μία φορά την εβδομάδα, σε αντιπροσωπευτικό δείγμα που λαμβάνεται από κάθε θερμό θάλαμο.

Πέρα από αυτά, θα διενεργείται τουλάχιστο μία φορά την εβδομάδα η δοκιμή πυκνότητας/απορροφητικότητας (παρ. 543.3).

3.44 Περιοδικός Έλεγχος του Μείγματος Παραγωγής

Οι πιο κάτω δοκιμές εκτελούνται κατά την παραγωγή ασφαλτικού σκυροδέματος όταν βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία ανάμιξης, στο εργαστήριο του εργοταξίου από τον Εργολάβο, και αφού το εγκρίνει ο Μηχανικός (παρ. 544.1):

- 1) Ανάλυση του «Μείγματος Παραγωγής» σύμφωνα με τα σχετικά Ευρωπαϊκά Πρότυπα, (EN), σε δείγματα που λαμβάνονται με τη συμπλήρωση της διαδικασίας ανάμιξης, για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε άσφαλο και της κοκκομετρικής διαβάθμισης.
- 2) Η ανάλυση γίνεται μία φορά κάθε 4 ώρες και, τουλάχιστον 2 φορές την ημέρα, για κάθε αναμικτήρα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή. Επιπρόσθετα, τουλάχιστον μία φορά την ημέρα πρέπει να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του μείγματος σε υγρασία.
- 3) Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων απεικονίζονται σε γραφική παράσταση μαζί με τις κοκκομετρικές καμπύλες και τις επιτρεπτές διακυμάνσεις του «Μείγματος Παραγωγής», καθώς παρουσιάζεται και το ποσοστό περιεκτικότητας του μείγματος σε άσφαλο.
- 4) Εάν η κοκκομετρική διαβάθμιση ή η περιεκτικότητα σε άσφαλο που προσδιορίζονται δε συνάδει με τις προδιαγραφόμενες απαιτήσεις, τότε ο Εργολάβος εκτελεί τις πρόσθετες δοκιμές που καθορίζονται στην Παράγραφο 547.

5) Μέτρηση θερμοκρασίας του μείγματος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις στις Συμπληρωματικές Πληροφορίες του Μέρους 500.

3.45 Περιοδικοί Έλεγχοι σε Συμπυκνωθείσες Στρώσεις

Ο έλεγχος για επιπεδότητα εκτελείται καθημερινά για την εργασία της προηγούμενης ημέρας. Αν 2 ή περισσότερες δοκιμές αποκλίνουν, εκτελούνται από τον Εργολάβο οι απαιτήσεις της παραγράφου **3.46**. Για να ελεγχθεί το πάχος της στρώσης και του βαθμού συγκόλλησης της με την υποκείμενη στρώση, λαμβάνονται πυρήνες κάθε 2000m² διαστρωθείσας στρώσης, και αν το πάχος δε συνάδει με τις απαιτήσεις, ο Εργολάβος εκτελεί τις δοκιμές της παραγράφου **3.46**. Από την άλλη, αν η συγκόλληση των δύο στρώσεων είναι ανεπαρκής τότε ο Εργολάβος προβαίνει σε έλεγχο συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της Παραγράφου **3.9** και να κάνει τις απαραίτητες διορθώσεις. Επίσης, λαμβάνονται δείγματα ασφαλτομείγματος για την εξακρίβωση των ιδιοτήτων των αδρανών υλικών (παρ. 545.1-5).

3.46 Περιοδικοί Έλεγχοι της Επιτόπου Πυκνότητας

Η επιτόπου πυκνότητα της στρώσης κύλισης και της βασικής στρώσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε, σε 20 διαδοχικές επιτόπου πυκνότητες, λιγότερες από 3 να είναι ή μικρότερες του 96% ή μεγαλύτερες του 98% της «Πυκνότητας Τυπικού Μείγματος Έργου», ή μικρότερες του 93% της «Μέγιστης Πυκνότητας». Η μέση επιτόπου πυκνότητα της ασφαλτικής βάσης δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 95% της πυκνότητας «refusal density». Αν, διαπιστωθεί ότι το ασφαλτικό σκυρόδεμα σε κάποια περιοχή δεν συνάδει με τις Προδιαγραφές τότε, αφού γίνουν οι περαιτέρω έλεγχοι που καθορίζονται στην Παράγραφο 3.46, πρέπει να αποκόπτεται και να αντικαθίσταται όπως περιγράφεται στις Παραγράφους 3.27, 3.28. Οι πυρήνες χρησιμοποιούνται επίσης για τον προσδιορισμό του πάχους της στρώσης και τον έλεγχο συμμόρφωσης με τις επιτρεπτές αποκλίσεις. Πρόσθετα, χρησιμοποιούνται για ελέγχους σύνθεσης του μείγματος όπου απαιτείται όπως και για έλεγχο της ποσότητας της υδράσβεστου. (παρ. 546.1-6).

3.47 Πρόσθετες Δοκιμές σε Περιπτώσεις Αποτυχίας των Περιοδικών Δοκιμών

Οι πρόσθετες δοκιμές εκτελούνται για την οριοθέτηση της περιοχής όπου το διαστρωθέν ασφατικό σκυρόδεμα αποκλίνει από τις προδιαγραφόμενες απαιτήσεις όσον αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών υλικών και πληρωτικού, την περιεκτικότητα σε άσφαλτο, την επιπεδότητα των επιφανειών των στρώσεων, και το πάχος των στρώσεων (παρ. 547.1). Οι πρόσθετες δοκιμές εκτελούνται χρησιμοποιώντας τετραγωνικά δείγματα πλευράς 300mm για τον έλεγχο της κοκκομετρικής διαβάθμισης και της περιεκτικότητας σε άσφαλτο, και τέσσερις πυρήνες διαμέτρου 150mm για έλεγχο του πάχους των στρώσεων. Τα δείγματα ή οι πυρήνες αποκόπτονται από τη συμπκνωθείσα στρώση σε θέσεις που επιλέγει ο Μηχανικός εντός της ίδιας λωρίδας, σε κατά μήκος απόσταση μικρότερη από 5m από τη θέση του οδοστρώματος στην οποία διαστρωθηκε το μείγμα που απέτυχε να ικανοποιήσει τις προδιαγραφόμενες απαιτήσεις (παρ. 547.2). Αν κάποια από τις πρόσθετες δοκιμές δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις, τότε εκτελούνται πρόσθετες δοκιμές από τον Εργολάβο όπου οι πυρήνες αποκόπτονται από τη συμπκνωθείσα στρώση σε θέσεις που επιλέγονται από το Μηχανικό εντός της ίδιας λωρίδας που οριοθετείται μεταξύ δύο διαδοχικών κατά μήκος αρμών κατασκευής και σε κατά μήκος απόσταση που δεν υπερβαίνει τα 10m από τη θέση του οδοστρώματος όπου έγιναν οι δοκιμές της προηγούμενης παραγράφου (παρ. 547.3). Η περιοχή όπου το διαστρωθέν σκυρόδεμα αποκλίνει, αποκόπτεται και αντικαθίσταται (παρ. 547.5). Σε περίπτωση αποτυχίας των δοκιμών, εκτελούνται 20 δοκιμές με τρίμετρη δοκό και αν 3 ή περισσότερες από αυτές τις δοκιμές δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις, η περιοχή απορρίπτεται, αφαιρείται και αντικαθίσταται. Η χρήση λεπτόκοκκων ασφατικών επαλείψεων, ή άλλων επαλείψεων, δεν επιτρέπεται για επιδιόρθωση της περιοχής (παρ. 547.3-10).

3.48 Ασφαλική Συγκολλητική Επάλειψη (tack coat)

Πρόκειται για ασφατικό γαλάκτωμα τύπου C40B Class 3 σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 13808 (παρ. 548.1). Δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε υγρή επιφάνεια (παρ. 548.2), καθώς πρέπει να εφαρμόζεται ομοιόμορφα με τη χρήση κινητών μονάδων μηχανικού ψεκασμού, ώστε να αποφεύγεται η τοπική ή γραμμική συσσώρευση του υλικού. Γίνεται

τουλάχιστον μία ώρα πριν τη διάστρωση της υπερκείμενης στρώσης (παρ. 548.3). Όταν λόγω της περιοχής είναι αδύνατη η χρήση κινητών μονάδων μηχανικού ψεκασμού, επιτρέπεται η χρήση χειροκίνητων ψεκαστήρων (παρ. 548.4). Μετά την εφαρμογή της ασφαλτικής συγκολλητικής επάλειψης απαγορεύεται η διακίνηση οχημάτων (παρ. 548.5). Όταν ξεκινήσει η διάστρωση της υπερκείμενης στρώσης λαμβάνονται μέτρα για περιορισμό της κίνησης (παρ. 548.6).

3.49 Ασφαλτική Προεπάλειψη (prime coat)

Η ασφαλτική προεπάλειψη είναι κεκραμένη άσφαλτος (cut back bitumen) μέσης ταχύτητας ξήρανσης τύπου S-125, σύμφωνα με το περί Προδιαγραφών Ασφάλτου Διάταγμα ΚΔΠ 317/2004, οι ιδιότητες της οποίας φαίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 19 (παρ. 549.1). Η ασφαλτική προεπάλειψη εφαρμόζεται ομοιόμορφα, για αποφυγή τοπικής ή γραμμικής συσσώρευσης του υλικού, με τη χρήση κινητών μονάδων μηχανικού ψεκασμού, και εφαρμόζεται 24 ώρες πριν τη διάστρωση της υπερκείμενης στρώσης (παρ. 594.2). Όπως και πιο πάνω, όταν λόγω της περιοχής είναι αδύνατη η χρήση κινητών μονάδων μηχανικού ψεκασμού, επιτρέπεται η χρήση χειροκίνητων ψεκαστήρων (παρ. 549.3). Μετά την εφαρμογή της ασφαλτικής συγκολλητικής επάλειψης και μέχρι την διάστρωση, απαγορεύεται η διακίνηση οχημάτων (παρ. 549.4). Τέλος, όταν ξεκινήσει η διάστρωση της υπερκείμενης στρώσης λαμβάνονται μέτρα για περιορισμό της κίνησης (παρ. 549.5).

Ιδιότητα	Δοκιμασία ² Μέθοδος ³	Όρια ¹	
		Ελάχιστο	Μέγιστο
Πυκνότητα στους 25°C (g/ml)	CYS EN ISO 3838 (ASTM D 70)	0,95	1,04
Ιξώδες (Standard Tar) στους 40°C (sec)	IP 72	100	150
Ιξώδες Κινηματικό στους 60°C (stokes)	CYSENISO3104 (ASTM D 445)	80	110
Σημείο ανάφλεξης c.o.c. (°C)	CYS EN 22592 (ASTM D 92)	50	-
Απόσταξη: - Απόσταγμα στους 225 °C (% v/v)	ASTM D 402	-	2
Απόσταξη: - Απόσταγμα στους 316 °C (% v/v)		4	13
Απόσταξη: - Απόσταγμα στους 360 °C (% v/v)		-	16
Δοκιμές στο υπόλειμμα απόσταξης: - Διεισδυτικότητα στους 25 °C (x 0,1mm)	CYS EN 1426 (ASTM D 5)	100	350
Δοκιμές στο υπόλειμμα απόσταξης: - Σημείο Μάλθωσης R&B (°C)	CYS EN 1427 (ASTM D 36)	30	50
Δοκιμές στο υπόλειμμα απόσταξης: - Διαλυτότητα (% m/m)	CYS EN 12592 (IP 47)	99	-

Πίνακας 19: Ιδιότητες κεκραμένης ασφάλτου τύπου S-125.

3.50 Ισοπεδωτική Στρώση (regulating course)

Παράγεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τοποθετείται στις περιοχές που υποδεικνύει ο Μηχανικός. Πριν τη διάστρωση της τοποθετείται ασφαλική συγκολλητική επάλειψη. Το πάχος της ισοπεδωτικής στρώσης μετά τη συμπύκνωση κυμαίνεται μεταξύ 20mm-40mm (παρ. 550.1-4).

3.51 Ανακατασκευή Οδοστρώματος για Επιδιόρθωση

Αφαιρούνται όλες τις στρώσεις κυκλοφορίας συμπεριλαμβανομένου και της ασφαλικής βάσης (εάν υπάρχει) σε τόσο βάθος ώστε η θεμελίωση του νέου οδοστρώματος να γίνει σε έδαφος ικανοποιητικής φέρουσας ικανότητας. Τα όρια εκσκαφής σε μήκος, πλάτος και βάθος υποβάλλονται από τον Εργολάβο και εγκρίνονται από το Μηχανικό (παρ. 551.2). Η επιφάνεια που αφαιρείται είναι ορθογωνικού σχήματος, με τις δύο πλευρές κάθετες στη διεύθυνση κίνησης της κυκλοφορίας, και τις παρειές ευθύγραμμες και κατακόρυφες. Η αποκοπή των ασφαλικών στρώσεων γίνεται με κατάλληλο δίσκο, όπως κομπρεσέρ με

πεπλατυσμένο ακρινό στέλεχος ή μηχανικό αποξέστη (παρ. 551.3-4). Η διόρθωση της οπής γίνεται σε στρώσεις των 150mm με ειδικά μηχανήματα, ώστε το υψόμετρο της τελειωμένης επιφάνειας να μην υπερβαίνει τα 80mm (παρ. 551.5). Η κάλυψη της επανορθωθείσας επιφάνειας γίνεται με ασφαλική προεπάλειψη καθώς στις κατακόρυφες παρειές τοποθετείται ασφαλική συγκολλητική επάλειψη (παρ. 551.6). Στη συνέχεια, διαστρώνονται και συμπυκνώνονται τα υπόλοιπα 80mm της οπής με ασφαλικό σκυρόδεμα (παρ. 551.7). Η επιπεδότητα της τελειωμένης επιφάνειας ελέγχεται με τρίμετρη ευθύγραμμη δοκό, και τέλος, διαστρώνεται η στρώση κύλισης (παρ. 551.8-9).

3.52 Ασφαλτόστρωση Επιφανειών

Οι επιφάνειες από ασφαλικό σκυρόδεμα ελέγχονται για ομοιομορφία στις γραμμές (παρ. 552.1). Καμία εργασία διάστρωσης ασφαλικού σκυροδέματος σε κατάστρωμα γέφυρας δεν επιτρέπεται αν δεν εγκρίνει ο Μηχανικός. Διαφορετικά, ο υφιστάμενος ασφαλτοτάπητας αφαιρείται με φρέζα κρύας απόξεσης (cold milling), διαστρώνεται και συμπυκνώνεται ασφαλικό σκυρόδεμα (παρ. 552.2).

3.53 Περιοδικοί Έλεγχοι Αδρανών σε Κατασκευασμένες Στρώσεις

Ο έλεγχος των αδρανών που χρησιμοποιήθηκαν στο ασφαλτόμειγμα, πραγματοποιείται κάθε κάθε 1000m² διαστρωθείσας επιφάνειας, ή για κάθε επιφάνεια που διαστρώνεται ανά 2 ώρες, και για τη μικρότερη επιφάνεια λαμβάνονται πυρήνες ζεύγος πυρήνων διαμέτρου 150mm ή 200mm που φθάνουν μέχρι το άνω μέρος της υποκείμενης στρώσης (παρ. 553.1). Μετά από αυτό, γίνεται εκχύλιση του συνδετικού υλικού και λαμβάνονται τα αδρανή υλικά για να ελεγχθούν αν πληρούν τις προδιαγραφές (παρ. 553.2). Αν οι δοκιμές αποτύχουν, το επηρεαζόμενο τμήμα του ασφαλτοτάπητα αποκόπτεται (παρ. 553.5). Οι πυρήνες που χρησιμοποιούνται μπορούν να είναι οι όμοιοι με εκείνους που είχε προηγηθεί ο έλεγχος συμπύκνωσης ή άλλοι έλεγχοι και δεν έχουν καταστραφεί (παρ. 553.6).

3.54 Δήλωση Επιδόσεων και Σήμανση CE για Ασφαλομείγματα

Τα ασφαλομείγματα που παραδίδονται, συνοδεύονται με δήλωση CE και δήλωση επίδοσης, αναγράφοντας τις ιδιότητες τους (παρ. 554.1). Σχετικά με το ποσοστό ασφάλτου (βιτουμενίου), πρέπει να φαίνεται πέραν από το ονομαστικό ελάχιστο ποσοστό που δηλώνεται με βάση το πρότυπο EN 13108-1 και το πραγματικό ποσοστό ασφάλτου

που προκύπτει από εκχύλιση του ασφαλτομείγματος (Bactual). Ακόμα, πρέπει να δίδεται στην σύνθεση μείγματος το αποτέλεσμα της πυκνότητας των αδρανών που χρησιμοποιούνται στο μείγμα ώστε να ελέγχεται το ονομαστικό ποσοστό ασφάλτου (παρ. 554.2).

3.55 Διερεύνηση Ποιότητας Ασφαλτομειγμάτων σε Κατασκευασμένες Στρώσεις

Για περισσότερη διερεύνηση των ιδιοτήτων του ασφαλτομείγματος, γίνεται με λήψη δειγμάτων από κατασκευασμένη στρώση (παρ. 555.1). Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 20), φαίνεται η ποσότητα του δείγματος που απαιτείται (παρ. 555.2).

Ιδιότητα	Μέθοδος δειγματοληψίας
Ποσοστό ασφάλτου	Λήψη ζεύγους πυρήνων διαμέτρου 200mm ή τετραγωνικό δοκίμιο 300mm *
Κοκκομετρική διαβάθμιση	
Ιδιότητες ασφάλτου (R&B, ρ _{ρη})	Με ανασύσταση του ασφάλτου μετά την εκχύλιση
Σύνθεση μείγματος (πυκνότητα αναφοράς και VFB)	Ζεύγος πυρήνων διαμέτρου 200mm ή 150mm
Πάχος του ασφαλτοτάπητα	Πυρήνας
Άλλες ιδιότητες	Λήψη πυρήνων 150mm ή 200mm κατά περίπτωση
* Όπου δεν είναι εφικτή η λήψη ζεύγους θα λαμβάνεται ένας πυρήνας και θα σημειώνεται στην έκθεση δοκιμής	

Πίνακας 20: Μέγεθος δειγματοληψίας σε κατασκευασμένη στρώση.

3.56 Χρήση Ανακτημένου Ασφαλτομείγματος

3.56.1 Γενικά

Απαγορεύεται η χρήση ανακτημένου ασφαλτομείγματος που περιέχει πίσσα (tar), αμίαντος ή άλλα επικίνδυνα συστατικά. Οι όροι δεν περιέχουν πρόνοιες για χρήση ανακτημένου ασφαλτομείγματος 2ης γενιάς, δηλαδή ανακτημένου ασφαλτομείγματος κατά την κατασκευή του οποίου είχε χρησιμοποιηθεί ανακτημένο ασφαλτόμειγμα, ούτε περιέχονται ειδικές πρόνοιες για χρήση ανακτημένου ασφαλτομείγματος που είχε κατασκευαστεί με πολυμερικό άσφαλτο (παρ. 556.1.2). Οι απαιτήσεις βασίζονται σε συστήματα παραγωγής που χρησιμοποιούν κρύο ανακτημένο ασφαλτόμειγμα χωρίς θέρμανση σε φούρνο (παρ. 556.1.3). Τα ποσοστά του ανακτημένου ασφαλτομείγματος που επιτρέπονται, παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 21).

Θέση	Βασική Στρώση	Συνδετική στρώση	Επιφανειακή στρώση	
			1. Δευτερεύον οδικό δίκτυο 2. Τοπικό δίκτυο, με μικρή κυκλοφορία <300 φορτηγά)	1. Αυτοκινητόδρομοι 2. Δρόμοι πρωτεύοντος οδικού δικτύου 3. Λεωφόροι 4. Δρόμοι με κυκλοφορία >300 φορτηγά/μέρα 5. Δρόμοι σε υψόμετρο άνω των 500m
Όριο	25%	20%	15%	0%
Σε οποιοδήποτε δρόμο εμπίπτει σε κάποια από τις περιπτώσεις της τελευταίας στήλης, δεν επιτρέπεται η χρήση ανακτημένου ασφαλτομείγματος				

Πίνακας 21: Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό ανακτώμενου ασφαλτομείγματος.

Στο Τυπικό Μείγμα Έργου περιλαμβάνεται υπεύθυνη δήλωση που βεβαιώνει την μεθοδολογία χρήσης του ανακτημένου ασφαλτομείγματος και τεκμηριώνει το ποσοστό εισαγωγής, καταλληλότητα Υλικού, χώρους αποθήκευσης, μέθοδο εισαγωγής στο μείγμα, διαδικασία ανάμειξης, χρόνο ανάμειξης και ειδικές απαιτήσεις (παρ. 556.1.5).

3.56.2 Επιπλέον Απαιτήσεις για τις Ιδιότητες των Πρώτων Υλών

Τα ξένα στοιχεία όπως η θερμοπλαστική μπιγιά, δηλώνονται και είναι κατηγορίας F1 (η κατηγορία αναλύεται στον Πίνακα 22) (παρ. 556.2.1).

Κατηγορία	Μέγιστο	Είδος ξένων υλών
Ομάδα 1	1%	Σκυρόδεμα, τούβλα, υλικό θεμελίου, σοβάς, μέταλλα
Ομάδα 2	0,1%	Συνθετικά υλικά, ξύλο, πλαστικά

Πίνακας 22: Επιτρεπόμενα όρια ξένων ουσιών.

Οι ιδιότητες του συνδετικού υλικού του ανακτημένου ασφαλτομείγματος προσδιορίζονται και δηλώνονται σύμφωνα με την παράγραφο 4.2.2 του CYS EN 13108-8 για το Σημείο Μάλθωσης και όπου απαιτείται από τον Μηχανικό για την Διεσδυτικότητα (παρ. 556.2.2).

Κατάταξη Συνδετικού Υλικού ως Ενεργό ή Μη ενεργό (black rock):

(α) Το συνδετικό υλικό του ανακτημένου ασφαλτομείγματος χαρακτηρίζεται ως ενεργό αν με θέρμανση δραστηριοποιείται είτε επιμέρους είτε συνολικά. Αν το Σημείο Μάλθωσης είναι SP25 αρκεί και μόνο η δήλωση του Παραγωγού για το ποσοστό ενεργοποίησης, αλλιώς απαιτείται τεκμηρίωση για την δυνατότητα χρήσης ως ανακτημένο ασφαλτόμειγμα αντί ως black rock και σχετική μεθοδολογία εισαγωγής στο ασφαλτόμειγμα (παρ. 556.2.3).

β) Η χρήση υψηλού ποσοστού ανακτημένου ασφαλτομείγματος καθιστά τη διαδικασία χαρακτηρισμού σημαντικότερη. Επίσης, η απορρόφηση του βιτουμενίου από τα αδρανή του ανακτημένου ασφαλτομείγματος καθώς και ο σχεδιαζόμενος χρόνος ανάμειξης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Μια μέθοδος ελέγχου είναι οπτικός έλεγχος σε δοκίμια Marshall, ή η δοκιμή κατά CYS EN 12697-18 (παρ. 556.2.3).

γ) Όπου παρουσιάζεται Μη-Ενεργό Συνδετικό Υλικό απαιτείται η χρήση προσμίκτων τα οποία πρέπει να δηλώνονται (παρ. 556.2.3).

Η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών του ανακτημένου ασφαλτομείγματος, δηλώνεται για τα κόσκινα: 1,4D, D, 2mm, 0,063mm και για ενδιάμεσα κόσκινα. Το ποσοστό ασφάλτου του ανακτημένου ασφαλτομείγματος και η μέθοδος εκχύλισης δηλώνονται (παρ. 556.2.4).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 23), παρουσιάζεται ο μέγιστος κόκκος αδρανών για κάθε περίπτωση (παρ. 556.2.5).

Χρήση	U (mm)
Επιφανειακές στρώσεις	20
Συνδετικές στρώσεις	20
Βασικές στρώσεις	40

Πίνακας 23: Επιτρεπόμενος μέγιστος κόκκος (U) αδρανών ανακτημένου ασφαλτομείγματος.

Το ανακτημένο ασφαλτόμειγμα περιγράφεται βάσει της προέλευσης (τύπος στρώσης, τύπος οδοστρώματος) και το είδος (μέγιστος κόκκος αδρανούς - D), μέγιστου κόκκου ανακτημένου ασφαλτομείγματος (U), Σημείο Μάλθωσης, Διεισδυτικότητα και ειδικές ιδιότητες αδρανών όπου απαιτούνται (παρ. 556.2.6).

Οι ιδιότητες των αδρανών του ανακτημένου ασφαλτομείγματος δηλώνονται βάσει των δοκιμών που διενεργούνται μετά την εκχύλιση της ασφάλτου (παρ. 556.2.7).

Η ομοιομορφία του ανακτημένου ασφαλτομείγματος δηλώνεται λαμβάνοντας τουλάχιστον 5 δείγματα ανά σωρό ή ένα δείγμα ανά 500t. Αν δεν προκύπτει ομοιομορφία ο σωρός διαχωρίζεται σε μικρότερα μέρη μέχρι να προκύψει ομοιομορφία. Τα επιτρεπόμενα όρια για την ομοιομορφία δίδονται στον Πίνακα 24 (παρ. 556.2.8).

Ιδιότητα ξηρών αδρανών και πληρωτικού	Εύρος μεταξύ μικρότερου και μεγαλύτερου αποτελέσματος	Απόκλιση κάθε δοκιμής από την μέση τιμή για την σωρό
Ιδιότητα ξηρών αδρανών και πληρωτικού	Εύρος μεταξύ μικρότερου και μεγαλύτερου αποτελέσματος	Απόκλιση κάθε δοκιμής από την μέση τιμή για την σωρό
Διερχόμενο στο κόσκινο ανοίγματος 4mm ή μεγαλύτερου	≤ 7,0%	± 4,0%
Διερχόμενο από τα κόσκινα ανοίγματος 2 mm, 1mm, 0,250mm	≤ 5,0%	± 3,0%
Διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος 0,063mm	≤ 4,0%	± 2,0%
Περιεκτικότητα σε βιτουμένιο (άσφαλο)	≤ 0,70%	± 0,30%
Σημείο Μάλθωσης μετά από ανάκτηση του βιτουμενίου (ασφάλτου) *	≤ 6,0°C	± 3,0°C
Μέγιστη Πυκνότητα	≤ 0,03 Mg/m ³	± 0,02 Mg/m ³
* Όταν χρησιμοποιηθεί η Διεσδυτικότητα (Penetration) το εύρος θα είναι ≤14 και το κάθε αποτέλεσμα ± 7		

Πίνακας 24: Επιτρεπτές διακυμάνσεις ομοιομορφίας ανακτημένου ασφαλτομείγματος.

3.56.3 Επιπλέον Απαιτήσεις για το Εργοστάσιο Παραγωγής

Η κατακράτηση καθώς και η εισχώρηση υγρασίας στο ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα πρέπει να περιορίζεται λαμβάνοντας κάποια μέτρα όπως:

α) Έλεγχος της υγρασίας στους σωρούς του ανακτημένου ασφαλτομείγματος και λήψη μέτρων για περιορισμό της υγρασίας σε αυτό.

β) Χρήση στεγασμένων αεριζόμενων χώρων για την αποθήκευση του ανακτημένου ασφαλτομείγματος και μικρή κλίση για τις βάσεις από σκυρόδεμα ή ασφαλτόμειγμα για απορροή υδάτων.

γ) Τεκμηρίωση του αναγκαίου χρόνου ανάμειξης για επιτυχή μεταφορά θερμότητας στο ανακτημένο ασφαλτόμειγμα από τα υπερθερμασμένα παρθένα αδρανή υλικά ή τον φούρνο.

(δ) Επιπρόσθετη τεκμηρίωση για υπερθέρμανση των παρθένων αδρανών πάνω από 210°C.

Ε) Στις Συμπληρωματικές Πληροφορίες του Μέρους 500 (ΙΓ), παρατίθενται πίνακες με τις απαιτήσεις υπερθέρμανσης των κρύων αδρανών.

3.56.4 Επιπλέον Απαιτήσεις για το Παραγόμενο Ασφαλτόμειγμα

Σχεδιάζεται βάσει των προνοιών του εγχειριδίου Asphalt Institute MS-2 (παρ. 556.4.1).

Η Διεισδυτικότητα και το Σημείο Μάλθωσης του παραγόμενου ασφαλτομείγματος υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις του Παραρτήματος Α του CYS EN 13108-1. Για το ποσοστό συμμετοχής του συνδετικού υλικού του Ανακτημένου ασφαλτομείγματος, όπου απαιτείται γίνεται διόρθωση με συντελεστή για λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του ενεργού ασφάλτου. Η προτιμητέα μέθοδος για έργα του ΤΔΕ είναι ο προσδιορισμός με βάση το Σημείο Μάλθωσης (παρ. 556.4.2).

Οι ιδιότητες που πρέπει να πληροί το ασφαλτόμειγμα, φαίνονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 25) (παρ. 556.4.3).

Ιδιότητα	Μέθοδος	Όριο
Δοκιμή εμβάπτισης-πίεσης-θερμοκρασίας	Συμπληρωματικές Πληροφορίες του Μέρους 500	2%
Τροχοαυλάκωση	CYS EN 12697-22 Small Device Procedure B, 60°C Μέσος όρος από 2 πυρήνες διαμέτρου 200mm που λαμβάνονται από το κατασκευασμένο ασφαλτοτάπητα για κάθε περιοχή	Χωρίς απαίτηση ορίου. Δηλώνεται η μέγιστη κλίση τροχοαυλάκωσης WTSAIR και το κατ' αναλογία βάθος τροχοαυλάκωσης PRDAIR

Πίνακας 25: Ιδιότητες κατασκευασμένου ασφαλτοτάπητα.

Για να εξακριβωθεί η ποιότητα της εργασίας λαμβάνεται πυρήνας διαμέτρου τουλάχιστο 200mm και προσδιορίζεται το ποσοστό της ασφάλτου, της κοκκομετρικής διαβάθμισης και του Σημείου Μάλθωσης μετά από ανασύσταση του συνδετικού υλικού (παρ. 556.4.4).

3.57 Αποκλίσεις Ασφαλικού Σκυροδέματος από τις Προδιαγραφές - Υπολογισμός των κατ' Ελάχιστον Χρηματικών Αποκοπών για Σκοπούς Διαχείρισης του Συμβολαίου

Σε περίπτωση που διαπιστωθεί σε μεταγενέστερο στάδιο ότι το ασφαλικό σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε αποκλίνει από τις Προδιαγραφές, τότε υπολογίζονται οι χρηματικές αποκοπές, οι οποίες δεν είναι δεσμευτικές για τον Εργοδότη. Παρ' όλα αυτά, έχουν ως μέγιστο όριο το 100% της αξίας του υλικού που ενσωματώνεται (παρ. 557.1).

Οι Φόρμουλες Χρηματικών Αποκοπών για το Ασφαλικό Σκυρόδεμα και η ανά περίπτωση απόκλισης μεθοδολογία υπολογισμού παρατίθενται πιο κάτω: (παρ. 557.2).

Πίνακας Χρηματικών Αποκοπών για Ασφαλικό Σκυρόδεμα (Πρέμιξ) με Συγκεκριμένες Αποκλίσεις από Τις Προδιαγραφές (παρ. 557.3).

A.	Χρηματικές αποκοπές για ασφαλικό σκυρόδεμα (Πρέμιξ) το οποίο παρουσιάζει συγκεκριμένες αποκλίσεις από τις Προδιαγραφές.
A1.	Αποκοπή για αποκλίσεις του ποσοστού περιεκτικότητας σε άσφαλτο
A2.	Αποκοπή για αποκλίσεις του δείκτη διατηρούμενης ευστάθειας (INDEX OF RETAINED STABILITY)
A3.	Αποκοπή για αποκλίσεις στην αναμενόμενη ευστάθεια (STABILITY)
A4.	Αποκοπή για αποκλίσεις του βαθμού συμπίεσης.
A5.	Αποκοπή για αποκλίσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης

Πίνακας 26: Πίνακας χρηματικών αποκοπών ασφαλικό σκυρόδεμα (Πρέμιξ) με συγκεκριμένες αποκλίσεις από τις Προδιαγραφές.

3.57.1 Χρηματικές αποκοπές για ασφαλικό σκυρόδεμα (Πρέμιξ) το οποίο παρουσιάζει συγκεκριμένες αποκλίσεις από τις Προδιαγραφές.

Υπολογισμός χρηματικών αποκοπών:

$$A = \frac{\alpha^2 \times B \times \gamma \times \delta}{100}$$

όπου,

A: Το ύψος της χρηματικής αποκοπής (€).

α: Η Απόκλιση από τις τεχνικές προδιαγραφές. (Αριθμητική τιμή).

B: Συντελεστής που μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος που είναι εκτός Προδιαγραφών (ποσοστό περιεκτικότητας σε ασφαλτο, ευστάθεια κ.λπ.). (Αριθμητική τιμή).

γ: Η Τιμή μονάδας Συμβολαίου του ασφαλικού σκυροδέματος, ανά τόνο ή κυβικό μέτρο (€/τόνο ή €/κυβ.μ.).

δ: Η Επηρεαζόμενη ποσότητα σε τόνους ή κυβικά μέτρα.

(παρ. 557.3.A).

3.57.2 Αποκοπή για αποκλίσεις στο ποσοστό περιεκτικότητας σε ασφαλτο

Όταν η περιεκτικότητα σε ασφαλτο είναι εκτός των προδιαγραφόμενων ορίων, τότε, το ελάχιστο ύψος των χρηματικών αποκοπών υπολογίζεται με βάση τον ακόλουθο τύπο

$$A = \frac{\alpha^2 \times 150 \times \gamma \times \delta}{100}$$

Ο συντελεστής B παίρνει την τιμή B= 150 και η απόκλιση α είναι η αριθμητική διαφορά του ορίου της επιτρεπτής διακύμανσης ($\pm 0.3\%$) στο ποσοστό της Σύνθεσης του Μείγματος Έργου, (target value $\pm 0.3\%$).

Παράδειγμα:

Στο “mix design” το ποσοστό σε ασφαλτο ήταν 5.8%, αλλά στην παραγωγή 5.2% Συνεπώς η Απόκλιση α υπολογίζεται ως: $(5,8\% - 0.3\%) - 5.20\% = 0,3\%$ δηλαδή $\alpha = 0,3$. Η αποκοπή σε αυτή την περίπτωση είναι: **A = $(0,3^2 \times 150 \times \gamma \times \delta) / 100$** (παρ. 557.3.A1).

557.3.A1).

3.57.3 Αποκοπή για αποκλίσεις του δείκτη διατηρούμενης ευστάθειας (INDEX OF RETAINED STABILITY)

Αν ο δείκτης διατηρούμενης ευστάθειας μετά από 5 μέρες, είναι χαμηλότερος από την προδιαγραφόμενη τιμή του 70% αλλά μεγαλύτερος ή ίσος με 60%, και αποφασίζεται να γίνει αποδεκτός, τότε το ελάχιστο ύψος των χρηματικών αποκοπών υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο τύπο:

$$A = \frac{\alpha^2 \times 0.15 \times \gamma \times \delta}{100}$$

Σε αυτήν την περίπτωση, ο συντελεστής B παίρνει την τιμή B= 0,15 και η απόκλιση α είναι η αριθμητική διαφορά από την ελάχιστη αποδεκτή τιμή του 70%.

Παράδειγμα: Ο δείκτης διατηρούμενης ευστάθειας έχει βρεθεί 65%. Συνεπώς η Απόκλιση α, υπολογίζεται ως: 70%-65% = 5%.δηλαδή α=5 Η αποκοπή σε αυτή την

περίπτωση θα είναι: $A = \frac{5^2 \times 0.15 \times \gamma \times \delta}{100}$ (παρ. 557.2.A2).

3.57.4 Αποκοπή για αποκλίσεις στην αναμενόμενη ευστάθεια (STABILITY)

Όταν η ευστάθεια είναι ίση ή μεγαλύτερη από 7500N τότε δεν γίνεται καμιά χρηματική αποκοπή. Αν όμως, η ευστάθεια είναι κάτω των 6.900 N τότε απορρίπτεται. Ενώ σε περίπτωση που η ευστάθεια κυμαίνεται μεταξύ 6.900N και 7.500N και αποφασίζεται να γίνει αποδεκτή, τότε το ελάχιστο ύψος των χρηματικών αποκοπών υπολογίζεται βάσει του ακόλουθου τύπου:

$$A = \frac{\alpha^2 \times 5 \times 10^{-5} \times \gamma \times \delta}{100}$$

Ο συντελεστής B παίρνει την τιμή B= 5x10⁻⁵ και η απόκλιση α είναι η αριθμητική διαφορά από την ελάχιστη αποδεκτή τιμή των 7.500 N.

Παράδειγμα: Η ευστάθεια έχει βρεθεί ίση με 6900N. Συνεπώς η Απόκλιση α, υπολογίζεται ως: 7500N – 6900N = 600N δηλαδή α=600 Η αποκοπή σε αυτή την

περίπτωση θα είναι:
$$A = \frac{600^2 \times 5 \times 10^{-5} \times \gamma \times \delta}{100} \quad (\text{παρ. 557.3.A3}).$$

3.57.5 Αποκοπή για αποκλίσεις του βαθμού συμπίεσης

Αν ο βαθμός συμπίεσης είναι εκτός των προδιαγραφόμενων ορίων αλλά μεγαλύτερος από 93% και αποφασίζεται να γίνει αποδεκτός, τότε το ελάχιστο ύψος των χρηματικών αποκοπών υπολογίζεται με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$A = \frac{\alpha^2 \times 4 \times \gamma \times \delta}{100}$$

Ο συντελεστής B παίρνει την τιμή B= 4 και η απόκλιση α είναι η διαφορά του ποσοστού συμπίεσης από τις Προδιαγραφές, στρογγυλοποιημένη στον πρώτο δεκαδικό.

Παράδειγμα: Η συμπίεση έχει βρεθεί να είναι 93,2 %. Συνεπώς η Απόκλιση α, υπολογίζεται ως: 96% – 93,2% =2,8% δηλαδή α=2,8 Η αποκοπή σε αυτή την περίπτωση

είναι:
$$A = \frac{2.8^2 \times 4 \times \gamma \times \delta}{100} \quad (\text{παρ. 557.3.A4}).$$

3.57.6 Αποκοπή για αποκλίσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης

Αν η κοκκομετρική διαβάθμιση είναι εκτός των ορίων, το ελάχιστο ύψος των χρηματικών αποκοπών υπολογίζεται με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$A = \frac{\alpha^2 \times 0.5 \times \gamma \times \delta}{100}$$

B= 0,5.

α: απόκλιση του κλάσματος με την μεγαλύτερη διαφορά από τα αντίστοιχα όρια των Προδιαγραφών και εφαρμόζεται για ολόκληρη την επηρεαζόμενη ποσότητα του ασφαλικού σκυροδέματος.

Παράδειγμα:

Στην κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού AC20, στο κόσκινο 8mm παρατηρείται απόκλιση από το επιτρεπόμενο ποσοστό διερχομένων. Το αποτέλεσμα είναι 70,4% → 70% έναντι του ορίου 65%. Συνεπώς η Απόκλιση α υπολογίζεται ως: 70%-65%=5%. δηλαδή α=5. Η

αποκοπή σε αυτή την περίπτωση θα είναι $A = \frac{5^2 \times 0.5 \times \gamma \times \delta}{100}$ (παρ. 557.3.A5).

4. ΟΦΕΛΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.

4.1 Εισαγωγή

Αδιαμφισβήτητα η χρήση ανακτώμενης ασφάλτου αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα. Τα κυριότερα οφέλη είναι η μείωση του κόστους και συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας και η διατήρηση των φυσικών πηγών.

4.2 Οικονομικό Όφελος

Σε αυτό το κεφάλαιο συγκρίνεται το κόστος χρήσης ανακτώμενης ασφάλτου με προσθήκη 10% ανακτημένου ασφαλτομείγματος και των αντίστοιχων συμβατικών ασφαλτομειγμάτων ή αλλιώς «παρθένων». Αρχικά, μετριέται το μήκος όλων των αυτοκινητόδρομων της Κύπρου, ο αριθμός και το πλάτος των λωρίδων, το πάχος επίστρωσης και έτσι υπολογίζεται ο όγκος της ασφάλτου που θα χρησιμοποιηθεί.

Στόχος αυτού του κεφαλαίου, είναι να αναδείξει το οικονομικό όφελος της χρήσης ανακτώμενου ασφαλικού υλικού σε αντίθεση με το κόστος χρήσης παρθένων ασφαλτομειγμάτων.

4.3 Μήκος αυτοκινητόδρομων Κύπρου

Αυτοκινητόδρομος A1, (Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας - Λεμεσού) είναι 73 χιλιόμετρα σε όλο το μήκος του.

Αυτοκινητόδρομος A2 (Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας - Λάρνακας), είναι 21 χιλιόμετρα σε όλο το μήκος του.

Αυτοκινητόδρομος A3 (Αυτοκινητόδρομος Λάρνακας-Αγίας Νάπας) συνδέει το Αεροδρόμιο της Λάρνακας με την Αγία Νάπα και την Επαρχία της Αμμοχώστου. Είναι 55 χιλιόμετρα σε όλο το μήκος του.

Αυτοκινητόδρομος A5 (Αυτοκινητόδρομος Λάρνακας-Λεμεσού) είναι ένας αυτοκινητόδρομος στο νησί της Κύπρου ο οποίος συνδέει τον αυτοκινητόδρομο A1 στην Κοφίνου με τον αυτοκινητόδρομο A3 στην Λάρνακα. Είναι 19 χιλιόμετρα σε όλο το μήκος του.

Αυτοκινητόδρομος Α6 (ή Αυτοκινητόδρομος Λεμεσού-Πάφου) συνδέει τον αυτοκινητόδρομο Α1 στην Λεμεσό με την πόλη της Πάφου. Είναι 66 χιλιόμετρα.

Αθροίζοντας τα χιλιόμετρα κάθε αυτοκινητόδρομου, προκύπτουν συνολικά 234km. Δεδομένου ότι κάθε αυτοκινητόδρομος είναι διπλής κατεύθυνσης, αποτελούμενος από 2 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, πλάτους περίπου 3.70m, εύλογα υπολογίζεται ο όγκος ασφάλτου που απαιτείται για την ανακατασκευή της επιφανειακής στρώσης.

ΛΩΡΙΔΕΣ	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΜΗΚΟΣ (km)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ (m)
4	3.70 m	234	0.05

Πίνακας 27: Πληροφορίες αυτοκινητοδρόμων.

4.4 Υπολογισμός όγκου ασφάλτου:

$$4 \times 3.70 \times 234000 \times 0.05 = 173.160 \text{ m}^3$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε ένα κυβικό μέτρο ασφάλτου αντιστοιχεί σε 2,3 τόνους ασφάλτου. Άρα, για την ανακατασκευή όλων των αυτοκινητόδρομων της Κύπρου υπολογίστηκε ότι θα χρειαστούν 173.160m^3 ασφάλτου που αντιστοιχούν σε 400 χιλιάδες τόνους ασφάλτου.

4.5 Υπολογισμός κόστους με ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα

Σύμφωνα με το Τμήμα Δημοσίων έργων, το απαιτούμενο ποσοστό ασφάλτου κατά βάρος στο ασφαλτόμειγμα είναι 5.5%. Δηλαδή 5.5Kg ασφάλτου ανά τόνο ασφαλτομείγματος. Το ποσοστό του ανακτημένου ασφαλτομείγματος που καθορίζεται είναι 10%. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η ποσότητα της ασφάλτου χρησιμοποιώντας εξολοκλήρου παρθένο ασφαλτόμειγμα (Σχήμα 1) και δεξιά απεικονίζεται η τελική ποσότητα της ασφάλτου χρησιμοποιώντας 10% ανακτημένο ασφαλτόμειγμα. (Σχήμα 2). Γίνεται επομένως εύκολα αντιληπτό, ότι η χρήση ανακτώμενου ασφαλτομείγματος μειώνει την ποσότητα της ασφάλτου κατά 5.5kg.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Γνωρίζοντας ότι το κόστος της ασφάλτου ανέρχεται στα 486€/tn (0.486€/kg), η εξοικονόμηση θα είναι ίση με $5.5\text{kg} \times 0.486\text{€/kg} = 2.5 \text{ €/ tn}$ ασφαλτομείγματος.

Άρα, από τα πιο πάνω για 400.000 τόνους ασφάλτου η εξοικονόμηση σε χρήμα θα είναι ίση με $400.000 \text{ tn} \times 2.5 \text{ €/ tn} = \text{€}1.000.000$.

Όμως, η ανάγκη για ανακύκλωση οδοστρωμάτων αρχίζει περίπου κάθε 7 με 10 χρόνια. Επομένως, παίρνουμε ένα μέσο όρο τα 9 χρόνια και η εξοικονόμηση τότε ανέρχεται στις 111,111.111 €/έτος. (1.000.000/9 χρόνια)

Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τα παραπάνω στοιχεία, αν προστίθεται 10% ανακτημένο ασφαλτόμειγμα, υπολογίζεται ότι το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα εξοικονομεί περίπου 111.111 €/έτος από την συντήρηση αυτοκινητοδρόμων.

4.6 Υπολογισμός κόστους χωρίς ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, το έτος 2019 εισήχθησαν στην Κύπρο 28,704,621kg ασφάλτου για οδοστρωσία.

Γνωρίζοντας την τιμή της ασφάλτου που είναι στα 486 €/tn, υπολογίζεται ότι το κόστος της ασφάλτου ανέρχεται στα €13,950,144.

Table 1: Imports/Arrivals by commodity and country, January - December 2019

H.S. Code	Commodity / Country	S.U. Code	Statistical value e	Net mass (Kg)
271119	PETROLEUM GASES AND OTHER GASEOUS HYDROCARBONS NES, LIQUEFIED			
	TOTAL		73,862	1,160
	1. E.U COUNTRIES		429	54
	1. 1 Germany		429	54
	2. NON-E.U COUNTRIES		73,433	1,106
	2. 1 Switzerland		73,433	1,106
271210	PETROLEUM JELLY			
	TOTAL		44,290	14,805
	1. E.U COUNTRIES		44,175	14,803
	1. 1 United Kingdom		22,237	3,543
	1. 2 Netherlands		13,575	8,494
	1. 3 Greece		8,132	2,735
	1. 4 France		166	30
	1. 5 Other E.U Countries		65	1
	2. NON-E.U COUNTRIES		115	2
	2. 1 Switzerland		99	1
	2. 2 United States		16	1
271220	PARAFFIN WAX CONTAINING BY WEIGHT LESS THAN 0.75% OF OIL			
	TOTAL		167,214	117,005
	1. E.U COUNTRIES		35,319	7,307
	1. 1 Italy		17,018	4,673
	1. 2 Greece		15,913	2,243
	1. 3 Germany		2,388	391
	2. NON-E.U COUNTRIES		131,895	109,698
	2. 1 China		126,896	109,498
	2. 2 United States		4,999	200
271290	MINERAL WAXES NES AND SIMILAR PRODUCTS OBTAINED BY SYNTHESIS ETC			
	TOTAL		12,225	3,698
	1. E.U COUNTRIES		12,225	3,698
	1. 1 Netherlands		11,844	3,277
	1. 2 Greece		381	421
271311	PETROLEUM COKE, NOT CALCINED			
	TOTAL		3,952,038	46,686,056
	1. E.U COUNTRIES		1,855,555	21,766,076
	1. 1 Spain		1,855,555	21,766,076
	2. NON-E.U COUNTRIES		2,096,483	24,919,980
	2. 1 United States		2,096,483	24,919,980
271320	PETROLEUM BITUMEN			
	TOTAL		9,522,885	28,704,621
	1. E.U COUNTRIES		9,522,885	28,704,621
	1. 1 Greece		6,564,714	19,510,265
	1. 2 Italy		2,958,171	9,194,356
271490	BITUMEN AND ASPHALT; ASPHALTITES AND ASPHALTIC ROCKS			
	TOTAL		292	107
	2. NON-E.U COUNTRIES		292	107
	2. 1 United Arab Emirates		292	107
271500	BITUMINOUS MIXTURES BASED ON NATURAL ASPHALT ETC			
	TOTAL		659,043	374,974
	1. E.U COUNTRIES		428,856	330,106
	1. 1 Greece		208,576	181,120
	1. 2 Italy		120,048	92,117
	1. 3 United Kingdom		73,979	46,920
	1. 4 Belgium		13,085	5,400
	1. 5 Other E.U Countries		13,168	4,549
	2. NON-E.U COUNTRIES		230,187	44,868
	2. 1 United States		219,091	20,300
	2. 2 Egypt		6,010	17,031
	2. 3 Russia		5,086	7,537

Πίνακας 28: Καταγραφή ποσότητας εισαγμένης ασφάλτου.

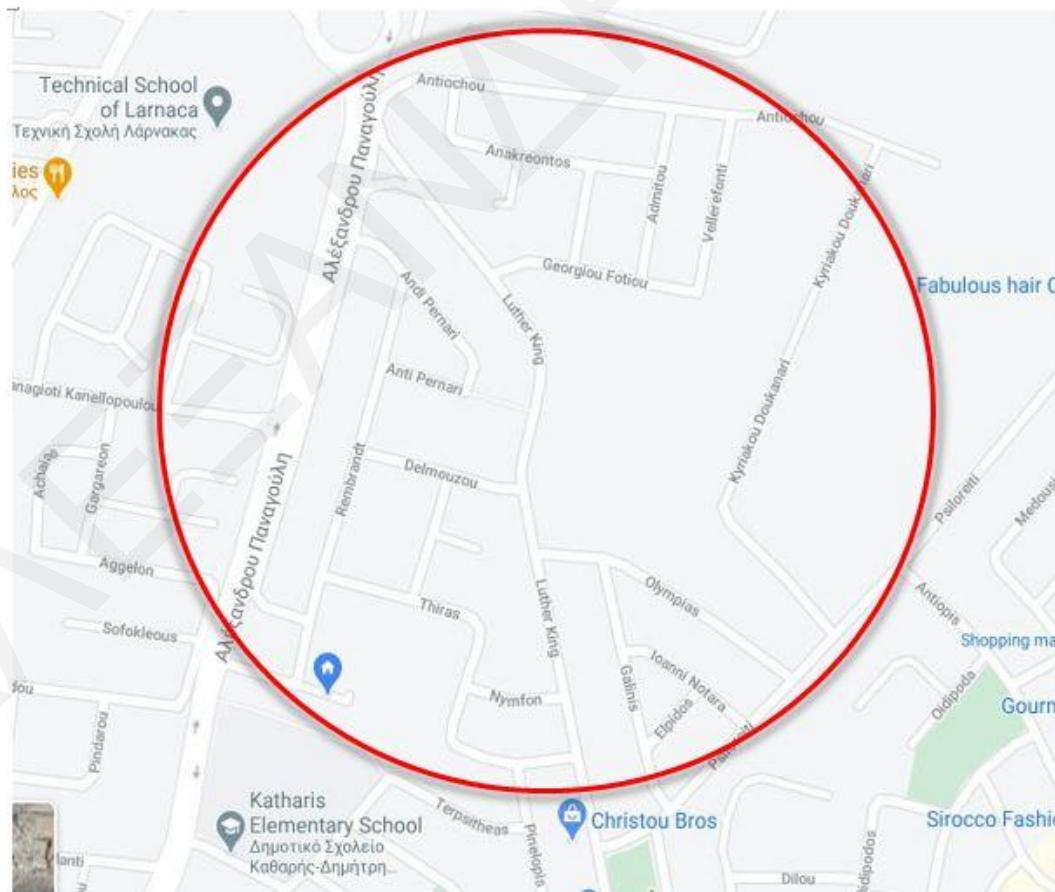
Πηγή: Στατιστική υπηρεσία, εξωτερικό εμπόριο

4.7 Υπολογισμός οφέλους για αστική περιοχή - Περιοχή Λάρνακας

Για τον υπολογισμό της ποσότητας ανακυκλωμένης ασφάλτου που θα χρειαστεί για την ανακύκλωση των δρόμων αστικού τμήματος, ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

- 1) Επιλογή της περιοχής μελέτης.
- 2) Μέτρηση αποστάσεων δρόμων για το συγκεκριμένο τετράγωνο, από Google Maps.
- 3) Άθροισμα αποστάσεων ολόκληρου του τετραγώνου της περιοχής.
- 4) Υπολογισμός ποσότητας ανακυκλωμένου ασφαλτομείγματος που θα χρειαστεί ανάλογα με το συνολικό μήκος των δρόμων.
- 5) Ανάλογα με αυτό το ποσό που θα χρειαστεί για την ανακατασκευή των δρόμων αυτής της περιοχής, ποιους άλλους δρόμους της Λάρνακας μπορούμε να διορθώσουμε?

1) Περιοχή Μελέτης:



Εικόνα 16: Περιοχή μελέτης

2) Μέτρηση Αποστάσεων δρόμων της περιοχής

Οι αποστάσεις μετρήθηκαν από το Google Maps για κάθε οδό ξεχωριστά και φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα:

Οδός	Απόσταση (km)
Τερψιχόρης-Αντιόχου	1.23
Ρέμπραντ	0.435
Θήρας	0.374
Νυμφών	0.089
Δελμούζου	0.308
Άντη Περνάρη	0.264
Λούθερ Κίνγκ	0.614
Βελλερεφόντη-Γεωργίου Φωτίου	0.350
Ανακρέοντος-Άδμητου	0.535
Κυριάκου Δουκανάρη	0.798
Ολυμπίας	0.264
Γαλήνης	0.229
Ιωάννη Νοταρά	0.133
Ελπίδος	0.064
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	5.69

Πίνακας 29: Αποστάσεις οδών περιοχής μελέτης.

Άρα, σύμφωνα με τις μετρήσεις το συνολικό μήκος των δρόμων στη συγκεκριμένη περιοχή είναι **5.69km**. Συνεχίζοντας, για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας ασφάλτου χρειάζεται και το πλάτος των δρόμων. Επειδή βρίσκονται σε αστική περιοχή και δεν είναι κύριοι δρόμοι το πλάτος τους ανέρχεται στα 2.5m

και δεν είναι κύριοι δρόμοι το πλάτος τους ανέρχεται στα 2.5m

3) Υπολογισμός όγκου ασφάλτου:

ΛΩΡΙΔΕΣ	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΜΗΚΟΣ (km)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ (m)
2	2.50 m	5.69	0.05

Πίνακας 30: Πληροφορίες δρόμων αστικού τμήματος.

$$2 \times 2.50 \times 5690 \times 0.05 = 1422,5 \text{ m}^3$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε ένα κυβικό μέτρο ασφάλτου αντιστοιχεί σε 2,3 τόνους ασφάλτου. Άρα, για την ανακατασκευή των δρόμων της περιοχής αυτής υπολογίστηκε ότι θα χρειαστούν 1422.5 m^3 ασφάλτου που αντιστοιχούν σε 3,272 τόνους ασφάλτου.

4.7.1 Υπολογισμός κόστους με ανακτώμενο ασφαλτόμειγμα

Σύμφωνα με το Τμήμα Δημοσίων έργων, το απαιτούμενο ποσοστό ασφάλτου κατά βάρος στο ασφαλτόμειγμα είναι 5.5%. Δηλαδή 5.5Kg ασφάλτου ανά τόνο ασφαλτομείγματος. Το ποσοστό του ανακτημένου ασφαλτομείγματος που καθορίζεται είναι 10%. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η ποσότητα της ασφάλτου χρησιμοποιώντας εξολοκλήρου παρθένο ασφαλτόμειγμα (Σχήμα 1) και δεξιά απεικονίζεται η τελική ποσότητα της ασφάλτου χρησιμοποιώντας 10% ανακτημένο ασφαλτόμειγμα. (Σχήμα 2). Γίνεται επομένως εύκολα αντιληπτό, ότι η χρήση ανακτώμενου ασφαλτομείγματος μειώνει την ποσότητα της ασφάλτου κατά 5.5kg.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Γνωρίζοντας ότι το κόστος της ασφάλτου ανέρχεται στα 486€/tn (0.486€/kg), η εξοικονόμηση θα είναι ίση με $5.5\text{kg} \times 0.486\text{€/kg} = 2.5 \text{ €/ tn}$ ασφαλτομείγματος.

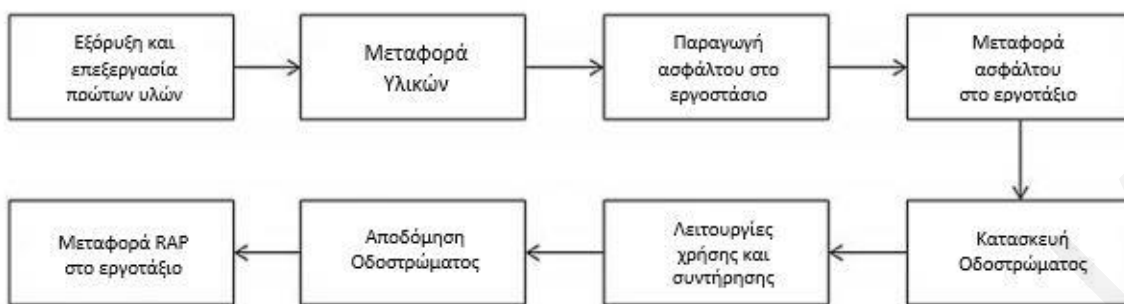
Άρα, από τα πιο πάνω για 1422.5 τόνους ασφάλτου η εξοικονόμηση σε χρήμα θα είναι ίση με $3,272 \text{ tn} \times 2.5 \text{ €/ tn} = \text{€ } 8,180$

Όμως, η ανάγκη για ανακύκλωση οδοστρωμάτων αρχίζει περίπου κάθε 7 με 10 χρόνια. Επομένως, παίρνουμε ένα μέσο όρο τα 9 χρόνια και η εξοικονόμηση τότε ανέρχεται στις 909 €/έτος (8,180 / 9 χρόνια).

Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τα παραπάνω στοιχεία, αν προστίθεται 10% ανακτημένο ασφαλτόμειγμα, υπολογίζεται ότι το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα εξοικονομεί περίπου 909 €/έτος από την συντήρηση αυτοκινητοδρόμων.

4.8 Περιβαλλοντικό Όφελος

Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν σε διάφορα Πανεπιστημιακά ιδρύματα, αρκετοί ερευνητές έχουν μελετήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την κατασκευή, συντήρηση και απόρριψη οδοστρωμάτων και την εφαρμογή νέων τεχνικών όπως περιεγράφηκαν πιο πάνω (Stripple, 2001; Birgisdottir et al., 2007; Huang et al., 2009; Santero et al., 2011a,b; Muench, 2010). Αυτές οι μελέτες εφαρμόζουν την αξιολόγηση κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment, LCA) η οποία είναι μια δημοφιλής μεθοδολογία σε διάφορους τομείς έρευνας, δεδομένου ότι διερευνά τις περιβαλλοντικές πτυχές ενός προϊόντος, μιας υπηρεσίας, μιας διαδικασίας ή μιας δραστηριότητας με τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση των σχετικών εισροών και εκροών που χρησιμοποιούνται από το σύστημα καθώς και την αναμενόμενη λειτουργική του απόδοση σε μια προοπτική κύκλου ζωής (Baumann και Tillmann, 2004). Συγκεκριμένα, μια έρευνα που έγινε στο Πολυτεχνείο του Μιλάνο για την συγκριτική αξιολόγηση του κύκλου ζωής οδοστρωμάτων, χρησιμοποιώντας την μέθοδο LCA, έδειξε ότι το διοξείδιο του άνθρακα μειώθηκε κατά 12%, η κατανάλωση ενέργειας 15%, και το νερό που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής 15%, συνδυάζοντας RAP και WMA. Πρόσθετες μειώσεις όπως εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (έως -9%) επιτυγχάνονται εφαρμόζοντας την τεχνική CIR (Gianni 2015). Επιπλέον, αυτή η μελέτη είχε στόχο να αξιολογήσει κατά πόσο η αποκατάσταση της ασφαλτικής βάσης μέσω της τεχνολογίας CIR μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, την εκπομπή ρύπων και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων (αδρανή και άσφαλτο). Οι καινοτόμες τεχνικές συγκρίνονται με τις συμβατικές στρώσεις ασφάλτου (από παρθένα αφαλτομείγματα), ιδίου μεγέθους και λειτουργίας. Για την επίτευξη του στόχου, όλες οι διαδικασίες που απαιτούνται για την κατασκευή και συντήρηση ενός τυπικού οδοστρώματος φαίνονται στην εικόνα 17. Οι διαδικασίες αυτές περιλαμβάνουν παρασκευή υλικών, κατασκευή και συντήρηση οδοστρώματος, αποδόμηση και ανακύκλωση.



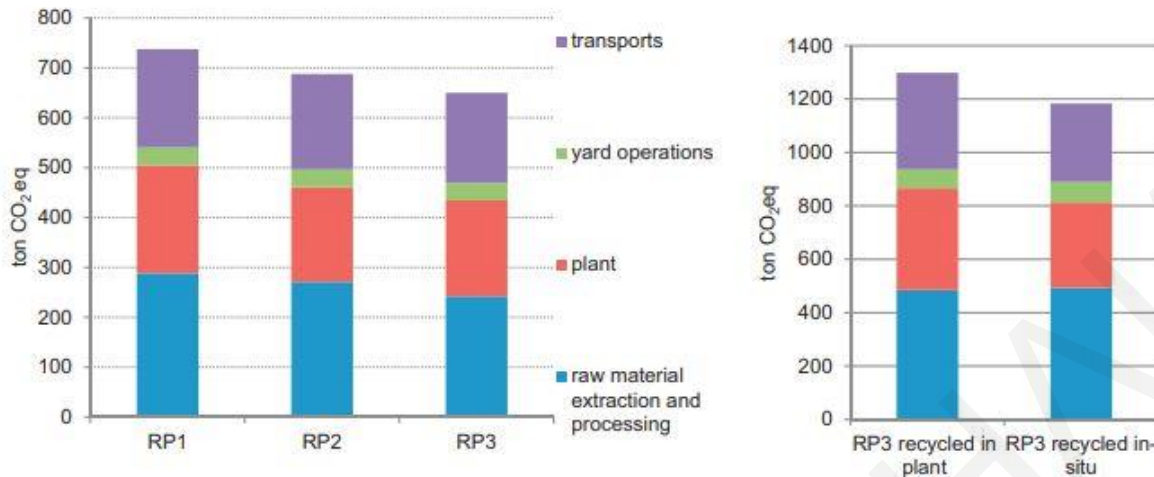
Εικόνα 17: Διαδικασίες που περιλαμβάνονται στη μελέτη.

Στην μελέτη αυτή δεν έγινε χρήση πρόσθετων, μόνο ασφαλτικού γαλακτώματος αποτελούμενου από 45% νερό και 55% άσφαλτο. Γίνεται χρήση RAP αντί παρθένων αδρανών και ασφαλτομείγματος, σε ποσοστό 10-30%. Αποφεύγονται τα πολύ υψηλά ποσοστά RAP επειδή μειώνουν την ποιότητα του οδοστρώματος. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το RAP γενικά δεν υπερβαίνει το 50% (EAPA and NAPA, 2011). Αναλύονται τρεις επιλογές, RP1, RP2, RP3, (όπου RP σημαίνει Road Pavement).

	Επιφανειακή Στρώση	Συνδετική Στρώση	Στρώση βάσης
RP1	Συμβατικά υλικά και HMA	Συμβατικά υλικά και HMA	Συμβατικά υλικά και HMA
RP2	10% RAP & HMA	20% RAP & HMA	Συμβατικά υλικά και HMA
RP3	10% RAP & HMA	20% RAP & HMA	30% RAP & WMA

Πίνακας 31: Σχεδιασμός δοκιμαστικών τύπων οδοστρώματων.

Από την ανάλυση των δεδομένων, αποδείχθηκε ότι περισσότερο από 99% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής. Το ποσοστό μείωσης (tCO₂e/km) είναι 6.8% από το RP1 στο RP2, 5.5% από το RP2 στο RP3 και 11.9% από το RP1 στο RP3. Τα αποτελέσματα για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ των διαφορετικών φάσεων του κύκλου ζωής παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα.



Εικόνα 18: Εκπομπές CO₂eq σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής.

Όπως φαίνεται και από τα πιο πάνω γραφήματα, το στάδιο του κύκλου ζωής με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι η εξόρυξη και η επεξεργασία υλικών (παραγωγή της ασφάλτου, εξόρυξη των φυσικών αδρανών), αφού το ποσοστό των εκπομπών φτάνει το 40% του συνολικού. Το ποσοστό αυτό είναι ελαφρώς μικρότερο για το οδόστρωμα RP3, σε σχέση με τα άλλα δύο, λόγω της αυξημένης χρήσης RAP σε αυτό, γεγονός που μειώνει την απαίτηση για εξόρυξη φυσικών αδρανών. Αντιθέτως, το RP3 έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις στη φάση επεξεργασίας στο εργοστάσιο σε σχέση με το RP2 καθώς η αυξημένη χρήση RAP απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος για την παραγωγή του και τη λειτουργία των μηχανημάτων. Το στάδιο της μεταφοράς υλικών έχει επίσης μεγάλη συνεισφορά στην εκπομπή CO₂eq. Αυτό συμβαίνει κυρίως γιατί οι μεταφορές πραγματοποιούνται από υλικά με μεγάλη χωρητικότητα και υψηλή κατανάλωση σε ντίτζελ (περίπου 0.5l/km με πλήρες φορτίο). Η συνεισφορά των εργασιών στο εργοτάξιο είναι η ίδια και για τα τρία υπό εξέταση οδοστρώματα και είναι πολύ μικρότερη από κάθε άλλο στάδιο του κύκλου ζωής.

Κατά την ανάλυση της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση της στρώσης ασφαλτικής βάσης, διαπιστώνεται ότι η τεχνολογία CIR μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των επιπτώσεων κατά 54% σε σύγκριση με την ανακύκλωση στο εργοστάσιο. Αυτό οφείλεται στο ότι, εφαρμόζοντας την μέθοδο CIR, το στάδιο της επεξεργασίας δεν γίνεται σε εργοστάσιο, και έτσι μειώνονται οι μεταφορές υλικών, ενώ ταυτόχρονα αυξάνονται οι επιπτώσεις από την εξόρυξη και επεξεργασία των πρώτων υλών, λόγω της

μεγάλης ποσότητας ασφάλτου που απαιτείται για να διαμορφωθεί η στρώση βάσης στο πεδίο. Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο του κύκλου ζωής, τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της τεχνολογίας CIR είναι λιγότερο σημαντικά, καθώς ο περιορισμός των επιπτώσεων μειώνεται στο 9%, λόγω του μεγάλου χρόνου που εξετάζεται: η βελτίωση λόγω της τεχνολογίας CIR εξασθενίζει με την πάροδο του χρόνου (στο σύνολο του κύκλου ζωής).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, είναι γεγονός ότι τα οδοστρώματα αποτελούν σημαντικό στοιχείο του μεταφορικού συστήματος και των συγκοινωνιακών υποδομών σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ραγδαία οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη, έχει σαν αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, λόγω των επιπτώσεων από την κατασκευή οδοστρωμάτων, καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Για να ενισχυθεί η βιωσιμότητα των συστημάτων μεταφοράς, καθοριστικό παράγοντα διαδραματίζει η ορθή μελέτη και κατανόηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής των οδοστρωμάτων. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, μελετήθηκε τόσο για το δίκτυο των αυτοκινητόδρομων της Κύπρου, όσο και για μια μικρότερης εμβέλειας περιοχή, η χρήση ανακυκλωμένης ασφάλτου με 10% ανακτώμενου ασφαλτομείγματος (RAP) το κόστος ανακύκλωσης μειώνεται στην περίπτωση συντήρησης των αυτοκινητόδρομων και αντίστοιχα στην περίπτωση της αστικής περιοχής. Από την άλλη, όσον αφορά το περιβαλλοντικό κομμάτι, παρουσιάστηκε αναλυτικά η μεθοδολογία αξιολόγησης του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment, LCA). Το LCA είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανάλυση και την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος, συστήματος ή μιας διεργασίας. Επίσης, παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αξιολόγηση της συνολικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, εξετάζοντας όλες τις εισροές και εκροές κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής, από την παραγωγή των πρώτων υλών έως το τέλος της ζωής τους. Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση αυτή, μπορούν να προσδιοριστούν τα σημεία στα οποία πραγματοποιούνται οι σημαντικότερες επιπτώσεις και τα σημεία στα οποία μπορούν να γίνουν σημαντικές βελτιώσεις με ταυτόχρονη αναγνώριση

πιθανών συμβιβασμών και περιορισμών. Η εφαρμογή του LCA στον τομέα των μεταφορών και της συγκοινωνιακής υποδομής είναι ένα αναπτυσσόμενο ακόμη πεδίο έρευνας. Ωστόσο, με τις κατάλληλες ενέργειες για την κάλυψη των κενών της μεθοδολογίας, το LCA λαμβάνοντας υπόψη καθ' αυτόν τον τρόπο τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, μπορεί να αποτελέσει ένα πραγματικά αξιόλογο βοηθητικό εργαλείο για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, με τελικό σκοπό την επίτευξη βιώσιμων λύσεων στα οδοστρώματα. Το βασικό κίνητρο των βιώσιμων οδοστρωμάτων, είναι η προσαρμογή των διάφορων σταδίων που απαρτίζουν όλες τις διαδικασίες που σχετίζονται με τα οδοστρώματα, αποσκοπώντας στη βελτίωση του συστήματος περιβάλλον-οικονομία- κοινωνία. Αυτό, είναι και το λεγόμενο τρίπτυχο της βιωσιμότητας, βασιζόμενο στα οδοστρώματα. Σκοπός, είναι η μέγιστη δυνατή βελτίωση στους τρεις κύριους συντελεστές αυτούς της βιωσιμότητας συγχρόνως, χωρίς κάποιος από αυτούς να αμεληθεί.

Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάστηκαν διάφορες έρευνες από αρκετούς ερευνητές οι οποίοι παρουσίασαν αποτελέσματα με ενθαρρυντικές ενδείξεις για τις πρακτικές ανακύκλωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ύπαρξης σημαντικών μειώσεων στις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις σε σχέση με τη χρήση συμβατικών πρακτικών. Όπως αποδείχθηκε από τις έρευνες, η χρήση ανακτημένου ασφαλτικού οδοστρώματος (RAP), ήταν στο επίκεντρο για τους περισσότερους ερευνητές, με πολύ θετικά και υποσχόμενα αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την έρευνα που έχει γίνει για τα χαρακτηριστικά του το καθιστά ως μια βιώσιμη λύση με δυνατότητα άμεσης εφαρμογής στα έργα οδοστρωμάτων.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. APA and NAPA, 2011. “*The Asphalt Paving Industry: A Global Perspective*”, 2nd ed. European Asphalt Pavement Association, National Asphalt Pavement Association, Rue de Commerce 77, Brussels–Belgium, 5100 Forbes Boulevard, Lanham, Maryland, U.S.A.
2. Wilson Unger Filho, Luis Miguel Gutierrez Klinsky, Rosangela Motta, and Liedi Legi Bariani Bernucci, 2020. “*Cold Recycled Asphalt Mixture using 100% RAP with Emulsified Asphalt-Recycling Agent as a New Pavement Base Course*”, Transportation Engineering Department, Escola Polit´ecnica, University of São Paulo, São Paulo, Brazil CCR Highway Research Center, Grupo CCR, São Paulo, Brazil
3. DAVE KATZNER, PE, AUGUST 22, 2019, “*Cold In-Place Recycling Yields Economical, Ecological Paving Solutions*”, MUNICIPAL ENGINEERING, TRANSPORTATION SERVICES. Available through: MSA website < <https://www.msa-aps.com/cold-in-place-recycling-yields-economical-ecological-paving-solutions/>>
4. Prithvi S. Kandhal, Rajib B. Mallick, December 1997, “*Pavement Recycling Guidelines for State and Local Governments Participant's Reference Book*”, National Center for Asphalt Technology. Available through: U.S, Department of Transportation, Federal Highway Administration website < <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/98042/01.cfm#:~:text=The%20advantages%20of%20hot%20mix,defects%2C%20deformation%2C%20and%20cracking.>>
5. “An Overview of Recycling and Reclamation Methods for Asphalt Pavement Rehabilitation”. Asphalt Recycling and Reclaiming Association, Annapolis, MD, 1992.
6. Νικολαΐδης Αθ. Φ., 2011. “Οδοποιΐα: Οδοστρώματα – Υλικά, Έλεγχος Ποιότητας”, 3η Έκδοση.
7. Τόμος Γ, ΠΡΟΤΥΠΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ (Για Οδικά και Τεχνικά Έργα), ΜΕΡΟΣ 500 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ, Τμήμα Δημοσίων Έργων. Διαθέσιμο από: Ιστοσελίδα Τμήματος Δημοσίων Έργων Κύπρου <

<http://www.mcw.gov.cy/mcw/pwd/pwd.nsf/All/559CC6101227F434C22579AE0025A149> >.

8. Giani M.I., Dotelli G., Brandini N., Zampori L. 2015, “*Comparative life cycle assessment of asphalt pavements using reclaimed asphalt, warm mix technology and cold in-place recycling*”, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, Milano 20133, Italy.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παρόν παράρτημα περιγράφονται οι Πρότυπες Δοκιμές που αναφέρονται στις Προδιαγραφές.

CYS EN 13043- Αδρανή ασφαλτομειγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών, αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων.

Αντικείμενο: Το πρότυπο αυτό καθορίζει τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα αδρανή υλικά και η παιπάλη που προέρχονται από την επεξεργασία φυσικών, τεχνικών ή ανακυκλωμένων υλικών για χρήση και παραγωγή ασφαλτομειγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων για δρόμους, αεροδρόμια και άλλες περιοχές κυκλοφορίας οχημάτων. Το πρότυπο δεν καλύπτει την χρήση ανακτώμενων και ανακυκλωμένων αδρανών από ασφαλτομείγματα. Καθορίζει τη χρήση και εφαρμογή συστήματος ελέγχου ποιότητας της παραγωγής στο εργοστάσιο και παρέχει την δυνατότητα επιβεβαίωσης της συμμόρφωσης των προϊόντων με το πρότυπο.

Stripping Test – Δοκιμή Απογύμνωσης

Η δοκιμή αυτή περιγράφει την διαδικασία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό της αντίστασης των αδρανών στην απογύμνωση. Κατά τη δοκιμή, λαμβάνονται δείγματα ασφάλτου και αδρανών, τα οποία αδρανή τεμαχίζονται και κοσκινίζονται, περνώντας από το κόσκινο των 10mm και συγκρατούνται στο κόσκινο των 6.3mm. Τα δύο υλικά πρέπει να θερμαίνονται ξεχωριστά, αλλά η θέρμανση της άσφαλτου δεν πρέπει να ξεπερνά τους 175°C. Το δείγμα αδρανούς τοποθετείται σε θερμαινόμενο δοχείο ανάμιξης, και όταν τα 2 δείγματα αδρανούς και ασφάλτου βρίσκονται σε θερμοκρασίες 150°C, προστίθεται ποσότητα συνδετικού ισοδύναμη με 4 τοις εκατό κατά μάζα του δείγματος. Τα δύο υλικά αναμιγνύονται με το χέρι έως ότου ολοκληρωθεί η επικάλυψη του αδρανούς. Εάν, μετά από παρατεταμένη ανάμιξη, η επικάλυψη είναι ελλιπής, η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται με νέο δείγμα και αυξημένη αναλογία συνδετικού. Το συνδετικό αυξάνεται σε στάδια όχι περισσότερο από 1 τοις εκατό κατά μάζα του δείγματος έως ότου ληφθεί ένα μείγμα που δίνει πλήρη επικάλυψη του αδρανούς. Το επικαλυμμένο δείγμα τοποθετείται σε έναν ή περισσότερους δίσκους που έχουν προηγουμένως υποστεί

επεξεργασία με ένα μείγμα γλυκερόλης και δεξτρίνης ή παρόμοιο συνδετικό υλικό για αποτροπή της προσκόλλησης του συνδετικού στον δίσκο. Κάθε σωματίδιο διαχωρίζεται πλήρως από παρακείμενα. Μετά από 1 ώρα, το επικαλυμμένο δείγμα πρέπει να καλυφθεί με αποσταγμένο νερό στους 18 ° C - 20 ° C και να διατηρείται σ αυτή τη θερμοκρασία. Μετά από εμβάπτιση για 48 ώρες το νερό αποχύνεται και το επικαλυμμένο δείγμα αφήνεται για ξήρανση σε θερμοκρασία αέρα. Στη συνέχεια εξετάζεται το ξηρό δείγμα, σωματίδιο με σωματίδιο ενώ βρίσκεται ακόμη στον δίσκο. Αν το συνδετικό υλικό έχει απογυμνωθεί από περισσότερα από 8 δείγματα αδρανών εκθέτοντας οποιοδήποτε μέρος του αδρανούς δείγματος, απέτυχαν στο τεστ. Για να επιβεβαιωθεί ότι ένα σφάλμα κατά τη διάρκεια της δοκιμής δε έχει συμβάλει σε αποτυχία, η δοκιμή επαναλαμβάνεται ξεχωριστά σε κάθε δείγμα. Αν κάποια από τις επόμενες δοκιμές αποτύχει, υποδεικνύοντας απογύμνωση, το αδρανές δε θα γίνεται αποδεκτό για το συγκεκριμένο μείγμα.

Έλεγχοι Θερμοκρασίας

Η μέθοδος αυτή ακολουθείται για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας του ασφαλτικού υλικού. Πριν καταγραφούν οι μετρήσεις της θερμοκρασίας και για αντιστάθμιση της χαμηλής θερμικής χωρητικότητας και αγωγιμότητας του ασφαλτικού υλικού, το θερμόμετρο τοποθετείται πρώτα στο μείγμα και αφήνεται να θερμανθεί έως την κατά προσέγγιση πραγματική θερμοκρασία του υλικού. Στη συνέχεια, το θερμόμετρο αφαιρείται γρήγορα από το υλικό σε παρακείμενη θέση και καταγράφεται η πρώτη μέτρηση. Η θερμοκρασία του υλικού στα φορτηγά πρέπει να λαμβάνεται εντός 30 λεπτών από την άφιξη στο εργοτάξιο. Λαμβάνονται δύο μετρήσεις σε απόσταση τουλάχιστον 1 μέτρου και τουλάχιστον 450 mm από την άκρη της χοάνης και οι θερμοκρασίες που καταγράφονται είναι ο μέσος όρος των 2 μετρήσεων.

Index of retained stability

Αυτή η μέθοδος δοκιμής αποσκοπεί στη μέτρηση της απώλειας σταθερότητας κατά Marshall που προκύπτει από τη δράση του νερού σε συμπιεσμένα ασφαλτούχα μείγματα. Ένας αριθμητικός δείκτης μειωμένης σταθερότητας επιτυγχάνεται συγκρίνοντας τη σταθερότητα των δειγμάτων και καθορίζεται σύμφωνα με τις συνήθεις διαδικασίες Marshall με τη σταθερότητα δειγμάτων που έχουν βυθιστεί στο νερό για μια

καθορισμένη περίοδο.

Για τη διεξαγωγή της δοκιμής αυτής, χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 9 δοκίμια Marshall διαμέτρου 101,6 mm και 63,5 +/- 3 mm ύψος. Η ετοιμασία των δοκιμίων γίνεται σύμφωνα με το Πρότυπο CYS EN 12697-30.

Προσδιορισμός της πυκνότητας των δοκιμίων

Κατά τον προσδιορισμό της πυκνότητας των δοκιμίων σύμφωνα με το CYS EN12697-6 Διαδικασία Β:

(i) Λαμβάνεται το βάρος κάθε δείγματος στον αέρα και στο νερό. Το τελευταίο πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα για να ελαχιστοποιείται η απορρόφηση νερού από τα δείγματα.

ii) Υπολογίζεται η μαζική πυκνότητα κάθε δείγματος δοκιμής ως εξής:

$$\text{Πυκνότητα} = \frac{A}{B-C}$$

Όπου,

A = βάρος σε γραμμάρια δείγματος στον αέρα

B = βάρος σε γραμμάρια κορεσμένου και επιφανειακά ξηρού δείγματος

C = βάρος σε γραμμάρια δείγματος στο νερό

Διαδικασία

Ταξινόμηση κάθε συνόλου 9 δειγμάτων σε τρεις ομάδες των τριών δειγμάτων έτσι ώστε η μέση πυκνότητα των δειγμάτων στην ομάδα 1 να είναι απαραίτητα η ίδια με την ομάδα 2 και 3. Έλεγχος δειγμάτων ομάδας 1 όπως περιγράφεται στο CYS EN 12697-34 για σταθερότητα και ροή. Εμβάπτιση δειγμάτων ομάδας 2 σε νερό για 24 ώρες και της ομάδας 3 για 5 μέρες (5x24hrs) στους 60 ± 0.2 °C. Ελέγχεται κάθε ομάδα ξεχωριστά αμέσως μετά την αφαίρεση από το νερό, για σταθερότητα.

Υπολογισμός

Ο αριθμητικός δείκτης της αντίστασης των ασφαλικών μειγμάτων στην επιβλαβή επίδραση του νερού, εκφράζεται ως το ποσοστό της αρχικής σταθερότητας που διατηρείται μετά την περίοδο βύθισης. Υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Index of Retained Stability (IRS)} = \frac{Sr}{S1} \times 100$$

Όπου,

S1 = Σταθερότητα Marshall της ομάδας 1 (μέση τιμή)

Sr = Σταθερότητα Marshall ομάδας 2 ή 3 (μέση τιμή)

Απαίτηση αποδοχής

Μείγματα που δείχνουν δείκτη διατηρούμενης σταθερότητας μικρότερο από 75 στις 24 ώρες ή 70 σε 5 ημέρες απορρίπτονται. Μείγματα ασφαλτικού σκυροδέματος με διαβάθμιση AC40 εξαιρούνται από αυτήν την απαίτηση.

Δοκιμή Αντίστασης σε φθορά κατά Micro Deval

Η δοκιμή (EN 1097-1) εκτελείται σε μονόκοκκα αδρανή συγκεκριμένου μεγέθους 14/10mm. Το δείγμα των αδρανών έχει βάρος 500 ± 2 g και προέρχεται από μάζα αδρανών τουλάχιστον 15kg, μεγέθους 10mm έως 14mm. Το 60% έως 70% της μάζας του πρέπει να διέρχεται από το κόσκινο των 12.5mm. Στον κάδο μαζί με το ξηρό δείγμα των αδρανών τοποθετούνται μεταλλικές σφαίρες διαμέτρου 10 ± 0.5 mm. Ο κάδος περιστρέφεται για 12000 περιστροφές με σταθερή ταχύτητα 100 στροφές/λεπτό. Στον κάδο προστίθεται, συνήθως, και ποσότητα νερού (2.5 ± 0.05 l).

Μετά το πέρας της δοκιμής, τα αδρανή ξηραίνονται και κοσκινίζονται σε κόσκινο 1.6mm.

Ο συντελεστής micro-Deval υπολογίζεται:

$$M_{DE} = (500 - m) / 5$$

Όπου, m=μάζα που συγκρατείται στο κόσκινο 1.6mm, σε g. Ο συντελεστής M_{DE} λαμβάνεται ως μέσος όρος δύο δοκιμών και η τιμή στρογγυλεύεται στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

Κοκκομετρική ανάλυση-διαβάθμιση

Η ανάλυση αφορά τον καθορισμό των διαστάσεων των κόκκων των αδρανών που επιτυγχάνεται με το κοσκίνισμα και τον διαχωρισμό των αδρανών ανάλογα με το μέγεθος

των κόκκων και τον καθορισμό της κοκκομετρικής καμπύλης των αδρανών. Τα κόσκινα χαρακτηρίζονται από έναν αριθμό ο οποίος αντιστοιχεί στο μέγεθος των οπών του πλέγματος του κόσκινου. Έχουν τετραγωνικές οπές (EN 933-2) και χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τα μήκη των ακμών των οπών. Μεταξύ των κοσκίων 0.063mm και 1mm, κατά τα Ευρωπαϊκά πρότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιλεκτικά ένα ή περισσότερα από τα κόσκινα: 0.150mm, 0.250mm και 0.500mm. Βασική προϋπόθεση για την ορθή εκτέλεση της δοκιμής είναι η λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος. Όσο πιο χονδρόκοκκα είναι τα αδρανή τόσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα που απαιτείται. Από τις ποσότητες αυτές προκύπτει με τετραμερισμό ή με ειδικό δοχείο διαμερισμού η επαρκής ποσότητα (παρτίδα) για κοσκίνισμα. Κατά το κοσκίνισμα πρέπει να αποφεύγεται η υπερφόρτιση του κάθε κόσκινου ώστε το κοσκίνισμα να είναι αποτελεσματικό. Για να αποφεύγεται αυτό το EN 933-1 καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα κάθε κόσκινου που δεν πρέπει να υπερβαίνει την ποσότητα (g): $(A \times \sqrt{d})/200$, όπου, A= η επιφάνεια του κόσκινου σε mm² και d= το μέγεθος του ανοίγματος της οπής του κόσκινου σε mm. Αν η συγκρατούμενη ποσότητα είναι μεγαλύτερη από την εξίσωση, η ποσότητα μοιράζεται σε δύο ή τρία μέρη τα οποία κοσκινίζονται με το χέρι. Κατά το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 933-1 το δείγμα των αδρανών πριν την έναρξη του κοσκίνισματος πλένεται καλά και ξηραίνεται μέχρι επίτευξης σταθερής μάζας. Με τον τρόπο αυτό καθορίζεται και το ποσοστό της παιπάλης. Μετά από επαρκή χρόνο κοσκίνισματος οι ποσότητες που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο ζυγίζονται και εκφράζονται ως συγκρατούμενο ποσοστό επί του συνολικού βάρους των αδρανών και μετά ως διερχόμενο αθροιστικό ποσοστό. Με τις τιμές αυτές σχεδιάζεται η κοκκομετρική καμπύλη των αδρανών. Σε γενικές γραμμές η περίσσεια παιπάλης είναι περισσότερο επιβλαβής από ότι η έλλειψη της που συνήθως είναι σπάνιο φαινόμενο.

«Μπλε» του μεθυλενίου

Η δοκιμή «μπλε» του μεθυλενίου (EN 933-9) χρησιμοποιείται για την εξακρίβωση ύπαρξης ενεργών αργιλικών ορυκτών στα αδρανή. Τα ενεργά αργιλικά ορυκτά, σε αντίθεση με τα μη ενεργά, έχουν την τάση να διογκώνονται ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νερό. Η διογκωση αυτή έχει καταστροφικές συνέπειες στα ασφαλομίγματα ή ασύνδετες στρώσεις του οδοστρώματος. Η δοκιμή βασίζεται στην προσρόφηση επί της ενεργής επιφάνειας των αργιλικών ορυκτών (μοντμοριλλονίτης,

ιλίτης, καολινίτης κλπ) των μορίων του μπλε του μεθυλενίου. Τα αργιλικά ορυκτά έχουν πολύ μεγάλη ειδική επιφάνεια σε σχέση με αργιλικά ανενεργά υλικά, συνεπώς η ποσότητα του μπλε μεθυλενίου που απαιτείται θα είναι ανάλογη με την ποσότητα και το είδος των αργιλικών ορυκτών.

Διαδικασία

Ξηρή ποσότητα υλικού (200g-210g για κλάσμα 0/2mm ή 30 ± 0.1 g για κλάσμα 0/0.125mm αδρανούς υλικού) προστίθεται σε 500 ± 5 ml αποσταγμένου νερού. Το διάλυμα αναδεύεται για 5 min και μετά μια δόση των 5ml χρωστικής ουσίας, μπλε του μεθυλενίου. Εκτελείται νέα ανάδευση, για τουλάχιστον 1 min, και στη συνέχεια εκτελείται η δοκιμή της «κηλίδας».

Η δοκιμή συνίσταται στην απόθεση μιας σταγόνας μπλε χρώματος του διαλύματος σε διηθητικό χαρτί. Η δοκιμή θεωρείται θετική όταν σχηματιστεί περιφερειακά της κεντρικής απόθεσης, μια στεφάνη χρώματος ανοικτού μπλε πάχους περίπου 1mm. Η δοκιμή θεωρείται ότι περατώθηκε αν η στεφάνη του ανοικτού μπλε χρώματος διατηρηθεί για 5 min. Η τιμή του μπλε του μεθυλενίου (MB) εκφράζεται σε γραμμάρια χρωστικής ουσίας ανά χιλιόγραμμο δείγματος αδρανών υλικών, και καθορίζεται από τη σχέση: $MB = (V1/M1) \times 10$ (g/kg) όπου, V1=συνολικός όγκος διαλύματος μπλε του μεθυλενίου που προστέθηκε, σε ml και M1=μάζα του δείγματος του αδρανούς υλικού, σε g.