



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Ανδρέας Λοΐζος

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ
ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΚΕΝΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ Ι. ΠΑΤΕΡΑΚΗ

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1. Εισαγωγή	1
2. Θερμά Ασφαλτομίγματα – Κενά Αέρα	3
2.1 Θερμά Ασφαλτομίγματα	3
2.1.1 Ασφαλτός	4
2.1.2 Αδρανή	5
2.1.3 Μέθοδος Marshall	6
2.2 Κενά Αέρα	9
3. Προδιαγραφές Προσδιορισμού Ποσοστού Κενών	11
3.1 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος κατά ASTM	11
3.1.1 Συσκευές – Συνδεσμολογία	11
3.1.2 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	12
3.1.3 Εργαστηριακή Διαδικασία	12
3.2 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος κατά EN	15
3.2.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	15
3.2.2 Εργαστηριακή Διαδικασία	16
3.2.2.1 Ογκομετρική Μέθοδος	16
3.2.2.2 Υδροστατική Μέθοδος	17
3.2.2.3 Μαθηματική Μέθοδος	18
3.2.2.4 Επιλογή Μεθόδου	20
3.3 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος κατά ASTM	21
3.3.1 Ασφαλτομίγματα Κλειστού Τύπου	22
3.3.1.1 Μη Επικαλυμμένα Δοκίμια	22
3.3.1.1.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	22
3.3.1.1.2 Εργαστηριακές Απαιτήσεις και Υλικά	23
3.3.1.1.3 Εργαστηριακή Διαδικασία	23
3.3.1.1.3.1 Πυρήνες	23

3.3.1.1.3.2	Δοκίμια	23
3.3.1.2	Επικαλυμμένα Δοκίμια	25
3.3.1.2.1	Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	25
3.3.1.2.2	Εργαστηριακές Απαιτήσεις και Υλικά	25
3.3.1.2.3	Εργαστηριακή Διαδικασία	26
3.3.2	Ασφαλτομίγματα Ανοικτού Τύπου	27
3.3.2.1	Προσδιορισμός Πάχους Δοκιμίου	27
3.3.2.1.1	Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	27
3.3.2.1.2	Εργαστηριακή Διαδικασία	28
3.4	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος κατά EN	29
3.4.1	Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος	30
3.4.2	Εργαστηριακές Διαδικασίες	30
3.4.2.1	Διαδικασία Α : Ξηρού δείγματος-dry	30
3.4.2.2	Διαδικασία Β : Κορεσμένου επιφανειακά ξηρού δείγματος-SSD	31
3.4.2.3	Διαδικασία Γ: Επικαλυμμένου δείγματος	32
3.4.2.4	Διαδικασία Δ : Χρήση διαστάσεων	34
3.4.2.4.1	Πυκνότητα για κυλινδρικά δοκίμια	34
3.4.2.4.2	Πυκνότητα για ορθογώνια δοκίμια	34
4.	Εργαστηριακές Εργασίες	35
4.1	Παρασκευή Δοκιμίων	35
4.1.1	Συνθέσεις	35
4.1.2	Υλικά Παρασκευής Δοκιμίων	36
4.1.3	Εργαστηριακή Παρασκευή Δοκιμίων	42
4.2	Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος	45
4.2.1	Εκχυλίσσεις και Κοκκομετρήσεις Επαλήθευσης	51
4.3	Διηλεκτρικές Σταθερές – Δοκίμια	63
4.4	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος	66
4.4.1	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου	66

4.4.2	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου	67
4.4.2.1	Μη επικαλυμμένα Δοκίμια	67
4.4.2.2	Επικαλυμμένα Δοκίμια	70
4.4.2.2.1	Χρήση Παραφίλμ	70
4.4.2.2.2	Χρήση Παραφίνης	72
5.	Συλλογή Επιτόπου Στοιχείων	75
5.1	Λήψη Πυρήνων	76
5.2	Εκχύλιση και Κοκκομέτρηση	77
5.3	Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος	79
5.4	Διηλεκτρικές Σταθερές - Πυρήνες	80
5.5	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος	80
5.5.1	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου	81
5.5.2	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου Χωρίς Επικάλυψη Δείγματος	83
5.6	Προσδιορισμός του Ποσοστού Κενών με Χρήση της Συσκευής Troxler	86
6.	Στατιστική Επεξεργασία	89
6.1	Στατιστική Διόρθωση Εργαστηριακών Μετρήσεων	89
6.1.1	Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου	91
6.1.2	Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου	92
6.1.2.1	Μη επικαλυμμένα Δοκίμια	92
6.1.2.2	Επικαλυμμένα Δοκίμια	93
6.1.2.2.1	Χρήση Παραφίλμ	93
6.1.2.2.2	Χρήση Παραφίνης	94

6.1.3	Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου – Πυρήνες	95
6.1.3.1	Πυρήνες	95
6.2	Υπολογισμός Ποσοστού Κενών	97
6.2.1	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου	98
6.2.1.1	Πυρήνες	101
6.2.2	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου - Μη επικαλυμμένα Δοκίμια	102
6.2.2.1	Πυρήνες	105
6.2.3	Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου	106
6.2.3.1	Επικαλυμμένα Δοκίμια	106
6.2.3.1.1	Χρήση Παραφίλμ	106
6.2.3.1.2	Χρήση Παραφίνης	108
6.2.4	Προσδιορισμός του Ποσοστού Κενών με Χρήση της Συσκευής Troxler	110
6.3	Σύγκριση Αποτελεσμάτων	113
6.4	Διαγράμματα Διηλεκτρικών Σταθερών - Ποσοστό Κενών	120
7.	Συμπεράσματα και Σχόλια	126
8.	Βιβλιογραφία	129

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο προσδιορισμός του ποσοστού των κενών στα ασφαλτομίγματα αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα του σχεδιασμού των οδοστρωμάτων.

Ο ορθός υπολογισμός του ποσοστού των κενών, οδηγεί στην αποφυγή αστοχιών και βλαβών του οδοστρώματος, όπως, ρηγματώσεις και τροχοαυλακώσεις.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η συσχέτιση μιας χαρακτηριστικής και μονοσήμαντα ορισμένης ιδιότητας των ασφαλτομιγμάτων, αυτής της διηλεκτρικής σταθεράς, με τις τιμές του ποσοστού των κενών τους.

Για τον σκοπό αυτό παρασκευάσθηκαν δοκίμια Marshall με διάφορες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, και ποσοστά ασφάλτου και ελήφθησαν πυρήνες (καρότα) από διαστρωθέντα ασφαλτομίγματα. Παράλληλα έγιναν μετρήσεις πυκνότητας συμπυκνωμένων ασφαλτομιγμάτων με εφαρμογή της μη καταστρεπτικής μεθόδου Troxler.

Στα παραπάνω δείγματα έγιναν εργαστηριακές δοκιμές με την εφαρμογή των υπάρχουσών μεθόδων για τον υπολογισμό του ποσοστού κενών που ορίζονται από τις διεθνείς προδιαγραφές ASTM και EN.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η συσχέτιση ήταν επιτυχημένη όσον αφορά τα δοκίμια Marshall, ενώ αντίθετα η συσχέτιση με τα επιτόπου στοιχεία (πυρήνες, troxler) δεν είχε τα ίδια αποτελέσματα.

ABSTRACT

The determination of the percent air voids (PAV) in the hot-mix asphalt (HMA) is an important factor for the design of the pavements.

The correct calculation of the PAV will help to avoid pavement distress types such as rutting and cracking and age hardening

In this dissertation a correlation was attempted between the PAV of certain HMA specimens and the dielectric measurements of those specimens.

For this purpose, Marshall specimens were fabricated using different aggregate gradation and asphalt percentage. In addition cores were cut from constructed pavements while measurements were taken using the Troxler method.

In order to calculate the PAV in the specimens a series of tests was conducted by applying the ASTM and EN specifications.

The results of this study conclude that the correlation was good for the Marshall specimens, but it was not for the field measurements (cores and troxler).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ασφαλτομίγματα αποτελούν σήμερα ένα εξελισσόμενο κλάδο στο σχεδιασμό των οδοστρωμάτων, και είναι ένα πεδίο ερευνάς που απασχολεί μεγάλο αριθμό επιστημόνων και Τεχνολογικών Ιδρυμάτων

Τα ασφαλτομίγματα αποτελούνται από τρία τελείως διαφορετικά υλικά, τα αδρανή, την άσφαλο και τα κενά. Τα αδρανή αποτελούν τον δομικό σκελετό του ασφαλτομίγματος και του προσδίδουν αντοχή και ανθεκτικότητα. Η άσφαλος αποτελεί το συνδετικό υλικό που αποδίδει στο ασφαλτόμιγμα συνοχή και ομοιομορφία. Με τον όρο κενά ορίζουμε τους θύλακες αέρα που βρίσκονται ανάμεσα στα επικαλυμμένα με άσφαλο αδρανή ενός συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος.

Η μελέτη των κενών αποτελεί βασικό στοιχείο κάθε μελέτης ασφαλτομίγματος, και ως εκ τούτου ο ορθός προσδιορισμός των κενών αποκτά αυξημένη βαρύτητα.

Τα κενά στο ασφαλτόμιγμα προσδιορίζονται από την διαφορά του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους και του ειδικού βάρους του συμπυκνωμένου δοκιμίου. Το ειδικό βάρος του συμπυκνωμένου δοκιμίου προσδιορίζεται από το βάρος του και τον όγκο του. Ο προσδιορισμός του όγκου γίνεται με διάφορους τρόπους, είτε μετρώντας τις διαστάσεις του δοκιμίου, είτε με βύθιση στο νερό είτε τέλος με στεγανοποίηση του και εν συνεχεία βύθιση στο νερό.

Βέβαια υπάρχουν διευκρινήσεις στα διεθνή πρότυπα (ASTM και EN) που ορίζουν ποιος τρόπος μέτρησης όγκου ακολουθείτε και πότε. Πλην όμως στην παρούσα διπλωματική εργασία διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου μπορούν να εφαρμοστούν, ακολουθώντας πάντοτε τις προδιαγραφές, δύο τουλάχιστον τρόποι μέτρησης, για το ίδιο δείγμα, τα αποτελέσματα των οποίων παρότι διαφορετικά, είναι αποδεκτά από τις προδιαγραφές.

Βέβαια εάν ληφθούν πυρήνες (καρότα) σε διαστρωμένο τάπητα, το ποσοστό των κενών στο ασφαλτόμιγμα θα είναι πολύ διαφορετικό, από το ποσοστό των κενών σε σχέση με το αντίστοιχο δοκίμιο Marshall, διότι η παράπλευρη επιφάνεια του πυρήνα (καρότα) έχει ελάχιστες ανωμαλίες. Ως εκ τούτου θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος προσδιορισμού κενών ασφαλτομίγματος που να είναι ανεξάρτητος από τον τρόπο παρασκευής και την εξωτερική μορφή του κάθε παρασκευαζόμενου δοκιμίου.

Για τον προσδιορισμό του μεγέθους αυτού η διεθνής εμπειρία (ASTM και EN) έχει να προτείνει συγκεκριμένες μεθοδολογίες οι οποίες θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Συγκεκριμένα προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό κενών αέρος θα πρέπει να προσδιοριστούν δύο βασικά μεγέθη. Το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος (G_{max}) και το ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος (G).

2. ΘΕΡΜΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΑ – ΚΕΝΑ ΑΕΡΑ

2.1 Θερμά Ασφαλτομίγματα

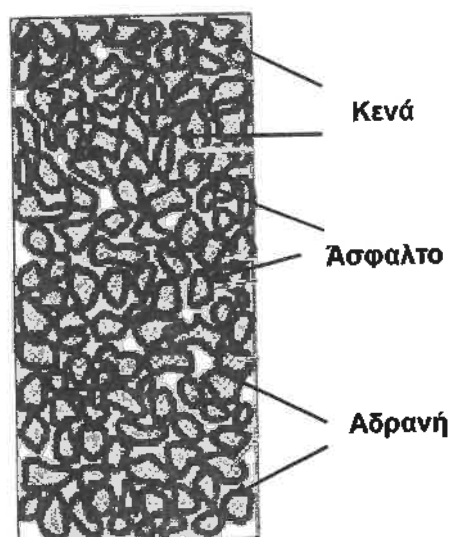
Το θερμό ασφαλτόμιγμα (HMA) είναι ένα υλικό οδοστρωσίας το οποίο αποτελείτε από άσφαλτο, ορυκτά αδρανή και κενά αέρα. Προκειμένου να ξηράνουμε τα αδρανή και να επιτύχουμε επαρκή ρευστότητα της άσφαλτο για κατάλληλη ανάμιξη και εργασιμότητας και τα δύο υλικά πρέπει να θερμανθούν πριν την ανάμιξη. Ο κύριος στόχος του σχεδιασμού των θερμών ασφαλτομιγμάτων είναι ο καθορισμός των παραμέτρων εκείνων της μίξης που παρέχουν την βέλτιστη ισορροπία ανάμεσα σε απόδοση και κόστος υλικών. [1].

Γενικά αδρανή και άσφαλτος τοποθετούνται σε ένα αναμικτήρα του συγκροτήματος παρασκευής στο οποίο όλα τα συστατικά υλικά θερμαίνονται, τοποθετούνται σε συγκεκριμένες αναλογίες και αναμειγνύονται προκειμένου να παραχθεί το επιθυμητό ασφαλτόμιγμα. Μετά την ολοκλήρωση της ανάμιξης των υλικών το θερμό ασφαλτόμιγμα μεταφέρεται στο χώρο ασφαλτόστρωσης όπου διαστρώνεται με την χρήση μηχανήματος διάστρωσης και εν συνεχεία συμπυκνώνεται [1].

Ωστόσο πριν από την παραπάνω διαδικασία, ο σχεδιασμός του θερμού ασφαλτομίγματος περιλαμβάνει τον προσδιορισμό ενός οικονομικού μίγματος αδρανών το οποίο παρέχει μια κοκκομετρική διαβάθμιση μέσα στα όρια των προδιαγραφών και τον καθορισμό του ποσοστού ασφάλτου με το οποίο θα γίνει η ανάμιξη με τα αδρανή, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μίγμα που είναι αποδεκτό από τις προδιαγραφές [2]. Τα θερμά ασφαλτομίγματα μπορούν να παρασκευαστούν από μια μεγάλη ποικιλία κοκκομετρικών διαβαθμίσεων, η κάθε μία με τα δικά της ξεχωριστά χαρακτηριστικά [1]. Για το λόγο αυτό πρέπει να παρασκευασθεί ένας ικανός αριθμός από δοκιμαστικά μίγματα κάθε ένα με διαφορετικό ποσοστό ασφάλτου και να προσδιοριστούν οι ιδιότητές τους.

Τα αποτελέσματα στη συνέχεια αναλύονται προκειμένου να επιλεχθεί το κατάλληλο ποσοστό ασφάλτου για την συγκεκριμένη χρήση του ασφαλτομίγματος. [2]

Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζονται σχηματικά τα κενά αέρα στα συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα. (Σχήμα 2.1)



Σχήμα 2.1 Κενά αέρα σε συμπυκνωμένο ασφαλτόμιγμα

2.1.1 Ασφαλτος

Η άσφαλτος αποτελεί τον συνδετικό ιστό ο οποίος συγκρατεί τα αδρανή μεταξύ τους, ενώ παράλληλα στεγανοποιεί το μίγμα. Μετά την ανάμιξη τα αδρανή συμπεριφέρονται σαν δομικός σκελετός ο οποίος αποδίδει συνοχή και ανθεκτικότητα στο σύστημα. Η απόδοση του μίγματος επηρεάζεται από τις ιδιότητες του κάθε συστατικού καθώς και από την συνδυασμένη δράση τους στο σύστημα.

Τρία χαρακτηριστικά της ασφάλτου είναι σημαντικά στην απόδοση των ασφαλτομίγματος : η γήρανση, η ελαστικότητα με το ιξώδες και η ευπάθεια της σε αλλαγές της θερμοκρασίας.

Η ασφαλτος είναι ευπαθείς σε αλλαγές της θερμοκρασίας, όπως - γίνεται πιο άκαμπτη και σκληρή σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για το λόγο αυτό συγκεκριμένη θερμοκρασία δοκιμής πρέπει να συνοδεύει κάθε δοκιμή ασφάλτου ή μίγματος. Χωρίς να ορίζεται συγκεκριμένη θερμοκρασία δοκιμής τα αποτελέσματα της δεν θα μπορούν να ερμηνευτούν αποτελεσματικά. Για τον ίδιο λόγο η συμπεριφορά της ασφάλτου εξαρτάται επίσης και από τον χρόνο φόρτισης. Η ασφαλτος είναι περισσότερο άκαμπτη και σκληρή σε μικρότερο χρόνο φόρτισης. Συνεπώς η συμπεριφοράς της ασφάλτου στην αλλαγή της θερμοκρασίας και την διάρκεια της φόρτισης είναι σημαντικοί.

Η ασφαλτος είναι ένα (viscoelastic) υλικό γιατί έχει ταυτόχρονα ιξώδες και ελαστικά χαρακτηριστικά. Σε υψηλές θερμοκρασίες η ασφαλτος συμπεριφέρεται σαν ένα υγρό, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες σαν ένα ελαστικό στερεό. Σε ενδιάμεσες θερμοκρασίες η ασφαλτος έχει χαρακτηριστικά τόσο ενός υγρού όσο και ενός ελαστικού στερεού.

Η ασφαλτος είναι χημικά ενεργή και αντιδρά με το οξυγόνο του περιβάλλοντος. Η οξείδωση μεταβάλλει την δομή και την σύσταση των μορίων της κάνοντας την ασφαλτο πιο εύθραυστη, οδηγώντας την έτσι στη γήρανση. Η οξείδωση επιταχύνεται σε υψηλές θερμοκρασίες [3].

2.1.2 Αδρανή

Στην παραγωγή θερμών ασφαλτομιγμάτων χρησιμοποιείται μεγάλη ποικιλία αδρανών.

Τα συλλεκτά αδρανή προέρχονται συνήθως από ποτάμιες και άλλες αποθέσεις, ενώ χρησιμοποιούνται στην παραγωγή χωρίς άλλη περαιτέρω επεξεργασία.

Τα θραυστά αδρανή έχουν υποστεί κατεργασία θραύσης, έχουν διαχωριστεί σε διακεκριμένου μεγέθους κλάσματα και έχουν επεξεργαστεί με διάφορους τρόπους προκειμένου να αποδώσουν στο ασφαλτόμιγμα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Τα *συνθετικά* αδρανή είναι υλικά που δεν είναι σε ούτε θραυστά ούτε συλλεκτά, ενώ συνήθως είναι βιομηχανικά παραπροϊόντα.

Επίσης ένα υπάρχον οδόστρωμα μπορεί να απομακρυνθεί να επεξεργαστεί με κατάλληλα μηχανήματα και να αποτελέσει την πρώτη ύλη για ένα νέο ασφαλτόμιγμα.

Ανεξάρτητα από την πηγή παραγωγής τους, την επεξεργασία ή την ορυκτολογία τους, τα αδρανή πρέπει να πληρούν τα ειδικά χαρακτηριστικά των απαιτήσεων των προδιαγραφών [3].

2.1.3 Μέθοδος MARSHALL

Η πιο γνωστή μέθοδος σχεδιασμού για θερμά ασφαλτομίγματα είναι η μέθοδος Marshall. Η μέθοδος αναπτύχθηκε στην δεκαετία του '40 για να ποσοτοποιήσει τον σχεδιασμό των θερμών ασφαλτομιγμάτων. Με αυτή την προσέγγιση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού μπορούν να μετρηθούν στο εργαστήριο και να συσχετιστούν μεταξύ τους για να αποδώσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στην πράξη [4].

Οι αρχές της μεθόδου Marshall για τον σχεδιασμό ασφαλτομιγμάτων διαμορφώθηκαν από τον Bruce Marshall του Mississippi State Highway Department και στη συνέχεια αναπτύχθηκε από το αμερικάνικο σώμα μηχανικών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η εκτενής έρευνα και οι μελέτες συσχέτισης του αμερικανικού σώματος μηχανικών ,ήταν αυτά που βελτίωσαν και προσέθεσαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στην διαδικασία δοκιμών της μέθοδο Marshall, οποία ανέπτυξε τελικά τα κριτήρια σχεδιασμού [5].

Η προσαρμοστικότητα της μεθόδου είναι ο κύριος λόγος για το ότι η μέθοδος Marshall είναι η προτιμητέα μέθοδος για τον έλεγχο έργων ασφαλτόστρωσης και τελικής αποδοχής θερμών ασφαλτομιγμάτων. Παρ' όλα αυτά εξαιτίας της εμπειρικής φύσης της μεθόδου δεν υπάρχουν παγκόσμια κριτήρια για τον σχεδιασμό θερμών ασφαλτομιγμάτων με την μέθοδο Marshall. Το παραπάνω οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε οργανισμός έχει διαφορετικά υλικά στη

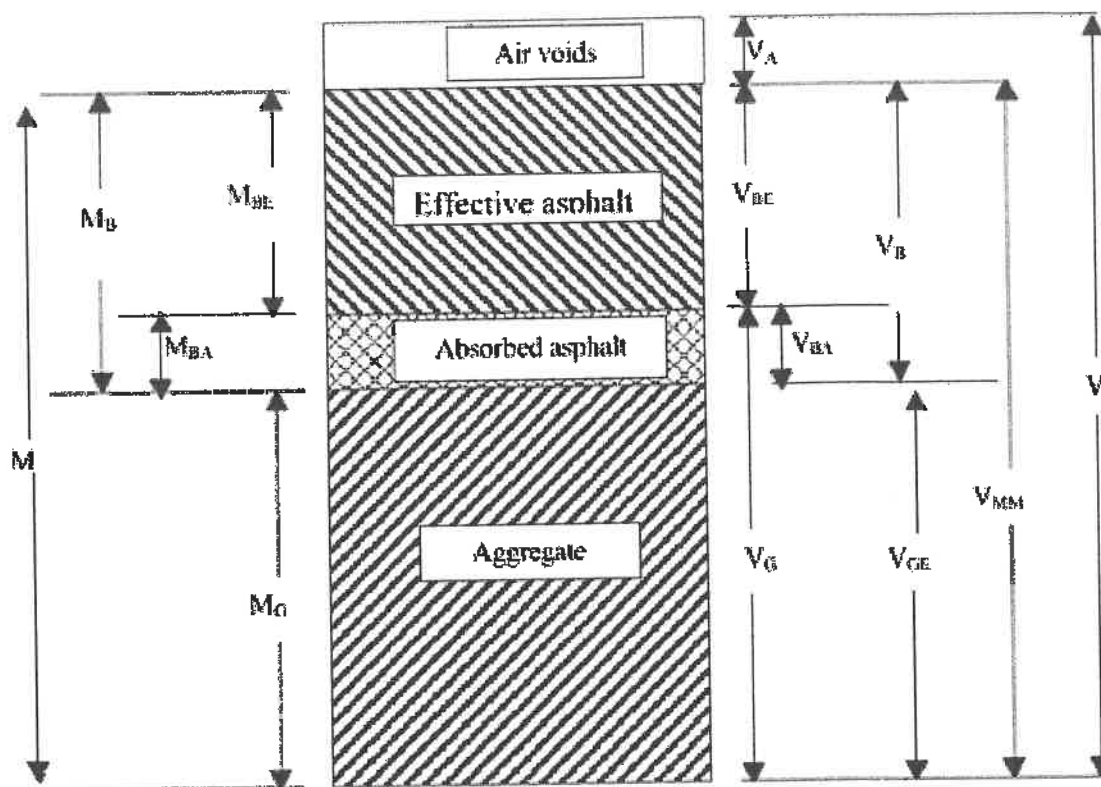
διάθεση του καθώς και διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, συνεπώς τα κριτήρια κάθε οργανισμού είναι διαφορετικά [4]. Η μέθοδος Marshall για τον σχεδιασμό ασφαλτομιγμάτων περιορίζεται σε μίγματα που περιέχουν αδρανή τα οποία έχουν μέγιστο κόκκο 25 mm (1 inch) ή μικρότερο. Χρησιμοποιείται κυρίως για τον σχεδιασμό στο εργαστήριο αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για έλεγχο στην πράξη. Στην μέθοδο αυτή κάθε συμπτκνωμένο δείγμα υποβάλλεται σε τρεις διαδικασίες δοκιμής προκειμένου να καθοριστούν οι ιδιότητες του.

- Προσδιορισμός του ειδικού βάρους
- Μέτρηση ευστάθειας και παραμόρφωσης κατά Marshall
- Ανάλυση της πυκνότητας του δείγματος και του ποσοστού κενών.

Η διαδικασία ελέγχου περιλαμβάνει την παραγωγή μιας σειράς εργαστηριακών μιγμάτων με τα διατιθέμενα αδρανή σε πιθανές αναλογίες, αλλά με συνδετικό υλικό (άσφαλτο) σε διάφορες τιμές έτσι ώστε να περιλαμβάνεται και η βέλτιστη τιμή.

Η μέθοδος Marshall χρησιμοποιεί πρότυπα δοκίμια τα οποία παρασκευάζονται εφαρμόζοντας μια συγκεκριμένη διαδικασία όσον αφορά την θέρμανση, ανάμιξη και συμπύκνωση του ασφαλτομίγματος. Παρασκευάζονται τουλάχιστον 3 και κατά προτίμηση 5 δοκίμια για κάθε συνδυασμό αδρανών και ποσοστού ασφάλτου. [5]

Μια γραφική παρουσίαση του βάρους και του όγκου σε ένα ασφαλτόμιγμα παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.2



Σχήμα 2.2 Γραφική παρουσίαση του βάρους και του όγκου σε ασφαλτόμιγμα [6]

Δείγμα

M	Μάζα δείγματος ($=M_B + M_G$)
V	Συνολικός όγκος δείγματος
V_{MM}	Όγκος μίγματος χωρίς κενά
V_A	Όγκος αέρα ανάμεσα στα επικαλυμμένα αδρανή του μίγματος

Ασφαλτος

M_{BA}, V_{BA}	Μάζα και όγκος της απορροφηθείσας από του επιφανειακούς πόρους των αδρανών ασφάλτου.
M_{BE}, V_{BE}	Μάζα και όγκος της ενεργής ασφάλτου
M_B	Μάζα της συνολικής ασφάλτου που έλαβε μέρος στην ανάμιξη ($=M_{BE} + M_{BA}$).
V_B	Όγκος της συνολικής ασφάλτου που έλαβε μέρος στην ανάμιξη ($=V_{BE} + V_{BA}$).

Αδρανή

M_G	Μάζα αδρανών
V_G	Συνολικός όγκος Αδρανών (συμπεριλαμβανομένων των επιφανειακών πόρων)
V_{GE}	Ενεργής όγκος αδρανών ($=V_G - V_{GE}$)

2.1 Κενά Αέρα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το τρίτο συστατικό των ασφαλτομιγμάτων είναι τα κενά αέρα. Ερευνητές υλικών και οδοστρωμάτων έχουν ορίσει ότι οι ογκομετρικές παράμετροι των συμπτυκνωμένων θερμών ασφαλτομιγμάτων, δηλαδή τα κενά αέρα, τα κενά των αδρανών (VMA) και τα κενά που έχουν γεμίσει με άσφαλτο (VFA), είναι οι πιο σημαντικοί συντελεστές στην πρόβλεψη της απόδοσης του θερμού ασφαλτομίγματος. Ως εκ τούτου οι ογκομετρικές παράμετροι είναι οι παράμετροι εκείνοι που χρησιμοποιούνται περισσότερο στο σχεδιασμό ασφαλτομίγματος. Αποτελούν επίσης τα πιο ευρέως εφαρμόσιμα κριτήρια , από ομοσπονδιακούς και πολιτειακούς οργανισμούς μεταφορών, για την κρίση και αποδοχή οδοστρωμάτων. Παράλληλα είναι ιδιαίτερα σημαντικοί σε έρευνες για οδοστρώματα που έχουν υποστεί βλάβες καθώς επίσης στον σχεδιασμό και την εν συνεχεία επισκευή και αποκατάστασή τους. Η σπουδαιότητα των ογκομετρικών παραμέτρων δεν μπορεί να υπερτιμηθεί [7].

Η ανθεκτικότητα των μιγμάτων εξασφαλίζεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ογκομετρικών στοιχείων του ασφαλτομίγματος, κενά αέρος, VMA, VFA,[8], και απειλείται όταν το οδόστρωμα έχει υψηλό ποσοστό κενών. Τα κενά αέρα όχι μόνο επιτρέπουν στον αέρα να εισέλθει και να οξειδώσει την άσφαλτο αλλά επιτρέπουν και στο νερό να εισέλθει προκαλώντας παγοπληξία και αποφλοίωση (freeze – thaw and striping damage). Ο κος Brown του NCAT (National Center for Asphalt Technology των ΗΠΑ) απέδειξε ότι τα ασφαλτικά οδοστρώματα δεν πρέπει να έχουν πάνω από 8% κενά για λεπτόκοκα (fine) μίγματα και 6% για χονδρόκοκα (coarse) μίγματα προκειμένου να είναι υδατοστεγανά. Κάθε ασφαλτόμιγμα έχει μια μοναδική σχέση ανάμεσα στα κενά αέρα και την διαπερατότητα. [9] Συνεπώς μεγάλες τιμές των κενών αέρα ενδέχεται να οδηγήσουν σε οξείδωση της ασφάλτου και ρηγμάτωση του οδοστρώματος.



Σχήμα 2.3 Ρηγμάτωση του οδοστρώματος

Μια επιτόπου έρευνα σε τροχοαυακώσεις κοντά σε πέντε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις στο Pittsburgh, Pennsylvania έδειξε τα ακόλουθα για το διαστρωμένο θερμό ασφαλτόμιγμα, (α) χαμηλές τιμές κενών στα αδρανή (VMA) και (β) χαμηλές τιμές των κενών αέρα.[10]. Συνεπώς χαμηλές τιμές των κενών αέρα ενδέχεται να οδηγήσουν σε τροχοαυακώσεις.



Σχήμα 2.4 Τροχοαυακώσεις στο οδόστρωμα.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο ορθός και ακριβής προσδιορισμός της τιμής του ποσοστού των κενών αέρα στο ασφαλτόμιγμα είναι ιδιαίτερα σημαντικός και απαραίτητος.

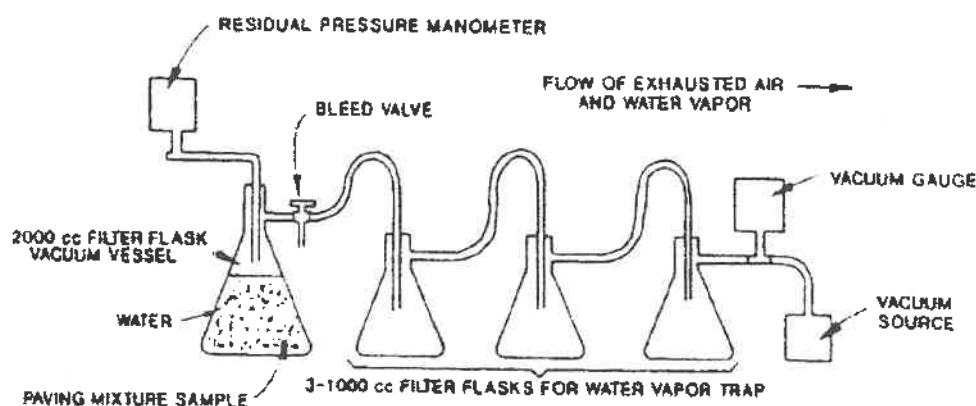
3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΚΕΝΩΝ

3.1 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλομίγματος κατά ASTM

Το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος ασφαλομίγματος αποτελεί ένα σημαντικό μέγεθος, η τιμή του οποίου εξαρτάται από την σύνθεση του μίγματος όσον αφορά τους τύπους και τις ποσότητες των αδρανών και της ασφάλτου. Χρησιμοποιείται επίσης στον υπολογισμό των κενών σε συμπυκνωμένα ασφαλομίγματα, ενώ παράλληλα προσφέρει την τιμή που θα πρέπει να επιτευχθεί κατά την συμπύκνωσή του. Τέλος είναι απαραίτητο για τον προσδιορισμό της ποσότητας της ασφάλτου που απορροφήθηκε λόγω του πορώδους των αδρανών.

3.1.1 Συσκευές - Συνδεσμολογία

Προκειμένου να προσδιοριστεί η τιμή του μεγέθους αυτού απαιτείται σύμφωνα με την ASTM D 2041 [11] η χρήση των ακόλουθων συσκευών, ενός δοχείου κενού (υπάρχουν έξι διαφορετικοί τύποι δοχείων) , μίας αντλία κενού ικανής να δημιουργήσει υποπίεση 30mm στήλης υδραργύρου ή χαμηλότερα, τουλάχιστον μία υδατοπαγίδα, ένα μανόμετρο ικανό να μετρήσει την υπάρχουσα υποπίεση (30mm στήλης υδραργύρου) , και μία ανακουφιστική βαλβίδα για την ρύθμιση της υποπίεσης μέσα στο δοχείο. Οι παραπάνω συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με την ακόλουθη συνδεσμολογία.(Σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1 Διάταξη συσκευών για την δοκιμή Rice [11]

3.1.2 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Η μάζα του δείγματος, του οποίου θα προσδιοριστεί το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος, έχει ένα κατώτατο όριο το οποίο ορίζεται από τον ακόλουθο πίνακα με βάση τον μέγιστο κόκκο αδρανών

Πίνακας 3.1 Ελάχιστης Ποσότητας Δείγματος

Μέγεθος Μεγίστου Κόκκου mm (in)	Ελάχιστη Ποσότητα Δείγματος (g)
50,0 (2)	6000
37,5 (1 1/2)	4000
25,0 (1)	2500
19,0 (3/4)	2000
12,5 (1/2)	1500
9,5 (3/8)	1000
4,75 (No. 4)	500

Στη συνέχεια το δείγμα χωρίζεται σε όσο το δυνατόν μικρότερα κομμάτια έτσι ώστε ο μέγιστος κόκκος του ασφαλτομίγματος να μην υπερβαίνει τα 6,3 mm (1/4 in). Εάν το δείγμα δεν έχει παρασκευαστεί στο εργαστήριο με ξηρά αδρανή, θα πρέπει να ξηραθούν μέχρι σταθερού βάρους. Οποιαδήποτε μέθοδος ξήρανσης είναι αποδεκτή, όμως η προδιαγραφή προτείνει τη θέρμανση του δείγματος σε θερμοκρασία 105 ± 5 °C μέχρι σταθερού βάρους.

3.1.3 Εργαστηριακή Διαδικασία

Αφού το δείγμα επανέλθει στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος τοποθετείται στο δοχείο κενού όπου προσδιορίζεται η μάζα του, στον αέρα (Α).

Μετά τη ζύγιση προστίθεται νερό, σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C, μέχρι την πλήρη κάλυψη του δείγματος και απομακρύνεται ο παγιδευμένος αέρας μέσα από το δοχείο με την αντλία κενού και εφαρμογή σταδιακά αυξανόμενου κενού μέχρι τα 30mm στήλης υδραργύρου ή λιγότερο. Διατηρείται το κενό για διάστημα 5 έως 15 min ενώ παράλληλα αναδεύεται το δοχείο είτε χειροκίνητα είτε με τη χρήση δονητικής τράπεζας.

Μετά το πέρας της παραπάνω χρονικής περιόδου αποσυνδέεται η αντλία και αφήνεται ο αέρας να περάσει μέσα στο δοχείο. Στην συνέχεια εφαρμόζεται μία από τις δύο ακόλουθες διαδικασίες.

I) Ζύγιση στο νερό

Αναρτάται το δοχείο και το περιεχόμενο του σε νερό, με θερμοκρασία 25 ± 1 °C, και προσδιορίζεται τη μάζα του (C) μετά από 10 ± 1 min βύθισης.

$$\text{Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος } G_{\max} = \frac{A}{A - C}$$

II) Ζύγιση στον αέρα

Προστίθεται στο δοχείο κενού νερό ρυθμίζοντας την θερμοκρασία του περιεχόμενου στους 25 ± 1 °C και προσδιορίζεται η μάζα του δοχείου με το δείγμα και τον υπόλοιπο όγκο γεμάτο με νερό (E). Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να γίνουν μέσα σε 10 ± 1 min από την άρση του κενού. Επίσης θα πρέπει να προσδιοριστεί και η μάζα του δοχείου γεμάτο με νερό στους 25 °C (D)

$$\text{Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος } G_{\max} = \frac{A}{A + D - E}$$

A : Μάζα ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

D : Μάζα δοχείου γεμάτου με νερό στους 25 °C (g)

E : Μάζα δοχείου γεμάτο με νερό στους 25 °C και το δείγμα (g)

Εφόσον απαιτείται ο υπολογισμός της μέγιστης θεωρητικής πυκνότητας στους 25 °C τότε υπολογίζεται ως εξής:

Μέγιστη θεωρητική πυκνότητα στους 25 °C = Μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος
 $\times 997,1 \text{ kg/m}^3$

Όπου $997,1 \text{ kg/m}^3$ = ειδικό βάρος του νερού στους 25 °C

Εάν οι πόροι των αδρανών δεν έχουν σφραγιστεί πλήρως από την ασφαλτο ενδέχεται τα αδρανή να απορροφήσουν νερό κατά την διάρκεια της

εκκένωσης. Για να εξακριβωθεί αν συμβαίνει το παραπάνω ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Αφού ληφθούν οι ζυγίσεις αφαιρείται το νερό από το δοχείο με προσοχή, χωρίς να χαθεί κανένα κομμάτι από το δείγμα. Στη συνέχεια θραύονται τα αρκετά μεγάλα κομμάτια του δείγματος και ελέγχονται οι σπασμένες επιφάνειες για υγρασία. Αν τα αδρανή έχουν απορροφήσει νερό τότε τοποθετείται το δείγμα μπροστά σε ένα ανεμιστήρα και μετρείται η μάζα του ανά 15 min. Όταν η απώλεια μάζας είναι μικρότερη από 0,05% το δείγμα θεωρείται επιφανειακά στεγνό. Η διαδικασία απαιτεί περίπου 2 h και συνοδεύεται από περιοδική ανατάραξη του δείγματος.

Προκειμένου να υπολογισθεί το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος του δείγματος θα πρέπει να αντικατασταθεί η τελική μάζα του επιφανειακά στεγνού δείγματος με το (A), στον παρονομαστή των παραπάνω εξισώσεων.

3.2 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος κατά EN

Οι Ευρωπαϊκές προδιαγραφές, prEN 12697-5 [12] για τον προσδιορισμό του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους προτείνουν τις τρεις ακόλουθες διαφορετικές μεθόδους, την ογκομετρική την υδροστατική και την μαθηματική. Οι μέθοδοι αυτοί εφαρμόζονται σε χαλαρά ασφαλτομίγματα που περιέχουν οποιουδήποτε τύπου ασφαλτικό υλικό, τροποποιημένο και μη, καθώς επίσης και σε νέα ή παλαιά ασφαλτομίγματα.

Στην ογκομετρική και υδροστατική μέθοδο η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα προσδιορίζεται από τον όγκο του δείγματος χωρίς κενά και από την ξηρή του μάζα. Στην ογκομετρική μέθοδο ο όγκος του δείγματος υπολογίζεται ως η εκτόπιση του νερού ή του διαλύτη από το δείγμα μέσα στο πυκνόμετρο. Στην υδροστατική μέθοδο ο όγκος του δείγματος υπολογίζεται από την ξηρή μάζα του δείγματος και από την μάζα του στο νερό.

Στην μαθηματική μέθοδο η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα του ασφαλτομίγματος υπολογίζεται από τα υλικά που το αποτελούν (ασφαλτικό και αδρανή) και από την πυκνότητα των υλικών αυτών.

3.2.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Το δείγμα πρέπει να έχει μάζα σε γραμμάρια τουλάχιστον 50 φορές την αριθμητική τιμή του μέγιστου κόκκου της κοκκομετρίας σε χιλιοστά, και όχι μικρότερη από 250 g. Η λήψη της απαραίτητης ποσότητας για την δοκιμή από μεγαλύτερη ποσότητα χαλαρού ασφαλτομίγματος γίνεται με τετραμερισμό σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 12697-28.[13]

Δείγματα τα οποία προέρχονται από συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα πρέπει πρώτα να καθαριστούν ή να πλυθούν, στη συνέχεια να τοποθετηθούν σε εξαεριζόμενο θάλαμο, σε θερμοκρασία 110 ± 5 °C , μέχρι σταθερού βάρους

και μετά να διαχωριστούν. Σταθερό βάρος επιτυγχάνεται όταν η μεταβολή του βάρους μεταξύ δύο ζυγίσεων, με χρονική διαφορά 30min, είναι μικρότερη από 0,1 % (κ.β.) (m/m)

Ο διαχωρισμός του δείγματος γίνεται σε όσο το δυνατόν μικρότερα κομμάτια έτσι ώστε ο μέγιστος κόκκος του ασφαλτομίγματος να μην υπερβαίνει τα 6mm. Εάν το δείγμα δεν είναι αρκετά μαλακό για τον διαχωρισμό του, το θερμαίνουμε σε φούρνο στους 110 °C.

3.2.2 Εργαστηριακή Διαδικασία

3.2.2.1 Ογκομετρική Μέθοδος

Ζυγίζεται άδειο το πυκνόμετρο, γνωστού όγκου (V_p), μαζί με το καπάκι (m_1). Τοποθετείται το στεγνό δείγμα στο πυκνόμετρο και αφού αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος ζυγίζεται μαζί με το καπάκι (m_2). Γεμίζεται το πυκνόμετρο με de-aired νερό ή διαλύτη μέχρι το ανώτερο σημείο (η στάθμη να φτάσει στα 30mm κάτω από το χείλος του δοχείου).

Στη συνέχεια εκκενώνεται ο παγιδευμένος αέρας με δημιουργία μερικού κενού παραμένοντας πίεσης 4 kpa ή μικρότερη για χρονικό διάστημα 15 ± 1 min. Η εκκένωση του αέρα μπορεί να βοηθηθεί με χρήση δονητικής τράπεζας. Όταν χρησιμοποιείται διαλύτης δεν πρέπει να εφαρμόζεται κενό αλλά μόνο δόνηση. Ακολούθως γεμίζεται το πυκνόμετρο με de-aired νερό ή διαλύτη και τοποθετείται το καπάκι. Το πυκνόμετρο μαζί με το δείγμα τοποθετείται μέσα σε λουτρό νερού με σταθερή και ομοιόμορφη θερμοκρασία δοκιμής ($\pm 1,0$ °C) για τουλάχιστον 30 min, προκειμένου το δείγμα και το νερό ή ο διαλύτης μέσα στο πυκνόμετρο να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Το νερό στο λουτρό θα πρέπει να φτάσει περίπου 20 mm κάτω από την κορυφή του πυκνόμετρου. Όταν χρησιμοποιείται διαλύτης η θερμοκρασία δοκιμής του λουτρού πρέπει να διαφοροποιείται μόνο κατά $\pm 0,2$ °C και το πυκνόμετρο θα πρέπει να παραμείνει μέσα στο λουτρό για διάστημα από 60 min έως 80 min.

Στη συνέχεια αφαιρείται το πυκνόμετρο από το λουτρό, σκουπίζεται η εξωτερική του επιφάνεια και το ζυγίζεται αμέσως (m_3)

Η μέγιστη πυκνότητα ασφαλτομίγματος ρ_{mv} υπολογίζεται, σύμφωνα με την ογκομετρική μέθοδο, από τον ακόλουθο τύπο:

$$\rho_{mv} = \frac{m_2 - m_1}{1000V_p - (m_3 - m_2) / \rho_w}$$

ρ_{mv} : Η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα ασφαλτομίγματος (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το καπάκι (g)

m_2 : Η μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το καπάκι και το δείγμα (g)

m_3 : Η μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το καπάκι, το δείγμα και το νερό ή τον διαλύτη (g)

V_p : Ο όγκος του πυκνόμετρου (m^3)

ρ_w : Η πυκνότητα του νερού ή του διαλύτη σε θερμοκρασία δοκιμής (kg/m^3) με ακρίβεια ($0,1 \text{ kg/m}^3$)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η ογκομετρική μέθοδος των Ευρωπαϊκών Προδιαγραφών (EN) για τον προσδιορισμό της μέγιστης θεωρητικής πυκνότητας είναι όμοια με την αντίστοιχη προδιαγραφή της ASTM D 2041-95 [12] για τον προσδιορισμό του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους.

3.2.2.2 Υδροστατική Μέθοδος

Αρχικά προσδιορίζεται η μάζα ενός άδειου δοχείου στον αέρα (m_1) και όταν είναι βυθισμένο στο νερό (m_2). Στην συνέχεια τοποθετείται το δείγμα στο στεγνό δοχείο και αφού αποκτήσει θερμοκρασία δωματίου ζυγίζεται (m_3). Ακολούθως γεμίζεται το δοχείο με de-aired νερό και αφαιρείται ο αέρας δονώντας το δοχείο. Για διευκόλυνση η εκκένωση του αέρα από το δοχείο, μπορεί να γίνει με την χρήση αντλίας κενού, και την δημιουργία μερικού κενού παραμένοντας πίεσης 4 kPa ή μικρότερης για χρονικό διάστημα $15 \pm 1 \text{ min}$.

Τοποθετείται το δοχείο σε λουτρό νερού σε ομοιόμορφη θερμοκρασία μεταξύ 20 και 30 °C ($\pm 1,0$ °C) για τουλάχιστον 30 min, προκειμένου το δείγμα και το νερό μέσα στο δοχείο να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Το νερό στο λουτρό θα πρέπει να φτάσει περίπου 20 mm κάτω από το άνω μέρος του δοχείου.

Τέλος αναρτάται το δοχείο μαζί με το δείγμα μέσα σε νερό, με την ίδια θερμοκρασία και προσδιορίζεται η μάζα του (m_4).

Η μέγιστη πυκνότητα ασφαλτομίγματος ρ_{mh} υπολογίζεται, σύμφωνα με την υδροστατική μέθοδο, από τον ακόλουθο τύπο:

$$\rho_{mh} = \frac{m_3 - m_1}{(m_3 - m_1) - (m_4 - m_2)} \rho_w$$

ρ_{mh} : Η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα ασφαλτομίγματος (kg/m^3) με ακρίβεια (1kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του δοχείου στον αέρα (g)

m_2 : Η μάζα του δοχείου αναρτημένη μέσα σε νερό (g)

m_3 : Η μάζα του δοχείου μαζί με το δείγμα (g)

m_4 : Η μάζα του δοχείου μαζί με το δείγμα αναρτημένα μέσα σε νερό (g)

ρ_w : Η πυκνότητα του νερού ή του διαλύτη σε θερμοκρασία δοκιμής (kg/m^3) στο πλησιέστερο 0,1 kg/m^3

Η πυκνότητα του νερού διαφοροποιείται ανάλογα με την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται και προσδιορίζεται από πίνακες όπως ο πίνακας 1 της προδιαγραφής.

3.2.2.3 Μαθηματική Μέθοδος

Εκφράζεται η σύνθεσης του ασφαλτομίγματος σε ποσοστά (%) του συνολικού μίγματος, δηλαδή, ποσοστό αδρανών + ποσοστό ασφάλτου = 100,0% (m/m). Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστή η σύνθεση του μίγματος προσδιορίζεται το ποσοστό της ασφάλτου με εκχύλιση του δείγματος σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 12697-1 [14].

Η μέγιστη πυκνότητα ασφαλτομίγματος ρ_{mc} υπολογίζεται, σύμφωνα με την υδροστατική μέθοδο, από τον ακόλουθο τύπο:

$$\rho_{mc} = \frac{100}{(p_a / \rho_a) + (p_b / \rho_b)}$$

ρ_{mc} : Η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα ασφαλτομίγματος (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

p_a : Το ποσοστό συμμετοχής των αδρανών στο ασφαλτόμιγμα με ακρίβεια ($0,1\% \text{ (m/m)}$)

ρ_a : Η φαινόμενη πυκνότητα των αδρανών (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

p_b : Το ποσοστό συμμετοχής της ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα με ακρίβεια ($0,1\% \text{ (m/m)}$)

ρ_b : Η πυκνότητα της ασφάλτου στους 25°C (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

$p_a + p_b = 100,0\% \text{ (m/m)}$

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται αδρανή με διαφορετικές πυκνότητες τότε η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο :

$$\rho_{mc} = \frac{100}{(p_{a1} / \rho_{a1}) + (p_{a2} / \rho_{a2}) + \dots + (p_b / \rho_b)}$$

ρ_{mc} : Η μέγιστη θεωρητική πυκνότητα ασφαλτομίγματος (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

p_{a1} : Το ποσοστό συμμετοχής του αδρανούς 1 στο ασφαλτόμιγμα με ακρίβεια ($0,1\% \text{ (m/m)}$)

ρ_{a1} : Η φαινόμενη πυκνότητα του αδρανούς 1 (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

p_{a2} : Το ποσοστό συμμετοχής του αδρανούς 2 στο ασφαλτόμιγμα με ακρίβεια ($0,1\% \text{ (m/m)}$)

ρ_{a2} : Η φαινόμενη πυκνότητα του αδρανούς 2 (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

p_b : Το ποσοστό συμμετοχής της ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα με ακρίβεια ($0,1\% \text{ (m/m)}$)

ρ_b : Η πυκνότητα της ασφάλτου στους 25°C (kg/m^3) με ακρίβεια (1 kg/m^3)

$p_{a1} + p_{a2} + \dots + p_b = 100,0\% \text{ (m/m)}$

Οι πυκνότητες προσδιορίζονται σύμφωνα με τις ακόλουθες προδιαγραφές, για τα αδρανή EN 1097-6 [15] και για τις ασφάλτου EN ISO 3838 [16]

3.2.2.4 Επιλογή Μεθόδου

Οι Ευρωπαϊκές προδιαγραφές όπως προαναφέρεται, περιγράφουν τρεις διαφορετικές μεθόδους για τον προσδιορισμό της μέγιστης θεωρητικής πυκνότητας (ογκομετρική, υδροστατική και μαθηματική). Η επιλογή ανάμεσα στις μεθόδους βασίζεται στο είδος του ασφαλτομίγματος. Κατά συνέπεια δεν υπάρχουν σύμφωνα με την προδιαγραφή σαφή κριτήρια για την επιλογή μιας μεθόδου.

Το μόνο στοιχείο που δίδεται είναι ότι για την χρήση της μαθηματικής μεθόδου απαιτείται η γνώση της σύστασης του μίγματος καθώς και των πυκνοτήτων των αδρανών και της ασφάλτου. Επίσης δίδονται κριτήρια για την επιλογή ανάμεσα σε νερό και διαλύτη, όσον αφορά την ογκομετρική μέθοδο.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω και συγκεκριμένα από την μαθηματική μέθοδο των ευρωπαϊκών προδιαγραφών η σχέση που συνδέει την μέγιστη θεωρητική πυκνότητα ή το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος (G_{max}) , κατά ASTM, και το ποσοστό ασφάλτου στο ασφαλτόμικμα είναι γραμμική.

Παρά το γεγονός ότι στον τύπο αυτό δεν περιέχεται η απορροφητικότητα των αδρανών σε άσφαλτο, ως παράμετρος, η απορροφητικότητα αυτή είναι σταθερή, και συνεπώς οποιαδήποτε αλλαγή στο μέγεθος αυτό μετακινεί την γραμμική αυτή σχέση παράλληλα, εάν τοποθετηθεί σε ένα σύστημα αξόνων μεταξύ του G_{max} και του ποσοστού ασφάλτου του ασφαλτομίγματος.

3.3 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος κατά ASTM

Το ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος αποτελεί ένα σημαντικό μέγεθος, η τιμή του οποίου εξαρτάται από την σύνθεση του μίγματος όσον αφορά τον τύπο και τις ποσότητες των αδρανών καθώς και της ασφάλτου. Χρησιμοποιείται επίσης στον υπολογισμό των κενών σε συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα, ενώ με την σειρά της η τιμή των κενών προσδιορίζει τον βαθμό συμπίκνωσης που έχει επιτευχθεί.

Για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους η προδιαγραφή ASTM D 3203 [17] προτείνει μια σειρά από μεθόδους. Η επιλογή της κάθε μεθόδου βασίζεται στο είδος του ασφαλτομίγματος όσον αφορά το ποσοστό κενών που παρουσιάζουν, καθώς και την απορροφητικότητα του μίγματος σε νερό (κατά όγκο). Χωρίζει τα είδη των ασφαλτομιγμάτων σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα ασφαλτομίγματα ανοικτού τύπου και ασφαλτομίγματα κλειστού τύπου ανάλογα με το αν το ποσοστό κενών τους είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από 10%.

Το ειδικό βάρος όπως προσδιορίζεται από τις ακόλουθες μεθόδους, είναι ο λόγος της μάζας ενός υλικού, συγκεκριμένου όγκου στους 25 °C, προς την μάζα νερού ίδιου όγκου και θερμοκρασίας, κατά συνέπεια η τιμή του είναι καθαρός αριθμός.

3.3.1 Ασφαλτομίγματα Κλειστού Τύπου

Τα ασφαλτομίγματα κλειστού τύπου ορίζονται ως τα μίγματα με τιμή κενών μικρότερη από 10% μετά την συμπύκνωση. Ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους γίνεται με δύο τρόπους. Είτε με την μέθοδο που περιγράφεται στην προδιαγραφή D 1188 [18] όπου η απορροφητικότητα του δείγματος σε νερό θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2% κατ' όγκο (επικαλυμμένα δείγματα με παραφίνη ή παραφίλμ), είτε με την μέθοδο που περιγράφεται στην προδιαγραφή D 2726 - 04 [19] όπου η απορροφητικότητα του δείγματος σε νερό θα πρέπει να είναι μικρότερη από 2% κατ' όγκο (μη απορροφητικά δείγματα χωρίς επικάλυψη).

3.3.1.1 Μη Επικαλυμμένα Δοκίμια

3.3.1.1.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Τα δείγματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα δοκίμια που παρασκευάζονται στο εργαστήριο και οι πυρήνες από κατασκευασθέντα οδοστρώματα (καρότα) ή άλλα δείγματα τα οποία ενδέχεται να περιέχουν υγρασία.

Σύμφωνα με την προδιαγραφή η διάμετρος ενός κυλινδρικού δοκιμίου ή ενός πυρήνα καθώς και το μήκος των πλευρών ενός κομμένου δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τέσσερις φορές (4) μεγαλύτερο από τον μέγιστο κόκκο των αδρανών που τα αποτελούν. Επίσης το πάχος του δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον μιάμιση φορά (1,5) μεγαλύτερο από τον μέγιστο κόκκο του ασφαλτομίγματος.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να επιδεικνύεται προκειμένου τα δείγματα να μην διαταραχθούν, λυγίσουν ή σπάσουν καθώς θα εξωλκεύονται από το οδόστρωμα ή βγαίνουν από τη μήτρα. Τα δείγματα πρέπει να αποθηκεύονται σε ασφαλή και δροσερό χώρο ενώ δεν θα πρέπει να περιέχουν ξένα σώματα και υλικά.

3.3.1.1.2 Εργαστηριακές Απαιτήσεις και Υλικά

Για την δοκιμή αυτή απαιτούνται τα ακόλουθα:

Μια ζυγαριά με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων, η οποία έχει εξοπλιστεί με κατάλληλη διάταξη προκειμένου να μπορεί να ζυγίσει το δείγμα όταν αυτό θα βρίσκεται ανασυρμένο μέσα σε νερό

Ένα λουτρό νερού ικανό να διατηρήσει θερμοκρασία 25 ± 1 °C μέσα στο οποίο θα αναρτάται το δείγμα για να ζυγιστεί.

3.3.1.1.3 Εργαστηριακή Διαδικασία

3.3.1.1.3.1 Πυρήνες

Βυθίζεται το δείγμα σε λουτρό νερού σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min, και στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του δείγματος στο νερό (C). Αν η θερμοκρασία του δείγματος διαφέρει από την θερμοκρασία του νερού στο λουτρό πάνω από 2 °C τότε το δείγμα θα πρέπει να παραμείνει βυθισμένο για 10 έως 15 min αντί 3 έως 5 min.

Στη συνέχεια σκουπίζεται η επιφάνεια του δείγματος με μία πετσέτα και ζυγίζεται (B).

Ακολούθως θερμαίνεται το δείγμα σε φούρνο σε θερμοκρασία 110 ± 5 °C μέχρι σταθερού βάρους. Αφήνεται το δείγμα να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος και ζυγίζεται (A).

3.3.1.1.3.2 Δοκίμια

Αρχικά αφήνεται το δείγμα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για τουλάχιστον 1h και στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του ξηρού δείγματος (A).

Ακολούθως βυθίζεται το δείγμα σε λουτρό νερού σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του δείγματος στο νερό (C). Αν η θερμοκρασία του δείγματος διαφέρει από την θερμοκρασία του νερού στο λουτρό κατά περισσότερο από 2 °C τότε το

δείγμα θα πρέπει να παραμείνει βυθισμένο για 10 έως 15 min αντί 3 έως 5 min.

Στη συνέχεια σκουπίζεται η επιφάνεια του δείγματος με μία πετσέτα και ζυγίζεται (B).

$$\text{Εδικό Βάρος } G = \frac{A}{B - C}$$

A : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δείγματος στο νερό (g)

B – C : Η μάζα του όγκου του νερού που εκτοπίζει ο όγκος του δείγματος (g)

Η απορροφητικότητα σε νερό (κατ' όγκο) του δείγματος υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Απορροφητικότητα σε νερό κατ' όγκο} = \frac{B - A}{B - C} \times 100$$

A : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δείγματος στο νερό (g)

3.3.1.2 Επικαλυμμένα Δοκίμια

3.3.1.2.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Σύμφωνα με την προδιαγραφή D 1188 -96 [18], η διάμετρος ενός κυλινδρικού δοκιμίου ή ενός πυρήνα (καρότο), καθώς και το μήκος των πλευρών ενός κομμένου δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τέσσερις φορές (4) μεγαλύτερο από τον μέγιστο κόκκο των αδρανών του ασφαλτομίγματος. Επίσης το πάχος του δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον μιάμιση φορά (1,5) μεγαλύτερο από τον μέγιστο κόκκο του ασφαλτομίγματος.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να επιδεικνύεται προκειμένου τα δείγματα να μην διαταραχθούν, λυγίσουν ή σπάσουν καθώς θα εξωλκεύονται από το οδόστρωμα ή βγαίνουν από τη μήτρα. Τα δείγματα πρέπει να αποθηκεύονται σε ασφαλή και δροσερό χώρο ενώ δεν θα πρέπει να περιέχουν ξένα σώματα και υλικά.

3.3.1.2.2 Εργαστηριακές Απαιτήσεις και Υλικά

Για την δοκιμή αυτή απαιτούνται τα ακόλουθα:

Μια ζυγαριά με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων, η οποία έχει εξοπλιστεί με κατάλληλη διάταξη προκειμένου να μπορεί να ζυγίσει το δείγμα όταν αυτό θα βρίσκεται αναρτημένο μέσα σε νερό

Ένα λουτρό νερού ικανό να διατηρήσει θερμοκρασία 25 ± 1 °C μέσα στο οποίο θα αναρτάται το δείγμα για να ζυγιστεί.

Παραφίλμ, μία ελαστομερή μεμβράνη, το ειδικό βάρος της οποία (F), σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C, μπορούμε είτε να προσδιοριστεί με εργαστηριακή διαδικασία που περιγράφεται στην προδιαγραφή είτε να ζητηθεί από τον κατασκευαστή του προϊόντος.

3.3.1.2.3 Εργαστηριακή Διαδικασία

Αρχικά ξηραίνεται το δείγμα μέχρι σταθερού βάρους και προσδιορίζεται η μάζα του, ζυγίζοντας το δείγμα (Α).

Στη συνέχεια καλύπτεται το δείγμα με την μεμβράνη προσέχοντας να μην μείνουν ακάλυπτα σημεία και να μην δημιουργηθούν οπές στη μεμβράνη.

Ακολούθως προσδιορίζεται η μάζα του καλυμμένου δείγματος ζυγίζοντάς το (D).

Τέλος βυθίζεται το δείγμα σε λουτρό νερού σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min και στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του καλυμμένου δείγματος με ζύγιση στο νερό (E). Αν η θερμοκρασία του δείγματος διαφέρει από την θερμοκρασία του νερού στο λουτρό περισσότερο από 2 °C τότε το δείγμα θα πρέπει να μείνει βυθισμένο για διάστημα 10 έως 15 min αντί 3 έως 5 min. Εφόσον η θερμοκρασία του νερού στο λουτρό διαφέρει από τους 25 °C τότε απαιτείται η διόρθωση του προκύπτοντος ειδικού βάρους με συγκεκριμένο συντελεστή ή τύπο διόρθωσης που αναφέρεται στην προδιαγραφή.

$$\text{Εδικό Βάρος } G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$$

A : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

D : Η μάζα του ξηρού καλυμμένου δείγματος στον αέρα (g)

E : Η μάζα του καλυμμένου δείγματος στο νερό (g)

F : Το ειδικό βάρος του παραφίλμ στους 25 °C

3.3.2 Ασφαλτομίγματα Ανοικτού Τύπου

Αφορά ασφαλτομίγματα ανοικτού τύπου, με τιμή κενών μεγαλύτερη από 10% μετά την συμπίκνωση. Ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους γίνεται από την τιμή της πυκνότητας του δείγματος, η οποία διαιρούμενη με την πυκνότητα του νερού στους 25 °C, ($0,99707 \text{ g/cm}^3$), δίδει το ειδικό βάρος του. Η πυκνότητα του δείγματος υπολογίζεται από την μάζα (g) του δείγματος, όταν αυτό είναι στεγνό, και από τον όγκο (cm^3) του.

Εφαρμόζοντας την προδιαγραφή D 3549 [20] προσδιορίζεται το ύψος του δείγματος στη συνέχεια μετρείται η διάμετρος του δείγματος σε τέσσερα διαφορετικά σημεία και λαμβάνεται ο μέσος όρος. Με τη χρήση του μέσου ύψους και της μέσης διαμέτρου, υπολογίζεται ο όγκος του δείγματος (cm^3) και ακολούθως η πυκνότητά του.

3.3.2.1 Προσδιορισμός Πάχους Δοκιμίου

3.3.2.1.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Τα δείγματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα δοκίμια που παρασκευάζονται στο εργαστήριο και οι πυρήνες (καρότα) από κατασκευασμένους ασφαλοτάπητες.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να επιδεικνύεται προκειμένου τα δείγματα να μην διαταραχθούν, λυγίσουν ή σπάσουν καθώς θα εξωλκεύονται από το οδόστρωμα, ή καθώς θα βγαίνουν από τη μήτρα ή όταν παραμένουν σε αποθήκευση μέχρι να μετρηθούν.

Τα δείγματα δεν θα πρέπει να περιέχουν ξένα σώματα και υλικά όπως χώμα, χαρτί ή υλικό επικάλυψης.

3.3.2.1.2 Εργαστηριακές Διαδικασίες

Σε αυτή την προδιαγραφή περιγράφεται ο προσδιορισμός του πάχους ενός δείγματος με τρεις μεθόδους. Μέτρηση με μετροταινία ή χάρακα, μέτρηση με παχύμετρο, ή υπολογισμό του πάχους από το λόγο του όγκου προς την επιφάνεια του δείγματος.

Ανεξάρτητα από το ποιά μέθοδο εφαρμόζεται το όργανο που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να έχει ακρίβεια (0,10 cm).

Το πάχος δειγμάτων με σχετικά επίπεδες επιφάνειες και με εμφανή διαχωρισμό των στρώσεων μπορεί να προσδιοριστεί επίσης με την χρήση μετροταινίας ή χάρακα σύμφωνα με τα παρακάτω.

Λαμβάνονται τέσσερις (4) μετρήσεις σε κάθε τέταρτο της περιφέρειας του δείγματος ή στο μέσο της πλευράς ενός ορθογώνιου δείγματος. Οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να είναι κάθετες στο άνω επίπεδο του δείγματος. Ως πάχος του δείγματος λαμβάνεται ο μέσος όρος των τεσσάρων μετρήσεων.

Το πάχος δειγμάτων με σχετικά επίπεδες επιφάνειες μπορεί να προσδιοριστεί με την χρήση παχύμετρου παίρνοντας τέσσερις μετρήσεις και υπολογίζοντας τον μέσο όρο.

Τέλος σε δείγμα ασφαλτομίγματος κλειστού τύπου με ομοιόμορφες κάθετες πλευρές μπορεί να προσδιορισθεί το πάχος, διαιρώντας τον όγκο του δείγματος με το εμβαδόν της επιφάνειας του δείγματος η οποία είναι κάθετη στην διεύθυνση του προσδιοριζόμενου πάχους.

Η επιφάνεια αυτή προσδιορίζεται σε τετραγωνικά εκατοστά και βρίσκεται περίπου στο μέσο ανάμεσα στην επάνω και κάτω παρειά του δείγματος ενώ είναι κάθετη στις κάθετες πλευρές του. Ο όγκος του δείγματος σε κυβικά εκατοστά προσδιορίζεται εφαρμόζοντας μία από τις ακόλουθες προδιαγραφές, την D 1188 [18] ή D 2726 [19].

3.4 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος κατά EN

Οι Ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 12697 - (2003) [21], προτείνουν μία σειρά από μεθόδους για τον προσδιορισμό της πυκνότητας ενός συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος. Οι μέθοδοι αυτοί χρησιμοποιούνται είτε το δείγμα είναι ένα εργαστηριακά παρασκευασμένο δοκίμιο είτε πυρήνας (καρότο) κομμένος από συμπυκνωμένο ασφαλτοτάπητα.

Οι Ευρωπαϊκές προδιαγραφές περιγράφουν τέσσερις μεθόδους από τις οποίες η επιλογή για το ποια είναι η κατάλληλη σε κάθε περίπτωση εξαρτάτε από το αναμενόμενο ποσοστό κενών στο δείγμα καθώς και από την απορροφητικότητα του σε νερό.

Οι μέθοδοι είναι επιγραμματικά οι ακόλουθες:

A) Ξηρού δείγματος, για δείγματα με πολύ κλειστή επιφάνεια.

B) Κορεσμένου επιφανειακά ξηρού δείγματος-SSD , για δείγματα με κλειστή επιφάνεια.

Γ) Επικαλυμμένου δείγματος, για δείγματα με ανοικτή ή τραχεία (coarse) επιφάνεια.

Δ) Με χρήση διαστάσεων, για δείγματα με κανονική επιφάνεια και κανονικό γεωμετρικό σχήμα.

Η πυκνότητα ενός συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος προσδιορίζεται από την μάζα του δείγματος και από τον όγκο του (συμπεριλαμβανομένων των κενών). Η μάζα του δείγματος καθορίζεται με ζύγιση του ξηρού δείγματος στον αέρα.

Για τις τρεις πρώτες μεθόδους ο όγκος του δείγματος προσδιορίζεται από την μάζα του στο νερό και στον αέρα. Στην διαδικασία ξηρού δείγματος η μάζα του δείγματος στο νερό καθορίζεται χωρίς προεργασία. Στην μέθοδο SSD το δείγμα μένει μέσα στο νερό για να κορεστεί, και ακολούθως στεγνώνετε επιφανειακά με μία πετσέτα. Στην μέθοδο επικαλυμμένου δείγματος το δείγμα στεγανοποιείται πριν βυθιστεί στο νερό προκειμένου να αποτραπεί η είσοδος

νερού στους πόρους του δείγματος. Στην τέταρτη μέθοδο ο όγκος του δείγματος προσδιορίζεται με μέτρηση των διαστάσεών του.

3.4.1 Επιλογή και Προετοιμασία Δείγματος

Το ελάχιστο πάχος του δείγματος θα πρέπει να είναι ή 20mm ή δύο (2) φορές το μέγεθος του μέγιστο ονομαστικού κόκκου των αδρανών, με όποιο εκ των δύο είναι μεγαλύτερο. Τα δείγματα δεν θα πρέπει να διαταραχθούν κατά την επεξεργασία τους, ενώ θα πρέπει να αποθηκεύονται σε δροσερό χώρο με θερμοκρασία που δεν θα ξεπερνά τους 25 °C.

Τα δείγματα θα πρέπει να καθαριστούν, αν είναι απαραίτητο, με βούρτσα. Επίσης θα πρέπει να είναι ξηρά, σε αντίθετη περίπτωση θα αφήνονται να στεγνώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι σταθερού βάρους. Σταθερό βάρος επιτυγχάνεται όταν ανάμεσα σε δύο μετρήσεις μάζας, σε χρονικό διάστημα τουλάχιστον 6 ωρών, έχουμε μεταβολή μικρότερη από 0,1% (m/m).

3.4.2 Εργαστηριακές Διαδικασίες

Όλες οι μάζες θα προσδιορίζονται στο πλησιέστερο 0,1g, όλες οι διαστασιολογήσεις θα γίνονται στο πλησιέστερο 0,1mm.

3.4.2.1 Διαδικασία Α: Ξηρού δείγματος-dry

Αρχικά ζυγίζεται η μάζα του ξηρού δείγματος (m_1), και στη συνέχεια προσδιορίζεται η πυκνότητα του νερού (ρ_w) με ακρίβεια 0,1kg/m³ σύμφωνα με την θερμοκρασία στην οποία διεξάγεται η δοκιμή από σχετικό πίνακα ο οποίος βρίσκεται στην προδιαγραφή (πιν.1). Βυθίζεται το δείγμα στο λουτρό ύδατος το οποίο έχει ρυθμιστεί σε σταθερή θερμοκρασία δοκιμής. Ακολούθως καθορίζεται η μάζα του δείγματος αμέσως μόλις ηρεμήσει το νερό μετά την βύθιση (m_2). Όταν το δείγμα είναι υγρό πρώτα προσδιορίζεται η μάζα του στο νερό και μετά στον αέρα.

$$\text{Πυκνότητα } \rho_{\text{bdry}} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \rho_w$$

ρ_{bdry} : Η πυκνότητα του δείγματος (kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

m_2 : Η μάζα του δείγματος στο νερό (g)

ρ_w : Η πυκνότητα του νερού στην θερμοκρασία της δοκιμής (kg/m^3)

Η παραπάνω μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της πυκνότητας σε πολύ πυκνά, και πρακτικά μη απορροφητικά δείγματα όπως είναι για παράδειγμα η ασφαλτομαστίχη (mastic asphalt). Η εφαρμοσιμότητα της μεθόδου σχετίζεται με την υφή της επιφάνειας του δείγματος η οποία πρέπει να είναι λεία, καθώς η πρόσβαση στους εσωτερικούς πόρους είναι δύσκολη.

3.4.2.2 Διαδικασία Β :Κορεσμένου επιφανειακά ξηρού δείγματος-SSD

Αρχικά ζυγίζεται το δείγμα ξηρό στον αέρα και υπολογίζεται η μάζα του (m_1). Στη συνέχεια προσδιορίζεται η πυκνότητα του νερού (ρ_w) με ακρίβεια $0,1\text{kg/m}^3$ σύμφωνα με την θερμοκρασία στην οποία διεξάγεται η δοκιμή από τον σχετικό πίνακα οποίος βρίσκεται στην προδιαγραφή (πιν.1). Βυθίζεται το δείγμα σε λουτρό ύδατος σε γνωστή και σταθερή θερμοκρασία, και αφήνεται για χρονικό διάστημα 30min οπότε και θεωρείται κορεσμένο. Προσδιορίζεται η μάζα του δείγματος (m_2) μέσα στο νερό και δίδεται προσοχή ώστε να μην βγαίνουν φυσαλίδες από αυτό κατά την μέτρηση. Ακολούθως αφαιρείται το δείγμα από το νερό, σκουπίζεται επιφανειακά με μία πετσέτα και προσδιορίζεται η μάζα του ξανά (m_3)

$$\text{Πυκνότητα } \rho_{\text{bssd}} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \rho_w$$

ρ_{bssd} : Η πυκνότητα του δείγματος (kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

m_2 : Η μάζα του δείγματος στο νερό (g)

m_3 : Η μάζα του κορεσμένου επιφανειακά ξηρού δείγματος στο νερό (g)

ρ_w : Η πυκνότητα του νερού στην θερμοκρασία της δοκιμής (kg/m^3)

Η παραπάνω μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της πυκνότητας σε πυκνά ασφαλτομίγματα με μικρή απορροφητικότητα σε νερό. Η εφαρμοσιμότητα της διαδικασίας αυτής έχει σχέση με το ποσοστό των κενών και την διάμετρο των πόρων, για ομαλά διαβαθμισμένα υλικά όπως ασφαλτικό σκυρόδεμα με περιεκτικότητα σε κενά περίπου 5 % (v/v), και για υλικά που αυξάνουν τα μεγάλου διαμέτρου κενά στο δείγμα μέχρι την τιμή περίπου 4% (v/v).

3.4.2.3 Διαδικασία Γ: Επικαλυμμένου δείγματος

Αρχικά ζυγίζεται το δείγμα ξηρό στον αέρα και υπολογίζεται η μάζα του (m_1). Στη συνέχεια προσδιορίζεται η πυκνότητα του νερού (ρ_w) με ακρίβεια $0,1\text{kg/m}^3$ σύμφωνα με την θερμοκρασία στην οποία διεξάγεται η δοκιμή από σχετικό πίνακα οποίος βρίσκεται στην προδιαγραφή (πιν.1).

Ακολούθως το δείγμα σφραγίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνει αδιαπέρατο στο νερό και να μην δημιουργηθούν κενά ανάμεσα στο υλικό επικάλυψης και την επιφάνεια του δείγματος. Με την ολοκλήρωση της επικάλυψης το δείγμα θα είναι εντελώς απρόσβλητο από το νερό.

Το υλικό για την επικάλυψη μπορεί να είναι κερί παραφίνης, συρικνούμενη ελαστική μεμβράνη, κλπ. Η πυκνότητα του υλικού αυτού στην θερμοκρασία δοκιμής θα πρέπει να είναι γνωστή με ακρίβεια $0,010\text{ g/cm}^3$.

Στην συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία για την επικάλυψη του δείγματος με κερί παραφίνης:

Ζεσταίνεται η παραφίνη μέχρι $+ 10\text{ }^\circ\text{C}$ πάνω από την θερμοκρασία τήξης της και διατηρείται η θερμοκρασία αυτή με διαφορά $\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$. Στην συνέχεια βυθίζεται το δείγμα μέσα στην παραφίνη εν μέρη, περίπου μέχρι την μέση, για λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα, ενώ παράλληλα αναταράσσεται το δείγμα για να ελευθερωθούν οι φυσαλίδες αέρα. Αφού κρυώσει και στερεοποιηθεί η παραφίνη στο τμήμα αυτό του δοκιμίου επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία στο υπόλοιπο τμήμα του. Επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία μέχρι ένα συνεχές στρώμα παραφίνης να καλύψει όλο το δείγμα.

Προσδιορίζεται η μάζα του επικαλυμμένου και ξηρού δείγματος (m_2), και στην συνέχεια βυθίζεται το δείγμα στο λουτρό νερού σε γνωστή θερμοκρασία δοκιμής και προσδιορίζεται η μάζα του επικαλυμμένου δείγματος μέσα στο νερό (m_3).

$$\text{Πυκνότητα } \rho_{bsea} = \frac{m_1}{(m_2 - m_3 / \rho_w) - (m_2 - m_1 / \rho_{sm})}$$

ρ_{bsea} : Η πυκνότητα του δείγματος (kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

m_2 : Η μάζα του επικαλυμμένου ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

m_3 : Η μάζα του επικαλυμμένου δείγματος στο νερό (g)

ρ_{sm} : Η πυκνότητα του επικαλυμμένου δείγματος σε θερμοκρασία δοκιμής (kg/m^3) στο πλησιέστερο 10 kg/m^3

ρ_w : Η πυκνότητα του νερού στην θερμοκρασία της δοκιμής (kg/m^3)

Η παραπάνω μέθοδος είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της πυκνότητας ασφαλομιγμάτων με ποσοστό κενών μέχρι 15% (v/v), ενώ δεν είναι κατάλληλη για ανακυκλούμενα ασφαλομίγματα.

3.4.2.4 Διαδικασία Δ : Χρήση διαστάσεων

Προσδιορίζονται οι διαστάσεις του δείγματος, ανάλογα με το σχήμα του, με ακρίβεια χιλιοστού σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 12697-29 [22]. Ακολούθως ζυγίζεται το ξηρό δείγμα και προσδιορίζεται η μάζα του (m_1).

3.4.2.4.1 Πυκνότητα για κυλινδρικά δοκίμια

$$\text{Πυκνότητα } \rho_{b,dim} = \frac{m_1}{\frac{\pi}{4} h d^2} 10^6$$

$\rho_{b,dim}$: Η πυκνότητα του δείγματος (kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

h : Το ύψος του δείγματος σε χιλιοστά (mm)

d : Η διάμετρος του δείγματος σε χιλιοστά (mm)

3.4.2.4.2 Πυκνότητα για ορθογώνια δοκίμια

$$\text{Πυκνότητα } \rho_{b,dim} = \frac{m_1}{h \times l \times w} 10^3$$

$\rho_{b,dim}$: Η πυκνότητα του δείγματος (kg/m^3)

m_1 : Η μάζα του ξηρού δείγματος στον αέρα (g)

h : Το ύψος του δείγματος σε χιλιοστά (mm)

l : Το μήκος του δείγματος σε χιλιοστά (mm)

w : Το πλάτος του δείγματος σε χιλιοστά (mm)

Η παραπάνω διαδικασία είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό της πυκνότητας ασφαλτομιγμάτων ανεξάρτητα από το ποσοστό των κενών του. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για ποσοστό κενών μεγαλύτερο από 15 % (v/v). Τα δείγματα θα πρέπει να έχουν κανονικές επιφάνειες και γεωμετρικό σχήμα προκειμένου να διευκολυνθούν οι μετρήσεις των διαστάσεων τους. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για πορώδη ασφαλτομίγματα.

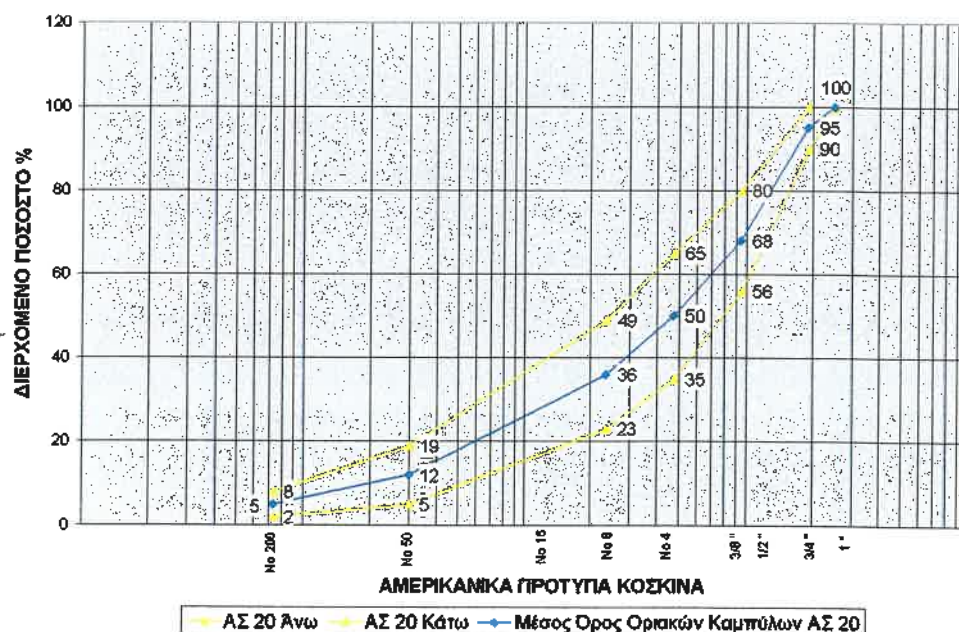
4. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

4.1 Παρασκευή Δοκιμίων

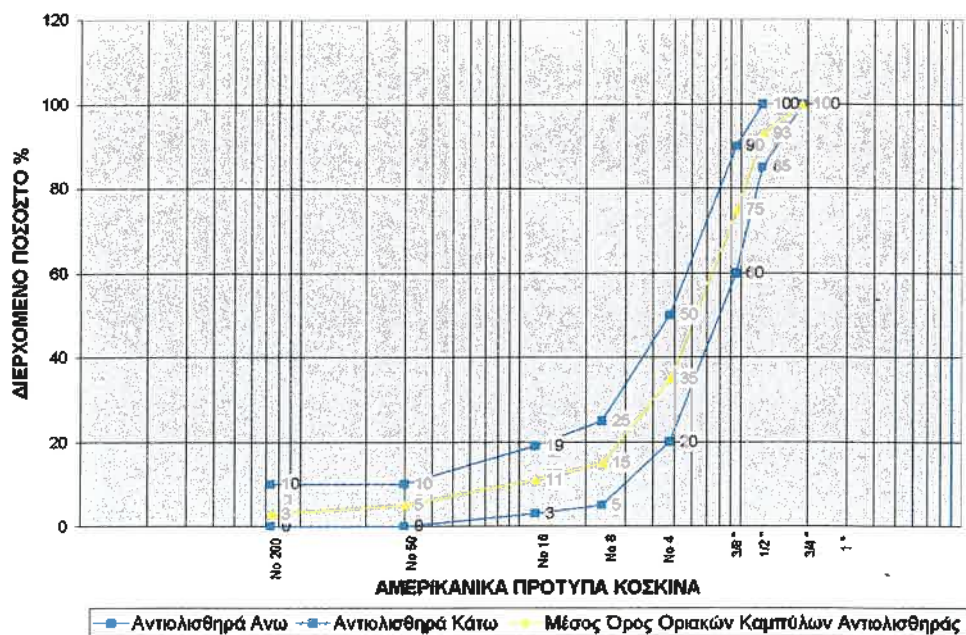
4.1.1 Συνθέσεις

Για την συγκεκριμένη εργασία παρασκευάστηκε μια σειρά δοκιμίων τύπου Marshall η οποία χωρίζεται σε δύο συνθέσεις, την αντιολισθηρά η οποία αποτελεί την τελική στρώση κυκλοφορίας και την ασβεστολιθική ΑΣ20, σύμφωνα με ΣΕΠΤΕΠ [23], η οποία αποτελεί τον κορμό κάθε οδοστρώματος.

Για κάθε σύνθεση επιλέχθηκαν δύο κοκκομετρίες. Η μία αποτελεί το κατώτατο όριο των ορίων της σύνθεσης και η άλλη το μέσο όρο των ορίων της. Στην συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα κοκκομετρικής ανάλυσης των συνθέσεων, παρουσιάζονται τα όρια κάθε σύνθεσης και ο μέσος όρος των οριακών καμπύλων. (Σχήματα 4.1 & 4.2)



Σχήμα 4.1 Όρια και Μέσος Όρος ΑΣ 20 Σύνθεσης



Σχήμα 4.2 Όρια και Μέσος Όρος Αντιολισθηρής Σύνθεσης

4.1.2 Υλικά Παρασκευής Δοκιμών

Για την παρασκευή της σειράς αυτής των δοκιμών χρησιμοποιήθηκαν υλικά από το έργο διαπλάτυνσης του εθνικού οδικού δικτύου στην περιοχή του Αλμυρού - Βόλου.

Για την αντιολισθηρή σύνθεση χρησιμοποιήθηκαν σκύρα και γαρμπίλι από Γάββρο, ένα συγκεκριμένο είδος γρανίτη χαρακτηριστικού πράσινου χρώματος, και ασβεστολιθική θραύστη άμμος.

Για την ΑΣ 20 σύνθεση χρησιμοποιήθηκαν θραυστά ασβεστολιθικά σκύρα, γαρμπίλι και άμμος.

Έγινε κοκκομετρική ανάλυση των υλικών με ποσότητες που ικανοποιούν την προδιαγραφή C 136 – 80 [24], όσον αφορά τις ελάχιστες ποσότητες με βάση τον μέγιστο κόκκο.

Η κοκκομετρία των υλικών αυτών παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

(Πίνακας 4.1)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Κοκκομετρική Διαβάθμιση Υλικών

ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΑ ΣΚΥΡΑ			
Αμερικάνικα Πρότυπα Κόσκινα	Συγκρατούμενο	Διερχόμενο	
(in)	(g)	(g)	%
1 ¼ "	0	6825	100
1 "	543	6282	92
¾ "	1900	4382	64
⅜ "	4338	44	1
No 8	13	31	0,5

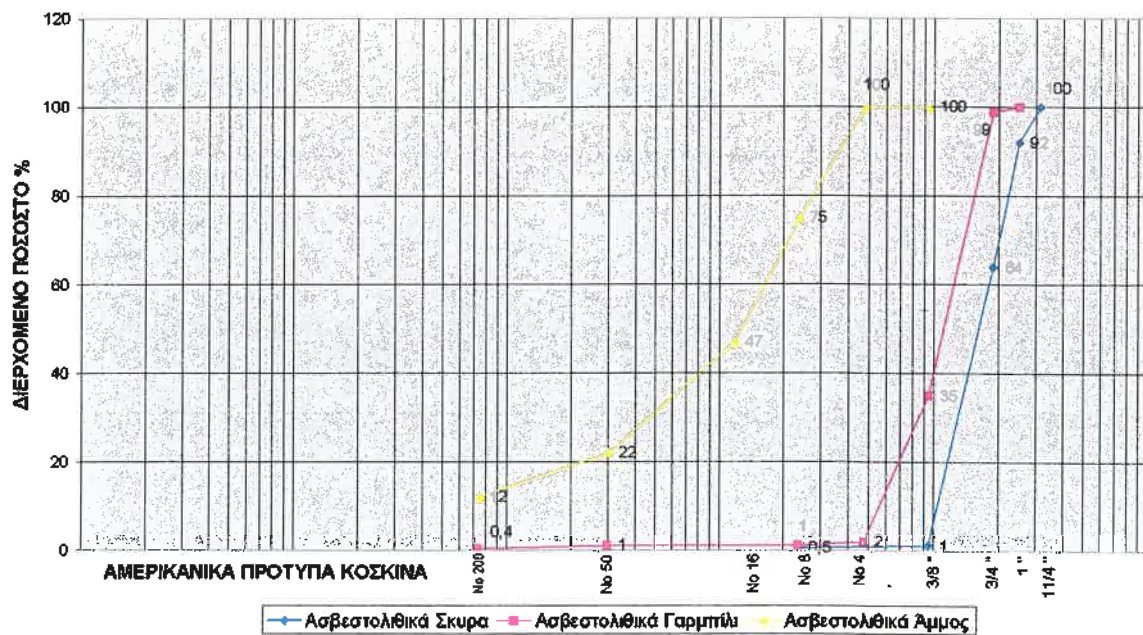
ΓΑΒΒΡΟΣ ΣΚΥΡΑ			
Αμερικάνικα Πρότυπα Κόσκινα	Συγκρατούμενο	Διερχόμενο	
(in)	(g)	(g)	%
¾ "	0	4250	100
1/2 "	924	3326	78
⅜ "	2671	655	15
No 4	430	225	5
No 8	51	174	4,0

ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΑ ΓΑΡΜΠΙΛΙ			
Αμερικάνικα Πρότυπα Κόσκινα	Συγκρατούμενο	Διερχόμενο	
(in)	(g)	(g)	%
1 "	0	4141	100
¾ "	60	4081	99
⅜ "	2618	1463	35
No 4	1393	70	2
No 8	43	27	1
No 50	5	22	1
No 200	6	16	0,4

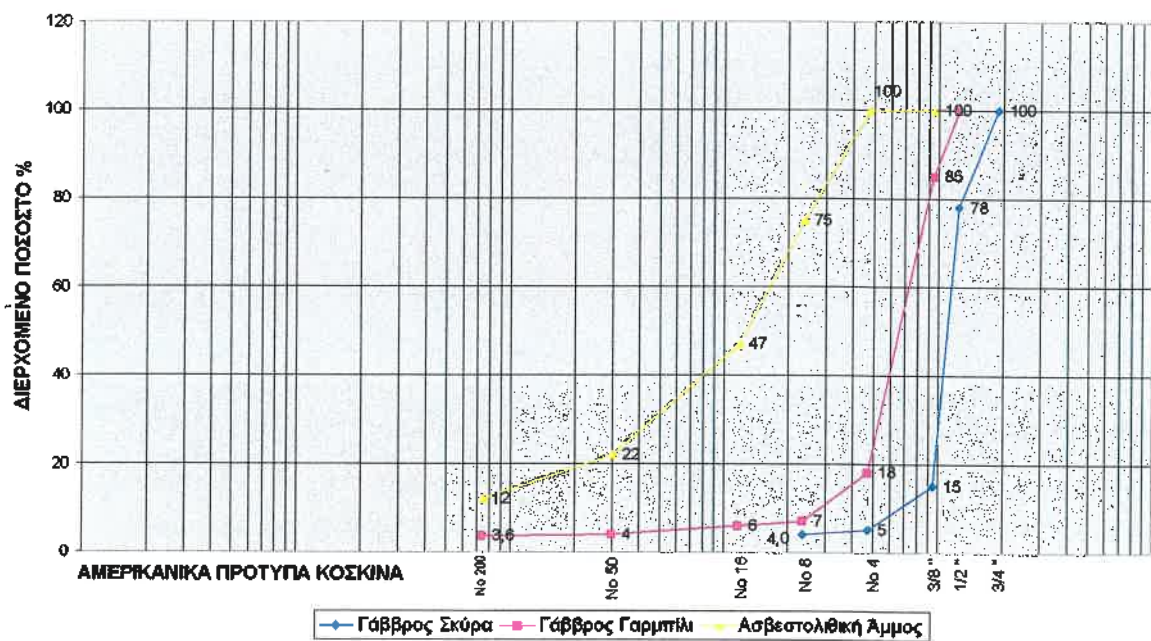
ΓΑΒΒΡΟΣ ΓΑΡΜΠΙΛΙ			
Αμερικάνικα Πρότυπα Κόσκινα	Συγκρατούμενο	Διερχόμενο	
(in)	(g)	(g)	%
1/2 "	0	3645	100
⅜ "	560	3085	85
No 4	2414	671	18
No 8	419	252	7
No 16	47	205	6
No 50	43	162	4
No 200	31	131	3,6

ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ ΑΜΜΟΣ			
Αμερικάνικα Πρότυπα Κόσκινα	Συγκρατούμενο	Διερχόμενο	
(in)	(g)	(g)	%
⅜ "	0	1034	100
No 4	2	1033	100
No 8	254	779	75
No 16	296	483	47
No 50	258	225	22
No 200	99	126	12

Στην συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα της κοκκομετρικής ανάλυσης των υλικών. (Σχήματα 4.3 & 4.4)



Σχήμα 4.3 Αβεστολιθικά Αδρανή



Σχήμα 4.4 Αντιολισθηρά Αδρανή

Σε κάθε κοκκομετρία παρασκευάστηκαν τριάδες δοκιμίων. Κάθε τριάδα περιείχε και διαφορετικό ποσοστό ασφάλτου.

Η ασφάλτος που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου 50/70 για την ΑΣ20 και την αντιολισθηρή και τροποποιημένη, με τροποποιητικό KRATON D 1116 σε ποσοστό 4,6%, μόνο για την αντιολισθηρή. Συνολικά παρασκευάστηκαν 84 δοκίμια των οποίων η αρίθμηση, ο τύπος, το ποσοστό και το είδος της ασφάλτου παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. (Πίνακας 4.2)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 Δοκίμια Ασφάλτου

Αριθμός δοκιμίου	Ποσοστά ασφάλτου (%)	Τύπος κοκκομετρίας Είδος ασφάλτου
1 – 3	3,80	ΑΣ20 ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
4 – 6	4,10	
7 – 9	4,40	
10 – 12	4,70	
13 – 15	5,00	
16 – 18	3,80	ΑΣ20 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
19 – 21	4,10	
22 – 24	4,40	
25 – 27	4,70	
28 – 30	5,00	
31 – 33	4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
34 – 36	4,30	
37 – 39	4,60	
40 – 42	4,90	
43 – 45	5,20	
46 – 48	4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
49 – 51	4,30	
52 – 54	4,60	
55 – 57	4,90	
58 – 60	5,20	
61 – 63	4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
64 – 66	4,30	
67 – 69	4,60	
70 – 72	4,90	
73 – 75	5,20	
76 – 78	4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
79 – 81	4,60	
82 – 84	5,20	

Τα παραπάνω υλικά δεν αναμίχθηκαν με κάποια αναλογία προκειμένου να μας δώσουν τις ζητούμενες κοκκομετρικές καμπύλες, αντίθετα τα υλικά χωρίστηκαν σε κλάσματα, με τη χρήση κόσκινων, έτσι ώστε στη συνέχεια, ανάλογα με την κοκκομετρία κάθε καμπύλης, να ληφθεί η κατάλληλη

ποσότητα αδρανών από κάθε κλάσμα και να παρασκευασθούν δοκίμια με την ζητούμενη κοκκομετρική σύνθεση.

Για την παρασκευή ενός δοκιμίου Marshall χρειάζονται 1200 g αδρανών υλικών. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες με τις ακριβείς ποσότητες από κάθε κλάσμα αδρανών που αποτελούν τα 1200 g ενός δοκιμίου για κάθε σύνθεση και κοκκομετρική καμπύλη. (Πίνακες 4.3 , 4.4 , 4.5 , 4.6)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΑΣ 20 Κατώτατης Οριακής Καμπύλης

ΑΣ 20 - ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ				
Κόσκινα	Διερχόμενο Κοκκομετρικής Καμπύλης	Ποσοστό κατά κλάσμα (%)	Απαιτούμενη Ποσότητα Κλάσματος για (1) Δοκίμιο (g)	ΚΛΑΣΜΑΤΑ
1 "	100			
3/4 "	90	10	120	1" - 3/4 "
3/8 "	56	34	408	3/4" - 3/8"
No 4	35	21	252	3/8" - No 4
No 8	23	12	144	No 4 - No 8
No 50	5	18	216	No 8 - No 50
No 200	2	3	36	No 50 - No 200
ΠΑΙΠΑΛΗ	0	2	24	ΠΑΙΠΑΛΗ
ΣΥΝΟΛΟ		100	1200	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 ΑΣ 20 Μέσος Όρος Οριακών Καμπυλών

ΑΣ 20 - ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ				
Κόσκινα	Διερχόμενο Κοκκομετρικής Καμπύλης	Ποσοστό κατά κλάσμα (%)	Απαιτούμενη Ποσότητα Κλάσματος για (1) Δοκίμιο (g)	ΚΛΑΣΜΑΤΑ
1 "	100			
3/4 "	95	5	60	1" - 3/4 "
3/8 "	68	27	324	3/4" - 3/8"
No 4	50	18	216	3/8" - No 4
No 8	36	14	168	No 4 - No 8
No 50	12	24	288	No 8 - No 50
No 200	5	7	84	No 50 - No 200
ΠΑΙΠΑΛΗ	0	5	60	ΠΑΙΠΑΛΗ
ΣΥΝΟΛΟ		100	1200	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 Αντιολισθηρή - Κατώτατη Οριακή Καμπύλη

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ - ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ				
Κόσκινα	Διερχόμενο Κοκκομετρικής Καμπύλης	Ποσοστό κατά κλάσμα (%)	Απαιτούμενη Ποσότητα Κλάσματος για (1) Δοκίμιο (g)	ΚΛΑΣΜΑΤΑ
3/4 "	100			
1/2 "	85	15	187,5	3/4" - 1/2"
3/8 "	60	25	312,5	1/2" - 3/8"
No 4	20	40	500	3/8" - No 4
No 8	5	15	187,5	3/8" - No 4
No 50	0	5	62,5	No 4 - No 8
No 200	0	0	0	No 8 - No 50
ΠΑΙΠΑΛΗ	0	0	0	No 50 - No 200
ΣΥΝΟΛΟ		100	1250	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 Αντιολισθηρή - Μέσος Όρος Οριακών Καμπυλών

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ - ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ				
Κόσκινα	Διερχόμενο Κοκκομετρικής Καμπύλης	Ποσοστό κατά κλάσμα (%)	Απαιτούμενη Ποσότητα Κλάσματος για (1) Δοκίμιο (g)	ΚΛΑΣΜΑΤΑ
3/4 "	100			
1/2 "	93	7	87,5	3/4" - 1/2"
3/8 "	75	18	225	1/2" - 3/8"
No 4	35	40	500	3/8" - No 4
No 8	15	20	250	3/8" - No 4
No 50	5	10	125	No 4 - No 8
No 200	3	2	25	No 8 - No 50
ΠΑΙΠΑΛΗ	0	3	37,5	No 50 - No 200
ΣΥΝΟΛΟ		100	1250	

4.1.3 Εργαστηριακή Παρασκευή Δοκιμών

Σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D 1559 [25], αφού θερμανθούν τα 1200 g των αδρανών στο φούρνο σε θερμοκρασία 135 °C για την συμβατική ασφάλτο (50/70) και 160 °C για την τροποποιημένη, για χρονικό διάστημα 2 - 2 ½ ωρών, θερμαίνεται η ασφαλτος στους 160 °C. Η ποσότητα της ασφάλτου που θα χρησιμοποιηθεί προσδιορίζεται με βάση το ποσοστό ασφάλτου σε κάθε τριάδα δοκιμών. π.χ. για δοκίμια που απαιτείται να έχουν ποσοστό ασφάλτου 4,5 % θα χρειασθούν $1200 \times 4,5\% = 54 \text{ g}$ ασφάλτου. (Σχήμα 4.5)

Τοποθετούνται στη συνέχεια τα αδρανή και η ποσότητα της ασφάλτου που απαιτείται στη λεκάνη του μίξερ που έχει προθερμανθεί στους 135 ή 160 °ο και αναμιγνύεται μέχρι όλοι οι κόκκοι να χρωματισθούν με ασφάλτο. (Σχήματα 4.6 και 4.7)



Σχήμα 4.5 Οι μήτρες και τα αδρανή μέσα στο φούρνο, έτοιμα για χρήση και παρασκευή.



Σχήμα 4.6 Τοποθέτηση αδρανών και ασφάλτου στον αναδευτήρα προς μίξη.



Σχήμα 4.7 Όλοι οι κόκκοι του μίγματος έχουν χρωματιστεί

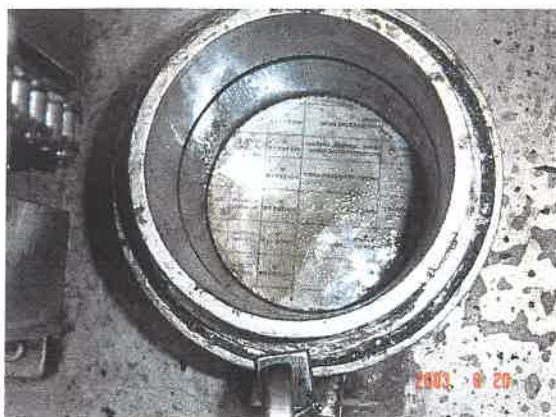
Το πρώτο ασφαλτόμιγμα των 1200 g αδρανών και της ασφάλτου που λαμβάνεται από το μίξερ, απορρίπτεται διότι αρκετή ποσότητα λεπτού υλικού έχει συγκρατηθεί στην λεκάνη και στον αναμικτήρα του μίξερ.

Στη συνέχεια τοποθετείται το θερμό ασφαλτόμιγμα στη μήτρα Marshall, όπου έχει τοποθετηθεί και το κολάρο, αφού ληφθεί μέριμνα να τοποθετηθεί ένα απορροφητικό χαρτί στην βάση της μήτρας για να μην κολλήσει το ασφαλτόμιγμα στην επιφάνεια, που εδράζεται η μήτρα. (Σχήματα 4.8 και 4.9)

Όταν τοποθετηθεί το ασφαλτόμιγμα στην μήτρα πρέπει οι κόκκοι του να κατανεμηθούν ομοιόμορφα σε όλη την μάζα και αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια μιας μικρής σπάτουλας, που διαστρώνει περιμετρικά και ενδιάμεσα το ασφαλτόμιγμα.

Στη συνέχεια υποβάλλεται το ασφαλτόμιγμα σε συμπίκνωση με ένα αριθμό κτύπων σε κάθε πλευρά της μήτρας με την χρήση έναν μηχανικού κόπανου MARSHALL (Σχήμα 4.10). Στη μελέτη αυτή σε κάθε περίπτωση τα δοκίμια συμπυκνώθηκαν με 75 κτύπους σε κάθε πλευρά.

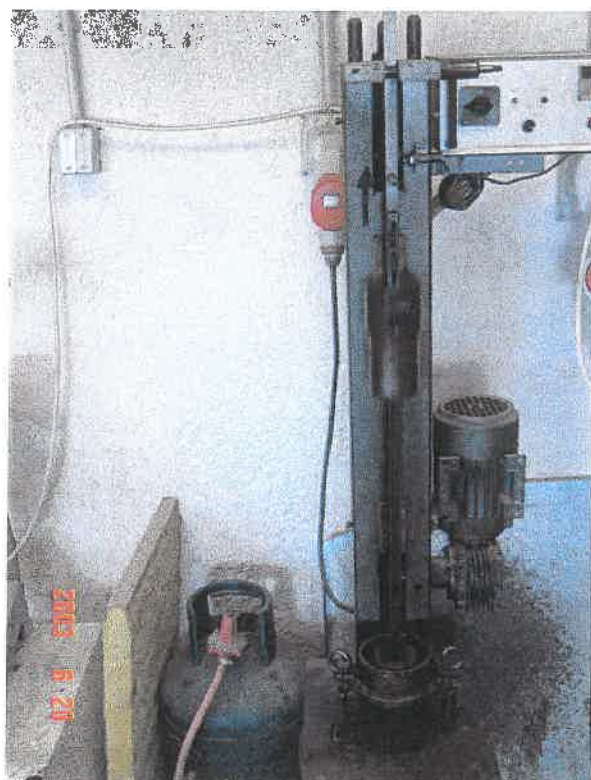
Μετά την συμπίκνωση το δοκίμιο εξάγεται από την μήτρα με τον εξωλκέα και αφήνεται να ωριμάσει για 24 h.



Σχήμα 4.8 Η μήτρα Marshall έτοιμη να δεχθεί το ασφαλτόμιγμα.



Σχήμα 4.9 Το ασφαλτόμιγμα τοποθετημένο στην μήτρα.



Σχήμα 4.10 Ο μηχανικός κόπανος Marshall.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Τα αντιολισθηρά αδρανή έχουν εξ ορισμού μεγαλύτερο ειδικό βάρος από τα ασβεστολιθικά με αποτέλεσμα στο ίδιο βάρος να έχουν μικρότερο όγκο. Προκειμένου να επιτευχθεί ομοιογένεια στην ογκομέτρηση των δοκιμών αυξήθηκε κατά 50g το βάρος των δοκιμών της αντιολισθηρής σύνθεσης, συνεπώς τα δοκίμια της αντιολισθηρής ζυγίζουν 1250 g.

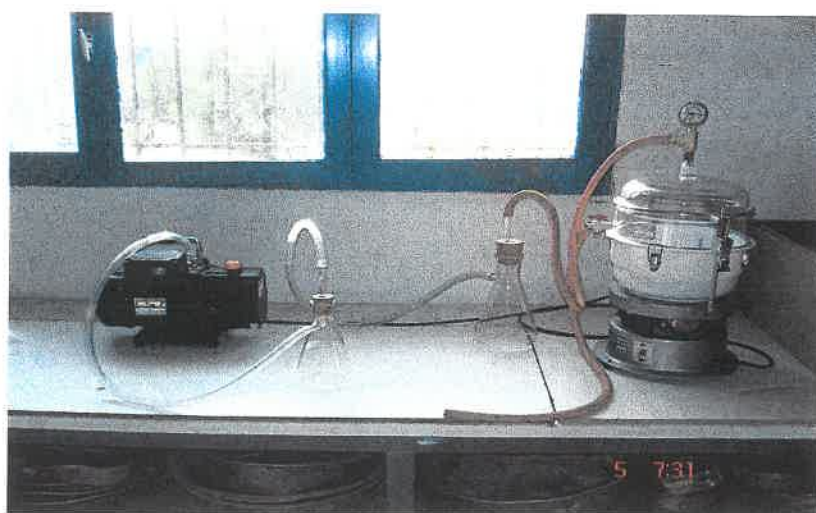
4.2 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος

Το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος αποτελεί ένα σημαντικό μέγεθος, η τιμή του οποίου εξαρτάται από την σύνθεση του μίγματος όσον αφορά τους τύπους και τις ποσότητες των αδρανών, και της ασφάλτου. Χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των κενών σε συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα.

Στην μελέτη αυτή προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος ακολουθήθηκε η προδιαγραφή ASTM D 2041. [11]

Συνδεσμολογία

Προκειμένου να προσδιοριστεί η τιμή του μεγέθους αυτού απαιτείται η χρήση των παρακάτω συσκευών. Ενός δοχείου κενού , μίας αντλίας κενού ικανής να δημιουργήσει κενό 30mm στήλης υδραργύρου, τουλάχιστον μία υδατοπαγίδα, ένα μανόμετρο ικανό να μετρήσει το παραμένον κενό 30mm στήλης υδραργύρου, μία ανακουφιστική βαλβίδα προκειμένου να ρυθμιστεί η πίεση που ασκείται στο δοχείο. Οι παραπάνω συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με την ακόλουθη συνδεσμολογία.(Σχήμα 4.11)



Σχήμα 4.11 Εργαστηριακή Διάταξη των Συσκευών

Παρασκευάσθηκαν δείγματα χαλαρού ασφαλτομίγματος η ποσότητα των οποίων ικανοποιεί τις απαιτήσεις της προδιαγραφής, δηλαδή, η ελάχιστη ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί να είναι ανάλογη με τον μέγιστο κόκκο του ασφαλτομίγματος σύμφωνα με πίνακα που παραθέτει. Η παρασκευή τους έγινε με τον ίδιο τρόπο με αυτή των δοκιμών χωρίς την συμπίκνωση.

Έτσι παρασκευάσθηκαν δείγματα για κάθε ποσοστό ασφάλτου και στις δύο κοκκομετρικές καμπύλες σε κάθε σύνθεση όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα. (Πίνακας 4.7)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7 Ποσοστά Ασφάλτου - Κοκκομετρία

Ποσοστά ασφάλτου (%)	Τύπος κοκκομετρίας Είδος ασφάλτου
3,80	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
4,10	
4,40	
4,70	
5,00	
3,80	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
4,10	
4,40	
4,70	
5,00	
4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
4,30	
4,60	
4,90	
5,20	
4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : 50/70
4,30	
4,60	
4,90	
5,20	
4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
4,30	
4,60	
4,90	
5,20	
4,00	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΦΑΛΤΟΣ : ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
4,60	
5,20	

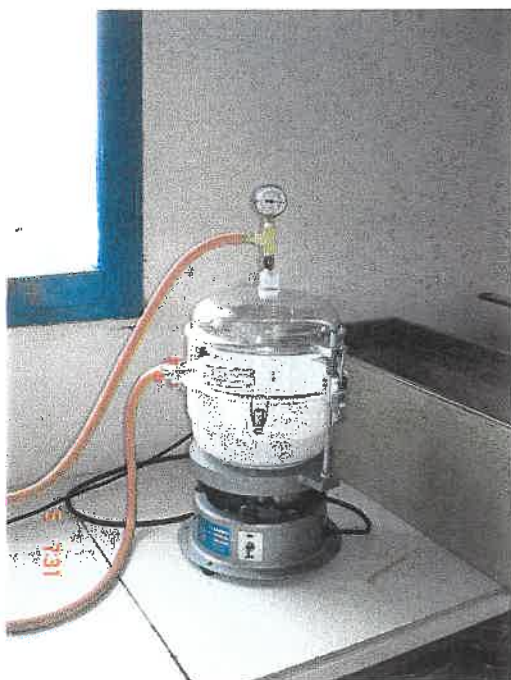
Το δείγμα μετά την βαφή του στον αναδευτήρα χωρίζεται σε όσο το δυνατόν μικρότερα κομμάτια έτσι ώστε ο μέγιστος κόκκος του ασφαλτομίγματος να μην υπερβαίνει τα 6,3 mm (1/4 in) και αφήνεται να κρυώσει μέχρι θερμοκρασία περιβάλλοντος (Σχήμα 4.12).

Στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του πυκνόμετρου όταν είναι γεμάτο με νερό στους 25 °C (D). Τοποθετείται το δείγμα στο πυκνόμετρο όπου ζυγίζεται το καθαρό του βάρος εν ξηρό (A).



Σχήμα 4.12 Διαχωρισμός κόκκων

Μετά τη ζύγιση προστίθεται νερό, σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C, μέχρι την πλήρη κάλυψη του δείγματος και απομακρύνεται ο παγιδευμένος αέρας μέσα από το δοχείο κενού με τη χρήση της αντλίας κενού, και εφαρμογή σταδιακά αυξανόμενου κενού μέχρι τα 30mm στήλης Hg ή λιγότερο. Διατηρείται το κενό για 5 έως 15 min ενώ παράλληλα αναδεύεται το δοχείο είτε χειροκίνητα είτε με τη χρήση δονητικής τράπεζας (Σχήματα 4.13 & 4.14).



Σχήμα 4.13 Πυκνόμετρο και δονητική τράπεζα



Σχήμα 4.14 Το δείγμα τοποθετείται στο πυκνόμετρο πριν την εφαρμογή του κενού.

Μετά το πέρας της προαναφερθείσας χρονικής περιόδου αποσυνδέεται η αντλία και επιτρέπεται στον αέρα να περάσει μέσα στο δοχείο και γεμίζεται το δοχείο με νερό στους 25 ± 1 °C. Στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του δοχείου μαζί με το δείγμα, γεμάτο με νερό (E) (Σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.15 Το πυκνόμετρο μαζί με το δείγμα, γεμάτο νερό.

Το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$\text{Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος } G_{\max} = \frac{A}{A + D - E}$$

A = Μάζα στεγνού δείγματος στον αέρα (g)

D = Μάζα δοχείου γεμάτο με νερό στους 25 °C (g)

E = Μάζα δοχείου γεμάτο με νερό στους 25 °C και το δείγμα (g)

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της παραπάνω διαδικασίας στα δείγματα που παρασκευάστηκαν δίδονται στους ακόλουθους πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8 Αποτελεσμάτων Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
3,80	2051,0	7602	8843	2,532
4,40	2063,0	7602	8838	2,495
4,50	2049,0	7602	8836	2,514
5,00	2084,0	7602	8847	2,484

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
3,80	2054,0	7602	8850	2,548
4,10	2048,0	7602	8839	2,525
4,40	2070,0	7602	8852	2,524
4,70	2043,0	7602	8831	2,510
5,00	2068,0	7602	8840	2,492

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
4,00	2059,5	7602	8888	2,663
4,30	2061,3	7602	8883	2,642
4,60	2076,5	7602	8887	2,623
4,90	2072,9	7602	8884	2,621
5,20	2065,6	7602	8875	2,606

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
4,00	2059,4	7602	8895	2,687
4,30	2063,3	7602	8884	2,641
4,60	2059,5	7602	8889	2,666
4,90	2051,9	7602	8880	2,651
5,20	2075,2	7602	8888	2,630

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{\max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
4,00	2054,0	7602	8878	2,640
4,30	2047,2	7602	8872	2,634
4,60	2072,9	7602	8881	2,611
4,90	2078,0	7602	8884	2,611
5,20	2076,0	7602	8878	2,595

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)				
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε t = 25 °C (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε t = 25 °C (g)	$G_{\max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
4,00	2051,5	7602	8884	2,666
4,30	2030,6	7602	8870	2,663
4,60	2067,2	7602	8887	2,643
4,90	2054,7	7602	8875	2,629
5,20	2067,0	7602	8885	2,637

4.2.1 Εκχυλίσες και Κοκκομετρίες Επαλήθευσης

Μετά τον προσδιορισμό του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους στα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν έγινε εκχύλιση για να διαπιστωθεί το ποσοστό ασφάλτου που πραγματικά είχε το ασφαλτόμιγμα καθώς και για να επαληθευτεί την κοκκομετρία τους. Η εκχύλιση έγινε με εφαρμογή της προδιαγραφής ASTM D 2172. [26]

Αρχικά το δείγμα ζυγίζεται και τοποθετείται στο δοχείο. Ακολούθως προστίθεται ικανή ποσότητα οποιοδήποτε διαλύτη ασφάλτου υπάρχει διαθέσιμος μέχρι να καλύψει πλήρως το δείγμα, τριχλωροαιθιλένιο ή διχλωριμεθάνιο ή χλωριούχο μεθυλένιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως διαλύτες. Σε κάθε περίπτωση όμως θα πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα προστασίας προκειμένου να μην εισπνέονται οι αναθυμιάσεις από το διαλύτη (Σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.13 Το δοχείο εκχύλισης με το δείγμα ασφαλτομίγματος.



Σχήμα 4.14 Το δοχείο εκχύλισης με το ασφαλτόμιγμα τοποθετημένο στον εκχυλιστήρα.

Το δείγμα αφήνεται μέσα στον διαλύτη για χρονικό διάστημα 15 min και στην συνέχεια αναδεύεται μέχρι ότου να είναι αδύνατος ο εντοπισμός μεγάλων συσσωματωμάτων αδρανών. Ζυγίζεται το φίλτρο, πριν την εκχύλιση, που θα τοποθετηθεί ανάμεσα στο δοχείο εκχύλισης και το καπάκι του δοχείου. Ακολούθως τοποθετείται το δοχείο εκχύλισης στον εκχυλιστή, αφού έχει εφαρμοστεί κατάλληλα το φίλτρο, και βιδώνεται το καπάκι. Ο εκχυλιστής περιστρέφει το δοχείο και με την βοήθεια της φυγοκέντρισης απομακρύνει τον διαλύτη μαζί με ένα μεγάλο μέρος τις ασφάλτου (Σχήματα 4.17 - 4.18 - 4.19).

Σε δεύτερη φάση μετά την πρώτη πλύση, χωρίς να αποσφραγιστεί το δοχείο προστίθεται, από κατάλληλη υποδοχή του μηχανήματος και όσο το δυνατόν πιο αργά, η ίδια ποσότητα διαλύτη που είχε χρησιμοποιηθεί στην πρώτη πλύση και αφήνεται το δείγμα μέσα στον διαλύτη για άλλα 10 min. Μετά την πάροδο του χρόνου αυτού ο εκχυλιστής τίθεται και πάλι σε λειτουργία και απομακρύνει τον διαλύτη με την υπόλοιπη άσφαλο (Σχήματα 4.20 – 4.21).

Σε τρίτη φάση χωρίς να απενεργοποιηθεί ο εκχυλιστής και αφού έχει απομακρυνθεί ο διαλύτης της δεύτερης πλύσης προστίθεται άλλη μία φορά διαλύτης στην ίδια ποσότητα με πριν, προκειμένου να εκπλυθεί με τον τρόπο αυτό το φίλτρο από τυχόν άσφαλο που μπορεί να έχει απορροφήσει.



Σχήμα 4.18 Το δείγμα μέσα στο δοχείο εκχύλισης καλυμμένο με διαλύτη.



Σχήμα 4.19 Το φίλτρο τοποθετημένο στο δοχείο εκχύλισης.



Σχήμα 4.20 Το δοχείο εκχύλισης σφραγισμένο στον εκχυλιστή.



Σχήμα 4.21 Ο εκχυλιστής σε λειτουργία.

Μετά το πέρας και της τρίτης πλύσης το δοχείο εκχύλισης αποσφραγίζεται και περιεχόμενο του τοποθετείται σε δοχείο με μεγάλη προσοχή προκειμένου να μην χαθούν αδρανή ειδικά μικρού κόκκου. Το φίλτρο μετά από την εκχύλιση ξύνεται με σπάτουλα προκειμένου αποσπαστούν αδρανή τα οποία έχουν κολλήσει κατά τις πλύσεις (Σχήματα 4.22 – 4.23).



Σχήμα 4.22 Τα αδρανή μέσα στο δοχείο μετά την εκχύλιση.



Σχήμα 4.23 Το φίλτρο μετά την εκχύλιση.

Τα αδρανή καθώς και το φίλτρο μετά την εκχύλιση θερμαίνονται σε φούρνο, σε θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$, προκειμένου να στεγνώσουν.

Αφού τα αδρανή και το φίλτρο στεγνώσουν βγαίνουν από τον φούρνο και αφήνονται να ψυχθούν μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια ζυγίζονται τα αδρανή και το φίλτρο προκειμένου να πάρουμε την μάζα των αδρανών και του φίλτρου μετά την δοκιμή.

Το μείγμα της ασφάλτου και του διαλύτη περιέχει ποσότητα παιπάλης (διερχόμενο από το κόσκινο Νο200) η οποία πρέπει να προσδιοριστεί και να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς τις μάζας των αδρανών μετά την δοκιμή. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με την διαδικασία της φυγοκέντρισης. Η μέθοδος αυτή απαιτεί την χρήση μιας υψηλής ταχύτητας φυγόκεντρου συσκευής τύπου συνεχούς ροής (Σχήμα 4.24).



Σχήμα 4.24 Συσκευή φυγοκέντρισης και φίλτρα εκχύλισης

Προσδιορίζεται η μάζα του άδειου δοχείου πριν την τοποθέτησή του στην συσκευή φυγοκέντρωσης. Το μείγμα ασφάλτου και διαλύτη τοποθετείται στο δοχείο και η συσκευή ενεργοποιείται. Όταν το μείγμα περάσει από την συσκευή φυγοκέντρωσης ο μηχανισμός τροφοδοσίας πλένεται με διαλύτη. Στη συνέχεια η συσκευή φυγοκέντρωσης απενεργοποιείται και το καπάκι απομακρύνεται και ξεπλένεται με διαλύτη. Η τυχόν απομένουσα ποσότητα διαλύτη αφήνεται να εξατμιστεί σε ένα χωνί (funnel) ενώ το δοχείο μπαίνει σε φούρνο σε θερμοκρασία 110 ± 5 °C. Το δοχείο βγαίνει από το φούρνο και προσδιορίζεται αμέσως η μάζα του. Η αύξηση στη μάζα του δοχείου μας δίνει την ποσότητα της παιπάλης.

Ακολουθώντας παρατίθεται ενδεικτικός πίνακας με τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς που έγιναν προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό ασφάλτου (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9 Αποτελέσματα Μετρήσεων Δοκιμής Εκχύλισης

Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	
Βάρος Δείγματος (g)	2046,0
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,4
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,8
Παιπάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,6
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1949,2
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1951,2
Απώλεια Βάρους (g)	94,8
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,86
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,63

Παιπάλη₁ = Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή - Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή

Παιπάλη₁ = 1,4 g

Παιπάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος = 0,6 g

Παιπάλη_{ΣΥΝ} = 1,4 + 0,6 = 2 g

Ολικό Βάρος Αδρανών = Παιπάλη_{ΣΥΝ} + Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή

Ολικό Βάρος Αδρανών = 2 + 1949,2 = 1951,2 g

Απώλεια Βάρους = Βάρος Δείγματος - Ολικό Βάρος Αδρανών

Απώλεια Βάρους = 2046,0 – 1951,2 = 94,8 g (ποσότητα ασφάλτου)

Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%) = $(94,8/1951,2) \cdot 100$

Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%) = 4,86 %

Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος = $(94,8/2046,0) \cdot 100$

Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος = 4,63 %

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά ασφάλτου που υπολογίστηκαν μετά τις εκχυλίσσεις όλων των ασφαλτομιγμάτων μαζί με τα αρχικά κατασκευαστικά ποσοστά (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10 Ποσοστά Ασφάλτου από Εκχυλίσσεις Ασφαλτομιγμάτων

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ 50/70	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	4,00	3,40
	4,30	3,57
	4,60	3,55
	4,90	4,10
	5,20	4,02

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ 50/70	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	4,00	3,96
	4,30	4,10
	4,60	4,40
	4,90	4,68
	5,20	4,88

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	4,00	3,15
	4,30	2,95
	4,60	3,82
	4,90	3,91
	5,20	4,12

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	4,00	3,61
	4,30	4,12
	4,60	4,14
	4,90	4,57
	5,20	4,57

ΑΣ 20 ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ 50/70	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	5,00	4,86

ΑΣ 20 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ 50/70	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΗ
	5,00	4,99

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στην κοκκομετρική σύνθεση της ΑΣ 20 (Ασβεστολιθικά αδρανή), και στις δύο καμπύλες το ποσοστό ασφάλτου που προσδιορίστηκε από την εκχύλιση δεν διαφέρει από το ποσοστό με το οποίο κατασκευάστηκε το δείγμα

Στην περίπτωση της αντιολισθηρής σύνθεσης και στις δύο καμπύλες και στα δύο είδη ασφάλτου έχουμε ουσιαστική μείωση του ποσοστού ασφάλτου από την κατασκευαστική τιμή στην τιμή που προσδιορίζει η εκχύλιση. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται αν λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι η αντιολισθηρή, ιδίως η κατώτατη καμπύλη, δεν έχει στην σύνθεσή της μεγάλη ποσότητα μικρόκοκκων αδρανών (No8 έως No200) έτσι ώστε να είναι σε θέση να κατακρατήσει μεγαλύτερη ποσότητα ασφάλτου.

Στη περίπτωση του μέσου όρου των οριακών καμπύλων, αντιολισθηρής σύνθεσης με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου παρατηρείται ότι το ποσοστό ασφάλτου που μπορεί να απορροφηθεί είναι (4,57 %).

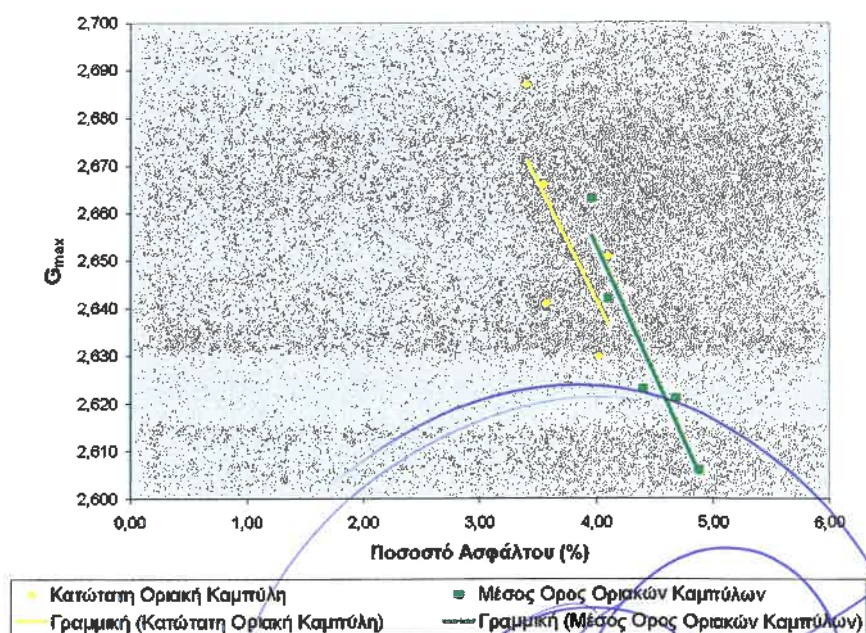
Λαμβάνοντας υπ' όψη το γεγονός ότι το πραγματικό ποσοστό ασφάλτου που περιέχεται στα ασφαλτομίγματα της Αντιολισθηρής σύνθεσης είναι το ποσοστό που προέκυψε από τις εκχυλίσεις και όχι αυτό με το οποίο τα παρασκευάσαμε αρχικά, προέκυψε η ανάγκη προσδιορισμού του πραγματικού G_{max} .

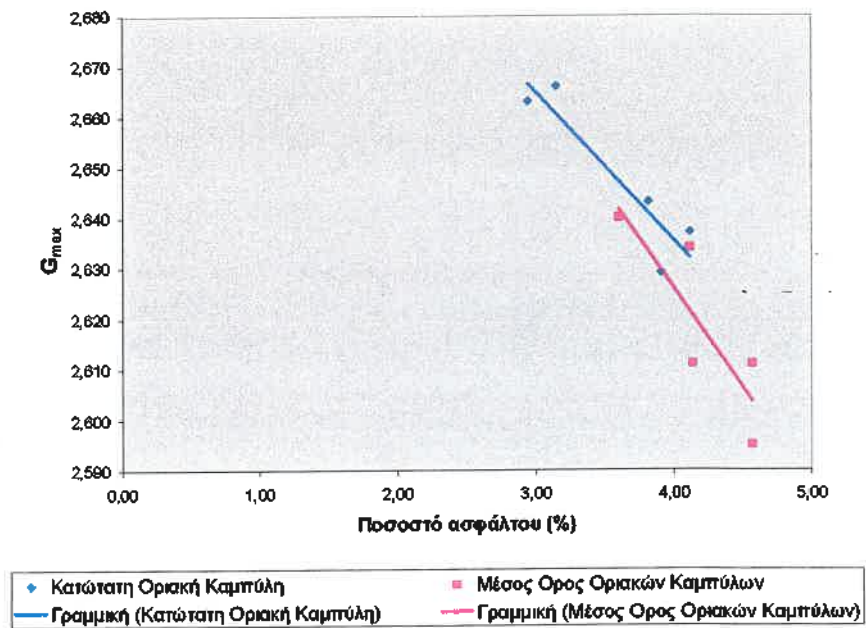
Όπως έχει ήδη αναφερθεί η σχέση που συνδέει την μέγιστη θεωρητική πυκνότητα, κατά EN, ή το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος (G_{max}) , κατά ASTM, και το ποσοστό ασφάλτου στο ασφαλτόμιγμα είναι γραμμική. Κατ' αυτό τον τρόπο κατασκευάστηκαν διαγράμματα τα οποία στον ένα άξονα έχουν το ποσοστό ασφάλτου και στον άλλο άξονα το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος. Για την κατασκευή των διαγραμμάτων αυτών χρησιμοποιήθηκαν τα ποσοστά ασφάλτου της παρασκευής των ασφαλτομιγμάτων, και οι τιμές του G_{max} που προέκυψαν από την δοκιμή RICE. Στην συνέχεια φέραμε την βέλτιστη ευθεία με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων που συνδέει τις δύο μεταβλητές, και γραφικά προσδιορίστηκαν οι πραγματικές τιμές του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους για τις τιμές του πραγματικού ποσοστού ασφάλτου που περιέχουν τα ασφαλτομίγματα (Σχήματα 4.25 – 4.26).

Στην περίπτωση της ΑΣ 20 η σχέση που συνδέει το ποσοστό ασφάλτου και τις τιμές του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους θα πρέπει να είναι και αυτή γραμμική για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν διαγράμματα ποσοστού ασφάλτου και G_{max} και με την ίδια μεθοδολογία που περιγράφηκε παραπάνω προσδιορίζεται η τιμή του μέγιστου θεωρητικού βάρους(Σχήμα 4.27).

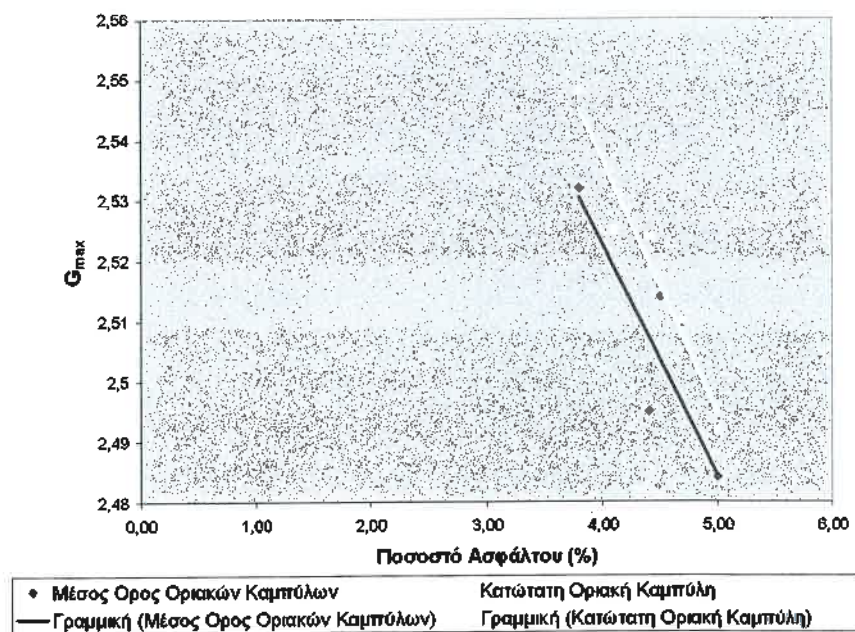
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι σε κάθε σύνθεση οι δύο ευθείες που αντιστοιχούν στις δύο κοκκομετρίες, θεωρητικά θα έπρεπε να είναι παράλληλες, αφού θεωρητικά έχουν τα ίδια ποσοστά ασφάλτου και η μία είναι πολλαπλάσιο της άλλης (Μέσος όρος οριακών καμπύλων και κατώτατη οριακή καμπύλη.)

Τα διαγράμματα του μέγιστου θεωρητικού βάρους και του ποσοστού ασφάλτου για όλες τις συνθέσεις παρουσιάζονται παρακάτω.





Σχήμα 4.26 Ανυπολισθηρά (τροποποιημένη)



Σχήμα 4.27 Ασβεστολιθική (50/70)

Ακολουθούν πίνακες με τις πραγματικές τιμές του ποσοστού ασφάλτου και του μέγιστου θεωρητικού βάρους G_{max} . (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11 Ποσοστά Ασφάλτου & Μέγιστο Θεωρητικό Βάρος

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)	
% Ασφ. κ.β. αδρ.	G_{max} (γραφικά)
3,80	2,54536
4,10	2,53267
4,40	2,51998
4,70	2,50729
5,00	2,4946

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)	
% Ασφ. κ.β. αδρ.	G_{max} (γραφικά)
3,80	2,5304
4,10	2,51885
4,40	2,5073
4,50	2,50345
5,00	2,4842

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)		
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	% ασφάλτου (εκχύλιση) κ.β. αδρανών	G_{max} (γραφικά)
4,00	3,40	2,67096
4,30	3,57	2,662613
4,60	3,55	2,663595
4,90	4,10	2,63659
5,20	4,02	2,640518

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)		
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	% ασφάλτου (εκχύλιση) κ.β. αδρανών	G_{max} (γραφικά)
4,00	3,96	2,655272
4,30	4,10	2,64767
4,60	4,40	2,63138
4,90	4,68	2,616176
5,20	4,88	2,605316

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)		
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	% ασφάλτου (εκχύλιση) κ.β. αδρανών	G_{max} (γραφικά)
4,00	3,15	2,66059
4,30	2,95	2,66647
4,60	3,82	2,640892
4,90	3,91	2,638246
5,20	4,12	2,632072

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)		
% ασφάλτου (κατασκευαστικό) κ.β. αδρανών	% ασφάλτου (εκχύλιση) κ.β. αδρανών	G_{max} (γραφικά)
4,00	3,61	2,641505
4,30	4,12	2,62136
4,60	4,14	2,62057
4,90	4,57	2,603585
5,20	4,57	2,603585

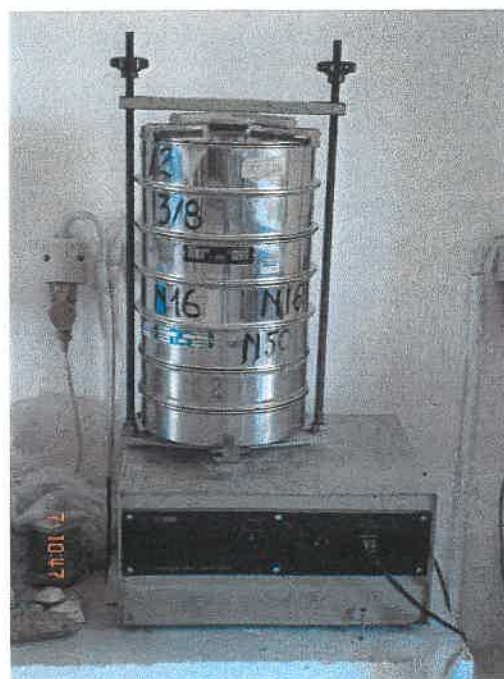
Οι παραπάνω τιμές του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους θα χρησιμοποιηθούν για των υπολογισμό του ποσοστού κενών στα δοκίμια στη συνέχεια.

Μετά την ολοκλήρωση των εκχυλίσεων γίνεται κοκκομέτρηση σε όλα τα δείγματα ασφαλτομιγμάτων με εφαρμογή της προδιαγραφής ASTM C 136-80 [24]. Η προδιαγραφή αυτή προσδιορίζει τον καταμερισμό του μεγέθους των κόκκων σε αδρανή με χρήση κόσκινων.

Κατά την εκχύλιση χρησιμοποιήθηκε διαλύτης προκειμένου να απομακρυνθεί η ασφαλτος από τα αδρανή, συνεπώς τα αδρανή αυτά θα πρέπει να πλυθούν, ξηραθούν και ζυγιστούν πριν από κάθε άλλη εργαστηριακή δοκιμή. Το ζυγισμένο δείγμα ξηρών αδρανών διαχωρίζονται μέσα από μία σειρά κόσκινων, τα οποία έχουν προοδευτικά μικρότερη βροχίδα. Τα κόσκινα και τα αδρανή τοποθετούνται πάνω σε μια δονητική τράπεζα και δονούνται για ένα χρονικό διάστημα περίπου 10 min (Σχήμα 4.25 & 4.26).



Σχήμα 4.25 Δονητική τράπεζα.



Σχήμα 4.26 Κόσκινα τοποθετημένα σε δονητική τράπεζα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κοκκομετρήσεων των δειγμάτων παρατηρείται ότι στην αντιολισθηρή σύνθεση συνολικά, τα διερχόμενα ποσοστά σε κάθε κόσκινο παρουσιάζουν μια αύξηση στις τιμές τους σε σχέση με τις τιμές των καμπύλων, σύμφωνα με τις οποίες παρασκευάστηκαν αρχικά

τα ασφαλτομίγματα. Η αύξηση αυτή είναι περίπου 3 – 4 % και παρατηρείται σε όλο το φάσμα των χρησιμοποιούμενων κόσκινων. Η εξήγηση του παραπάνω φαινομένου στηρίζεται στο γεγονός ότι η αντιολισθηρή, ιδίως η κατώτατη καμπύλη, δεν έχει στην σύνθεσή της μεγάλη ποσότητα μικρόκοκκων αδρανών (No8 έως No200) τα οποία θα μπορούσαν μαζί με την άσφαλτο να λειτουργήσουν σαν «λιπαντικό» και να προστατέψουν τα μεγαλύτερα αδρανή από τη θραύση.

Στην συνέχεια παρατίθενται ενδεικτικά δύο πίνακες ένας από την εκχύλιση και την κοκκομέτρηση της ΑΣ 20 και ένας της αντιολισθηρής (ΠΙΝΑΚΕΣ 4.12 & 4.13).

Τα αποτελέσματα των εκχυλίσεων και των κοκκομετρήσεων των ασφαλτομιγμάτων, όλων των συνθέσεων και ποσοστών ασφάλτου παρουσιάζονται στο παράρτημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12 Εκχύλισης ΑΣ 20

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1507,3	1"	0	1434,7	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,5	3/4"	38	1396,7	97	95
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	16,0	3/8"	444	952,7	66	68
Παπάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,8	No 4	261	691,7	48	50
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1432,4	No 8	171	520,7	36	36
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1435,7	No 50	350	170,7	12	12
Απώλεια Βάρους (g)	71,6	No 200	95	75,7	5,3	6
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,99					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,75					

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.13 Εκχύλισης Αντιολισθηρή

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1027,1	3/4"	0	979,3	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,6	1/2"	60,3	919	94	93
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3	3/8"	143,1	775,9	79	75
Παπάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2	No 4	390,1	385,8	39	35
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	978,4	No 8	220,9	164,9	17	15
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	979,3	No 50	107,6	57,3	6	5
Απώλεια Βάρους (g)	47,8	No 200	16,3	41	4,19	3
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,88					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,65					

4.3 Διηλεκτρικές Σταθερές – Δοκίμια

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία η διηλεκτρική σταθερά είναι χαρακτηριστική ιδιότητα των υλικών και στην προκειμένη περίπτωση των ασφαλομιγμάτων. [27]

Πριν γίνει οποιαδήποτε εργαστηριακή δοκιμή στα δοκίμια που παρασκευάστηκαν, προσδιορίστηκε η διηλεκτρική σταθερά που τα χαρακτηρίζει με κατάλληλο εξοπλισμό. [28]

Προκειμένου να διερευνηθεί η συσχέτιση ανάμεσα στις διηλεκτρικές σταθερές δειγμάτων ασφαλομίγματος και του ποσοστού των κενών τους, σε κάθε δοκίμιο προσδιορίστηκαν δύο τιμές της διηλεκτρικής σταθεράς, μία για κάθε επιφάνεια του δοκιμίου. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών αυτών έτσι ώστε να έχουμε μία τιμή διηλεκτρικής σταθεράς για κάθε δοκίμιο.

Η ίδια διαδικασία εφαρμόστηκε προκειμένου να προσδιοριστεί η τιμή της διηλεκτρικής σταθεράς για κάθε τριάδα δοκιμίων (1 ποσοστό ασφάλτου), και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών κάθε δοκιμίου.

Οι διηλεκτρικές σταθερές παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (ΠΙΝΑΚΕΣ 4.14 & 4.15).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.14 Διηλεκτρικές Σταθερές

Α/Δ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΠΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΤΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Α/Δ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΠΑΝΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΤΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
1	5,2	5,4	43	3,7	4,1
2	5,1	5,5	44	3,9	4
3	5,2	4,3	45	4	3,6
4	5	4,2	46	4	3,2
5	5,4	5,7	47	4,3	3,8
6	5,8	5,2	48	4,7	4,2
7	5,8	5	49	4,3	3,7
8	5,7	5,5	50	4,8	3,7
9	5,8	5,6	51	4,5	4,8
10	5,7	5,45	52	4,8	3,6
11	5,2	4,9	53	4,4	4
12	5,55	4,8	54	5	4,3
13	5,6	5,7	55	4,5	4,5
14	5,7	5,4	56	4,2	4,5
15	5,8	5,2	57	3,7	4,5
16	5,2	5,6	58	4,1	4,2
17	5,7	5,5	59	4,1	3,7
18	5,8	5,3	60	5	4,4
19	5,5	5,8	61	4,4	3,9
20	6,3	5,9	62	4	3,4
21	5,6	5,7	63	4	4,8
22	6	4,8	64	4,2	3,8
23	5,65	5,55	65	3,3	3,7
24	5,4	6	66	3,8	3,4
25	5,3	5,8	67	3,4	3,8
26	5,65	5,8	68	3,7	4
27	5,9	5,9	69	4,1	4,1
28	6,2	5,2	70	4,3	3,7
29	6,4	5,8	71	3,8	4
30	5,9	4,9	72	4,1	3,5
31	4,3	4,25	73	3,3	3,4
32	4,2	3	74	3,8	3,4
33	3,6	3,8	75	4,2	3,6
34	4,3	3,4	76	4,9	4,7
35	4,5	3,8	77	4,7	5,1
36	3,9	3,5	78	4,8	5
37	3,9	3,8	79	4,9	3,9
38	4	4,1	80	4,9	4,4
39	3,9	3,6	81	4,3	4,4
40	3,9	3,1	82	4,6	4,6
41	4,3	3,8	83	5,2	4,3
42	4,2	3,4	84	4,8	4,4

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.15 Μέσος Όρος Διηλεκτρικής Σταθεράς

Α/Δ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ Μ.Ο. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	
1-3	5,12	ΑΣ20 ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)
4-6	5,22	
7-9	5,57	
10-12	5,27	
13-15	5,57	
16-18	5,52	ΑΣ20 Μ.Ο.ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)
19-21	5,80	
22-24	5,57	
25-27	5,73	
28-30	5,73	
31-33	3,86	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)
34-36	3,90	
37-39	3,88	
40-42	3,78	
43-45	3,88	
46-48	4,03	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)
49-51	4,30	
52-54	4,35	
55-57	4,32	
58-60	4,25	
61-63	4,08	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)
64-66	3,70	
67-69	3,85	
70-72	3,90	
73-75	3,62	
76-78	4,87	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο.ΚΑΜΠΥΛΩΝ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)
79-81	4,47	
82-84	4,65	

4.4 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος

4.4.1 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον προσδιορισμό του όγκου του δοκιμίου γεωμετρικά με μέτρηση των διαστάσεων του σύμφωνα με τις προδιαγραφές D3203 [17] D3549 [20].

Όλα τα δοκίμια ζυγίζονται προκειμένου να καταγραφεί η μάζα τους εν ξηρό στον αέρα (A g). Στην συνέχεια μετρείται το πάχος του κάθε δοκιμίου (h cm) με χρήση παχύμετρου το οποίο είχε ακρίβεια 0,10 cm. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη.

Σε κάθε δοκίμιο λαμβάνονται έξι (6) μετρήσεις σε ίσες αποστάσεις ανά 60° περίπου, και το πάχος του δοκιμίου ορίζεται ως ο μέσος όρος των μετρήσεων αυτών. Η διάμετρος του δοκιμίου είναι σταθερή και ίση με 4 inc αφού όλα τα δοκίμια είναι Marshall. Με την διάμετρο υπολογίζεται το εμβαδόν της βάσης του δοκιμίου ($S = \pi d^2 / 4 \text{ cm}^2$). Γνωρίζοντας το πάχος του δοκιμίου και το εμβαδόν της βάσης του, υπολογίζεται ο όγκος, του εφαρμόζοντας τον ακόλουθο γεωμετρικό τύπο.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h$$

Στην συνέχεια διαιρώντας την μάζα του δοκιμίου στον αέρα (A) με τον όγκο του υπολογίζεται η πυκνότητα του δοκιμίου. Ακολούθως διαιρώντας την πυκνότητα με την πυκνότητα του νερού $\rho = 0,99707 \text{ g/cm}^3$ υπολογίζεται το ειδικό βάρος του δοκιμίου (G).

Ο προσδιορισμός του ποσοστού κενών (PAV) γίνεται με εφαρμογή του ακόλουθου τύπου.

$$PAV = \frac{G_{\max} - G}{G_{\max}} 100 \quad [17]$$

Όπου G το ειδικό βάρος του δοκιμίου και G_{max} το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος του δοκιμίου.

Εάν η τιμή του ποσοστού κενών, που θα προσδιοριστεί, με την μέθοδο αυτή είναι μικρότερη από 10 % τότε η τιμή αυτή θα πρέπει να αποκλειστεί ως τιμή εκτός ορίων προδιαγραφής.

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά ένας πίνακας με τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους για ένα ποσοστό ασφάλτου της κατώτατης καμπύλης της αντιολισθηρής σύνθεσης με ασφαλτο 50/70 (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.16).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.16 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα A	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Όγκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό Βάρος G
4,00	31	1271,5	7,42	81	601,02	2,1155702	2,122
	32	1248,3	7,64	81	618,84	2,0171611	2,023
	33	1253,4	7,55	81	611,55	2,0495462	2,056

Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής δοκιμής παρουσιάζονται στο παράρτημα.

4.4.2 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου

4.4.2.1 Μη Επικαλυμμένα Δοκίμια

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον προσδιορισμό του όγκου του δοκιμίου προσδιορίζοντας την μάζα του δοκιμίου όταν είναι αναρτημένο μέσα στο νερό και όταν βρίσκεται κορεσμένο στον αέρα σύμφωνα με τις D3203 [17], D2726 [19].

Στα δοκίμια όλων των συνθέσεων και κοκκομετρικών διαβαθμίσεων προσδιορίστηκε το ειδικό τους βάρος με την μέθοδο αυτή ενώ παράλληλα υπολογίστηκε και η απορροφητικότητα κάθε δοκιμίου σε νερό.

Το δοκίμιο ζυγίστηκε προκειμένου να καταγραφεί η μάζα του εν ξηρό στον αέρα (A g). Στην συνέχεια βυθίστηκε το δοκίμιο σε λουτρό νερού σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min ακολούθως

ζυγίστηκε και προσδιορίστηκε η μάζα του καθώς αυτό ήταν αναρτημένο στο νερό (C) μέσα σε μεταλλικό καλάθι (Σχήμα 4.27).



Σχήμα 4.27 Δοκίμιο τοποθετημένο μέσα στο μεταλλικό καλάθι

Αφού βγει το δοκίμιο από το νερό σκουπίζεται η επιφάνεια του με μία πετσέτα και ζυγίζεται η μάζα του επιφανειακά στεγνού δοκιμίου στον αέρα (B).

Το ειδικό βάρος (G) κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο

$$G = \frac{A}{B - C} \quad [19]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δοκιμίου στο νερό (g)

B – C : Η μάζα του όγκου του νερού που εκτοπίζει ο όγκος του δοκιμίου (g)

Η απορροφητικότητα σε νερό (κατ' όγκο) του κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$\text{Απορροφητικότητα σε νερό κατ' όγκο Abs.} = \frac{B - A}{B - C} \times 100 \quad [19]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δοκιμίου στο νερό (g)

Ο προσδιορισμός του ποσοστού κενών (PAV) γίνεται με εφαρμογή του ακόλουθου τύπου .

$$PAV = \frac{G_{\max} - G}{G_{\max}} 100 \quad [17]$$

Όπου G το ειδικό βάρος του δοκιμίου και $G_{\max}$ το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος του δοκιμίου.

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 % ενώ παράλληλα η απορροφητικότητα του δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή του 2 %

Εάν η τιμή της απορροφητικότητας είναι μεγαλύτερη από 2 % , (όριο της προδιαγραφής), τότε το ποσοστό κενών του δοκιμίου αυτού θα πρέπει να προσδιοριστεί με την μέθοδο του επικαλυμμένου δοκιμίου D 1188 [18].

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά ένας πίνακας με τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους για ένα ποσοστό ασφάλτου του μέσου όρου των οριακών καμπύλων της ΑΣ 20 σύνθεσης με άσφαλτο 50/70 (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.17).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.17 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
3,80	16	1208,7	709,5	1216,7	507,2	2,383	1,577287
	17	1220,5	712,2	1225,3	513,1	2,379	0,93549
	18	1216,6	713,2	1218,3	505,1	2,409	0,336567

Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής δοκιμής παρουσιάζονται στο παράρτημα.

4.4.2.2 Επικαλυμμένα Δοκίμια

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον προσδιορισμό του όγκου του επικαλυμμένου δοκιμίου προσδιορίζοντας την μάζα του δοκιμίου όταν είναι αναρτημένο μέσα στο νερό σύμφωνα με την D 1188 [18].

Υπάρχουν δύο μέθοδοι προκειμένου να επικαλυφθούν δοκίμια, αυτή που περιγράφεται στις προδιαγραφές ASTM - επικάλυψη με παραφίλμ, και αυτή που περιγράφεται από τα EN - επικάλυψη με παραφίνη.

Όλα τα δοκίμια με ποσοστό απορροφητικότητας μεγαλύτερο από 2 % υποβάλλονται στην δοκιμασία αυτή προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό κενών τους.

4.4.2.2.1 Χρήση Παραφίλμ

Το παραφίλμ, είναι μία ελαστομερής μεμβράνη με την οποία επικαλύπτεται το δοκίμιο προκειμένου να καταστεί στεγανό. Το ειδικό βάρος της μεμβράνης (F), σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C, μπορεί είτε προσδιορίζεται με εργαστηριακή διαδικασία που περιγράφεται στην προδιαγραφή είτε δίδεται από τον κατασκευαστή του προϊόντος.

Όλα τα δοκίμια ζυγίζονται προκειμένου να καταγραφεί η μάζα τους εν ξηρό στον αέρα (A g).

Στη συνέχεια καλύπτεται το δοκίμιο με το παραφίλμ προσέχοντας να μην μείνουν ακάλυπτα σημεία και να μην δημιουργηθούν οπές στο στρώμα του παραφίλμ όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (Σχήματα 4.28 - 4.29 - 4.30 - 4.31).



Σχήμα 4.28 Επικάλυψη του δοκιμίου με παραφίλμ (α).



Σχήμα 4.29 Επικάλυψη δοκιμίου με παραφίλμ (γ)



Σχήμα 4.30 Επικάλυψη δοκιμίου με παραφίλμ (β)



Σχήμα 4.31 Επικάλυψη δοκιμίου με παραφίλμ (δ)

Το δοκίμιο μετά την επικάλυψη του με παραφίλμ ζυγίζεται οπότε λαμβάνεται η μάζα του επικαλυμμένου δείγματος στον αέρα (D). Το δοκίμιο τώρα έχει την ακόλουθη μορφή (Σχήματα 4.32 & 4.33).



Σχήμα 4.32 Επικαλυμμένο δοκίμιο με παραφίλμ. (α)



Εικόνα 4.33 Επικαλυμμένο δοκίμιο με παραφίλμ (β)

Τέλος βυθίζεται το επικαλυμμένο δοκίμιο σε λουτρό νερού με θερμοκρασία $25 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min και στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του καλυμμένου δοκιμίου στο νερό (E).

Το ειδικό βάρος (G) κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}} \quad [18]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

D : Η μάζα του ξηρού καλυμμένου δοκιμίου στον αέρα (g)

E : Η μάζα του καλυμμένου δοκιμίου στο νερό (g)

F : Το ειδικό βάρος του παραφίλμ στους $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($F = 0.992$)

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή, να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 %.

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά ένας πίνακας με τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους για ένα ποσοστό ασφάλτου της κατώτατης καμπύλης της αντιολισθηρής σύνθεσης με ασφαλτο 50/70 (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.18).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.18 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων με Παραφίλμ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον σέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	31	1272,6	1279,2	665,6	0,992	2,0967242
	32	1241,4	1246,2	624,2	0,992	2,0114677
	33	1253,8	1260,8	641,2	0,992	2,0468749

Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής δοκιμής παρουσιάζονται στο παράρτημα.

4.4.2.2 Χρήση Παραφίνης

Η μέθοδος επικάλυψης των δοκιμίων με παραφίνη ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία.

Όλα τα δοκίμια ζυγίζονται προκειμένου να καταγραφεί η μάζα τους εν ξηρό στον αέρα (A g).

Θερμαίνεται η παραφίνη μέχρι τη θερμοκρασία τήξης της + 10 °C. Βυθίζεται το δοκίμιο μέχρι τη μέση για χρόνο λιγότερο από 5 sec, και στην συνέχεια αφού κρυώσει και στερεοποιηθεί η παραφίνη στο τμήμα αυτό του δοκιμίου επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία στο άλλο τμήμα του. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι ένα συνεχές στρώμα παραφίνης καλύψει το δοκίμιο.

(Σχήματα 4.34 & 4.35)



Σχήμα 4.34 Επικάλυψη δοκιμίου με παραφίνη.



Σχήμα 4.35 Δοκίμιο επικαλυμμένο με παραφίνη.

Το δοκίμιο μένει να κρυώσει για τουλάχιστον 30 min και αμέσως μετά ζυγίζεται η μάζα του επικαλυμμένου και ξηρού δοκιμίου (D).

Τέλος βυθίζεται το επικαλυμμένο δοκίμιο σε λουτρό νερού με θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min και στη συνέχεια προσδιορίζεται η μάζα του καλυμμένου δοκιμίου στο νερό (E).

Το ειδικό βάρος (G) κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}} \quad [18]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

D : Η μάζα του ξηρού καλυμμένου δοκιμίου στον αέρα (g)

E : Η μάζα του καλυμμένου δοκιμίου στο νερό (g)

F : Το ειδικό βάρος του παραφίνης στους 25 °C (F = 0.992)

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή, να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 %.

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά ένας πίνακας με τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους για ένα ποσοστό ασφάλτου της κατώτατης καμπύλης της αντιολισθηρής σύνθεσης με ασφαλτο 50/70 (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.19).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.19 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων με Παραφίνη

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	31	1273,0	1329,2	734,7	0,89	2,395767
	32	1229,4	1296,7	734,1	0,89	2,524529
	33	1253,6	1323,2	749,7	0,89	2,531003

Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής δοκιμής παρουσιάζονται στο παράρτημα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οι μέθοδοι που προσδιορίζουν το ειδικό βάρος του δοκιμίου, λαμβάνουν υπόψη τα κενά που δημιουργούνται στη εξωτερική παρειά του δοκιμίου, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την προσαύξηση του ποσοστού των κενών και κατά συνέπεια την αλλοιώσει της πραγματικής του τιμής.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος της παραφίνης έχει τη την δυνατότητα να ξεπερνά το παραπάνω πρόβλημα αφού επικαλύπτει το δοκίμιο χωρίς να παγιδεύει αέρα στην επιφάνεια του δοκιμίου (που θα αύξανε το ποσοστό κενών του δοκιμίου) που έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον. Συνεπώς η μέθοδος με χρήση παραφίνης ενδείκνυται, από φυσικής άποψης, για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους σε δοκίμια.

Στα μειονεκτήματα της δοκιμής θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι μετά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής το δοκίμιο καθιστάτε ακατάλληλο για κάθε άλλη εργαστηριακή δοκιμή.

5. ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα δοκίμια Marshall παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό.

Οι μέθοδοι που προσδιορίζουν το ειδικό βάρος του δοκιμίου, λαμβάνουν υπόψη τα κενά που δημιουργούνται στη εξωτερική παρειά του δοκιμίου, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την προσαύξηση του ποσοστού των κενών και κατά συνέπεια την αλλοιώσει της πραγματικής του τιμής.

Εξαιτίας του παραπάνω φαινομένου και προκειμένου να γίνει πλήρης έρευνα, έγινε πυρηνοληψία από δρόμο επαρχιακού οδικού δικτύου, στην περιοχή του Πικερμίου, ενώ παράλληλα διεξήχθησαν μετρήσεις πυκνότητας με χρήση της μη καταστρεπτικής μεθόδου Troxler στην ίδια περιοχή.

5.1 Λήψη Πυρήνων

Μετά το πέρας των μετρήσεων έγινε πυρηνοληψία στο ίδιο τμήμα του οδοστρώματος όπου έγιναν οι μετρήσεις με τη συσκευή Troxler. Συνολικά εξωλκεύτηκαν 13 πυρήνες σε απόσταση 100 m μεταξύ τους με πάχος μεγαλύτερο ή ίσο από 12cm. Στόχος της λήψης πυρήνων ήταν να ληφθούν δείγματα από την αντιστοιχιστική στρώση (τύπου 1), θεωρητικού πάχους 3cm, και την υποκείμενη ισοπεδωτική στρώση, θεωρητικού πάχους 7cm.

Κατά την πυρηνοληψία χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο κοπτικό μηχανήμα προκειμένου να κοπούν και να απομακρυνθούν οι πυρήνες από την μάζα του οδοστρώματος. Στην συνέχεια αποκαταστάθηκε η συνέχεια του καταστρώματος της οδού τοποθετώντας και συμπυκνώνοντας στις οπές ειδικό ασφαλτόμιγμα. (bitumix) (Σχήματα 5.1 – 5.2 – 5.3 – 5.4)



Σχήμα 5.1 Έναρξη κοπής πυρήνα.



Σχήμα 5.2 Εξώλκευση πυρήνα.



Σχήμα 5.3 Κοπή πυρήνα.



Σχήμα 5.4 Αποκατάσταση οπής.

5.2 Εκχύλιση και Κοκκομέτρηση

Από την κατασκευάστρια εταιρία του έργου στην περιοχή του Πικερμίου δόθηκαν μικρές ποσότητες αποθηκευμένων χαλαρών ασφαλτομίγμάτων. Από τις ποσότητες αυτές λήφθηκε με τετραμερισμό κατάλληλο τμήμα προκειμένου να γίνει εκχύλιση και κοκκομέτρηση. Μετά την εκχύλιση παρατηρήθηκε ότι η αντιολισθηρή στρώση είχε αδρανή από σκωρία και η ισοπεδωτική από ασβεστόλιθο.

Η δύο εργαστηριακές εργασίες έγιναν όπως περιγράφονται παραπάνω (Κεφ. 4.2.1) και τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες (ΠΙΝΑΚΕΣ 5.1 & 5.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Δοκιμές Εκχύλισης Πυρήνων Αντιολισθηρής Στρώσης - Πικέριμι

ΠΥΡΗΝΕΣ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΣΚΩΡΙΑ) ΠΙΚΕΡΙΜΙ						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1254,0	3/4"	0	1195,6	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,5	1/2"	175,9	1019,7	85	85 - 100
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	16,9	3/8"	169,8	849,9	71	60 - 90
Παπτάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2	No 4	331,6	518,3	43	20 - 50
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1192,0	No 8	165,8	352,5	29	5 - 25
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1195,6	No 16	107,2	245,3	21	3 - 19
Απώλεια Βάρους (g)	58,4	No 50	120,4	124,9	10,45	0 - 10
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,88	No 200	54,5	70,4	5,89	
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,66					

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Δοκιμές Εκχύλισης Πυρήνων Ισοπεδωτικής Στρώσης - Πικέριμι

ΠΥΡΗΝΕΣ ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ ΠΙΚΕΡΙΜΙ						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1239,6	1"	47	1145,6	96	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,2	3/4"	127,9	1017,7	85	90 - 100
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	17,0	3/8"	209,7	808	68	56 - 80
Παπτάλη Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2	No 4	265,9	542,1	45	35 - 65
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1188,6	No 8	153,5	388,6	33	23 - 49
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1192,6	No 50	250,7	137,9	11,56	5 - 19
Απώλεια Βάρους (g)	47	No 200	55,1	82,8	6,94	2 - 10
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,94					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,79					

5.3 Προσδιορισμός Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους Χαλαρού Ασφαλτομίγματος

Μετά τις δοκιμές των εκχυλίσεων, προσδιορίστηκε το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος (G_{max}) των ασφαλτομιγμάτων που δόθηκαν από την κατασκευάστρια εταιρία.

Η ισοπεδωτική στρώση έχει, σύμφωνα με την παραπάνω κοκκομέτρηση μέγιστο κόκκο 1'' ενώ η αντιολισθηρή στρώση έχει μέγιστο κόκο ¾'', συνεπώς σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D 2041 [11] για μέγιστο κόκκο 1'' η ελάχιστη ποσότητα που απαιτείται για τον προσδιορισμό του G_{max} είναι 2500 g ενώ για μέγιστο κόκκο ¾'' η αντίστοιχη ποσότητα είναι 2000 g. Στην μελέτη αυτή ελήφθησαν για κάθε στρώση πάνω από 4000 g.

Έγινε εφαρμογή της προδιαγραφής D 2041 [11] και χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Rice όπως έχει περιγράψει παραπάνω (Κεφ 3.1.1).

Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής εφαρμογής παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Υπολογισμού Μέγιστου Θεωρητικού Ειδικού Βάρους

ΣΤΡΩΣΗ	Μάζα του δείγματος (g)	Μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό σε $t = 25^{\circ}\text{C}$ (g)	Μάζα του πυκνόμετρου μαζί με το δείγμα και νερό σε $t = 25^{\circ}\text{C}$ (g)	$G_{max} = \frac{A}{A + D - E}$
	A	D	E	
Αντιολισθηρή	4166	11786	14453	2,779
Ισοπεδωτική	4767	11786	14671	2,533

5.4 Διηλεκτρικές Σταθερές – Πυρήνες

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία η διηλεκτρική σταθερά είναι χαρακτηριστική ιδιότητα των υλικών και στην προκειμένη περίπτωση των ασφαλτομιγμάτων .[27]

Πριν γίνουν οι εργαστηριακές δοκιμές στους πυρήνες προσδιορίστηκε η διηλεκτρική σταθερά που τα χαρακτηρίζει, με την χρήση κατάλληλου εξοπλισμού [28]. Οι τιμές της διηλεκτρικής σταθεράς που προσδιορίστηκαν για κάθε στρώση και πυρήνα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 Διηλεκτρικές Σταθερές - Πικέριμι

A/A	ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΣΤΡΩΣΗ	ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ
K1	6,8	6,8
K2	5,6	7,4
K2.2	5,6	7,4
K3	6,4	7,2
K4	6,8	7,7
K5	6,5	8,6
K6	6,6	7,7
K7	7	7,8
K8	5,7	8
K9	6,8	7,1
K10	6,6	7,1
K11	6,6	7,1
K12	6,6	7,8

5.5 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος

Το ειδικό βάρος όπως προσδιορίζεται από τις ακόλουθες μεθόδους, είναι ο λόγος της μάζας ενός υλικού, συγκεκριμένου όγκου τους 25 °C, προς την μάζα νερού ίδιου όγκου και θερμοκρασίας, κατά συνέπεια η τιμή του είναι καθαρός αριθμός.

Οι πυρήνες θεωρούνται από την φύση τους, ότι έχουν σφραγισμένους τους πόρους της επιφάνειάς τους, που έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον και κατά συνέπεια δεν αναμένονται μεγάλες τιμές απορροφητικότητας. Για τον λόγο αυτό εφαρμόστηκαν οι ακόλουθες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους των πυρήνων.

A) Μέθοδος προσδιορισμό του ειδικού βάρους για συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα ανοικτού τύπου (D3203 [17] και D3549 [20])

B) Μέθοδος προσδιορισμό του ειδικού βάρους για συμπυκνωμένα ασφαλτομίγματα κλειστού τύπου χωρίς επικάλυψη δείγματος (D3203 [17] και D2726 [19])

5.5.1 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου

Σε κάθε πυρήνα ελήφθησαν έξι (6) μετρήσεις σε ίσες αποστάσεις ανά 60° περίπου, το πάχος του δοκιμίου (H) ορίζεται ως ο μέσος όρος των μετρήσεων αυτών σύμφωνα με τις προδιαγραφές D3203 [17] και D 3549 [20]. Η διάμετρος του πυρήνα είναι σταθερή και ίση με 14,3 cm αφού όλοι πυρήνες κόπηκαν με την ίδια κοπτική κεφαλή. Με την διάμετρο υπολογίζεται το εμβαδόν της βάσης του δοκιμίου ($S=\pi d^2/4 \text{ cm}^2$) Γνωρίζοντας το πάχος και το εμβαδόν της βάση του δοκιμίου υπολογίζεται ο όγκος του, εφαρμόζοντας τον ακόλουθο γεωμετρικό τύπο.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h$$

Στην συνέχεια διαιρώντας την μάζα του πυρήνα στον αέρα (A) με τον όγκο του υπολογίζεται η πυκνότητα του δοκιμίου. Ακολούθως διαιρώντας την πυκνότητα με την πυκνότητα του νερού $\rho = 0,99707 \text{ g/cm}^3$ προσδιορίζεται το ειδικό βάρος του πυρήνα (G).

Ο προσδιορισμός του ποσοστού κενών (PAV) γίνεται με εφαρμογή του ακόλουθου τύπου

$$PAV = \frac{G_{\max} - G}{G_{\max}} 100 \quad [17]$$

Όπου G το ειδικό βάρος του πυρήνα και $G_{\max}$ το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος του πυρήνα.

Εάν η τιμή του ποσοστού κενών, που θα προσδιοριστεί, με την μέθοδο αυτή είναι μικρότερη από 10 % τότε η τιμή αυτή θα πρέπει να αποκλειστεί ως τιμή εκτός ορίων προδιαγραφής.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής της μεθόδου στους πυρήνες και των δύο στρώσεων παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες (ΠΙΝΑΚΕΣ 5.5 & 5.6).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Δοκιμίου Αντιοπισθηράς - Πικέρι

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ									
A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Ύψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Όγκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα (g/cm ³)	Ειδικό Βάρος G	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος G _{max}	PAV	PAV > 10%
K1	1613,4	4,02	160,5	644,528	2,503227	2,511	2,779	9,658749	OXI
K2	1863,3	4,69	160,5	752,3506	2,476638	2,484	2,779	10,61836	NAI
K2.2	1735,2	4,45	160,5	714,8936	2,427214	2,434	2,779	12,40205	NAI
K3	1842,7	4,77	160,5	764,9255	2,408993	2,416	2,779	13,05966	NAI
K4	1273,9	3,22	160,5	516,6391	2,465745	2,473	2,779	11,01149	NAI
K5	2023,8	5,10	160,5	818,9706	2,471151	2,478	2,779	10,81638	NAI
K6	1156,4	3,00	160,5	481,59	2,401213	2,408	2,779	13,34045	NAI
K7	1100,8	2,79	160,5	447,8787	2,457808	2,465	2,779	11,29792	NAI
K8	1133,3	2,88	160,5	462,3264	2,451298	2,459	2,779	11,53286	NAI
K9	1089,8	2,68	160,5	429,6853	2,536275	2,544	2,779	8,46607	OXI
K10	1575,0	3,88	160,5	622,8564	2,528673	2,536	2,779	8,740427	OXI
K11	1491,1	3,74	160,5	600,3822	2,483585	2,491	2,779	10,36765	NAI
K12	1477,8	3,77	160,5	604,3955	2,445088	2,452	2,779	11,757	NAI

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Δοκιμίου Ισοπεδωτικής - Πικέρι

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 Προσδιορισμόν Ειδικού Βάρους - ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ									
A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Ύψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Όγκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα (g/cm ³)	Ειδικό Βάρος G	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος G _{max}	PAV	PAV > 10%
K1	2264,0	6,38	160,5	1023,646	2,211701	2,218	2,533	12,42792	NAI
K2	2610,5	7,28	160,5	1168,658	2,233758	2,240	2,533	11,5546	NAI
K2.2	1765,1	4,53	160,5	726,6658	2,42904	2,436	2,533	3,82244	OXI
K3	2077,0	5,55	160,5	890,9415	2,331242	2,338	2,533	7,694736	OXI
K4	1411,8	3,90	160,5	626,067	2,25503	2,262	2,533	10,71232	NAI
K5	2252,4	6,14	160,5	985,6542	2,285183	2,292	2,533	9,518435	OXI
K6	2146,5	5,62	160,5	901,9111	2,379946	2,387	2,533	5,766278	OXI
K7	1151,1	3,10	160,5	497,1079	2,315594	2,322	2,533	8,314312	OXI
K8	1252,7	3,35	160,5	537,508	2,33057	2,337	2,533	7,721326	OXI
K9	1279,2	3,50	160,5	561,855	2,276744	2,283	2,533	9,852568	OXI
K10	1312,9	3,51	160,5	562,9252	2,332281	2,339	2,533	7,653568	OXI
K11	978,8	2,67	160,5	428,6151	2,283634	2,290	2,533	9,57976	OXI
K12	2605,7	6,97	160,5	1119,162	2,328261	2,335	2,533	7,812772	OXI

5.5.2 Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου Χωρίς Επικάλυψη Δείγματος

Στα δοκίμια όλων των συνθέσεων και κοκκομετρικών διαβαθμίσεων προσδιορίστηκε το ειδικό τους βάρος με την μέθοδο αυτή ενώ παράλληλα υπολογίστηκε και η απορροφητικότητα κάθε δοκιμίου σε νερό σύμφωνα με τις προδιαγραφές D3203 [17] D2726 [19]

Το δοκίμιο ζυγίστηκε προκειμένου να καταγραφεί η μάζα του εν ξηρό στον αέρα (A g). Στην συνέχεια βυθίστηκε το δοκίμιο σε λουτρό νερού σε θερμοκρασία 25 ± 1 °C για χρονικό διάστημα 3 έως 5 min και ακολούθως ζυγίστηκε η μάζα του καθώς αυτό ήταν αναρτημένο στο νερό (C) μέσα σε μεταλλικό καλάθι.

Αφού βγήκε το δοκίμιο από το νερό σκουπίστηκε η επιφάνεια του με μία πετσέτα και ζυγίστηκε η μάζα του επιφανειακά στεγνού δοκιμίου στον αέρα (B).

Το ειδικό βάρος (G) κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$G = \frac{A}{B - C} \quad [19]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δοκιμίου στο νερό (g)

B – C : Η μάζα του όγκου του νερού που εκτοπίζει ο όγκος του δοκιμίου (g)

Η απορροφητικότητα σε νερό (κατ' όγκο) του κάθε δοκιμίου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο (ASTM – D 2726).

$$\text{Απορροφητικότητα σε νερό κατ' όγκο Abs.} = \frac{B - A}{B - C} \times 100 \quad [19]$$

A : Η μάζα του ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

B : Η μάζα του επιφανειακά ξηρού δοκιμίου στον αέρα (g)

C : Η μάζα του δοκιμίου στο νερό (g)

Ο προσδιορισμός του ποσοστού κενών (PAV) γίνεται με εφαρμογή του ακόλουθου τύπου.

$$PAV = \frac{G_{\max} - G}{G_{\max}} 100 \quad [17]$$

Όπου G το ειδικό βάρος του δοκιμίου και $G_{\max}$ το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος του δοκιμίου.

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 % ενώ παράλληλα η απορροφητικότητα του δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή του 2 %

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής της μεθόδου στους πυρήνες και των δύο στρώσεων παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες (ΠΙΝΑΚΕΣ 5.7 & 5.8).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Δοκιμίου Κλειστού Τύπου Αντιολισθηράς - Πικέριμι

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ - SSD											
A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενό) g	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος G _{max}	PAV	PAV < 10%	Abs. %	Abs. < 2%	
	A	C	B	B - C							
K1	1613,4	987,2	1615,0	627,8	2,570	2,779	7,523328	NAI	0,25485824	NAI	NAI
K2	1863,3	1134,9	1866,4	731,5	2,547	2,779	8,339989	NAI	0,42378674	NAI	NAI
K2.2	1735,2	1054,8	1739,0	684,2	2,536	2,779	8,740534	NAI	0,55539316	NAI	NAI
K3	1842,7	1123,3	1857,4	684,2	2,693	2,779	3,086781	NAI	2,14849459	OXI	OXI
K4	1273,9	785,7	1276,0	490,3	2,598	2,779	6,505751	NAI	0,4283092	NAI	NAI
K5	2023,8	1225,0	2026,0	801,0	2,527	2,779	9,0827	NAI	0,27465668	NAI	NAI
K6	1156,4	708,2	1167,8	459,6	2,516	2,779	9,460203	NAI	2,48041775	OXI	OXI
K7	1100,8	680,5	1105,1	424,6	2,593	2,779	6,708971	NAI	1,01271785	NAI	NAI
K8	1133,3	696,0	1134,7	438,7	2,583	2,779	7,041586	NAI	0,31912469	NAI	NAI
K9	1089,8	676,0	1090,8	414,8	2,627	2,779	5,459149	NAI	0,24108004	NAI	NAI
K10	1575,0	974,7	1576,9	602,2	2,615	2,779	5,886644	NAI	0,3155098	NAI	NAI
K11	1491,1	913,2	1492,0	578,8	2,576	2,779	7,297873	NAI	0,15549413	NAI	NAI
K12	1477,8	902,2	1481,7	579,5	2,550	2,779	8,235717	NAI	0,67299396	NAI	NAI

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Δοκιμίου Κλειστού Τύπου Ισοπεδωτικής - Πικέριμι

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Στερεού Εξοπλισμού - SSD											
Α/Α	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενό) g	Φαινόμεν ο ειδικό βάρος	Μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος G _{max}	PAV	PAV < 10%	Abs. %	Abs. < 2%	
	A	C	B	B - C							
K1	2264,0	1317,5	2291,8	974,3	2,324	2,533	8,262156	NAI	2,8533306		OXI
K2	2610,5	1544,0	2621,9	1077,9	2,422	2,533	4,388521	NAI	1,05761202		NAI
K2.2	1765,1	1041,7	1765,8	724,1	2,438	2,533	3,76444	NAI	0,09667173		NAI
K3	2077,0	1227,9	2098,1	724,1	2,868	2,533	-13,2408	OXI	2,91396216		OXI
K4	1411,8	817,7	1432,7	615,0	2,296	2,533	9,371901	NAI	3,39837398		OXI
K5	2252,4	1318,9	2278,8	959,9	2,346	2,533	7,363031	NAI	2,75028649		OXI
K6	2146,5	1263,3	2153,8	890,5	2,410	2,533	4,83839	NAI	0,81976418		NAI
K7	1151,1	669,4	1157,0	487,6	2,361	2,533	6,800375	NAI	1,2100082		NAI
K8	1252,7	736,6	1260,4	523,8	2,392	2,533	5,583827	NAI	1,47002673		NAI
K9	1279,2	748,4	1286,2	537,8	2,379	2,533	6,096352	NAI	1,30159911		NAI
K10	1312,9	763,9	1320,2	556,3	2,360	2,533	6,827575	NAI	1,3122416		NAI
K11	978,8	562,4	981,0	418,6	2,338	2,533	7,687705	NAI	0,5255614		NAI
K12	2605,7	1513,0	2611,1	1098,1	2,373	2,533	6,319903	NAI	0,49175849		NAI

5.6 Προσδιορισμός Ποσοστού Κενών με Χρήση της Συσκευής TROXLER

Στην περιοχή του Πικερμίου σε δρόμο επαρχιακού οδικού δικτύου έγιναν μετρήσεις πυκνότητας, με χρήση της μη καταστρεπτικής μεθόδου troxler, σε τμήμα του οδοστρώματος στο οποίο έγινε στην συνέχεια πυρηνοληψία. Οι μετρήσεις έγιναν σε απόσταση 50 m μεταξύ τους και έδωσαν τιμές για δύο βάθη 3cm και 7cm. Τα πάχη αυτά επιλέχθηκαν γιατί τα θεωρητικά πάχη κατασκευής της αντισιλοστήρας (τύπου 1) είναι 3cm και της ισοπέδωτικής 4cm για το συγκεκριμένου οδοστρώμα.

Η μέθοδος troxler είναι μία μη καταστρεπτική μέθοδος η οποία χρησιμοποιεί ακτινοβολία νετρονίων προκειμένου να προσδιορίσει την πυκνότητα του οδοστρώματος.

Η συσκευή αρχικά τοποθετήθηκε πάνω σε ειδική διάταξη όπου αυτορυθμίστηκε προκειμένου να λάβει υπ' όψη της περιβαλλοντικές συνθήκες, υγρασίας και θερμοκρασίας. Στην συνέχεια ρυθμίστηκε σε - thin layer mode - προκειμένου να ~~παράγει~~ ^{λειτουργεί} μετρήσεις σε ασφαλοτάτητα μικρού πάχους. Στην συνέχεια τοποθετήθηκε στα σημεία όπου έπρεπε να προσδιορισθεί η πυκνότητα. Κάθε μέτρηση διήρκεσε 1 min (Σχήματα 5.5 & 5.6).



Σχήμα 5.5 Η συσκευή troxler αυτορυθμίζεται πάνω σε ειδική επιφάνεια.



Σχήμα 5.6 Η συσκευή troxler παίρνει μέτρηση.

Στην συνέχεια παρατίθεται πίνακας των μετρήσεων της πυκνότητας με τη συσκευή troxler (ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9 Μετρήσεων Πυκνότητας με την Συσκευή Troxler

ΘΕΣΗ	Πυκνότητα Αντιλιοθηρής (3cm) kg/m ³	Πυκνότητα (7cm) kg/m ³
Ενδιάμεσο	2433	2452
K1	2451	2550
Ενδιάμεσο	2320	2380
K2	2380	2412
Ενδιάμεσο	2335	2387
K3	2408	2428
Ενδιάμεσο	2462	2471
K4	2163	2228
Ενδιάμεσο	2323	2349
K5	2427	2474
Ενδιάμεσο	2384	2407
K6	1319	1578
Ενδιάμεσο	2349	2369
K7	2396	2405
Ενδιάμεσο	2393	2428
K8	2374	2405
Ενδιάμεσο	2281	2333
K9	2439	2462
Ενδιάμεσο	2406	2446
K10	2504	2520
Ενδιάμεσο	2339	2375
K11	2468	2493
Ενδιάμεσο	2585	2590
K12	2396	2415

Η μετρήσεις που υπάρχουν για βάθος 7cm δεν είναι οι τιμές της πυκνότητας της ισοπεδωτικής με πάχος 4cm, αλλά οι τιμές της συνολικής πυκνότητας και για τις δύο στρώσεις (αντιλιοθηρή και ισοπεδωτική). Συνεπώς οι τιμές για βάθος 7cm θα πρέπει να επεξεργαστούν προκειμένου να υπολογισθεί η πυκνότητα της ισοπεδωτικής.

Θεωρείται ότι υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στις πυκνότητες της αντιλιοθηρής, της ισοπεδωτικής και της μικτής τιμής, και η σχέση αυτή είναι η ακόλουθη.

$$0.07 \times A = 0.04 \times B + 0.03 \times \Gamma$$

A : Η μικτή τιμή της πυκνότητα σε βάθος 7cm

B : Η πυκνότητα της Ισοπεδωτικής στρώσης με πάχος 4cm

Γ : Η πυκνότητα της Αντιλιοθηρής στρώσης με πάχος 3cm

Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση προσδιορίζεται η τιμή της πυκνότητας για την ισοπεδωτική στρώση. Με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται στον ακόλουθο πίνακα με τις τιμές της πυκνότητας και της Ισοπεδωτικής στρώσης (ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10 Πυκνότητες Ισοπεδωτικής
& Αντιολισθηράς Στρώσεως
με την Συσκευή Troxler**

ΘΕΣΗ	Πυκνότητα Αντιολισθηρή (3cm) kg/m ³	Πυκνότητα Ισοπεδωτική (4cm) kg/m ³
Ενδιάμεσο	2433	2466,25
K1	2451	2550,75
Ενδιάμεσο	2320	2425,00
K2	2380	2436,00
Ενδιάμεσο	2335	2426,00
K3	2406	2444,50
Ενδιάμεσο	2462	2477,75
K4	2163	2276,75
Ενδιάμεσο	2323	2368,50
K5	2427	2509,25
Ενδιάμεσο	2384	2424,25
K6	1319	1772,25
Ενδιάμεσο	2349	2384,00
K7	2396	2411,75
Ενδιάμεσο	2393	2454,25
K8	2374	2428,25
Ενδιάμεσο	2281	2372,00
K9	2439	2479,25
Ενδιάμεσο	2406	2476,00
K10	2504	2532,00
Ενδιάμεσο	2339	2402,00
K11	2468	2511,75
Ενδιάμεσο	2585	2593,75
K12	2396	2429,25

Οι τιμές για τους πυρήνες K4 και K6 είναι υπερβολικά χαμηλές άρα λανθασμένες και για το λόγω αυτό απορρίπτονται στην συνέχεια.

6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν όλες οι στατιστικές επεξεργασίες των αποτελεσμάτων των παραπάνω εργαστηριακών δοκιμών και μετρήσεων.

6.1 Στατιστική Διόρθωση Εργαστηριακών Μετρήσεων

Ο προσδιορισμός του ποσοστού κενών απαιτεί τον ακριβή υπολογισμό του ειδικού βάρους (G) και του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους του δείγματος (G_{max}).

Στη μελέτη που έγινε, παρασκευάστηκαν τριάδες δοκιμών με το ίδιο ποσοστό ασφάλτου και κοκκομετρική διαβάθμιση. Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν 4 διαφορετικές μεθόδους προκειμένου να προσδιοριστεί το ειδικό βάρος σε κάθε δοκίμιο ξεχωριστά. Κατ' αυτό τον τρόπο υπάρχουν, για κάθε τριάδα δοκιμών και για κάθε μέθοδο, 3 παραπλήσιες τιμές του ειδικού βάρους που αντιστοιχούν σε ασφαλτόμιγμα με κοκκομετρία και ποσοστό ασφάλτου ίδιο με αυτά της τριάδας.

Για να προκύψει λοιπόν η τιμή του ειδικού βάρους του ασφαλτομίγματος αυτού, θα πρέπει να ληφθεί ο μέσος όρος των τιμών των δοκιμών. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί το παραπάνω θα πρέπει οι τιμές αυτές να είναι στατιστικά αποδεκτές.

Κάθε προδιαγραφή που έχει περιγραφεί μέχρι στιγμής στη μελέτη αυτή παραθέτει μία σειρά από συντελεστές ακριβείας οι οποίοι μας δίνουν τη δυνατότητα να ελέγχουμε στατιστικά τα αποτελέσματα την εργαστηριακής δοκιμής.

Στην προδιαγραφή C 670 [29] ορίζεται η μεθοδολογία στατιστικού ελέγχου, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού ακρίβειας και στατιστικής απόκλισης μίας εργαστηριακής μεθόδου. Σύμφωνα λοιπόν με την C 670 [29] όταν από δύο ή περισσότερες μετρήσεις υπολογίζεται μέσος όρος προκειμένου να υπολογιστεί ένα αποτέλεσμα, η διακύμανση της κάθε μέτρησης πρέπει να εξεταστεί ξεχωριστά προκειμένου να ελέγχουμε ότι πληρεί τις απαιτήσεις της προδιαγραφής. Η μέγιστη αποδεκτή διακύμανση κάθε μέτρησης υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την κατάλληλη τυπική απόκλιση ($1s$) ή τον συντελεστή μεταβολής ($1s\%$) με τον κατάλληλο συντελεστή από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2. (παρ. 3.4.3) (ASTM C 670 – 96) [29]

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα πρέπει σε κάθε ομάδα μετρήσεων να υπολογισθεί η τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Στη συνέχεια να συγκρίνεται η παραπάνω τιμή με το γινόμενο $1s \times A$ όπου A η τιμή του πολλαπλασιαστικού συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 τη C 670 [29] συναρτήσει του πλήθους των μετρήσεων.

Συνεπώς θα πρέπει να ελεγχθεί η επαλήθευση της ακόλουθης παράστασης

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 9.9$$

Εάν η παραπάνω παράσταση επαληθευτεί τότε ο μέσος όρος της ομάδας αυτής των μετρήσεων είναι αποδεκτός στατιστικά.

Εάν όμως δεν επαληθευτεί τότε υπολογίζεται η ακόλουθη παράσταση :

$$\frac{A - B}{A}$$

Όπου A και B διαφορετικές τιμές του δείγματος που εξετάζεται.

Υπολογίζεται η παραπάνω παράσταση για κάθε δυνατό ζεύγος τιμών και η τιμή που θα δώσει τις μεγαλύτερες τιμές της παράστασης θα απομακρυνθεί από το δείγμα.

6.1.1 Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου

Ο έλεγχος στην περίπτωση της μεθόδου αυτής δεν έγινε στις τιμές του ειδικού βάρους αλλά στις τιμές του ύψους του δοκιμίου.

Σύμφωνα με την προδιαγραφή C 670 [29] υπολογίζουμε σε κάθε ομάδα μετρήσεων την τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 της προδιαγραφής C 670 [29] παίρνουμε για 6 μετρήσεις τον πολλαπλασιαστικό συντελεστή 9,9.

Παράλληλα από την προδιαγραφή D 3549 [20] λαμβάνεται για μετρήσεις ύψους, ακρίβεια ενός εργαστηρίου και δοκίμια Marshall η ακόλουθη τιμή για την τυπική απόκλιση $1s = 0.229$.

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά πίνακας με τον στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων του στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται σε πίνακες στο παράρτημα,

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 Στατιστικού Ελέγχου των Μετρήσεων Πάχους Δοκιμίων

	Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)								
A/A	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Πάχος δοκιμίου (cm)	6,79	7,02	6,91	6,83	6,92	6,95	6,95	6,75	6,64
	6,81	6,96	6,93	6,83	6,92	6,89	6,95	6,92	6,69
	6,80	7,09	6,88	6,71	6,92	6,87	6,99	6,92	6,67
	6,79	6,99	6,92	6,76	7,01	6,88	7,02	6,87	6,66
	6,94	7,02	6,94	6,88	6,97	6,88	6,97	6,83	6,63
	6,97	7,05	6,96	6,85	6,89	6,95	6,94	6,85	6,67
Μ.Ο. Δοκιμίου (cm)	6,85	7,02	6,92	6,81	6,94	6,90	6,97	6,86	6,66
$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	0,0258	0,0183	0,0115	0,0204	0,0171	0,0115	0,0114	0,0246	0,009
1s (cm)	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229
1s*9,9	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 9,9$	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI

6.1.2 Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλομίγματος Κλειστού Τύπου

6.1.2.1 Μη Επικαλυμμένα Δοκίμια

Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων θα γίνει στις τιμές του ειδικού βάρους. Σύμφωνα με την προδιαγραφή C 670 [29] υπολογίζεται σε κάθε ομάδα μετρήσεων η τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 της προδιαγραφής C 670 [29] λαμβάνεται για 3 μετρήσεις ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής 5,7.

Παράλληλα από την προδιαγραφή D 2726 [19] παίρνουμε για ακρίβεια ενός εργαστηρίου για την ΑΣ 20 Σύνθεση την ακόλουθη τιμή $1s = 0.013$ και για την αντιολισθηρή σύνθεση $1s = 0.008$

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά πίνακας με τον στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων του στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται σε πίνακες στο παράρτημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους με Επικαλυμμένα Δοκίμια

ΚΑΤΩΤΑΗ ΑΣ 20 (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s * 5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$	Φαινόμενο ειδικό βάρος
	A/A						
	1	2,326044					2,3260437
	2	2,344554					2,3445541
3,80	3	2,354971	0,01228339	0,013	0,0741	NAI	2,3549708
	M.O.						2,3418562
	4	2,347358					2,3473581
	5	2,335137					2,3351372
4,10	6	2,30497	0,01805785	0,013	0,0741	NAI	2,3049699
	M.O.						2,3291551
	7	2,355839					2,3558387
	8	2,338078					2,3380783
4,40	9	2,339327	0,0075389	0,013	0,0741	NAI	2,3393271
	M.O.						2,3444147
	10	2,361751					2,3617512
	11	2,35842					2,3584201
4,70	12	2,348692	0,00552947	0,013	0,0741	NAI	2,3486919
	M.O.						2,3562877
	13	2,386443					2,3864426
	14	2,360133					2,360133
5,00	15	2,369422	0,01102462	0,013	0,0741	NAI	2,3694218
	M.O.						2,3719992

6.1.2.2 Επικαλυμμένα Δοκίμια

6.1.2.2.1 Χρήση Παραφίλμ

Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων θα γίνει στις τιμές του ειδικού βάρους. Σύμφωνα με την προδιαγραφή C 670 [29] υπολογίζεται σε κάθε ομάδα μετρήσεων η τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 της προδιαγραφής C 670 [29] λαμβάνεται για 3 μετρήσεις ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής 5,7.

Παράλληλα από την προδιαγραφή D 1188 [18] λαμβάνεται για ακρίβεια ενός εργαστηρίου η ακόλουθη τιμή για την τυπική απόκλιση $1s = 0.028$

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά πίνακας με τον στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων του στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται σε πίνακες στο παράρτημα,

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους με Χρήση ΠΑΡΑΦΙΛΜ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5.7$
	A/A					
3,80	2	2,206481				
	3	2,19535				
			0,005045	0,028	0,1596	NAI
4,10	4	2,190044				
	5	2,23287				
	6	2,205845				
			0,01918	0,028	0,1596	NAI

6.1.2.2.2 Χρήση Παραφίνης

Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων θα γίνει στις τιμές του ειδικού βάρους. Σύμφωνα με την προδιαγραφή C 670 [29] υπολογίζεται σε κάθε ομάδα μετρήσεων η τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 της προδιαγραφής C 670 [29] λαμβάνεται για 3 μετρήσεις ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής 5,7.

Παράλληλα από την προδιαγραφή D 1188 [18] λαμβάνεται για ακρίβεια ενός εργαστηρίου η ακόλουθη τιμή για την τυπική απόκλιση $1s = 0.028$

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά πίνακας με τον στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων του στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται σε πίνακες στο παράρτημα,

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους με Χρήση ΠΑΡΑΦΙΝΗΣ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
3,80	1	2,35706584				
	2	2,39537596				
	3	2,41465965				
			0,023852	0,028	0,1596	NAI
4,10	4	2,40403485				
	5	2,38806378				
	6	2,35573013				
			0,020093	0,028	0,1596	NAI
4,40	7	2,39417828				
	8	2,36911146				
	9	2,3716657				
			0,01047	0,028	0,1596	NAI
4,70	10	2,37698707				
	11	2,39988675				
	12	2,38162183				
			0,009542	0,028	0,1596	NAI

6.1.3 Στατιστικός Έλεγχος των Αποτελεσμάτων της Μεθόδου Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου - Πυρήνες

6.1.3.1 Πυρήνες

Ο έλεγχος στην περίπτωση της μεθόδου αυτής δεν έγινε στις τιμές του ειδικού βάρους αλλά στις τιμές του ύψους του δοκιμίου.

Σύμφωνα με την προδιαγραφή C 670 [29] υπολογίζεται σε κάθε ομάδα μετρήσεων η τιμή της ακόλουθης παράστασης.

$$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$$

Από την δεύτερη στήλη του πίνακα 2 της παραγράφου 3.4.3 της προδιαγραφής C 670 [29] λαμβάνεται για 6 μετρήσεις ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής 9,9.

Παράλληλα από την προδιαγραφή D 3549 [20] λαμβάνεται για μετρήσεις ύψους, ακρίβεια ενός εργαστηρίου και δοκίμια Marshall η ακόλουθη τιμή για την τυπική απόκλιση $1s = 0.229$.

Στην συνέχεια παρατίθεται ενδεικτικά πίνακας με τον στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων του στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται σε πίνακες στο παράρτημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5 Στατιστικού Ελέγχου Υπολογισμού Πάχους Δοκιμίων

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ

A/A	K1	K2	K2.2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Πάχος δοκιμίου (cm)	4,02	4,67	4,48	4,77	3,22	4,95	2,91	2,80	2,92	2,57	3,83	3,70	3,83
	3,97	4,73	4,50	4,74	3,15	5,00	2,84	2,81	2,92	2,63	3,79	3,57	3,77
	3,92	4,66	4,47	4,75	3,16	5,09	2,91	2,80	2,82	2,75	3,84	3,60	3,78
	4,05	4,65	4,47	4,75	3,26	5,27	3,06	2,78	2,82	2,79	3,94	3,81	3,85
	4,06	4,72	4,44	4,78	3,27	5,22	3,16	2,79	2,83	2,71	3,98	3,89	3,74
	4,07	4,69	4,36	4,80	3,25	5,08	3,12	2,76	2,97	2,61	3,90	3,87	3,82
M.O. Δοκιμίου (cm)	4,02	4,69	4,45	4,77	3,22	5,10	3,00	2,79	2,88	2,68	3,88	3,74	3,77
$\frac{\max(\mu) - \min(\mu)}{\max(\mu)}$	0,036855	0,016913	0,031111	0,0125	0,036697	0,060721	0,101266	0,017794	0,050505	0,078853	0,047739	0,07455	0,046997
1s (cm)	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229
1s*9,9	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671
$\frac{\max(\mu) - \min(\mu)}{\max(\mu)} < 1s*9,9$	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ

A/A	K1	K2	K2.2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Πάχος δοκιμίου (cm)	6,30	6,94	4,50	5,58	3,83	6,25	5,58	3,07	3,26	3,60	3,43	2,67	7,08
	6,35	7,49	4,46	5,57	3,86	6,18	5,55	3,06	3,25	3,51	3,43	2,57	6,99
	6,50	7,96	4,40	5,60	3,93	6,08	5,57	3,12	3,24	3,37	3,47	2,63	6,87
	6,41	6,94	4,54	5,55	4,01	6,04	5,66	3,15	3,36	3,42	3,55	2,72	6,87
	6,35	7,05	4,65	5,49	3,91	6,12	5,69	3,12	3,45	3,50	3,63	2,77	6,98
	6,35	7,30	4,61	5,51	3,86	6,17	5,66	3,06	3,53	3,60	3,53	2,66	7,04
M.O. Δοκιμίου (cm)	6,38	7,28	4,53	5,55	3,90	6,14	5,62	3,10	3,35	3,50	3,51	2,67	6,97
$\frac{\max(\mu) - \min(\mu)}{\max(\mu)}$	0,030769	0,128141	0,053763	0,019643	0,044888	0,0336	0,024605	0,028571	0,082153	0,063889	0,055096	0,072202	0,029661
1s (cm)	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229
1s*9,9	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671	0,22671
$\frac{\max(\mu) - \min(\mu)}{\max(\mu)} < 1s*9,9$	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI

6.2 Υπολογισμός Ποσοστού Κενών

Έχοντας υπολογίσει τις τιμές του ειδικού βάρους των δοκιμίων και έχοντας κάνει και τον στατιστικό έλεγχο και την διόρθωση των τιμών αυτών, γίνεται ο υπολογισμός του ποσοστού των κενών (PAV) χρησιμοποιώντας τον γνωστό τύπο.

$$PAV = \frac{G_{MAX} - G}{G_{MAX}}$$

Όπου τα G_{max} είναι το μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος και το G το ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος.

Στην συνέχεια παρατίθενται πίνακες με τον υπολογισμό του ποσοστού κενών με τη χρήση των 4 μεθόδων και για τα δοκίμια αλλά και για τους πυρήνες.

6.2.1 Προσδιορισμός Ποσοστού Κενών Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Ανοικτού Τύπου

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
3,80	1	2,155			
	2	2,227			
	3	2,210			
	M.O.	2,197	2,545	13,68	NAI
4,10	4	2,194			
	5	2,244			
	6	2,214			
	M.O.	2,217	2,533	12,46162	NAI
4,40	7	2,241			
	8	2,281			
	9	2,260			
	M.O.	2,261	2,520	10,28591	NAI
4,70	10	2,302			
	11	2,270			
	12	2,268			
	M.O.	2,280	2,507	9,072816	OXI
5,00	13	2,333			
	14	2,296			
	15	2,289			
	M.O.	2,306	2,495	7,5642	OXI

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
3,80	16	2,308			
	17	2,315			
	18	2,339			
	M.O.	2,321	2,530	8,285857	OXI
4,10	19	2,403			
	20	2,361			
	21	2,329			
	M.O.	2,364	2,519	6,136562	OXI
4,40	22	2,308			
	23	2,373			
	24	2,379			
	M.O.	2,354	2,507	6,132223	OXI
4,70	25	2,335			
	26	2,341			
	27	2,371			
	M.O.	2,349	2,503	6,154956	OXI
5,00	28	2,410			
	29	2,394			
	30	2,376			
	M.O.	2,393	2,484	3,651141	OXI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
4,00	31	2,122			
	32	2,023			
	33	2,056			
	M.O.	2,067	2,671	22,61902	NAI
4,30	34	2,100			
	35	2,109			
	36	2,042			
	M.O.	2,084	2,663	21,74687	NAI
4,60	37	2,046			
	38	2,092			
	39	2,065			
	M.O.	2,068	2,664	22,37635	NAI
4,90	40	2,059			
	41	2,089			
	42	2,089			
	M.O.	2,079	2,637	21,15352	NAI
5,20	43	2,150			
	44	2,059			
	45	2,081			
	M.O.	2,097	2,641	20,60077	NAI

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
4,00	46	2,080			
	47	2,160			
	48	2,190			
	M.O.	2,144	2,655	19,27197	NAI
4,30	49	2,196			
	50	2,193			
	51	2,223			
	M.O.	2,204	2,648	16,75655	NAI
4,60	52	2,182			
	53	2,203			
	54	2,268			
	M.O.	2,217	2,631	15,73341	NAI
4,90	55	2,211			
	56	2,233			
	57	2,204			
	M.O.	2,216	2,616	15,30346	NAI
5,20	58	2,216			
	59	2,230			
	60	2,276			
	M.O.	2,241	2,605	14,00246	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
4,00	61	2,102			
	62	2,048			
	63	2,089			
	M.O.	2,080	2,661	21,8295	NAI
4,30	64	2,102			
	65	2,068			
	66	2,049			
	M.O.	2,073	2,666	22,25274	NAI
4,60	67	2,102			
	68	2,119			
	69	2,116			
	M.O.	2,112	2,641	20,01644	NAI
4,90	70	2,099			
	71	2,119			
	72	2,119			
	M.O.	2,112	2,638	19,94002	NAI
5,20	73	2,081			
	74	2,072			
	75	2,096			
	M.O.	2,083	2,632	20,84931	NAI

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV (%)	PAV > 10%
		G	G _{max}		
4,00	76	2,268			
	77	2,210			
	78	2,242			
	M.O.	2,240	2,642	15,20621	NAI
4,60	79	2,250			
	80	2,282			
	81	2,209			
	M.O.	2,247	2,621	14,24665	NAI
5,20	82	2,263			
	83	2,301			
	84	2,281			
	M.O.	2,282	2,604	12,35554	NAI

6.2.1.1 Πυρήνες

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΣΤΡΩΣΗ				
A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV > 10%
	G	G _{max}		
K1	2,51058337	2,779	9,658748785	OXI
K2	2,48391576	2,779	10,61836057	NAI
K2.2	2,43434698	2,779	12,40205181	NAI
K3	2,41607202	2,779	13,05966104	NAI
K4	2,47299056	2,779	11,01149465	NAI
K5	2,47841288	2,779	10,81637713	NAI
K6	2,40826888	2,779	13,34045061	NAI
K7	2,46503087	2,779	11,29791756	NAI
K8	2,45850189	2,779	11,53285761	NAI
K9	2,54372793	2,779	8,466069567	OXI
K10	2,53610352	2,779	8,74042735	OXI
K11	2,49088291	2,779	10,36765347	NAI
K12	2,45227306	2,779	11,75699686	NAI

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ				
A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV > 10%
	G	G _{max}		
K1	2,21820077	2,533	12,42792055	NAI
K2	2,2403221	2,533	11,55459531	NAI
K2.2	2,43617759	2,533	3,822440007	OXI
K3	2,33809234	2,533	7,694736033	OXI
K4	2,26165687	2,533	10,71232266	NAI
K5	2,29189804	2,533	9,518435203	OXI
K6	2,38694018	2,533	5,766277817	OXI
K7	2,32239849	2,533	8,314311664	OXI
K8	2,33741882	2,533	7,721325798	OXI
K9	2,28343446	2,533	9,852567597	OXI
K10	2,33913511	2,533	7,653568383	OXI
K11	2,29034467	2,533	9,579760195	OXI
K12	2,33510247	2,533	7,81277249	OXI

Εάν η τιμή του ποσοστού κενών, που θα προσδιοριστεί, με την μέθοδο αυτή είναι μικρότερη από 10 % τότε η τιμή αυτή θα πρέπει να αποκλειστεί ως τιμή εκτός ορίων προδιαγραφής.

**6.2.2 Προσδιορισμός Ποσοστού Κενών Συμπυκνωμένου
Ασφατομίγματος Κλειστού Τύπου
Μη Επικαλυμένα Δοκίμια**

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
3,80	1	2,3260437				1,988072	NAI
	2	2,3445541				2,785839	OXI
	3	2,3549708				3,469786	OXI
	M.O.	2,3418562	2,54536	7,995089	NAI		
4,10	4	2,3473581				2,95499	OXI
	5	2,3351372				2,222652	OXI
	6	2,3049699				2,729669	OXI
	M.O.	2,3291551	2,53267	8,035588	NAI		
4,40	7					2,130087	OXI
	8	2,3380783				1,123806	NAI
	9	2,3393271				1,179428	NAI
	M.O.	2,3387027	2,51998	7,1936	NAI		
4,70	10	2,3617512				0,268817	NAI
	11	2,3584201				1,650619	NAI
	12	2,3486919				1,13237	NAI
	M.O.	2,3562877	2,50729	6,022529	NAI		
5,00	13	2,3864426				0,096562	NAI
	14	2,360133				0,64554	NAI
	15	2,3694218				0,504463	NAI
	M.O.	2,3719992	2,4946	4,914649	NAI		

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
3,80	16	2,3830836				1,577287	NAI
	17	2,3786786				0,93549	NAI
	18	2,408632				0,336567	NAI
	M.O.	2,3901314	2,5304	5,543337	NAI	0,949781	
4,10	19	2,3961251				0,038366	NAI
	20						
	21	2,392527				1,828909	NAI
	M.O.	2,3943261	2,51885	4,943682	NAI	0,933637	
4,40	22	2,4102513				1,088462	NAI
	23	2,3808519				0,249424	NAI
	24	2,4024701				0,29406	NAI
	M.O.	2,3978578	2,5073	4,364943	NAI	0,543982	
4,70	25	2,379754				0,454115	NAI
	26	2,4074946				0,451246	NAI
	27	2,4125613				0,60844	NAI
	M.O.	2,3999367	2,50345	4,134828	NAI	0,5046	
5,00	28	2,4337515				0,137201	NAI
	29	2,429692				0,019131	NAI
	30	2,4252327				0,237671	NAI
	M.O.	2,4295587	2,4842	2,199552	NAI	0,131334	

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
4,00	31					5,912979	OXI
	32	2,5656295				5,542963	OXI
	33	2,5220972				5,885898	OXI
	M.O.	2,5438634	2,67096	4,758463	NAI	5,780613	
4,30	34	2,4697356				6,640548	OXI
	35					6,215757	OXI
	36	2,5268362				5,690073	OXI
	M.O.	2,4982859	2,662613	6,17165	NAI	6,182126	
4,60	37	2,4773402				5,679794	OXI
	38	2,3960732				5,588069	OXI
	39	2,4984019				5,773072	OXI
	M.O.	2,4572718	2,663595	7,746043	NAI	5,680312	
4,90	40					5,59596	OXI
	41	2,4030164				5,154639	OXI
	42	2,4554628				5,744227	OXI
	M.O.	2,4292396	2,63659	7,864339	NAI	5,498275	
5,20	43					4,234217	OXI
	44	2,4853175				5,853175	OXI
	45	2,5169645				5,259988	OXI
	M.O.	2,501141	2,640518	5,278398	NAI	5,115793	

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
4,00	46	2,4476592				5,203938	OXI
	47	2,4067106				5,159038	OXI
	48	2,3583458				4,752994	OXI
	M.O.	2,4042386	2,655272	9,454152	NAI	5,038657	
4,30	49	2,4422928				4,453912	OXI
	50	2,4182171				5,096899	OXI
	51	2,3485342				4,29201	OXI
	M.O.	2,4030147	2,64767	9,240401	NAI	4,614274	
4,60	52	2,4123167				4,848485	OXI
	53	2,4370546				4,25574	OXI
	54	2,3478902				2,542841	OXI
	M.O.	2,3990872	2,63138	8,827795	NAI	3,882355	
4,90	55	2,4491576				4,301288	OXI
	56	2,3599694				2,638119	OXI
	57	2,4156816				4,688731	OXI
	M.O.	2,4082695	2,616176	7,94696	NAI	3,876046	
5,20	58	2,4211238				3,861749	OXI
	59	2,4190757				3,618486	OXI
	60	2,3611588				1,753383	NAI
	M.O.	2,4004527	2,605316	7,863279	NAI	3,077873	

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
4,00	61	2,4726631				5,839702	OXI
	62	2,5508389				5,336568	OXI
	63					6,241725	OXI
	M.O.	2,511751	2,66059	5,59421	NAI	5,805998	
4,30	64	2,3963862				5,721814	OXI
	65	2,4817001				5,726092	OXI
	66	2,5041799				5,513535	OXI
	M.O.	2,4607554	2,66647	7,714866	NAI	5,653814	
4,60	67	2,4970901				5,057194	OXI
	68	2,4527567				4,90941	OXI
	69	2,4290923				5,565151	OXI
	M.O.	2,4596464	2,640892	6,863046	NAI	5,177252	
4,90	70	2,424031				4,883721	OXI
	71	2,4957685				5,372958	OXI
	72	2,4238023				4,583176	OXI
	M.O.	2,4478673	2,638246	7,216109	NAI	4,946618	
5,20	73	2,4423598				5,261122	OXI
	74	2,484252				5,314961	OXI
	75					5,090098	OXI
	M.O.	2,4633059	2,632072	6,411912	NAI	5,22206	

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%	Abs %	Abs < 2%
		G	G _{max}				
4,00	76	2,414124				3,646133	OXI
	77	2,3750946				4,239213	OXI
	78	2,4310879				3,523035	OXI
	M.O.	2,4067688	2,641505	8,886456	NAI	3,802794	
4,60	79	2,4200468				3,295632	OXI
	80	2,3970093				3,028037	OXI
	81	2,3942569				4,093908	OXI
	M.O.	2,403771	2,62057	8,272971	NAI	3,472526	
5,20	82	2,3783281				1,75014	NAI
	83	2,4233175				1,023697	NAI
	84	2,4016794				1,835579	NAI
	M.O.	2,4011083	2,603585	7,776842	NAI	1,536472	

6.2.2.1 Πυρήνες

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΣΤΡΩΣΗ				
A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV > 10%
	G	G _{max}		
K1	2,570	2,779	7,523328	NAI
K2	2,547	2,779	8,339989	NAI
K2.2	2,536	2,779	8,740534	NAI
K3	2,693	2,779	3,086781	NAI
K4	2,598	2,779	6,505751	NAI
K5	2,527	2,779	9,0827	NAI
K6	2,516	2,779	9,460203	NAI
K7	2,593	2,779	6,708971	NAI
K8	2,583	2,779	7,041586	NAI
K9	2,627	2,779	5,459149	NAI
K10	2,615	2,779	5,886644	NAI
K11	2,576	2,779	7,297873	NAI
K12	2,550	2,779	8,235717	NAI

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ				
A/A	Εδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV > 10%
	G	G _{max}		
K1	2,324	2,533	8,262156	NAI
K2	2,422	2,533	4,388521	NAI
K2.2	2,438	2,533	3,76444	NAI
K3	2,868	2,533	-13,2408	OXI
K4	2,296	2,533	9,371901	NAI
K5	2,346	2,533	7,363031	NAI
K6	2,410	2,533	4,83839	NAI
K7	2,361	2,533	6,800375	NAI
K8	2,392	2,533	5,583827	NAI
K9	2,379	2,533	6,096352	NAI
K10	2,360	2,533	6,827575	NAI
K11	2,338	2,533	7,687705	NAI
K12	2,373	2,533	6,319903	NAI

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 % ενώ παράλληλα η απορροφητικότητα του δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή του 2 %

6.2.3 Προσδιορισμός Ποσοστού Κενών Συμπυκνωμένου Ασφαλτομίγματος Κλειστού Τύπου

6.2.3.1 Επικαλυμμένα Δοκίμια

6.2.3.1.1 Χρήση Παραφίλμ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
3,80	2	2,2064808			
	3	2,1953498			
	M.O.	2,2009153	2,54536	13,53226	ΟΧΙ
4,10	4	2,1900438			
	5	2,2328697			
	6	2,2058454			
	M.O.	2,2095863	2,53267	12,75664	ΟΧΙ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	31	2,0967242			
	32	2,0114677			
	33	2,0468749			
	M.O.	2,0516889	2,67096	23,18534	ΟΧΙ
4,30	34	2,0878989			
	35	2,0808209			
	36	2,0445516			
	M.O.	2,0710905	2,662613	22,21587	ΟΧΙ
4,60	37	2,0358708			
	38	2,0792588			
	39	2,0570395			
	M.O.	2,0573897	2,663595	22,75891	ΟΧΙ
4,90	40	2,0316735			
	41	2,0727685			
	42	2,0697735			
	M.O.	2,0580718	2,63659	21,94191	ΟΧΙ
5,20	43	2,0924686			
	44	2,0569156			
	45	2,0458199			
	M.O.	2,0650681	2,640518	21,79307	ΟΧΙ

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	46	2,0705685			
	47	2,1487292			
	48	2,1503402			
	M.O.	2,1232126	2,655272	20,03785	ΟΧΙ
4,30	49	2,1900398			
	50	2,1809563			
	51	2,210131			
	M.O.	2,193709	2,64767	17,14568	ΟΧΙ
4,60	52	2,1640305			
	53	2,2073891			
	54	2,2299985			
	M.O.	2,2004727	2,63138	16,37572	ΟΧΙ
4,90	55	2,2172024			
	56	2,2092626			
	57	2,2010838			
	M.O.	2,2091829	2,616176	15,55679	ΟΧΙ
5,20	58	2,2144055			
	59	2,2111075			
	60				
	M.O.	2,2127565	2,605316	15,06763	ΟΧΙ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου· κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	61	2,0992421			
	62	2,0471997			
	63	2,0740545			
	M.O.	2,0734988	2,66059	22,0662	ΟΧΙ
4,30	64	2,0817776			
	65	2,0228422			
	66	2,0403865			
	M.O.	2,0483354	2,66647	23,18176	ΟΧΙ
4,60	67	2,0828049			
	68	2,09973			
	69	2,0942865			
	M.O.	2,0922738	2,640892	20,77397	ΟΧΙ
4,90	70	2,0895334			
	71	2,0859702			
	72	2,1162149			
	M.O.	2,0972395	2,638246	20,50629	ΟΧΙ
5,20	73	2,0684932			
	74	2,0675836			
	75	2,0761099			
	M.O.	2,0707289	2,632072	21,32704	ΟΧΙ

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	76	2,2270813			
	77	2,2011296			
	78	2,2358324			
	M.O.	2,2213478	2,641505	15,90598	ΟΧΙ
4,60	79	2,2296842			
	80	2,2461274			
	81	2,2047804			
	M.O.	2,226864	2,62136	15,04929	ΟΧΙ

Προκειμένου η τιμή του ποσοστού κενών, για ένα δοκίμιο, που προκύπτει από την μέθοδο αυτή, να είναι αποδεκτή από τις προδιαγραφές θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του 10 %, ενώ η απορροφητικότητα εξ' ορισμού είναι μικρότερη από 2 %.

6.2.3.1.2 Χρήση Παραφίνης

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
3,80	1	2,3570658			
	2	2,395376			
	3	2,4146596			
	M.O.	2,3890338	2,54536	6,141614	ΝΑΙ
4,10	4	2,4040349			
	5	2,3880638			
	6	2,3557301			
	M.O.	2,3826096	2,53267	5,924989	ΝΑΙ
4,40	7	2,3941783			
	8	2,3691115			
	9	2,3716657			
	M.O.	2,3783185	2,51998	5,621533	ΝΑΙ
4,70	10	2,3769871			
	11	2,3998867			
	12	2,3816218			
	M.O.	2,3861652	2,50729	4,830905	ΝΑΙ

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
3,80	16	2,4189003			
	17	2,4137665			
	18	2,4266453			
	M.O.	2,4197707	2,5304	4,372008	ΝΑΙ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	31	2,3957666			
	32	2,5245285			
	33	2,5310028			
	M.O.	2,483766	2,67096	7,008493	NAI
4,30	34	2,5555941			
	35	2,4427171			
	36	2,4982996			
	M.O.	2,4988702	2,662613	6,149702	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	46	2,468233			
	47	2,4572567			
	48	2,4095913			
	M.O.	2,445027	2,655272	7,918022	NAI
4,30	49	2,4878214			
	50	2,4723048			
	51	2,4139351			
	M.O.	2,4580204	2,64767	7,162886	NAI
4,60	52	2,4789514			
	53	2,4982876			
	54	2,38998			
	M.O.	2,4557397	2,63138	6,674836	NAI
4,90	55	2,4874732			
	56	2,4130233			
	57	2,4718022			
	M.O.	2,4574329	2,616176	6,067754	NAI
5,20	58	2,4764774			
	59	2,4783423			
	60	2,405033			
	M.O.	2,4532843	2,605316	5,835444	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	61	2,527209			
	62	2,558547			
	63	2,4161195			
	M.O.	2,5006252	2,66059	6,012382	NAI
4,30	64	2,4955726			
	65	2,4560097			
	66	2,5152921			
	M.O.	2,4889581	2,66647	6,657187	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)					
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος	Μέγιστο Θεωρητικό Ειδικό Βάρος	PAV	PAV < 10%
		G	G _{max}		
4,00	76	2,4993337			
	77	2,4562521			
	78	2,4962092			
	M.O.	2,4839316	2,655272	6,452836	NAI
4,60	79	2,464454			
	80	2,4478877			
	81	2,439041			
	M.O.	2,4504609	2,64767	7,448401	NAI
5,20	82	2,4198303			
	83	2,4520336			
	84	2,4565188			
	M.O.	2,4427942	2,63138	7,166801	NAI

6.2.4 Προσδιορισμός Ποσοστού Κενών με Χρήση της Συσκευής TROXLER

Οι τιμές της πυκνότητας των δύο στρώσεων που προσδιορίστηκαν με χρήση της συσκευής troxler θα πρέπει να προσεγγίζουν τις τιμές της πυκνότητας που προκύπτουν από τις εργαστηριακές δοκιμές και για το λόγο αυτό θα πρέπει να διορθωθούν με ένα συντελεστή ο οποίος θα προκύψει από την μαθηματική επεξεργασία των δύο δειγμάτων.

Η μέθοδος προσδιορισμού του ειδικού βάρους για ασφαλτομίγματα κλειστού τύπου (SSD) επιλέχθηκε για να διορθώσει την ισοπεδωτική στρώση ενώ η μέθοδος προσδιορισμού του ειδικού βάρους για ασφαλτομίγματα ανοικτού τύπου (Χρήση διαστάσεων) για την διόρθωση της αντιολισθηρής στρώσης. Η επιλογή έγινε γιατί σε κάθε περίπτωση υπήρχε επαρκές πλήθος αποδεκτών τιμών εργαστηριακής μεθόδου.

Ακολουθούν πίνακες διόρθωσης των τιμών της συσκευής troxler και υπολογισμού της τιμής του ποσοστού κενών με χρήση των διορθωμένων δεδομένων.

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΣΤΡΩΣΗ (Χρήση διατάσεων)							
A/A	Πυκνότητα Χρήση διατάσεων kg/m ³	Πυκνότητα Αρχ. (3cm) kg/m ³	Πυκν. Διασ./ Πυκν. Troxler	Πυκνότητα Διορ. (3cm) kg/m ³	G _{max}	Μέγιστη Πυκνότητα (kg/m ³)	PAV (troxler)
Ενδιαμ. 1		2433		2483,46694	2,779	2715,3609	8,54007876
K1		2451		2501,84031	2,779	2715,3609	7,86343323
Ενδιαμ.		2320		2368,12302	2,779	2715,3609	12,7879091
K2	2476,63789	2380	1,04060415	2429,36758	2,779	2715,3609	10,5324239
Ενδιαμ.		2335		2383,43416	2,779	2715,3609	12,2240378
K3	2408,99293	2406	1,00124394	2455,90689	2,779	2715,3609	9,55504706
Ενδιαμ.		2462		2513,06848	2,779	2715,3609	7,44992763
K4	2465,7447						
Ενδιαμ.		2323		2371,18525	2,779	2715,3609	12,6751348
K5	2471,15113	2427	1,01819165	2477,34248	2,779	2715,3609	8,76562727
Ενδιαμ.		2384		2433,45055	2,779	2715,3609	10,3820583
K6	2401,21265						
Ενδιαμ.		2349		2397,72456	2,779	2715,3609	11,6977579
K7	2457,80833	2396	1,02579647	2445,69946	2,779	2715,3609	9,93096125
Ενδιαμ.		2393		2442,63723	2,779	2715,3609	10,0437355
K8	2451,29848	2374	1,03256044	2423,24312	2,779	2715,3609	10,7579725
Ενδιαμ.		2281		2328,31405	2,779	2715,3609	14,2539744
K9		2439		2489,5914	2,779	2715,3609	8,31453025
Ενδιαμ.		2406		2455,90689	2,779	2715,3609	9,55504706
K10		2504		2555,93967	2,779	2715,3609	5,87108805
Ενδιαμ.		2339		2387,51713	2,779	2715,3609	12,0736721
K11	2483,58462	2468	1,00631468	2519,19293	2,779	2715,3609	7,22437912
Ενδιαμ.		2585		2638,61983	2,779	2715,3609	2,82618315
K12	2445,0879	2396	1,02048744	2445,69946	2,779	2715,3609	9,93096125
M.O.			1,02074268				
Τυπική Απόκλιση			0,01387215				

Η τυπική απόκλιση υπολογίστηκε ίση με 1,39 % < 5,0 % άρα η διόρθωση μας είναι στατιστικά αποδεκτή.

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ (SSD)							
A/A	Πυκνότητα SSD kg/m ³	Πυκνότητα (4cm) troxler kg/m ³	Πυκν. SSD / Πυκν. (4cm) Troxler	Πυκνότητα Διορ. (4cm) troxler kg/m ³	Gmax	Μέγιστη Πυκνότητα (kg/m ³)	PAV (troxler)
Ενδιαμ. 1		2466,25		2373,78827	2,533	2474,939	4,0870094
K1		2550,75		2455,12029	2,533	2474,939	0,8007864
Ενδιαμ.		2425,00		2334,08476	2,533	2474,939	5,6912308
K2	2414,815	2436,00	0,99130354	2344,67236	2,533	2474,939	5,2634384
Ενδιαμ.		2426,00		2335,04727	2,533	2474,939	5,6523406
K3		2444,50		2352,85369	2,533	2474,939	4,9328716
Ενδιαμ.		2477,75		2384,85712	2,533	2474,939	3,639772
K4							
Ενδιαμ.		2368,50		2279,70299	2,533	2474,939	7,8885279
K5		2509,25		2415,17616	2,533	2474,939	2,4147302
Ενδιαμ.		2424,25		2333,36288	2,533	2474,939	5,7203984
K6	2403,453						
Ενδιαμ.		2384,00		2294,62189	2,533	2474,939	7,2857296
K7	2353,9	2411,75	0,97601341	2321,33151	2,533	2474,939	6,2065261
Ενδιαμ.		2454,25		2362,23816	2,533	2474,939	4,553692
K8	2384,626	2428,25	0,98203485	2337,21292	2,533	2474,939	5,5648376
Ενδιαμ.		2372,00		2283,07177	2,533	2474,939	7,7524121
K9	2371,682	2479,25	0,95661249	2386,30088	2,533	2474,939	3,5814367
Ενδιαμ.		2476,00		2383,17273	2,533	2474,939	3,7078299
K10	2353,213	2532,00	0,92938916	2437,07324	2,533	2474,939	1,5299779
Ενδιαμ.		2402,00		2311,94705	2,533	2474,939	6,5857057
K11	2331,489	2511,75	0,92823308	2417,58243	2,533	2474,939	2,3175047
Ενδιαμ.		2593,75		2496,50819	2,533	2474,939	-0,871493
K12	2366,035	2429,25	0,97397773	2338,17543	2,533	2474,939	5,5259474
M.O.			0,96250918				
Τυπική Απόκλιση			0,02526795				

Η τυπική απόκλιση υπολογίστηκε ίση με 2,53 % < 5,0 % άρα η διόρθωση μας είναι στατιστικά αποδεκτή.

6.3 Σύγκριση Αποτελεσμάτων

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται συνολικά τα αποτελέσματα των 4 μεθόδων για τον προσδιορισμό του ποσοστού των κενών, παρουσιάζονται οι περιορισμοί των Αμερικάνικων προδιαγραφών (ASTM) και των Ευρωπαϊκών (EN) καθώς και συγκριτικοί πίνακες προσδιορισμού του ποσοστού κενών στους πυρήνες που πάρθηκαν από την περιοχή του Πικερμίου.

Οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές (EN) δεν ορίζουν σαφές αριθμητικό όριο αποδεκτής τιμής για την απορροφητικότητα, για το λόγω αυτό ορίσθηκε ως αποδεκτή αριθμητική τιμή απορροφητικότητας το 1%.

Το κίτρινο χρώμα υποδεικνύει διπλή επικάλυψη δηλαδή δύο διαφορετικές μέθοδοι δίνουν, για το ίδιο δείγμα δύο διαφορετικές, αλλά αποδεκτές από τις προδιαγραφές, τιμές.

Το γαλάζιο χρώμα υποδεικνύει τριπλή επικάλυψη δηλαδή τρεις διαφορετικές μέθοδοι δίνουν, για το ίδιο δείγμα τρεις διαφορετικές, αλλά αποδεκτές από τις προδιαγραφές, τιμές.

Το κόκκινο χρώμα υποδεικνύει τις τιμές που δεν είναι αποδεκτές από τις προδιαγραφές.

ASTM

	A/A	% ασφάλτου κ.β. σδρανών	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ	PAV ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ PAV >10%	PAV SSD PAV < 10% Abs. <2%	PAV παραφίλυ PAV < 10% Abs. >2%	PAV παραφίλη PAV < 10% Abs. >2%	Abs. %	Abs. > 2%
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	1-3	3,80	5,12	13,6800	7,995089494	13,5322592	6,141613894	2,75	NAI
	4-6	4,10	5,22	12,4616	8,035587931	12,7566	5,9250	2,64	NAI
	7-9	4,40	5,57	10,2859	7,193599989		5,6215	1,48	OXI
	10-12	4,70	5,27	9,0728	6,02252909		4,8309	1,02	OXI
	13-15	5,00	5,57	7,5642	4,914649368			0,42	OXI
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	16-18	3,80	5,52	8,2859	5,543337411		4,3720	0,95	OXI
	19-21	4,10	5,80	6,1366	4,94368239			0,93	OXI
	22-24	4,40	5,57	6,1322	4,364943432			0,54	OXI
	25-27	4,70	5,73	6,1550	4,134827803			0,50	OXI
	28-30	5,00	5,73	3,6511	2,199552193			0,13	OXI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	31-33	4,00	3,86	22,6190	4,758462588	23,1853	7,0085	5,78	NAI
	34-36	4,30	3,90	21,7469	6,171649587	22,2159	6,1497	6,18	NAI
	37-39	4,60	3,88	22,3763	7,746042965	22,7589		5,68	NAI
	40-42	4,90	3,78	21,1535	7,864338868	21,9419		5,50	NAI
	43-45	5,20	3,88	20,6008	5,278397548	21,7931		5,12	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	46-48	4,00	4,03	19,2720	9,454151725	20,0378	7,9180	5,04	NAI
	49-51	4,30	4,30	16,7565	9,240400648	17,1457	7,1629	4,61	NAI
	52-54	4,60	4,35	15,7334	8,827794717	16,3757	6,6748	3,88	NAI
	55-57	4,90	4,32	15,3035	7,946959813	15,5568	6,0678	3,88	NAI
	58-60	5,20	4,25	14,0025	7,863278526	15,0676	5,8354	3,08	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	61-63	4,00	4,08	21,8295	5,594209713	22,0662	6,0124	5,81	NAI
	64-66	4,30	3,70	22,2527	7,714865511	23,1818	6,6572	5,65	NAI
	67-69	4,60	3,85	20,0164	6,863046228	20,7740		5,18	NAI
	70-72	4,90	3,90	19,9400	7,216108784	20,5063		4,95	NAI
	73-75	5,20	3,62	20,8493	6,411911673	21,3270		5,22	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	76-78	4,00	4,87	15,2062	8,886455813	15,9060	6,4528	3,80	NAI
	79-81	4,60	4,47	14,2466	8,272970696	15,0493	7,4484	3,47	NAI
	82-84	5,20	4,65	12,3555	7,776841635		7,1668	1,54	OXI

ASTM

	A/Δ	% σφαλτού κ.β. αδρανών	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ	PAV ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ PAV >10%	PAV SSD PAV < 10% Abs.<2%	PAV παραφίλμ PAV < 10% Abs.>2%	PAV παραφίνη PAV < 10% Abs.>2%	Abs. %	Abs. > 2%
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	1-3	3,80	5,12	13,6800			6,141613894	2,75	NAI
	4-6	4,10	5,22	12,4616			5,9250	2,64	NAI
	7-9	4,40	5,57	10,2859	7,193599989			1,48	OXI
	10-12	4,70	5,27		6,02252909			1,02	OXI
	13-15	5,00	5,57		4,914649368			0,42	OXI
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) Μ.Ο.ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	16-18	3,80	5,52		5,543337411			0,95	OXI
	19-21	4,10	5,80		4,94368239			0,93	OXI
	22-24	4,40	5,57		4,364943432			0,54	OXI
	25-27	4,70	5,73		4,134827803			0,50	OXI
	28-30	5,00	5,73		2,199552193			0,13	OXI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	31-33	4,00	3,86	22,6190			7,0085	5,78	NAI
	34-36	4,30	3,90	21,7469			6,1497	6,18	NAI
	37-39	4,60	3,88	22,3763				5,68	NAI
	40-42	4,90	3,78	21,1535				5,50	NAI
	43-45	5,20	3,88	20,6008				5,12	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	46-48	4,00	4,03	19,2720			7,9180	5,04	NAI
	49-51	4,30	4,30	16,7565			7,1629	4,61	NAI
	52-54	4,60	4,35	15,7334			6,6748	3,88	NAI
	55-57	4,90	4,32	15,3035			6,0678	3,88	NAI
	58-60	5,20	4,25	14,0025			5,8354	3,08	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	61-63	4,00	4,08	21,8295			6,0124	5,81	NAI
	64-66	4,30	3,70	22,2527			6,6572	5,65	NAI
	67-69	4,60	3,85	20,0164				5,18	NAI
	70-72	4,90	3,90	19,9400				4,95	NAI
	73-75	5,20	3,62	20,8493				5,22	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο.ΚΑΜΠΥΛΩΝ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	76-78	4,00	4,87	15,2062			6,4528	3,80	NAI
	79-81	4,60	4,47	14,2466			7,4484	3,47	NAI
	82-84	5,20	4,65	12,3555	7,776841635			1,54	OXI

ΕΝ

	Α/Δ	% ασφάλτου κ.β. αδρανών	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ	PAV dimen. PAV > 15%	PAV DRY PAV UP TO 5% Abs. Μικρή	PAV παραφίμ PAV UP TO 15% Abs. Μεγάλη	Abs. %	Abs. > 1%
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	1-3	3,80	5,12	13,6800	7,995089494	13,5322592	2,75	NAI
	4-6	4,10	5,22	12,4616	8,035587931	12,7566	2,64	NAI
	7-9	4,40	5,57	10,2859	7,193599989		1,48	NAI
	10-12	4,70	5,27	9,0728	6,02252909		1,02	NAI
	13-15	5,00	5,57	7,5642	4,914849368		0,42	OXI
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	16-18	3,80	5,52	8,2859	5,543337411	4,3720	0,95	NAI
	19-21	4,10	5,80	6,1366	4,94368239		0,93	OXI
	22-24	4,40	5,57	6,1322	4,364943432		0,54	OXI
	25-27	4,70	5,73	6,1550	4,134827803		0,50	OXI
	28-30	5,00	5,73	3,6511	2,199552193		0,13	OXI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	31-33	4,00	3,86	22,6190	4,758462588	23,1853	5,78	NAI
	34-36	4,30	3,90	21,7469	6,171649587	22,2159	6,18	NAI
	37-39	4,60	3,88	22,3763	7,746042965	22,7589	5,68	NAI
	40-42	4,90	3,78	21,1535	7,864338868	21,9419	5,50	NAI
	43-45	5,20	3,88	20,6008	5,278397548	21,7931	5,12	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	46-48	4,00	4,03	19,2720	9,454151725	20,0378	5,04	NAI
	49-51	4,30	4,30	16,7565	9,240400648	17,1457	4,61	NAI
	52-54	4,60	4,35	15,7334	8,827794717	16,3757	3,88	NAI
	55-57	4,90	4,32	15,3035	7,946959813	15,5568	3,88	NAI
	58-60	5,20	4,25	14,0025	7,863278526	15,0676	3,08	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	61-63	4,00	4,08	21,8295	5,594209713	22,0662	5,81	NAI
	64-66	4,30	3,70	22,2527	7,714865511	23,1818	5,65	NAI
	67-69	4,60	3,85	20,0164	6,863046228	20,7740	5,18	NAI
	70-72	4,90	3,90	19,9400	7,216108784	20,5063	4,95	NAI
	73-75	5,20	3,62	20,8493	6,411911673	21,3270	5,22	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	76-78	4,00	4,87	15,2062	8,886455813	15,9060	3,80	NAI
	79-81	4,60	4,47	14,2466	8,212970696	15,0493	3,47	NAI
	82-84	5,20	4,65	12,3555	7,776841635		1,54	NAI

	A/Δ	% ασφάλτου κ.β. αδρανών	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ	PAV dimen. PAV > 15%	PAV DRY PAV UP TO 5% Μικρή	PAV παραφίλη PAV UP TO 15% Abs. Μεγάλη	PAV παραφίλη PAV UP TO 15% Abs. Μεγάλη	Abs. %	Abs. > 1%
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	1-3	3,80	5,12			13,5322592	6,141613894	2,75	NAI
	4-6	4,10	5,22			12,7566	5,9250	2,64	NAI
	7-9	4,40	5,57				5,6215	1,48	NAI
	10-12	4,70	5,27				4,8309	1,02	NAI
	13-15	5,00	5,57		4,914649368			0,42	OXI
	16-18	3,80	5,52				4,3720	0,95	NAI
ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (ΑΣ20) Μ.Ο.ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	19-21	4,10	5,80		4,94368239			0,93	OXI
	22-24	4,40	5,57		4,364943432			0,54	OXI
	25-27	4,70	5,73		4,134827803			0,50	OXI
	28-30	5,00	5,73		2,199552193			0,13	OXI
	31-33	4,00	3,86	22,6190	4,758462588		7,0085	5,78	NAI
	34-36	4,30	3,90	21,7469			6,1497	6,18	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (50/70)	37-39	4,60	3,88	22,3763				5,68	NAI
	40-42	4,90	3,78	21,1535				5,50	NAI
	43-45	5,20	3,88	20,6008				5,12	NAI
	46-48	4,00	4,03	19,2720			7,9180	5,04	NAI
	49-51	4,30	4,30	16,7565			7,1629	4,61	NAI
	52-54	4,60	4,35	15,7334			6,6748	3,88	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ (50/70)	55-57	4,90	4,32	15,3035			6,0678	3,88	NAI
	58-60	5,20	4,25				5,8354	3,08	NAI
	61-63	4,00	4,08	21,8295			6,0124	5,81	NAI
	64-66	4,30	3,70	22,2527			6,6572	5,65	NAI
	67-69	4,60	3,85	20,0164				5,18	NAI
	70-72	4,90	3,90	19,9400				4,95	NAI
ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ ΚΑΤΩΤΑΤΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)	73-75	5,20	3,62	20,8493				5,22	NAI
	76-78	4,00	4,87	15,2062			6,4528	3,80	NAI
	79-81	4,60	4,47				7,4484	3,47	NAI
	82-84	5,20	4,65				7,1668	1,54	NAI

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ				
A/A	PAV SSD PAV < 10% Απορ. <2%	PAV Παχύμετρο PAV >10%	PAV troxler	Απορρο. < 2%
K1	7,523327519	9,658748785	9,7357556	0,254858235
K2	8,339888641	10,61836057	12,350509	0,42378674
K2.2	8,740534171	12,40205181		0,55539316
K3	3,086780957	13,05966104	11,392994	2,148494592
K4	6,505750972	11,01149465	20,34208	0,428309198
K5	9,082700241	10,81637713	10,619616	0,274656679
K6	9,460203046	13,34045061	51,424505	2,480417755
K7	6,708970804	11,29791756	11,761269	1,012717852
K8	7,041585541	11,53285761	12,571474	0,319124687
K9	5,459148601	8,466069567	10,177686	0,241080039
K10	5,886644018	8,74042735	7,7838972	0,315509797
K11	7,297872557	10,36765347	9,1096878	0,155494126
K12	8,235717096	11,75699886	11,761269	0,67299396

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ				
A/A	PAV SSD PAV < 10% Απορ. <2%	PAV Παχύμετρο PAV >10%	PAV troxler	Απορρο. < 2%
K1	8,262155801	12,42792055	0,8007864	2,853330596
K2	4,388521099	11,55459531	5,2634384	1,057612023
K2.2	3,764440036	3,822440007		0,09667173
K3	-13,2407557	7,694736033	4,9328716	2,91396216
K4	9,371900667	10,71232266		3,398373984
K5	7,363030932	9,518435203	2,4147302	2,750286488
K6	4,838390406	5,766277817	36,468013	0,819764177
K7	6,800374515	8,314311664	6,2065261	1,210008203
K8	5,583826895	7,721325798	5,5648376	1,470026728
K9	6,096352248	9,852567597	3,5814367	1,301599107
K10	6,827575092	7,653568383	1,5299779	1,312241596
K11	7,687705281	9,579760195	2,3175047	0,525561395
K12	6,319903025	7,81277249	5,5259474	0,491758492

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ				
A/A	PAV SSD PAV < 10% Απορ. <2%	PAV Παχύμετρο PAV >10%	PAV troxler	Απορρο. < 2%
K1	7,523327519		9,7357556	0,254858235
K2	8,339888641	10,61836057	12,350509	0,42378674
K2.2	8,740534171	12,40205181		0,55539316
K3		13,05966104	11,392994	2,148494592
K4	6,505750972	11,01149465	20,34208	0,428309198
K5	9,082700241	10,81637713	10,619616	0,274656679
K6		13,34045061	51,424505	2,480417755
K7	6,708970804	11,29791756	11,761269	1,012717852
K8	7,041585541	11,53285761	12,571474	0,319124687
K9	5,459148601		10,177686	0,241080039
K10	5,886644018		7,7838972	0,315509797
K11	7,297872557	5,459148601	9,1096878	0,155494126
K12	8,235717096	5,886644018	11,761269	0,67299396

ΙΣΟΠΕΔΩΤΙΚΗ				
A/A	PAV SSD PAV < 10% Απορ. <2%	PAV Παχύμετρο PAV >10%	PAV troxler	Απορρο. < 2%
K1		12,42792055	0,8007864	2,853330596
K2	4,388521099	11,55459531	5,2634384	1,057612023
K2.2	3,764440036			0,09667173
K3			4,9328716	2,91396216
K4		10,71232266		3,398373984
K5			2,4147302	2,750286488
K6	4,838390406		36,468013	0,819764177
K7	6,800374515		6,2065261	1,210008203
K8	5,583826895		5,5648376	1,470026728
K9	6,096352248	10,17173632	3,5814367	1,301599107
K10	6,827575092		1,5299779	1,312241596
K11	7,687705281		2,3175047	0,525561395
K12	6,319903025		5,5259474	0,491758492

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

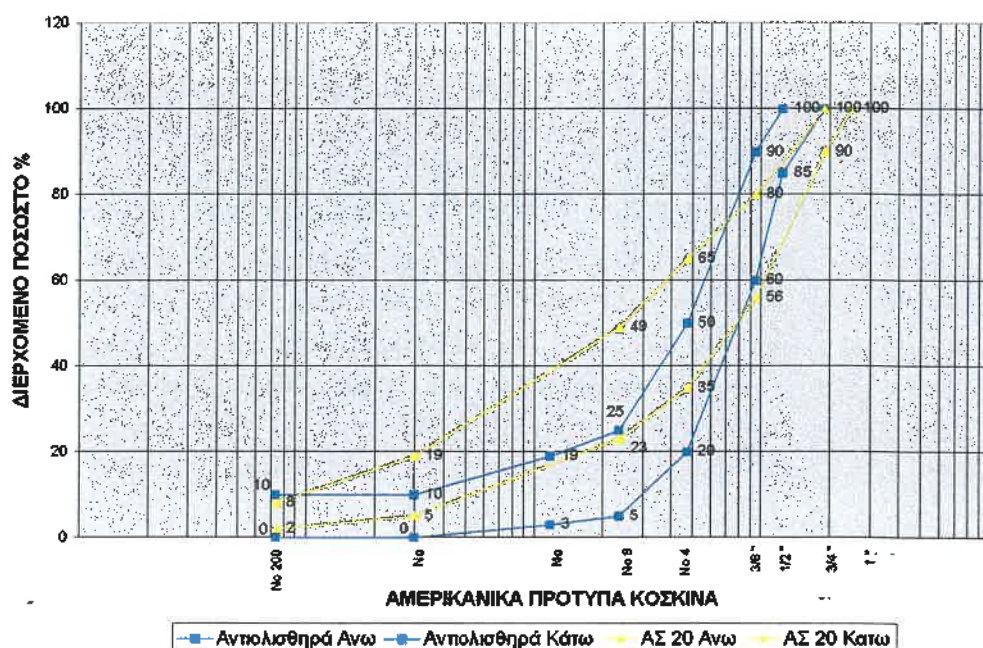
Όπως παρατηρείται στους παραπάνω πίνακες η αρχική μας υπόθεση ότι υπάρχει επικάλυψη των μεθόδων προσδιορισμού του ποσοστού κενών επαληθεύεται για τα παρασκευασμένα δοκίμια Marshall και για τους πυρήνες.

Τα τιμές του ποσοστού κενών που υπολογίστηκαν με την μέθοδο επικαλυμμένου δοκιμίου με χρήση παραφίλμ προσεγγίζουν πολύ τις αντίστοιχες τιμές της μεθόδου που χρησιμοποιεί τις διαστάσεις του δείγματος.

6.4 Συσχέτιση Διηλεκτρικών Σταθερών – Ποσοστό Κενών

Για την διερεύνηση των ασφαλτομιγμάτων και των ποσοστών κενών πραγματοποιήθηκε συσχέτιση των σχετικών τιμών. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τα ποσοστά κενών για ASTM οι μέθοδοι χρήσης διαστάσεων και κορεσμένο επιφανειακά ξηρό (SSD) ενώ για τα EN οι μέθοδοι χρήσης διαστάσεων , SSD και χρήση παραφίνης. Η επιλογή αυτή έγινε σύμφωνα με τα παρακάτω.

Ακολουθεί διάγραμμα κοκκομετρικής διαβάθμισης στο οποίο απεικονίζονται τα όρια των δύο κοκκομετρικών συνθέσεων. (Σχήμα 6.1)



Σχήμα 6.1 Όρια Κοκκομετρικών Συνθέσεων

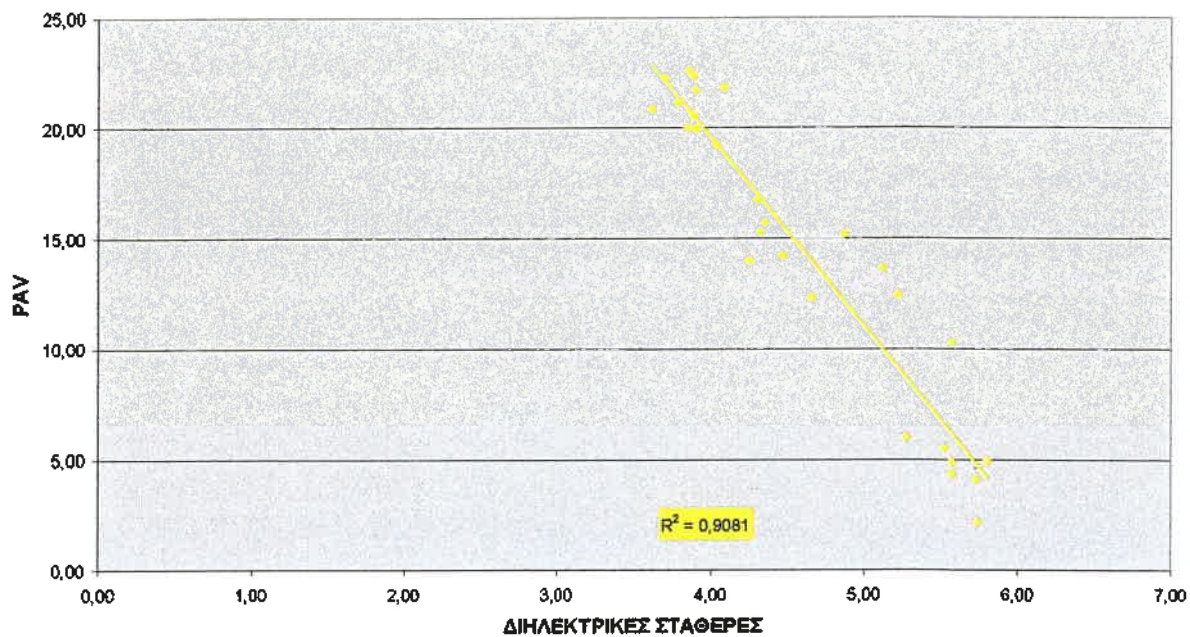
Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα και οι δύο συνθέσεις είναι ανοικτού τύπου άρα η τιμή του ποσοστού κενών των δοκιμών που παρασκευάστηκαν προσεγγίζεται καλύτερα από την μέθοδο για τα ανοικτού τύπου ασφαλτομίγματα (χρήση διαστάσεων). Δηλαδή τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής θεωρούνται πιο αξιόπιστα για τις περιπτώσεις των δύο κοκκομετρικών της ανπολισθηράς και του κάτω ορίου της ΑΣ 20.

Η κοκκομετρία του μέσου όρου των οριακών καμπύλων της ΑΣ 20, η οποία όπως φαίνεται και από το διάγραμμα προσεγγίζει περισσότερο τα κλειστού τύπου ασφαλτομίγματα. Η μέθοδος της οποίας οι τιμές προσεγγίζουν καλύτερα την πραγματικότητα για την κοκκομετρία αυτή, είναι η μέθοδος για κλειστού τύπου ασφαλτομίγματα (SSD).

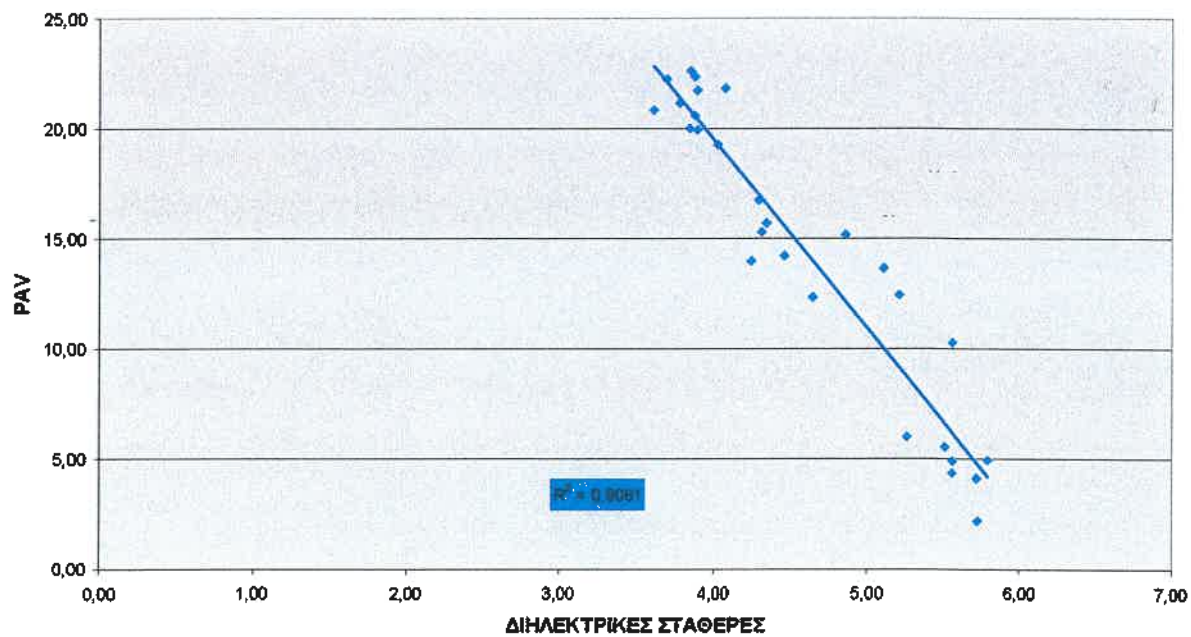
Στο διάγραμμα με όρια προδιαγραφών από τα EN προκείμενου να ληφθούν δεδομένα από όλα τα δοκίμια, προστέθηκαν και οι τιμές της μεθόδου της παραφίνης στα δεδομένα του ποσοστού κενών.

Από την στατιστική συσχέτιση προέκυψαν τα διαγράμματα Διηλεκτρικών σταθερών – Ποσοστού κενών για τα όρια των Αμερικάνικων (ASTM) και των Ευρωπαϊκών προδιαγραφών (EN) (Σχήματα 6.2 & 6.3).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΙΩΝ



Σχήμα 6.2 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV από Διαστάσεις και SSD (ASTM)



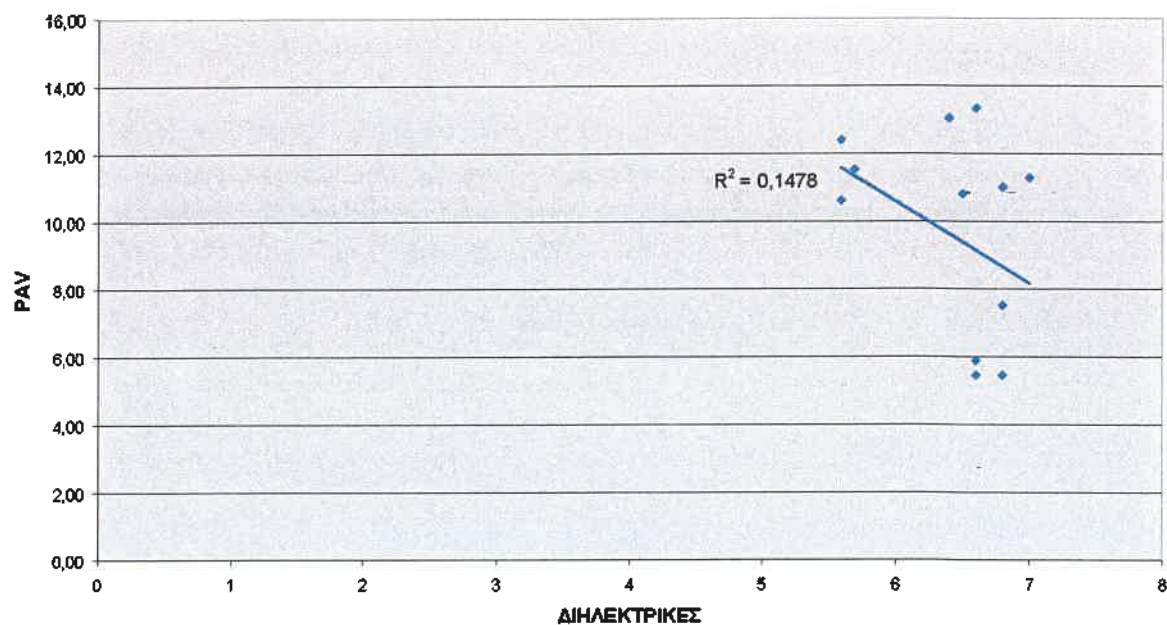
Σχήμα 6.3 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV από Διαστάσεις & SSD & Παραφίνη(EN)

Όπως διαπιστώθηκε η συσχέτιση των τιμών της διηλεκτρικής σταθεράς με τις τιμές του ποσοστού των κενών στα δοκίμια είναι πολύ καλή ($R^2 = 0,9081$).

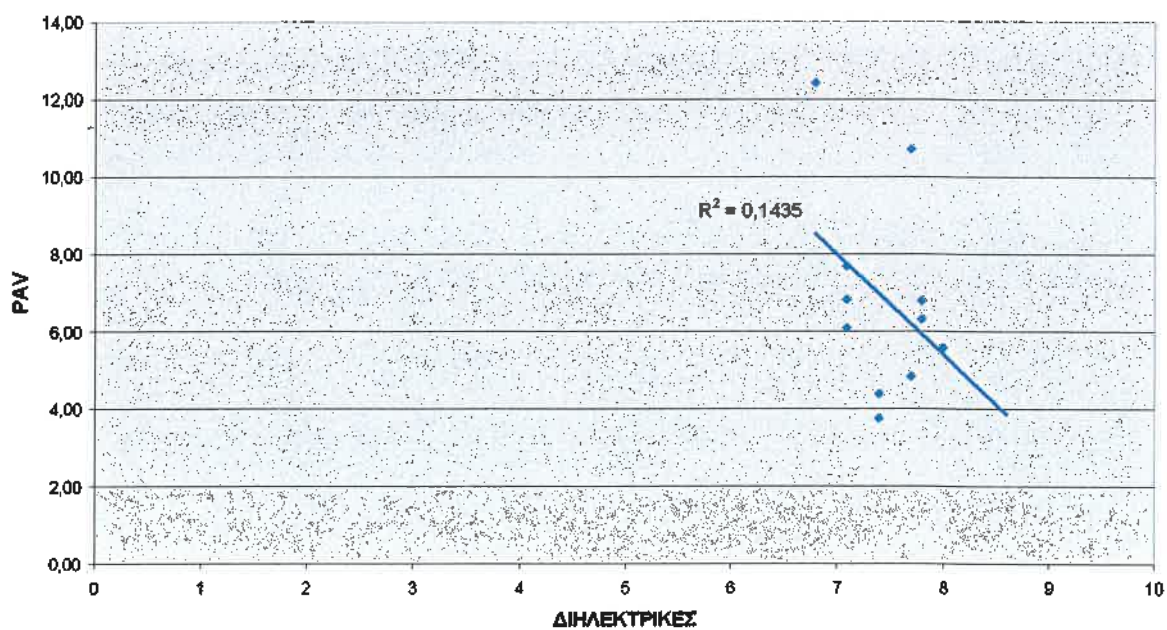
Κατόπιν αυτού η συσχέτιση των τιμών της διηλεκτρικής σταθεράς με τις τιμές του ποσοστού των κενών στους πυρήνες οδοστρώματος πιθανώς να είχε εξίσου καλά αποτελέσματα.

Με αφορμή τα παραπάνω δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα για πυρήνες οδοστρώματος (Σχήματα 6.4 – 6.5 – 6.6 – 6.7)

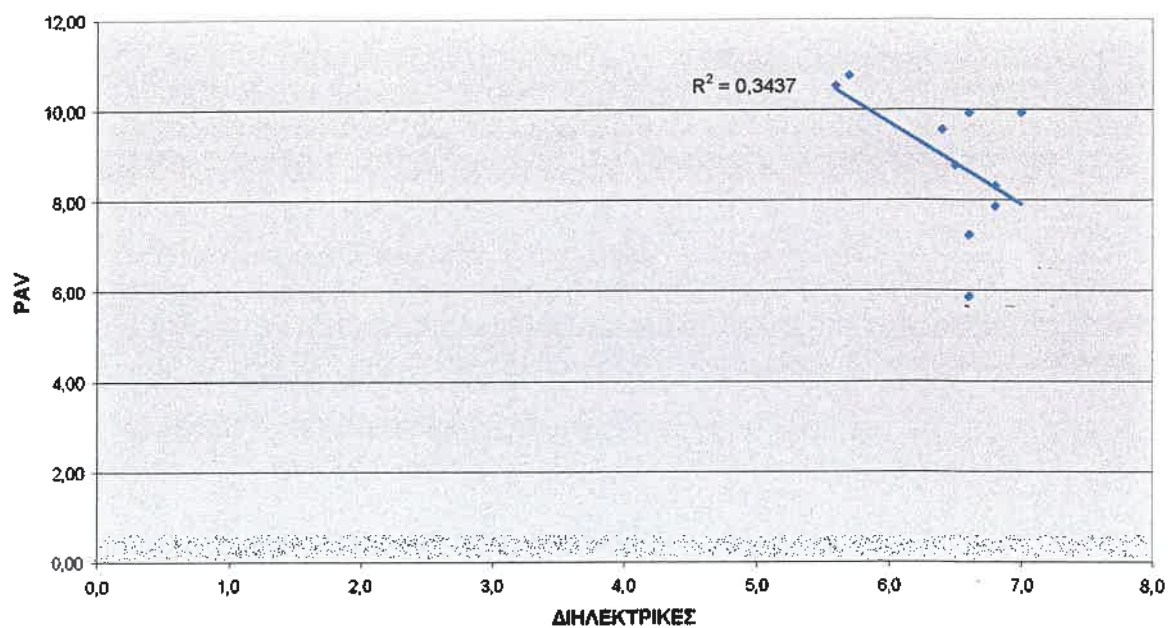
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΥΡΗΝΩΝ



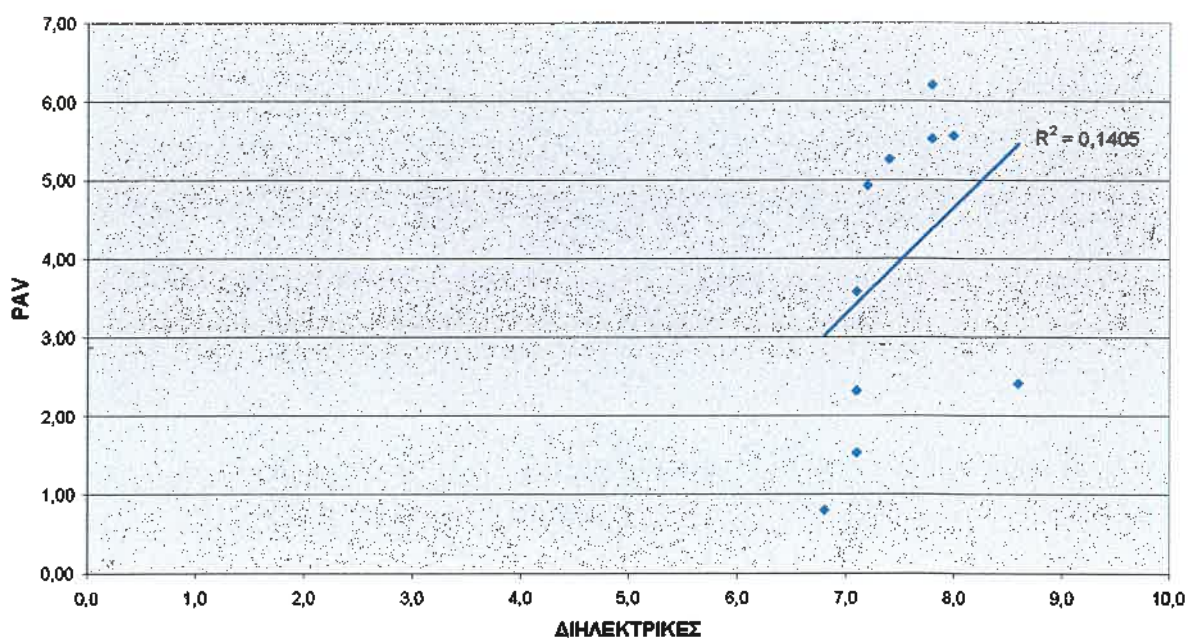
Σχήμα 6.4 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV – Εργαστηριακά για Αντιολισθηρή Στρώση



Σχήμα 6.5 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV – Εργαστηριακά για Ισοπεδωτική Στρώση



Σχήμα 6.6 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV – Troxler για Αντιολισθηρή Στρώση



Σχήμα 6.7 Διάγραμμα Διηλεκτρικών Σταθερών & PAV – Troxler για Ισοπεδωτική Στρώση

Όπως παρατηρείται παραπάνω η συσχέτιση των τιμών της διηλεκτρικής σταθεράς με τις τιμές του ποσοστού των κενών στους πυρήνες είναι πολύ κακή ($R^2 = 0,1478$ $R^2 = 0,1435$ $R^2 = 0,3437$ $R^2 = 0,1405$).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε μια προσπάθεια να διερευνηθούν οι διαφορετικές μέθοδοι προσδιορισμού κενών και να προσεγγιστεί μια νέα τα αποτελέσματα της οποίας δεν θα επηρεάζονται από το σχήμα ή το είδος του δείγματος. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα.

Αποδεικνύεται ότι υπάρχει σημαντική επικάλυψη αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών μεθόδων προσδιορισμού της τιμής του ποσοστού κενών. Δύο ή ακόμα και τρεις μέθοδοι με εντελώς διαφορετικό τρόπο υπολογισμού του ποσοστού κενών, μπορούν να εφαρμοστούν στο ίδιο δείγμα και να παρουσιάσουν τιμές μέσα στα όρια των προδιαγραφών.

Υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση ανάμεσα στις τιμές των διηλεκτρικών σταθερών και τις τιμές του ποσοστού κενών για τα δοκίμια Marshall ($R^2 > 0.9$), αντίθετα στην περίπτωση των πυρήνων η συσχέτιση δεν είναι καλή ($R^2 < 0.4$) ανεξάρτητα από την μέθοδο προσδιορισμού των τιμών του ποσοστού κενών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ύπαρξη σκωρίας στα αδρανή της αντιολισθηρής στρώσης των πυρήνων, ίσως επηρέασε τις τιμές της διηλεκτρικής σταθεράς με αποτέλεσμα την κακή συσχέτιση.

Παρά ταύτα, λόγω του μικρού δείγματος τόσο σε δοκίμια όσο και σε πυρήνες οδοστρώματος, η έρευνα θα πρέπει να συνεχιστεί με μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων, σε διαφορετικά μεγέθη δοκιμίων και πυρήνων και διαφορετικών ασφαλικών συνθέσεων, προκειμένου να διερευνηθεί η επαναληψιμότητα των παραπάνω συσχετίσεων.

Αποδεικνύεται επίσης από τις προδιαγραφές ότι υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στο μέγιστο θεωρητικό ειδικό βάρος (G_{max}), κατά ASTM ή τη μέγιστη θεωρητική πυκνότητα, κατά EN και το ποσοστό ασφάλτου που εμπεριέχεται στο ασφαλτόμιγμα. Έτσι κατασκευάστηκαν διαγράμματα των τιμών του ποσοστού ασφάλτου με τις αντίστοιχες τιμές του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους. Εφαρμόστηκε η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη ευθεία. Τοποθετώντας τις πραγματικές τιμές του ποσοστού ασφάλτου,

από τις εκχυλίσσεις, βρέθηκαν οι πραγματικές τιμές του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους. Συνεπώς πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην επαλήθευση του πραγματικού ποσοστού ασφάλτου που περιέχουν τα ασφαλομίγματα έτσι ώστε να προσδιορίζεται πάντα η πραγματική τιμή του μέγιστου θεωρητικού ειδικού βάρους.

Επίσης, οι τιμές του ποσοστού κενών που υπολογίστηκαν με την μέθοδο επικαλυμμένου δοκιμίου με χρήση παραφίλμ (D 1188 και EN12697-6 sealed specimen) προσεγγίζουν πολύ τις αντίστοιχες τιμές της μεθόδου που χρησιμοποιεί τις διαστάσεις του δείγματος (D 3549 και D3203) ή η κατά EN μέθοδος "by dimensions"(EN 12697-6).

Σημειώνεται ότι η βέλτιστη μέθοδος για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους ασφαλομίγματος ανοικτού τύπου, όσον αφορά την προσέγγιση της πραγματικής τιμή του ειδικού βάρους ενός συμπακνωμένου ασφαλομίγματος, είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί τις διαστάσεις του δείγματος για τον υπολογισμό του ειδικού του βάρους [(D 3549 και D 3203) ή η κατά EN μέθοδος "by dimensions"(EN 12697-6)]. Αντίστοιχα, για ασφαλομίγματα κλειστού τύπου η βέλτιστη μέθοδος είναι η μέθοδος επικαλυμμένου δοκιμίου με χρήση παραφίνης (D 1188 και EN12697-6 sealed specimen).

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα όταν ορίζουν τα όρια εφαρμογής μιας μεθόδου, ενώ περιλαμβάνουν ως κριτήριο την απορροφητικότητα του δείγματος σε νερό δεν ορίζουν συγκεκριμένη αριθμητική τιμή, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μέγεθος της απορροφητικότητας ως κριτήριο.

Όσον αφορά τη μη καταστρεπτική μέθοδο troxler, συμπεραίνεται ότι πρόκειται για μια εξαιρετικά ταχεία μέθοδο προσδιορισμού της πυκνότητας συμπακνωμένου ασφαλομίγματος, η οποία όμως απαιτεί διόρθωση των τιμών της, από εργαστηριακά δεδομένα και αδυνατεί να ξεπεράσει τον σκόπελο του ανομοιογενούς πάχους των στρώσεων και του οδοστρώματος.

Τέλος, οι πυρήνες οδοστρώματος εξαιτίας της μερικά ή ολικά σφραγισμένης επιφάνειας τους έχουν το ακόλουθο χαρακτηριστικό : οι τιμές του ποσοστού

κενών που υπολογίζουν οι διάφορες μέθοδοι, με δείγματα πυρήνων, προσεγγίζουν περισσότερο την πραγματική τιμή του χαρακτηριστικού αυτού του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος, από ότι οι τιμές ενός δοκίμιο παρασκευασμένο από το ίδιο ασφαλτομίγμα με τον πυρήνα του οδοστρώματος.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Asphalt Institute, (1989), "*The Asphalt Handbook*", Manual Series No 4, U.S. Library of Congress, U.S.A.
2. Iowa Department of Transportation, (2001), "*Method of Design of Hot Mix Asphalt Mixes*".
3. Asphalt Institute (2001), "Superpave Mix Design"
4. Soriano A., (1997), "*Superpave Asphalt Mix Design is on its Way*"
5. Asphalt Institute, (1962), "*Mix Design Methods for Asphalt Concrete, and other hot-mix types*"
6. Atkins, Navy Technological University, (1997), "*Laboratory – Pavement Materials, Preparation of Specimens for Marshall Test*", School of Civil and Structural Engineering.
7. L.K.Crouch, Audrey R. Copeland.C.todd Walker, Richard A. Maxwell, Gregory M. Ducan, William A Goodwin, Daniel A. Badoe, and H. Wayene Leimer "*Determining Air Void Content of Compacted Hot-Mix Asphalt Mixtures*", Transportation Research Record No.1813, Construction 2002
8. Vavrik, WR; Pine, WJ; Carpenter, SH "*Aggregate Blending for Asphalt Mix Design : Bailey Method*" , Transportation Research Record No.1789, Bituminous Paving Mixtures 2002
9. G.W. Maupin, Jr. "*Asphalt Permeability Testing in Virginia*", Transportation Research Record No.1723
10. P.S. Kandhal; R.B. Mallick; E.R. Brown "*Hot Mix Asphalt for Intersections In Hot Climates*" , National Center for Asphalt Technology, NCAT Report 98-06 (March 1998)
11. ASTM D 2041-95, "*Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity of Bituminous Paving Mixtures*", American Society for Testing and Materials.
12. prEN 12697-5, "*Bituminous Mixtures – Test Methods for Ho Mix Asphalt – Part 5 : Determination of the Maximum Density*", European Standard
13. prEN 12697-28, "*Bituminous Mixtures – Test Methods for Ho Mix Asphalt – Part 28 : Preparation of Samples for Determining Binder Content, Water Content and Grading*", European Standard

14. EN 12697-1 *"Bituminous Mixtures – Test Methods for Hot Mix Asphalt – Part 1: Soluble Binder Content"*, European Standard
15. EN 1097-6 *"Test for Mechanical and Physical Properties of Aggregates – Part 6: Determination of Particle Density and Water Absorption."*, European Standard
16. EN ISO 3838 *"Crude Oil and Liquid or Solid Petroleum Products – Determination of Density or Relative Density – Capillary-stoppered Pyknometer and Bicappilary Pyknometer Methods"*, European Standard
17. ASTM D 3203-94 (Reapproved 2000), *"Standard Test Method for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtyress"*, American Society for Testing and Materials
18. ASTM D 1188-96 (Reapproved 2002), *"Standard Test Method for Bulk Specific Gravity And Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples"*, American Society for Testing and Materials.
19. ASTM D 2726-04, *"Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures"*, American Society for Testing and Materials
20. ASTM D 3549-03, *"Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixtures Specimens"*, American Society for Testing and Materials
21. EN 12697-6 *"Bituminous Mixtures – Test Methods for Hot Mix Asphalt – Part 6: Determination of bulk density of bituminous specimens"*, European Standard
22. EN 12697-29 *"Bituminous Mixtures – Test Methods for Hot Mix Asphalt – Part 29: Determination of the dimensions of a bituminous specimens"*, European Standard
23. ΣΕΠΤΕΠ «Σχέδιο Ελληνικής Πρότυπης Τεχνικής Προδιαγραφής» Δεκέμβριος 2002
24. ASTM C 136-80, *"Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates"*, American Society for Testing and Materials
25. ASTM D 1559-76, *"Standard Test Method for Resistnace to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus"*, American Society for Testing and Materials,

26. ASTM D 2172-81, "*Standard Test Method for Quantitative Extraction of Bitumen from Bituminous Paving Mixtures*", American Society for Testing and Materials
27. Scullion T. and T. Saarakento, 1997, "*Using Suction and Dielectric Measurements as Performance Indicators for Aggregate Base Materials*", Transportation Research Board, TRR, Washington, USA p. 37-44
28. Livneh M., Siddiqui M.H., 1992 "*Assessment of Radar Technology for Determining the Thickness of Pavement Layers*", 7th International Conference on Asphalt Pavements, Nottingham, U.K
29. ASTM C 670 – 96, "*Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials*", American Society for Testing and Materials

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Εκχυλίσεις και Κοκκομετρίες

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλισιγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	2046,0	1"	0	1951,2	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,4	3/4"	163	1788,2	92	90
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,8	3/8"	665	1123,2	58	56
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,6	No 4	428	695,2	36	35
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1949,2	No 8	218	477,2	24	23
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1951,2	No 50	371	106,2	5	5
Απώλεια Βάρους (g)	94,8	No 200	60	46,2	2,37	2
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,86					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλισιγματος (%)	4,63					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλισιγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1507,3	1"	0	1434,7	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,5	3/4"	38	1396,7	97	95
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	16,0	3/8"	444	952,7	66	68
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,8	No 4	261	691,7	48	50
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1432,4	No 8	171	520,7	36	36
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1435,7	No 50	350	170,7	12	12
Απώλεια Βάρους (g)	71,6	No 200	95	75,7	5,3	6
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,99					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλισιγματος (%)	4,75					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1005,7		3/4"	0	972,6	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,5		1/2"	145,8	826,8	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	13,8		3/8"	226,9	599,9	60
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	361,7	238,2	20
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	972,1		No 8	173,8	64,4	5
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	972,6		No 50	56,1	8,3	0
Απώλεια Βάρους (g)	33,1		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,40	4,00				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,29					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1280,1		3/4"	0	1236	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,3		1/2"	153,4	1082,6	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,4		3/8"	299,5	783,1	60
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	480,6	302,5	20
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1234,7		No 8	211,3	91,2	5
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1236		No 50	84,3	6,9	0
Απώλεια Βάρους (g)	44,1		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,57	4,30				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,45					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1142,5		3/4"	0	1103,3	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,5		1/2"	133,1	970,2	88
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,6		3/8"	266,8	703,4	64
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	454,0	249,4	23
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1102,0		No 8	175,6	73,8	7
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1103,3		No 50	61,6	12,2	1,11
Απώλεια Βάρους (g)	39,2		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,55	4,60				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,43					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	965,7		3/4"	0	927,7	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,1		1/2"	139,9	787,8	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	13,9		3/8"	203,7	584,1	63
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	370,4	213,7	23
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	926,7		No 8	152,0	61,7	7
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	927,7		No 50	53,3	8,4	1,07
Απώλεια Βάρους (g)	38		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,10	4,90				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,93					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1013,7		3/4"	0	975,1	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,3		1/2"	58,6	916,5	94
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3		3/8"	166,7	749,8	77
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	378,9	370,9	38
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	973,9		No 8	196,2	174,7	18
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	975,1		No 50	110,6	64,1	7
Απώλεια Βάρους (g)	38,6		No 200	19,5	44,6	4,57
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,96	4,00				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,81					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1188,5		3/4"	0	1141,7	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,2		1/2"	49,9	1091,8	96
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,6		3/8"	195,2	896,6	79
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	450,1	446,5	39
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1140,1		No 8	251,9	194,6	17
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1141,7		No 50	125,1	69,5	6
Απώλεια Βάρους (g)	46,8		No 200	18,9	50,6	4,43
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,10	4,30				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,94					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1088,0		3/4"	0	1042,2	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	12,7		1/2"	80,1	962,1	92
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,4		3/8"	155,1	807	77
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	411,0	396	38
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1040,3		No 8	222,8	173,2	17
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1042,2		No 50	114,4	58,8	6
Απώλεια Βάρους (g)	45,8		No 200	18,4	40,4	3,88
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,39	4,60				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,21					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1296,5		3/4"	0	1238,5	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,3		1/2"	56,5	1182	95
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	15,0		3/8"	209,7	972,3	79
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	480,8	491,5	40
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1236,6		No 8	277,9	213,6	17
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1238,5		No 50	141,6	72	6
Απώλεια Βάρους (g)	58		No 200	21,1	50,9	4,11
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,68	4,90				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,47					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)							
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1027,1		3/4"	0	979,3	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,6		1/2"	60,3	919	94	93
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3		3/8"	143,1	775,9	79	75
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	390,1	385,8	39	35
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	978,4		No 8	220,9	164,9	17	15
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	979,3		No 50	107,6	57,3	6	5
Απώλεια Βάρους (g)	47,8		No 200	16,3	41	4,19	3
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,88	5,20					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλομίγματος (%)	4,65						

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %
Βάρος Δείγματος (g)	1224,1		3/4"	0	1186,7	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,2		1/2"	154,9	1031,8	87
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3		3/8"	288,6	743,2	63
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	464,1	279,1	24
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1185,4		No 8	200,1	79	7
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1186,7		No 50	68,3	10,7	0,90
Απώλεια Βάρους (g)	37,4		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,15	4,00				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,06					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %
Βάρος Δείγματος (g)	1121,0		3/4"	0	1088,9	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,3		1/2"	163,4	925,5	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,9		3/8"	271,8	653,7	60
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	430,0	223,7	21
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1087,1		No 8	157,7	66	6
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1088,9		No 50	55,9	10,1	0,93
Απώλεια Βάρους (g)	32,1		No 200			
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	2,95	4,30				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	2,86					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1095,4	3/4"	0	1055,1	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,2	1/2"	123,9	931,2	88	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3	3/8"	260,5	670,7	64	60
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2	No 4	419,1	251,6	24	20
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1053,8	No 8	180,2	71,4	7	5
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1055,1	No 50	63,4	8	0,76	0
Απώλεια Βάρους (g)	40,3	No 200				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,82					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,68					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172	Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
		Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1053,3	3/4"	0	1013,7	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,1	1/2"	116,9	896,8	88	85
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	13,9	3/8"	249,3	647,5	64	60
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2	No 4	417,3	230,2	23	20
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1012,7	No 8	158,3	71,9	7	5
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1013,7	No 50	61,3	10,6	1,05	0
Απώλεια Βάρους (g)	39,6	No 200				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,91					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,76					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1015,6		3/4"	0	980,2	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	12,8		1/2"	63,0	917,2	94
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,5		3/8"	155,0	762,2	78
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	393,0	369,2	38
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	978,3		No 8	206,0	163,2	17
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	980,2		No 50	106,0	57,2	6
Απώλεια Βάρους (g)	35,4		No 200	17,0	40,2	4,38
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	3,61	4,00				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,49					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1068,0		3/4"	0	1025,7	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,0		1/2"	52,5	973,2	95
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,7		3/8"	177,8	795,4	78
Φίλτερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	399,0	396,4	39
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1023,8		No 8	211,9	184,5	18
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1025,7		No 50	127,6	56,9	6
Απώλεια Βάρους (g)	42,3		No 200	16,8	40,1	4,12
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,12	4,30				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,96					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση			
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %
Βάρος Δείγματος (g)	1013,9		3/4"	0	973,6	100
Βάρος φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,0		1/2"	59,3	914,3	94
Βάρος φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,8		3/8"	160,2	754,1	77
Φίλλερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	379,1	375	39
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	971,6		No 8	292,0	83	9
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	973,6		No 50	27,7	55,3	6
Απώλεια Βάρους (g)	40,3		No 200	17,7	37,6	4,11
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,14	4,60				
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	3,97					

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	Όριο Προδιαγραφής (%)
Βάρος Δείγματος (g)	1051,0		3/4"	0	1005,1	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	12,7		1/2"	51,8	953,3	95	93
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,3		3/8"	180,7	772,6	77	75
Φίλλερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	404,9	367,7	37	35
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1003,3		No 8	196,6	171,1	17	15
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1005,1		No 50	114,6	56,5	6	5
Απώλεια Βάρους (g)	45,9		No 200	16,5	40	4,20	3
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,57	4,90					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,37						

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)

Δοκιμή Εκχύλισης - ASTM D 2172		Αρχική Τιμή Παρασκευής Ασφαλτομίγματος	Κοκκομετρική Ανάλυση				Όριο Προδιαγραφής (%)
			Κόσκινα	Συγκρατούμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο Βάρος (g)	Διερχόμενο %	
Βάρος Δείγματος (g)	1057,4		3/4"	0	1011,2	100	100
Βάρος Φίλτρου Πριν Τη Δοκιμή (g)	13,2		1/2"	70,0	941,2	93	93
Βάρος Φίλτρου Μετά Τη Δοκιμή (g)	14,7		3/8"	154,0	787,2	78	75
Φίλλερ Από Ξέπλυμα Διαλύματος (g)	0,2		No 4	406,0	381,2	38	35
Βάρος Αδρανών Μετά Τη Δοκιμή (g)	1009,5		No 8	217,0	164,2	16	15
Ολικό Βάρος Αδρανών (g)	1011,2		No 50	108,0	56,2	6	5
Απίωλεια Βάρους (g)	46,2		No 200	17,0	39,2	4,16	3
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Αδρανών (%)	4,57	5,20					
Ποσοστό Ασφάλτου Κατά Βάρος Ασφαλτομίγματος (%)	4,37						

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων με Χρήση Διαστάσεων

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα A (g)	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Όγκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
3,80	1	1171,1	6,73	81	545,13	2,148294902	2,155
	2	1212,1	6,74	81	545,94	2,220207349	2,227
	3	1210,2	6,78	81	549,18	2,203649077	2,210
4,10	4	1199,6	6,77	81	548,37	2,187574083	2,194
	5	1208,6	6,67	81	540,27	2,237029633	2,244
	6	1224,6	6,85	81	554,85	2,207082995	2,214
4,40	7	1239,9	6,85	81	554,85	2,234658016	2,241
	8	1249,1	6,78	81	549,18	2,274481955	2,281
	9	1210,1	6,63	81	537,03	2,253319181	2,260
4,70	10	1230,5	6,62	81	536,22	2,294767073	2,302
	11	1200,6	6,55	81	530,55	2,26293469	2,270
	12	1203,6	6,57	81	532,17	2,261683297	2,268
5,00	13	1235,9	6,56	81	531,36	2,325918398	2,333
	14	1206,9	6,51	81	527,31	2,288786482	2,296
	15	1222,2	6,61	81	535,41	2,282736594	2,289

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Όγκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
3,80	16	1209,5	6,49	81	525,69	2,300785634	2,308
	17	1221	6,53	81	528,93	2,308434008	2,315
	18	1247	6,6	81	534,60	2,33258511	2,339
4,10	19	1251,6	6,45	81	522,45	2,395635946	2,403
	20	1218,3	6,39	81	517,59	2,353793543	2,361
	21	1219,1	6,48	81	524,88	2,322626124	2,329
4,40	22	1219,1	6,54	81	529,74	2,301317628	2,308
	23	1242,1	6,48	81	524,88	2,366445664	2,373
	24	1225,9	6,38	81	516,78	2,372189326	2,379
4,70	25	1258,1	6,67	81	540,27	2,32865049	2,335
	26	1227,1	6,49	81	525,69	2,334265442	2,341
	27	1229,6	6,42	81	520,02	2,364524441	2,371
5,00	28	1241,8	6,38	81	516,78	2,402956771	2,410
	29	1270,3	6,57	81	532,17	2,387019186	2,394
	30	1224,5	6,38	81	516,78	2,369480243	2,376

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Ογκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
4,00	31	1271,5	7,42	81	601,02	2,115570197	2,122
	32	1248,3	7,64	81	618,84	2,01716114	2,023
	33	1253,4	7,55	81	611,55	2,049546235	2,056
4,30	34	1258,5	7,42	81	601,02	2,093940301	2,100
	35	1269,0	7,45	81	603,45	2,102908277	2,109
	36	1249,8	7,58	81	613,98	2,035571191	2,042
4,60	37	1249,0	7,56	81	612,36	2,039649879	2,046
	38	1267,0	7,5	81	607,50	2,085596708	2,092
	39	1247,7	7,48	81	605,88	2,059318677	2,065
4,90	40	1257,1	7,56	81	612,36	2,052877392	2,059
	41	1255,0	7,44	81	602,64	2,082503651	2,089
	42	1262,0	7,48	81	605,88	2,08292071	2,089
5,20	43	1238,1	7,13	81	577,53	2,143784738	2,150
	44	1248,8	7,51	81	608,31	2,052900659	2,059
	45	1250,2	7,44	81	602,64	2,074538696	2,081

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Ογκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
4,00	46	1218,1	7,25	81	587,25	2,074244359	2,080
	47	1238,6	7,10	81	575,10	2,153712398	2,160
	48	1257,7	7,11	81	575,91	2,183848171	2,190
4,30	49	1257,3	7,09	81	574,29	2,18931202	2,196
	50	1245,2	7,03	81	569,43	2,186748152	2,193
	51	1222,7	6,81	81	551,61	2,21660231	2,223
4,60	52	1229,9	6,98	81	565,38	2,175351091	2,182
	53	1227,5	6,90	81	558,90	2,196278404	2,203
	54	1271,0	6,94	81	562,14	2,261002597	2,268
4,90	55	1231,9	6,90	81	558,90	2,204151011	2,211
	56	1231,8	6,83	81	553,23	2,226560382	2,233
	57	1222,7	6,87	81	556,47	2,197243337	2,204
5,20	58	1250,8	6,99	81	566,19	2,209152405	2,216
	59	1226,4	6,81	81	551,61	2,223309947	2,230
	60	1237,1	6,73	81	545,13	2,26936694	2,276

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Ογκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
4,00	61	1258,0	7,41	81	600,21	2,09593309	2,102
	62	1257,3	7,60	81	615,6	2,042397661	2,048
	63	1263,6	7,49	81	606,69	2,082777036	2,089
4,30	64	1268,2	7,47	81	605,07	2,095955584	2,102
	65	1256,0	7,52	81	609,12	2,061991069	2,068
	66	1252,8	7,57	81	613,17	2,043152796	2,049
4,60	67	1239,1	7,30	81	591,3	2,095552173	2,102
	68	1254,5	7,33	81	593,73	2,112913277	2,119
	69	1261,2	7,38	81	597,78	2,109806283	2,116
4,90	70	1247,6	7,36	81	596,16	2,092726785	2,099
	71	1264,7	7,39	81	598,59	2,11279841	2,119
	72	1281,6	7,49	81	606,69	2,112446225	2,119
5,20	73	1257,4	7,48	81	605,88	2,075328448	2,081
	74	1256,8	7,51	81	608,31	2,066051849	2,072
	75	1271,5	7,51	81	608,31	2,090217159	2,096

Μ.Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΑ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα	Υψος H (cm)	Επιφάνεια S (cm ²)	Ογκος V= H * S (cm ³)	Πυκνότητα δοκιμίου (g/cm ³)	Εδικό βάρος G
4,00	76	1254,8	6,85	81	554,85	2,26151212	2,268
	77	1252,8	7,02	81	568,62	2,20322887	2,210
	78	1252,8	6,92	81	560,52	2,235067437	2,242
4,60	79	1237,7	6,81	81	551,61	2,243795435	2,250
	80	1279,1	6,94	81	562,14	2,275411819	2,282
	81	1231,1	6,90	81	558,9	2,202719628	2,209
5,20	82	1274,1	6,97	81	564,57	2,256761783	2,263
	83	1275,1	6,86	81	555,66	2,294748587	2,301
	84	1226,8	6,66	81	539,46	2,274125978	2,281

Πίνακας 4.3 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων – SSD μή Επικαλυμμένα Δοκίμια

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
3,80	1	1170,0	677,0	1180,0	503,0	2,326	1,988072
	2	1211,9	709,4	1226,3	516,9	2,345	2,785839
	3	1208,1	712,9	1225,9	513,0	2,355	3,469786
4,10	4	1199,5	703,6	1214,6	511,0	2,347	2,95499
	5	1208,2	702,3	1219,7	517,4	2,335	2,222652
	6	1224,4	707,7	1238,9	531,2	2,305	2,729669
4,40	7	1238,7	724,1	1249,9	525,8	2,356	2,130087
	8	1248,3	720,4	1254,3	533,9	2,338	1,123806
	9	1209,9	698,8	1216,0	517,2	2,339	1,179428
4,70	10	1230,0	710,6	1231,4	520,8	2,362	0,268817
	11	1200,2	699,7	1208,6	508,9	2,358	1,650619
	12	1203,0	696,6	1208,8	512,2	2,349	1,13237
5,00	13	1235,7	718,4	1236,2	517,8	2,386	0,096562
	14	1206,5	698,6	1209,8	511,2	2,360	0,64554
	15	1221,2	708,4	1223,8	515,4	2,369	0,504463

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα A (g)	Μάζα στο νερό C (g)	Μάζα στον αέρα SSD B (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
3,80	16	1208,7	709,5	1216,7	507,2	2,383	1,577287
	17	1220,5	712,2	1225,3	513,1	2,379	0,93549
	18	1216,6	713,2	1218,3	505,1	2,409	0,336567
4,10	19	1249,1	728,0	1249,3	521,3	2,396	0,038366
	20						
	21	1216,6	717,4	1225,9	508,5	2,393	1,828909
4,40	22	1217,9	718,1	1223,4	505,3	2,410	1,088462
	23	1240,9	721,0	1242,2	521,2	2,381	0,249424
	24	1225,5	716,9	1227,0	510,1	2,402	0,29406
4,70	25	1257,7	731,6	1260,1	528,5	2,380	0,454115
	26	1227,1	719,7	1229,4	509,7	2,407	0,451246
	27	1229,2	722,8	1232,3	509,5	2,413	0,60844
5,00	28	1241,7	732,2	1242,4	510,2	2,434	0,137201
	29	1270,0	747,4	1270,1	522,7	2,430	0,019131
	30	1224,5	720,8	1225,7	504,9	2,425	0,237671

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
4,00	31	1273,3	767,3	1305,1	537,8	2,368	5,912979
	32	1245,1	786,7	1272,0	485,3	2,566	5,542963
	33	1255,5	787,0	1284,8	497,8	2,522	5,885898
4,30	34	1260,8	784,2	1294,7	510,5	2,470	6,640548
	35	1264,0	767,6	1296,9	529,3	2,388	6,215757
	36	1252,3	784,9	1280,5	495,6	2,527	5,690073
4,60	37	1251,8	775,2	1280,5	505,3	2,477	5,679794
	38	1269,2	769,1	1298,8	529,7	2,396	5,588069
	39	1250,7	779,0	1279,6	500,6	2,498	5,773072
4,90	40	1262,2	794,9	1289,9	495,0	2,550	5,59596
	41	1258,7	761,9	1285,7	523,8	2,403	5,154639
	42	1265,3	779,6	1294,9	515,3	2,455	5,744227
5,20	43	1240,7	738,6	1262,9	524,3	2,366	4,234217
	44	1252,6	778,1	1282,1	504,0	2,485	5,853175
	45	1253,7	781,8	1279,9	498,1	2,517	5,259988

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
4,00	46	1218,2	746,4	1244,1	497,7	2,448	5,203938
	47	1240,9	751,9	1267,5	515,6	2,407	5,159038
	48	1260,3	751,3	1285,7	534,4	2,358	4,752994
4,30	49	1261,2	767,8	1284,2	516,4	2,442	4,453912
	50	1247,8	758,1	1274,1	516,0	2,418	5,096899
	51	1225,7	726,2	1248,1	521,9	2,349	4,29201
4,60	52	1233,9	747,2	1258,7	511,5	2,412	4,848485
	53	1231,2	747,5	1252,7	505,2	2,437	4,25574
	54	1274,2	745,3	1288,0	542,7	2,348	2,542841
4,90	55	1235,6	752,8	1257,3	504,5	2,449	4,301288
	56	1234,5	725,2	1248,3	523,1	2,360	2,638119
	57	1226,2	742,4	1250,0	507,6	2,416	4,688731
5,20	58	1253,9	756,0	1273,9	517,9	2,421	3,861749
	59	1230,1	740,0	1248,5	508,5	2,419	3,618486
	60	1238,9	723,4	1248,1	524,7	2,361	1,753383

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
4,00	61	1261,8	781,3	1291,6	510,3	2,473	5,839702
	62	1261,9	793,6	1288,3	494,7	2,551	5,336568
	63	1266,6	770,9	1299,6	528,7	2,396	6,241725
4,30	64	1273,2	772,3	1303,6	531,3	2,396	5,721814
	65	1261,2	782,1	1290,3	508,2	2,482	5,726092
	66	1258,1	783,4	1285,8	502,4	2,504	5,513535
4,60	67	1244,3	771,2	1269,5	498,3	2,497	5,057194
	68	1259,0	770,9	1284,2	513,3	2,453	4,90941
	69	1265,8	773,7	1294,8	521,1	2,429	5,565151
4,90	70	1250,8	760,0	1276,0	516,0	2,424	4,883721
	71	1268,1	787,3	1295,4	508,1	2,496	5,372958
	72	1285,1	779,2	1309,4	530,2	2,424	4,583176
5,20	73	1262,7	772,9	1289,9	517,0	2,442	5,261122
	74	1262,0	781,0	1289,0	508,0	2,484	5,314961
	75	1275,9	765,0	1303,3	538,3	2,370	5,090098

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα στον αέρα (g)	Μάζα στο νερό (g)	Μάζα στον αέρα SSD (g)	Μάζα εκτοπιζόμενου νερού από τον όγκο του δοκιμίου (στερεό + κενά) (g)	Ειδικό Βάρος	Abs. %
		A	C	B	B - C	$G = \frac{A}{B - C}$	$Abs. = \frac{B - A}{B - C} \times 100$
4,00	76	1258,0	755,9	1277,0	521,1	2,414	3,646133
	77	1255,0	749,0	1277,4	528,4	2,375	4,239213
	78	1255,9	757,5	1274,1	516,6	2,431	3,523035
4,60	79	1241,0	745,1	1257,9	512,8	2,420	3,295632
	80	1282,4	763,6	1298,6	535,0	2,397	3,028037
	81	1234,0	739,7	1255,1	515,4	2,394	4,093908
5,20	82	1277,4	749,7	1286,8	537,1	2,378	1,75014
	83	1278,3	756,2	1283,7	527,5	2,423	1,023697
	84	1229,9	727,2	1239,3	512,1	2,402	1,835579

Πίνακας 4.4 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων με Χρήση Παραφίλμ

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό Βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
3,80	1					
	2	1212,6	1217,2	663,0	0,992	2,206
	3	1207,8	1212,4	657,6	0,992	2,195
4,10	4	1199,6	1205,6	651,8	0,992	2,190
	5	1208,8	1213,0	667,4	0,992	2,233
	6	1224,6	1229,4	669,4	0,992	2,206

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό Βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	31	1272,6	1279,2	665,6	0,992	2,097
	32	1241,4	1246,2	624,2	0,992	2,011
	33	1253,8	1260,8	641,2	0,992	2,047
4,30	34	1261,0	1266,4	657,0	0,992	2,088
	35	1263,8	1269,2	656,4	0,992	2,081
	36	1252,4	1258,0	639,8	0,992	2,045
4,60	37	1253,2	1258,2	637,6	0,992	2,036
	38	1272,0	1277,4	660,2	0,992	2,079
	39	1251,4	1257,6	643,0	0,992	2,057
4,90	40	1262,4	1267,4	641,0	0,992	2,032
	41	1261,4	1266,6	652,8	0,992	2,073
	42	1265,8	1270,2	654,2	0,992	2,070
5,20	43	1241,6	1245,8	648,2	0,992	2,092
	44	1253,0	1257,4	643,8	0,992	2,057
	45	1253,2	1257,4	640,6	0,992	2,046

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό Βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	46	1217,0	1221,8	629,2	0,992	2,071
	47	1240,6	1245,0	663,2	0,992	2,149
	48	1262,6	1267,2	675,4	0,992	2,150
4,30	49	1263,6	1266,6	686,6	0,992	2,190
	50	1249,6	1254,6	676,6	0,992	2,181
	51	1229,2	1233,4	673,0	0,992	2,210
4,60	52	1236,0	1241,4	664,8	0,992	2,164
	53	1233,4	1238,4	674,6	0,992	2,207
	54	1276,8	1282,2	704,2	0,992	2,230
4,90	55	1238,0	1242,8	679,6	0,992	2,217
	56	1236,2	1242,0	676,6	0,992	2,209
	57	1229,0	1233,8	670,6	0,992	2,201
5,20	58	1254,6	1259,2	688,0	0,992	2,214
	59	1232,4	1236,4	675,0	0,992	2,211
	60					

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό Βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	61	1262,0	1265,8	660,8	0,992	2,099
	62	1260,2	1263,6	644,6	0,992	2,047
	63	1268,0	1272,6	656,6	0,992	2,074
4,30	64	1274,8	1279,6	662,4	0,992	2,082
	65	1263,8	1268,2	639,0	0,992	2,023
	66	1258,8	1266,0	641,8	0,992	2,040
4,60	67	1245,0	1251,0	647,2	0,992	2,083
	68	1260,6	1265,2	660,2	0,992	2,100
	69	1267,8	1272,6	662,4	0,992	2,094
4,90	70	1252,8	1257,8	653,2	0,992	2,090
	71	1269,0	1275,2	660,6	0,992	2,086
	72	1287,0	1291,8	678,8	0,992	2,116
5,20	73	1264,6	1269,2	653,2	0,992	2,068
	74	1262,8	1267,6	652,0	0,992	2,068
	75	1278,8	1283,8	662,8	0,992	2,076

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών	A/A	Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίλμ στο νερό (g)	Ειδικό Βάρος παραφίλμ	Ειδικό Βάρος
		A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	76	1260,0	1264,6	694,2	0,992	2,227
	77	1257,2	1262,0	686,0	0,992	2,201
	78	1257,8	1262,2	695,2	0,992	2,236
4,60	79	1243,2	1247,2	685,6	0,992	2,230
	80	1285,6	1290,2	713,2	0,992	2,246
	81	1236,8	1241,4	675,8	0,992	2,205

Πίνακας 4.5 Υπολογισμός Ειδικού Βάρους Δοκιμίων με Χρήση Παραφίνης

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
3,80	1	1169,2	1189,1	670,7	0,89	2,357
	2	1211,6	1235,0	702,9	0,89	2,395
	3	1206,6	1231,7	703,8	0,89	2,415
4,10	4	1199,4	1225,2	697,3	0,89	2,404
	5	1208,1	1228,4	699,7	0,89	2,388
	6	1224,4	1245,0	702,1	0,89	2,356
4,40	7	1238,0	1264,8	717,6	0,89	2,394
	8	1248,0	1269,2	718,6	0,89	2,369
	9	1209,8	1231,6	697,0	0,89	2,372
4,70	10	1230,0	1247,3	710,4	0,89	2,377
	11	1200,0	1225,7	696,8	0,89	2,400
	12	1203,0	1224,7	695,2	0,89	2,382

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
3,80	16	1208,7	1228,2	706,6	0,89	2,419
	17	1220,3	1235,2	712,9	0,89	2,414
	18	1216,6	1225,9	714,1	0,89	2,427

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	31	1273,0	1329,2	734,7	0,89	2,396
	32	1229,4	1296,7	734,1	0,89	2,525
	33	1253,6	1323,2	749,7	0,89	2,531
4,30	34	1258,9	1325,2	758,1	0,89	2,556
	35	1263,0	1323,3	738,5	0,89	2,443
	36	1251,3	1312,3	742,9	0,89	2,498

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	46	1215,1	1274,2	715,5	0,89	2,468
	47	1238,3	1281,7	729,0	0,89	2,457
	48	1260,2	1299,9	732,3	0,89	2,410
4,30	49	1261,7	1306,6	749,0	0,89	2,488
	50	1246,8	1287,2	737,5	0,89	2,472
	51	1226,1	1253,4	714,8	0,89	2,414
4,60	52	1234,1	1274,3	731,3	0,89	2,479
	53	1231,1	1268,5	733,7	0,89	2,498
	54	1275,1	1297,6	738,8	0,89	2,390
4,90	55	1235,5	1272,0	734,3	0,89	2,487
	56	1234,5	1260,4	719,7	0,89	2,413
	57	1225,9	1264,3	725,2	0,89	2,472
5,20	58	1252,9	1285,1	743,0	0,89	2,476
	59	1230,6	1260,2	730,4	0,89	2,478
	60	1239,4	1256,1	722,0	0,89	2,405

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	61	1261,1	1329,8	753,6	0,89	2,527
	62	1258,9	1338,7	757,0	0,89	2,559
	63	1265,9	1329,5	734,1	0,89	2,416
4,30	64	1273,3	1343,5	754,4	0,89	2,496
	65	1262,4	1319,0	741,4	0,89	2,456
	66	1258,2	1334,9	748,5	0,89	2,515

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Μάζα χωρίς παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στον αέρα (g)	Μάζα με παραφίνη στο νερό (g)	Ειδικό βάρος παραφίνης	Ειδικό βάρος
	A/A	A	D	E	F	$G = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$
4,00	76	1258,1	1293,1	750,4	0,89	2,499
	77	1255,2	1289,0	740,0	0,89	2,456
	78	1256,3	1288,8	749,0	0,89	2,496
4,60	79	1240,8	1270,1	733,7	0,89	2,464
	80	1283,4	1311,0	755,7	0,89	2,448
	81	1234,3	1267,8	724,1	0,89	2,439
5,20	82	1278,1	1297,7	747,5	0,89	2,420
	83	1279,0	1293,5	755,6	0,89	2,452
	84	1230,6	1250,4	727,2	0,89	2,457

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)															
A/A	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Πάχος δοκίμιου (cm)	7,43	7,61	7,51	7,33	7,44	7,55	7,44	7,53	7,52	7,64	7,5	7,44	7,11	7,44	7,33
	7,31	7,83	7,52	7,51	7,41	7,61	7,63	7,53	7,53	7,6	7,44	7,5	7,11	7,51	7,42
	7,31	7,61	7,61	7,42	7,41	7,62	7,61	7,44	7,42	7,5	7,4	7,44	7,11	7,61	7,51
	7,51	7,61	7,61	7,41	7,44	7,54	7,54	7,44	7,44	7,6	7,4	7,43	7,22	7,52	7,42
	7,51	7,55	7,52	7,41	7,45	7,52	7,54	7,53	7,44	7,53	7,44	7,51	7,13	7,51	7,44
	7,45	7,61	7,51	7,44	7,52	7,61	7,61	7,54	7,52	7,5	7,44	7,55	7,12	7,44	7,51
	7,42	7,64	7,55	7,42	7,45	7,58	7,56	7,5	7,48	7,56	7,44	7,48	7,13	7,51	7,44
	0,0266	0,0358	0,0131	0,024	0,0146	0,0249	0,0249	0,0133	0,0146	0,0183	0,0133	0,0159	0,0152	0,0223	0,02397
$\frac{\max(\tau_{μδ}) - \min(\tau_{μδ})}{\max(\tau_{μδ})}$	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229
1s (cm)	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
1s*9,9															
$\frac{\max(\tau_{μδ}) - \min(\tau_{μδ})}{\max(\tau_{μδ})} < 1s \times 9,9$	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)															
A/A	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Πάχος δοκίμιου (cm)	7,32	7,13	7,21	7,07	7,01	6,88	6,98	7	6,96	6,95	6,88	6,96	6,98	6,79	6,73
	7,27	7,04	7,21	7,03	7,02	6,75	6,94	6,92	6,84	6,92	6,77	6,9	6,99	6,83	6,74
	7,29	7,08	7,07	7,05	6,97	6,77	6,93	6,84	6,91	6,9	6,78	6,85	6,96	6,88	6,8
	7,15	7,06	7,13	7,1	7,05	6,77	6,94	6,86	6,94	6,85	6,76	6,84	7,03	6,83	6,75
	7,22	7,12	7,01	7,15	7,04	6,83	7	6,86	6,99	6,88	6,89	6,81	7,03	6,77	6,67
	7,24	7,16	7,01	7,13	7,09	6,87	7,06	6,9	7	6,88	6,91	6,87	6,97	6,77	6,69
	7,25	7,1	7,11	7,09	7,03	6,81	6,98	6,9	6,94	6,9	6,83	6,87	6,99	6,81	6,73
	0,0232	0,0168	0,0277	0,0168	0,0169	0,0189	0,0184	0,0229	0,0229	0,0144	0,0217	0,0216	0,0085	0,016	0,01912
M.O. Δοκίμιου (cm)	$\frac{\max(\tau_{μδ}) - \min(\tau_{μδ})}{\max(\tau_{μδ})}$	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229	0,0229
	1s (cm)	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
	1s*9,9	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI
$\frac{\max(\tau_{μδ}) - \min(\tau_{μδ})}{\max(\tau_{μδ})} < 1s \times 9,9$	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI

[illegible][illegible]

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους - SSD
μη Επικαλυμμένα Δοκίμια**

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$	Φαινόμενο ειδικό βάρος
	A/A						
3,80	1	2,326044					2,3260437
	2	2,344554					2,3445541
	3	2,354971	0,01228339	0,013	0,0741	NAI	2,3549708
	M.O.						2,3418562
4,10	4	2,347358					2,3473581
	5	2,335137					2,3351372
	6	2,30497	0,01805785	0,013	0,0741	NAI	2,3049699
	M.O.						2,3291551
4,40	7	2,355839					2,3558387
	8	2,338078					2,3380783
	9	2,339327	0,0075389	0,013	0,0741	NAI	2,3393271
	M.O.						2,3444147
4,70	10	2,361751					2,3617512
	11	2,35842					2,3584201
	12	2,348692	0,00552947	0,013	0,0741	NAI	2,3486919
	M.O.						2,3562877
5,00	13	2,386443					2,3864426
	14	2,360133					2,360133
	15	2,369422	0,01102462	0,013	0,0741	NAI	2,3694218
	M.O.						2,3719992

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$	Φαινόμενο ειδικό βάρος
	A/A						
3,80	16	2,383084					2,3830836
	17	2,378679					2,3786786
	18	2,408632	0,01243583	0,013	0,0741	NAI	2,408632
	M.O.						2,3901314
4,10	19	2,396125					2,3961251
	20						
	21	2,392527	0,0015016	0,013	0,0741	NAI	2,392527
	M.O.						2,3943261
4,40	22	2,410251					2,4102513
	23	2,380852					2,3808519
	24	2,40247	0,01219767	0,013	0,0741	NAI	2,4024701
	M.O.						2,3978578
4,70	25	2,379754					2,379754
	26	2,407495					2,4074946
	27	2,412561	0,01359854	0,013	0,0741	NAI	2,4125613
	M.O.						2,3999367
5,00	28	2,433751					2,4337515
	29	2,429692					2,429692
	30	2,425233	0,00350025	0,013	0,0741	NAI	2,4252327
	M.O.						2,4295587

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)

% ισφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)} < 1s \times 5,7$	$\frac{A - B}{A}$	Φαινόμενο ειδικό βάρος (διορθωμένο)
	A/A							
	31	2,367609					0,0169675	
	32	2,56563					0,061254	2,56562951
4,00	33	2,522097	0,07718212	0,008	0,0456	ΟΧΙ		2,52209723
	M.O.							2,54386337
	34	2,469736					0,0330707	2,46973555
	35	2,38806					0,0225977	
4,30	36	2,526836	0,05492103	0,008	0,0456	ΟΧΙ		2,52683616
	M.O.							2,49828586
	37	2,47734						2,47734019
	38	2,396073						2,39607325
4,60	39	2,498402						2,49840192
	M.O.		0,04095765	0,008	0,0456	ΝΑΙ		2,45727179
	40	2,549899					0,0213591	
	41	2,403016					0,0370353	2,40301642
4,90	42	2,455463	0,05760329	0,008	0,0456	ΟΧΙ		2,45546284
	M.O.							2,42923963
	43	2,366393					0,0478507	
	44	2,485317					0,0125735	2,48531746
5,20	45	2,516964	0,05982253	0,008	0,0456	ΟΧΙ		2,51696446
	M.O.							2,50114096

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)

% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)} < 1s \times 5,7$	Φαινόμενο ειδικό βάρος
	A/A						
	46	2,447659					2,4476592
	47	2,406711					2,4067106
4,00	48	2,358346	0,03648932	0,008	0,0456	ΝΑΙ	2,3583458
	M.O.						2,4042386
	49	2,442293					2,4422928
	50	2,418217					2,4182171
4,30	51	2,348534	0,03838958	0,008	0,0456	ΝΑΙ	2,3485342
	M.O.						2,4030147
	52	2,412317					2,4123167
	53	2,437055					2,4370546
4,60	54	2,34789	0,03658697	0,008	0,0456	ΝΑΙ	2,3478902
	M.O.						2,3990872
	55	2,449158					2,4491576
	56	2,359969					2,3599694
4,90	57	2,415682	0,03641586	0,008	0,0456	ΝΑΙ	2,4156816
	M.O.						2,4082695
	58	2,421124					2,4211238
	59	2,419076					2,4190757
5,20	60	2,361159	0,02476743	0,008	0,0456	ΝΑΙ	2,3611588
	M.O.						2,4004527

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)							
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος (αρχικά)	$\frac{\max(\tau\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\mu\acute{\eta})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\mu\acute{\eta})} < 1s \times 5,7$	Φαινόμενο ειδικό βάρος
	A/A						
4,00	76	2,414124					2,414124
	77	2,375095					2,3750946
	78	2,431088	0,02303218	0,008	0,0456	NAI	2,4310879
	M.O						2,4067688
4,60	79	2,420047					2,4200468
	80	2,397009					2,3970093
	81	2,394257	0,01065678	0,008	0,0456	NAI	2,3942569
	M.O						2,403771
5,20	82	2,378328					2,3783281
	83	2,423318					2,4233175
	84	2,401679	0,01856524	0,008	0,0456	NAI	2,4016794
	M.O						2,4011083

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους
με Χρήση ΠΑΡΑΦΙΛΜ**

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
3,80	2	2,206481				
	3	2,19535				
			0,005045	0,028	0,1596	NAI
4,10	4	2,190044				
	5	2,23287				
	6	2,205845				
			0,01918	0,028	0,1596	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	31	2,096724				
	32	2,011468				
	33	2,046875				
			0,040662	0,028	0,1596	NAI
4,30	34	2,087899				
	35	2,080821				
	36	2,044552				
			0,020761	0,028	0,1596	NAI
4,60	37	2,035871				
	38	2,079259				
	39	2,05704				
			0,020867	0,028	0,1596	NAI
4,90	40	2,031674				
	41	2,072769				
	42	2,069773				
			0,019826	0,028	0,1596	NAI
5,20	43	2,092469				
	44	2,056916				
	45	2,04582				
			0,022294	0,028	0,1596	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5.7$
	A/A					
4,00	46	2,070568				
	47	2,148729				
	48	2,15034				
			0,037097	0,028	0,1596	NAI
4,30	49	2,19004				
	50	2,180956				
	51	2,210131				
			0,0132	0,028	0,1596	NAI
4,60	52	2,164031				
	53	2,207389				
	54	2,229998				
			0,029582	0,028	0,1596	NAI
4,90	55	2,217202				
	56	2,209263				
	57	2,201084				
			0,00727	0,028	0,1596	NAI
5,20	58	2,214405				
	59	2,211108				
	60					
			0,001489	0,028	0,1596	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5.7$
	A/A					
4,00	61	2,099242				
	62	2,0472				
	63	2,074055				
			0,024791	0,028	0,1596	NAI
4,30	64	2,081778				
	65	2,022842				
	66	2,040387				
			0,02831	0,028	0,1596	NAI
4,60	67	2,082805				
	68	2,09973				
	69	2,094287				
			0,008061	0,028	0,1596	NAI
4,90	70	2,089533				
	71	2,08597				
	72	2,116215				
			0,014292	0,028	0,1596	NAI
5,20	73	2,068493				
	74	2,067584				
	75	2,07611				
			0,004107	0,028	0,1596	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\tau_{\mu\eta}) - \min(\tau_{\mu\eta})}{\max(\tau_{\mu\eta})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau_{\mu\eta}) - \min(\tau_{\mu\eta})}{\max(\tau_{\mu\eta})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	76	2,227081				
	77	2,20113				
	78	2,235832				
			0,015521	0,028	0,1596	NAI
4,60	79	2,229684				
	80	2,246127				
	81	2,20478				
			0,018408	0,028	0,1596	NAI

**Π - ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4 Στατιστικού Ελέγχου των Αποτελεσμάτων Προσδιορισμού Ειδικού Βάρους
με Χρήση ΠΑΡΑΦΙΝΗΣ**

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
3,80	1	2,35706584				
	2	2,39537596				
	3	2,41465965				
			0,023852	0,028	0,1596	NAI
4,10	4	2,40403485				
	5	2,38806378				
	6	2,35573013				
			0,020093	0,028	0,1596	NAI
4,40	7	2,39417828				
	8	2,36911146				
	9	2,3716657				
			0,01047	0,028	0,1596	NAI
4,70	10	2,37698707				
	11	2,39988675				
	12	2,38162183				
			0,009542	0,028	0,1596	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΣ 20 (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
3,80	16	2,41890026				
	17	2,41376651				
	18	2,42664533				
			0,005307	0,028	0,1596	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta}) - \min(\tau\iota\mu\acute{\eta})}{\max(\tau\iota\mu\acute{\eta})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	31	2,39576659				
	32	2,52452851				
	33	2,5310028				
			0,053432	0,028	0,1596	NAI
4,30	34	2,55559408				
	35	2,44271707				
	36	2,49829956				
			0,044169	0,028	0,1596	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (50/70)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	46	2,46823297				
	47	2,4572567				
	48	2,40959129				
			0,023759	0,028	0,1596	NAI
4,30	49	2,48782136				
	50	2,47230484				
	51	2,41393506				
			0,029699	0,028	0,1596	NAI
4,60	52	2,47895141				
	53	2,49828762				
	54	2,38998004				
			0,043353	0,028	0,1596	NAI
4,90	55	2,48747322				
	56	2,41302328				
	57	2,47180216				
			0,02993	0,028	0,1596	NAI
5,20	58	2,47647739				
	59	2,47834233				
	60	2,40503304				
			0,02958	0,028	0,1596	NAI

ΚΑΤΩΤΑΤΗ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\text{τιμή}) - \min(\text{τιμή})}{\max(\text{τιμή})} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	61	2,52720898				
	62	2,55854702				
	63	2,41611946				
			0,055667	0,028	0,1596	NAI
4,30	64	2,49557255				
	65	2,45600965				
	66	2,51529214				
			0,023569	0,028	0,1596	NAI

Μ. Ο. ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ)						
% ασφάλτου κ.β. αδρανών		Φαινόμενο ειδικό βάρος	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)}$	1s	1s *5,7	$\frac{\max(\tau\mu\eta) - \min(\tau\mu\eta)}{\max(\tau\mu\eta)} < 1s \times 5,7$
	A/A					
4,00	76	2,49933371				
	77	2,45625206				
	78	2,49620916				
			0,017237	0,028	0,1596	NAI
4,60	79	2,46445405				
	80	2,44788767				
	81	2,43904102				
			0,010312	0,028	0,1596	NAI
5,20	82	2,41983033				
	83	2,45203358				
	84	2,45651881				
			0,014935	0,028	0,1596	NAI