

50
90A



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΑΣΦΑΛΤΟΜΕΤΡΑΤΩΝ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΜΕΤΑΞΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΠΑΛΑΝΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ
ΓΕΡΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

BIBΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1999

Την πτυχιακή μας την αφιερώνουμε
στους γονείς μας,
στον εισηγητή μας κ. Μεταξά Γεώργιο
και στον αείμνηστο προϊστάμενό μας
Κοφίτσα Ιωάννη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	1
▪ Εργαστηριακοί έλεγχοι και μηχανικές ιδιότητες ασφαλτομιγμάτων.....	3
▪ Μέτρο δυσκαμψίας ασφαλτομίγματος.....	3
▪ Χρόνος φόρτισης οδοστρωμάτων.....	5
▪ Καθορισμός ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας	8
▪ Τριαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο	16
▪ Μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο	17
▪ Μονοαξονική δοκιμή με αρμονική φόρτιση	18
▪ Δοκιμή κάμψης δοκού με επαναλαμβανόμενο φορτίο	20
▪ Δοκιμή κάμψης τραπεζοειδούς προβόλου	21
▪ Εκτίμηση ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας	23
▪ Καθορισμός στατικού μέτρου δυσκαμψίας	25
▪ Δοκιμή τροχοσυλάκωσης	38
▪ Δοκιμή ερπυσμού με επαναλαμβανόμενο φορτίο	40
▪ Κόπωση ασφαλτομιγμάτων	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	55
▪ Ιδιότητες ασφαλτομίγματος	55
▪ Ευστάθεια	55
▪ Ανθεκτικότητα	56
▪ Ελαστικότητα	57
▪ Αντοχή σε κόπωση	58
▪ Αντιολισθιρότητα	59
▪ Διαπερατότητα	60
▪ Αντοχή σε θραύση	61
▪ Θερμικές ιδιότητες	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	68
▪ Παρασκευή ασφαλτομίγματος	68
▪ Αποθήκευση και τροφοδοσία του ψυχρού αδρανούς	68
▪ Ξηραντήρας	69
▪ Ανάμιξη	70
▪ Συγκρότημα παραγωγής ασφαλτομίγματος	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	72
▪ Κυλίνδρωση ασφαλτικών μιγμάτων	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	83
▪ Μελέτη σύνδεσης ασφαλτομίγματος	83
▪ Ανάλυση ασφαλτομίγματος	84
▪ Βήματα εκτέλεσης δοκιμής	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	86
▪ Δοκιμή υδρεποτισμού θλίψης	86
▪ Σκοπός	86
▪ Παρασκευή δοκιμίων	86
▪ Δοκιμή υδροφιλίας	89
▪ Σκοπός	89
▪ Παρασκευή δοκιμίων	89
▪ Δειγματοληψία ασφαλτικών μιγμάτων ΑΑΣΗΤΟ T-168	91
▪ Δειγματοληψία ασφαλτομιγμάτων που παράγονται σε μόνιμη εγκατάσταση	92
▪ Δειγματοληψία που παράγονται με ανάμιξη επί της οδού	94
▪ Σήμανση δειγμάτων	95
▪ Παρασκευή δοκιμίων Marshal	96
▪ Τρόπος εκτέλεσης της δοκιμής	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο124

- Δοκιμές ασφαλτομιγμάτων124
- Πρότυπος μέθοδος δειγματοληψίας124
- Πρότυπος μέθοδος δοκιμής της επίδρασης του ύδατος επί της συνοχής συμπυκνοθέντων ασφαλτικών μιγμάτων130
- Πρότυπος μέθοδος κοκκομετρικής αναλύσεως εκχυλισθέντος αδρανούς υλικού135
- Πρότυπος μέθοδος προσδιορισμού ειδικού συμπεπιεσμένων ασφαλτικών μιγμάτων139
- Πρότυπος μέθοδος δοκιμής της αντιστάσεως εις πλαστική παραμόρφωση των ασφαλτικών μιγμάτων δια της συσκευής Marshal143
- Πρότυπος μέθοδος δοκιμής ποσοτικής εκχυλίσεως ασφάλτου εξ ασφαλτικών μιγμάτων οδοστρωσίας152
- Πρότυπος μέθοδος δοκιμής αντοχής σε θλίψη ασφαλτικών μιγμάτων158

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΩΝ ΜΕ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΔΟΚΙΜΕΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1. Γενικά

Μια αναλυτική μεθοδολογία διαστασιολόγησης οποιασδήποτε κατασκευής βασίζεται στην γνώση των θεμελιωδών μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών από τα οποία πρόκειται να κατασκευασθεί καθώς και στη γνώση, γενικότερα, της μηχανικής συμπεριφοράς αυτών. Ως θεμελιώδεις μηχανικές ιδιότητες μπορούν να χαρακτηρισθούν το μέτρο ελαστικότητας, η αντοχή σε εφελκυσμό, η αντοχή σε θλίψη, σε κόπωση κλπ. Κάτι αντίστοιχο υπάρχει και στην αναλυτική προσέγγιση διαστασιολόγησης των εύκαμπτων οδοστρωμάτων. Η βασική διαφορά με τις άλλες κατασκευές π.χ. από οπλισμένο σκυρόδεμα ή από χάλυβα, είναι ότι ένα υλικό λόγω της παρουσίας της ασφάλτου. Τα άλλα δομικά υλικά όπως τα συμπυκνωμένα αδρανή, τα σταθεροποιημένα αδρανή υλικά ή έδαφος, με συνδετικό υλικό διάφορο της ασφάλτου καθώς και το έδαφος μπορούν να χαρακτηρισθούν ως υλικά με ελαστική συμπεριφορά.

Στην αναλυτική διαστασιολόγηση των οδοστρωμάτων και όσον αφορά τα ασφαλτομίγματα, τρεις είναι οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να καθοριστούν: η σχέση τάσης – παραμόρφωσης του ασφαλτομίγματος υπό την επίδραση φορτίου, η αντοχή σε κόπωση (ή η αντοχή σε ρηγμάτωση) και η αντίσταση σε παραμένουσα παραμόρφωση. Το πρώτο εκφράζεται με το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος, το δεύτερο με τη μέγιστη ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση για ρηγμάτωση (εξίσωση κόπωσης) και το τρίτο με το στατικό (ιξώδες) μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι καθορίζονται στο εργαστήριο από θεμελιώδης ελέγχους προσομοιάζοντας όσο είναι δυνατόν τις πραγματικές συνθήκες επί του έργου δηλαδή, θερμοκρασία, χρόνο φόρτισης, εντατικές καταστάσεις, συμπύκνωση ασφαλτομίγματος κλπ. Ειδικότερα για την εκτίμηση της αντοχής του ασφαλτομίγματος σε παραμένουσα παραμόρφωση εκτελείται επιπροσθέτως και ένας έλεγχος ο οποίος όμως θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως έλεγχος απομίμησης της πραγματικής κατάστασης, γνωστός ως έλεγχος τροχοαυλάκωσης (wheel – tracking test).

Η εκτέλεση των δοκιμών για τον καθορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος προϋποθέτει την ύπαρξη πολύπλοκων και ακρινών συσκευών. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί σχετικά νομογραφήματα από τα οποία είναι δυνατόν να εκτιμηθούν τα αντίστοιχα μεγέθη έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή αναλυτικής μεθοδολογίας διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων ακόμη και ελλείψη αυτών των συσκευών. Βεβαίως για την καλύτερη πιστότητα των αποτελεσμάτων της διαστασιολόγησης προτιμητέα είναι η χρήση εργαστηριακών αποτελεσμάτων.

Οι μηχανικές ιδιότητες καθώς και η μηχανική συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων σε παραμόρφωση και κόπωση δε χρησιμοποιούνται μόνο για την αναλυτική διαστασιολόγηση των εύκαμπτων οδοστρωμάτων. Αρκετά εργαστήρια άρχισαν να χρησιμοποιούν τα παραπάνω μεγέθη και για το σχεδιασμό του βέλτιστου ασφαλτομίγματος. Οι μέχρι σήμερα υπάρχουσες μεθοδολογίες σύνθεσης των ασφαλτομιγμάτων βασίζονται σε εμπειρικά σχεδιαστικά κριτήρια και όχι σε θεμελιώδη μηχανικά κριτήρια. Ο καθορισμός της βέλτιστης σύνθεσης, ουσιαστικά της βέλτιστης ποσότητας ασφάλτου, έτσι όπως γίνεται σήμερα δεν συνδέεται άμεσα με την άρτια μηχανική συμπεριφορά ή απόδοση του ασφαλτομίγματος. Οι συνθήκες

καταπόνησης του οδοστρώματος έχουν αλλάξει ριζικά σε πολλές περιπτώσεις και ο εμπειρικός καθορισμός του βέλτιστου μίγματος έχει, πολλές φορές, ως αποτέλεσμα την πρόωρη εμφάνιση αστοχιών με συνακόλουθη σπατάλη χρήματος.

Προς την κατεύθυνση αυτή στρέφεται και η Ευρωπαϊκή Ένωση, δηλαδή να αναπτυχθεί μία ενιαία ευρωπαϊκή μεθοδολογία σύνθεσης ασφαλτομιγμάτων που να βασίζεται κατά κύριο λόγο στις θεμελιώδεις μηχανικές ιδιότητες και τη συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος στο έργο. Μόνο έτσι θα είναι δυνατόν να σχεδιάζονται ασφαλτομίγματα που θα δύνανται να ικανοποιούν με επιτυχία τις εκάστοτε ανάγκες αλλά και θα μπορούν να χρησιμοποιούνται επιτυχώς νέα βελτιωμένα υλικά ή ακόμη και αυτά που σήμερα θεωρούνται ακατάλληλα ή οριακά για την οδοποιία.

1.2. Εργαστηριακοί Έλεγχοι και μηχανικές ιδιότητες ασφαλτομιγμάτων

1.2.1. Μέτρο δυσκαμψίας ασφαλτομίγματος

Το ασφαλτόμιγμα εμπεριέχει δύο υλικά με διαφορετική μηχανική συμπεριφορά. Την άσφαλτο με ιξωδοελαστική συμπεριφορά, κάτω από συνήθεις συνθήκες φόρτισης, και τα συμπυκνωμένα αδρανή με ελαστική, κατά βάση συμπεριφορά. Η ιξωδοελαστική συμπεριφορά της ασφάλτου υπερισχύει και έτσι το ασφαλτόμιγμα συμπεριφέρεται και αυτό κάτω από τις συνήθεις συνθήκες φόρτισης, ως ιξωδοελαστικό υλικό. Η μεγάλη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων των συστατικών του ασφαλτομίγματος καθώς και των αναλογιών αυτών στο ασφαλτόμιγμα,

κάνουν την αποτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος ακόμη πιο δύσκολη υπόθεση.

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι το ασφαλτόμιγμα δεν μπορεί να χαρακτηριστεί από τη θεμελιώδη χαρακτηριστική ιδιότητα των ελαστικών υλικών που εκφράζεται με το μέτρο ελαστικότητας (E) ή αλλιώς γνωστό μέτρο Young. Στην περίπτωση των ασφαλτομιγμάτων, κατ' αντιστοιχία με την άσφαλτο, χρησιμοποιείται ο όρος μέτρο δυσκαμψίας (stiffness modulus ή stiffness), (S_{mix}), ο όρος που προτάθηκε από τον Van der Poel. Η χαρακτηριστική και θεμελιώδης αυτή ιδιότητα εξαρτάται (σε αντίθεση με το μέτρο ελαστικότητας όπου η παραμόρφωση εξαρτάται μόνο από το επιβαλλόμενο φορτίο) και από τη θερμοκρασία (T) και το χρόνο φόρτισης (t). Το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος υπολογίζεται από την παρακάτω θεμελιώδη εξίσωση:

$$S_{mix} = (\sigma/\varepsilon)_{T,t} \quad (1)$$

όπου $\sigma =$ επιβαλλόμενη τάση

$\varepsilon =$ αντιστοιχούσα ανηγμένη παραμόρφωση

Στους αναλυτικούς υπολογισμούς καθορισμού της μηχανικής συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος, καθιερώθηκε να χρησιμοποιούνται δύο μέτρα δυσκαμψίας. Αυτό που μετράται κάτω από συνθήκες όπου ο χρόνος φόρτισης είναι πολύ μικρός και η θερμοκρασία ελέγχου χαμηλή και αυτό που μετράται κάτω από συνθήκες όπου ο χρόνος φόρτισης είναι μεγάλος και η θερμοκρασία ελέγχου υψηλή. Το πρώτο ονομάζεται ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας (elastic stiffness), διότι οι συνθήκες μέτρησης αυτού πλησιάζουν τις συνθήκες ελαστικής συμπεριφοράς της ασφάλτου, και το δεύτερο ονομάζεται στατικό μέτρο δυσκαμψίας (viscous stiffness), διότι οι συνθήκες μέτρησης αυτού πλησιάζουν τις συνθήκες ιξώδους συμπεριφοράς της ασφάλτου. Το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας (dynamic stiffness). Κατ' αντιστοιχία το

στατικό μέτρο δυσκαμψίας. Τέλος, όταν γίνεται αναφορά στο μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος, καθιερώθηκε να εννοείται το ελαστικό (ή δυναμικό) μέτρο δυσκαμψίας, αλλιώς γίνεται αναφορά σε στατικό.

Όσον αφορά τους συμβολισμούς που συνήθως χρησιμοποιούνται για την έκφραση του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας είναι : S_{mix} ή E_{dyn} ή E . Ομοίως για την έκφραση του ιξώδους μέτρου δυσκαμψίας συνήθως χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί: $S_{mix.visc}$ ή $S_{mix.creep}$ ή E_{sta} ή E_{visc} .

Το ελαστικό ή δυναμικό μέτρο δυσκαμψίας χρησιμοποιείται από την αναλυτική διαστασιολόγηση οδοστρωμάτων για τον υπολογισμό των κρίσιμων τάσεων και παραμορφώσεων που αναπτύσσονται στην πολυστρωματική δομή του οδοστρώματος κατά την φόρτιση.

Το στατικό μέτρο δυσκαμψίας χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της αντίστασης του ασφαλτομίγματος σε παραμένουσα παραμόρφωση καθώς και στην πρόβλεψη της συνολικής παραμένουσας παραμόρφωσης του οδοστρώματος μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ζωής.

Χρόνος φόρτισης οδοστρωμάτων

Η επιβολή του φορτίου από τα κινούμενα οχήματα σε ένα τυχαίο σημείο του οδοστρώματος γίνεται για χρονικό διάστημα ανάλογο της ταχύτητας του οχήματος και αναμφισβήτητα είναι επαναλαμβανόμενη. Η ανάπτυξη της μέγιστης επιβαλλόμενης τάσης δηλαδή η μορφή της καμπύλης «επιβαλλόμενο φορτίο (ή τάση) – χρόνος φόρτισης» είναι επίσης άλλη μία βασική παράμετρος για τον καθορισμό των «ελαστικών» ιδιοτήτων των ασφαλτομιγμάτων. Η κάθετη τάση που αναπτύσσεται από ένα κινούμενο φορτίο τροχού, σε οποιαδήποτε

βάθος του οδοστρώματος, θεωρείται ότι έχει περίπου τη μορφή μιας ημιπεριόδου ημιτονοειδούς καμπύλης. Αντίστοιχη είναι και η μορφή της καμπύλης της ανοιγμένης παραμόρφωσης συναρτήσει της διάρκειας φόρτισης.

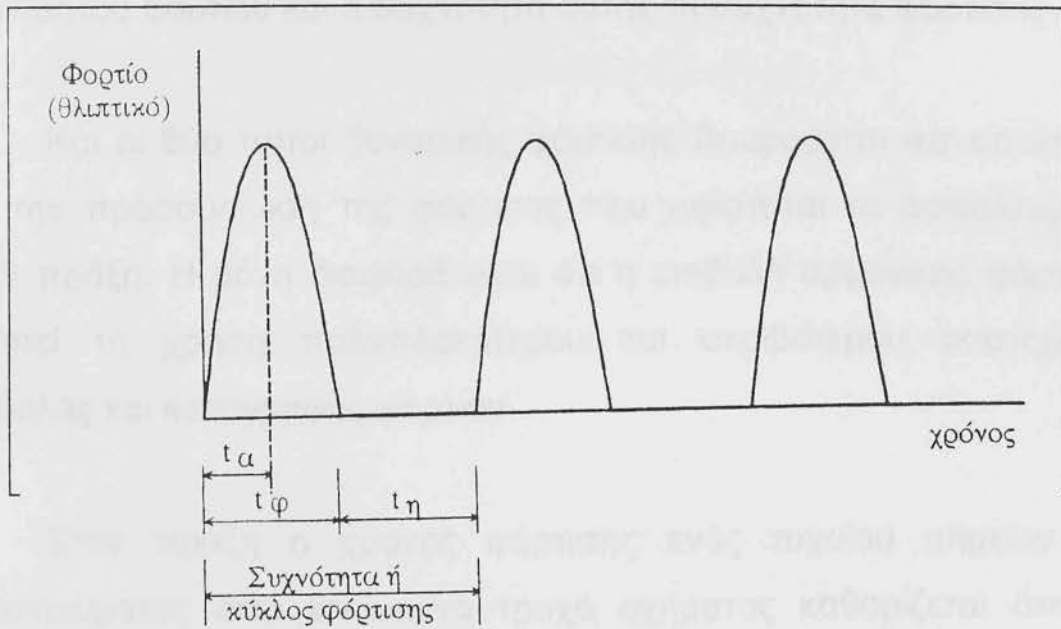
Η επανάληψη της φόρτισης είναι και αυτή συνάρτηση της ταχύτητας των οχημάτων. Η συχνότητα επανάληψης είναι πάντοτε μεγαλύτερη του χρόνου που απαιτείται για να αναπτυχθεί και να μηδενισθεί η μέγιστη επιβαλλόμενη τάση.

Έτσι, η προσομοίωση της πραγματικής κατάστασης στο εργαστήριο γίνεται με τη χρήση δυναμικής φόρτισης συγκεκριμένης συχνότητας ή ρυθμού ή παλμού της μορφής που φαίνεται στο σχήμα 8.1.(α).

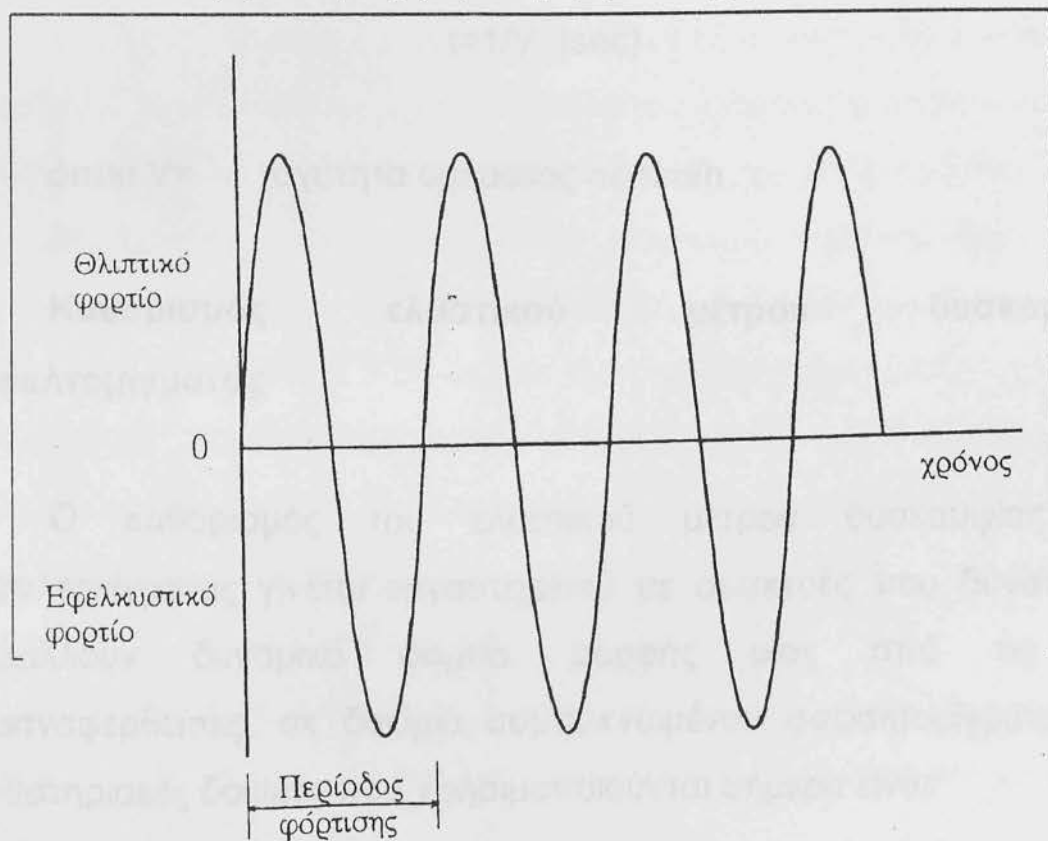
Στην παλμική φόρτιση μορφής μισής ημιτονοειδούς καμπύλης επιβάλλεται θλιπτικό φορτίο για ένα μικρό χρονικό διάστημα και κατόπιν μεσολαβεί μια μικρή περίοδος ηρεμίας (t_n) ή ανάκτησης. Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει το φορτίο τη μέγιστη επιθυμητή τιμή ονομάζεται χρόνος ανύψωσης (t_a), ενώ ο συνολικός χρόνος φόρτισης / αποφόρτισης ονομάζεται χρόνος φόρτισης (t_f) συνήθως ο χρόνος αυτός είναι 0.1 έως 0.4 sec. Ο συνολικός χρόνος t_f+t_n ονομάζεται συχνότητα παλμού και μετράται σε sec ή Hz. Η συχνότητα παλμού συνήθως είναι από 3 έως 1 sec. Το στάδιο φόρτισης / αποφόρτισης και ηρεμίας μαζί καθορίζουν ένα πλήρη κύκλο φόρτισης. Μεταξύ δύο φορτίσεων ή προκληθείσα παραμόρφωση σε καθαρώς ελαστικά υλικά ανακτάται πλήρως.

Μια άλλη μορφή δυναμικής φόρτισης που χρησιμοποιείται στις εργαστηριακές δοκιμές για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων είναι η μορφή πλήρους

ημιτονοειδούς καμπύλης (αρμονικής), Σχήμα 8.1 (β). Στην περίπτωση της πλήρους ημιτονοειδούς (αρμονικής) φόρτισης επιβάλλεται θλιπτική



(α) Παλμική φόρτιση τριγωνικής μορφής



(β) Ημιτονοειδής φόρτιση (αρμονική)

Σχήμα 8.1.

Τυπικές μορφές δυναμικής φόρτισης για εργαστηριακές δοκιμές

και εφελκυστική δύναμη (φορτίο) δίχως να υπάρχει περίοδος ηρεμίας. Το πλάτος της ημιτονοειδούς καμπύλης καθορίζει το μέγεθος του επιθυμητού φορτίου και η συχνότητα αυτής τη συχνότητα φόρτισης.

Και οι δύο τύποι δυναμικής φόρτισης θεωρούνται ικανοποιητικοί για την προσομοίωση της φόρτισης που υφίσταται το ασφαλτόμιγμα στην πράξη. Η μόνη διαφορά είναι ότι η επιβολή αρμονικής φόρτισης απαιτεί τη χρήση πολυπλοκότερου και ακριβότερου συστήματος επιβολής και καταγραφής φορτίου.

Στην πράξη ο χρόνος φόρτισης ενός τυχαίου σημείου του οδοστρώματος από κινούμενο τροχό οχήματος καθορίζεται από τη θεμελιώδη εξίσωση:

$$t=1/V, (\text{sec})$$

όπου $V=$ ταχύτητα οχήματος σε Km/h

Καθορισμός ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας ασφαλτομίγματος

Ο καθορισμός του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος γίνεται εργαστηριακά με συσκευές που δύναται να επιβάλλουν δυναμικό φορτίο, μορφής μίας από τις δύο προαναφερθείσες, σε δοκίμιο συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος. Οι εργαστηριακές δοκιμές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- (α) Δοκιμή έμμεσης διάτμησης με επαναλαμβανόμενο φορτίο (Repeated indirect tensile)
- (β) Τριαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο
- (γ) Μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο

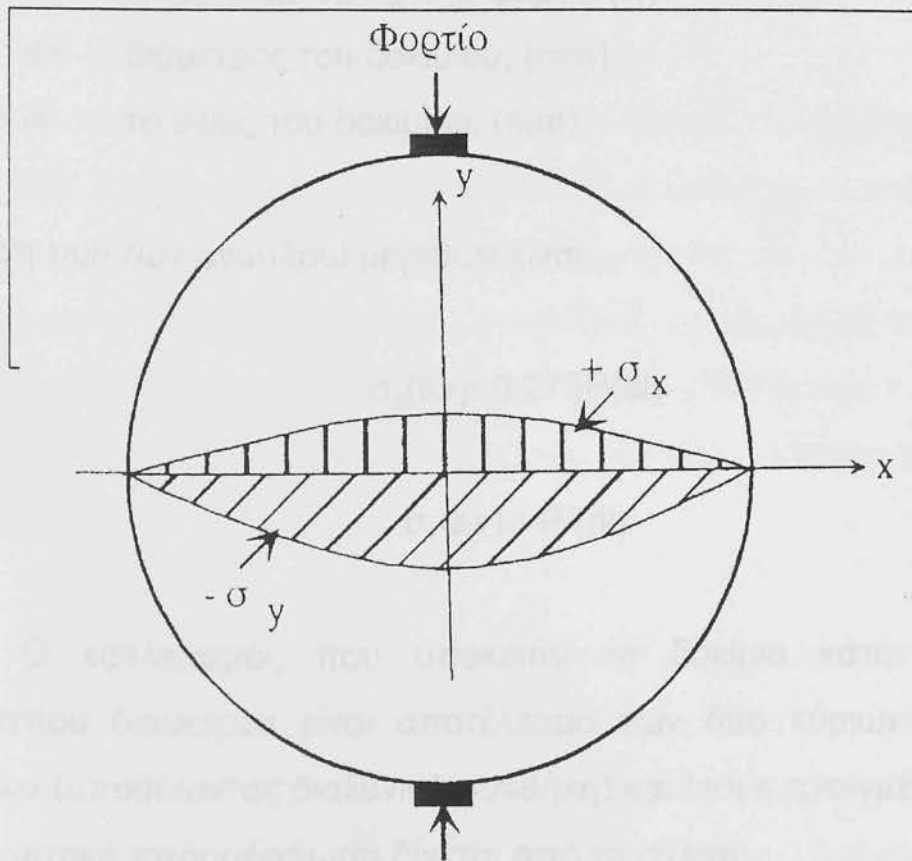
- (δ) Μονοαξονική δοκιμή με αρμονική φόρτιση
- (ε) Δοκιμή κάμψης δοκού 3 – σημείων με επαναλαμβανόμενο φορτίο
- (στ) Δοκιμή κάμψης τραπεζοειδούς προβόλου
- (ζ) Δοκιμή στρέψης σε δυναμική φόρτιση

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι δοκιμές (δ) έως (ζ) χρησιμοποιούνται και για τον προσδιορισμό της αντοχής του ασφαλτομίγματος σε κόπωση.

Δοκιμή έμμεσης διάτμησης με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Η δοκιμή έμμεσης διάτμησης αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ από τη δοκιμή έμμεσης διάτμησης η οποία εκτελείται εδώ και πολλά χρόνια στο σκυρόδεμα, με τη διαφορά ότι η επιβολή του φορτίου είναι παλμική και όχι αυξανόμενη με σταθερή ταχύτητα. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε μόνο για ερευνητικούς σκοπούς αλλά σύντομα καθιερώθηκε ως ανεγνωρισμένη μέθοδος καθορισμού του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων. Η δοκιμή προδιαγράφεται από την προδιαγραφή ASTM D4123. Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται χρησιμοποιούνται τόσο στην διαστασιολόγηση των οδοστρωμάτων όσο και στο σχεδιασμό των ασφαλτομιγμάτων.

Αναλυτικότερα, στη δοκιμή αυτή επιβάλλεται παλμική γραμμική φόρτιση κατά μήκος της καθέτου διαμέτρου κυλινδρικού δοκιμίου (διαμέτρου 100 ή 150mm)



Σχήμα 8.2. Σχηματική παράσταση δοκιμής έμμεσης διάτμησης με επαναλαμβανόμενο φορτίο.

Το επιβαλλόμενο φορτίο επιφέρει μια οριζόντια εφελκυστική τάση ($-\sigma_y$) και μια κάθετη θλιπτική ($+\sigma_x$). Εφ' όσον ισχύουν και οι παραδοχές ότι: οι τάσεις που αναπτύσσονται βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, το υλικό είναι ελαστικό, ομοιογενές και ισότροπο, η εντατική κατάσταση μέσα στο δοκίμιο προκύπτει από τη θεωρία που προτάθηκε από τον Frocht όπου οι μέγιστες αναπτυσσόμενες τάσεις είναι:

$$\sigma_x(\max) = 2P/(\pi dl)$$

Και

$$\sigma_y(\max) = -6P/(\pi dl)$$

όπου

P = επιβαλλόμενο κάθετο φορτίο (N)

d = διάμετρος του δοκιμίου, (mm)

l = το ύψος του δοκιμίου, (mm)

Η μέση τιμή των ανωτέρω μεγεθών είναι:

$$\sigma_x(av) = 0.273P/(dl)$$

και

$$\sigma_y(av) = -P/(dl)$$

Ο εφελκυσμός που υπόκειται το δοκίμιο κατά μήκος της οριζοντίου διαμέτρου είναι αποτέλεσμα των δύο κύριων παραπάνω τάσεων (υποθέτοντας διαξονική συνθήκη) και έτσι η ανοιγμένη οριζόντια εφελκυστική παραμόρφωση δίνεται από τη σχέση:

$$\epsilon_x(av) = \sigma_x(av)/E - \mu\sigma_y(av)/E$$

με αντικατάσταση προκύπτει:

$$\epsilon_x(av) = 0.273P/(Edl) + \mu P/(Edl)$$

όπου $E(=S_{mix})$ = ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας, (Pa)

μ = λόγος Poisson

Επειδή η ανοιγμένη παραμόρφωση $\epsilon_x(av) = (\Delta l)/l$ όπου Δl = η παραμόρφωση εφελκυσμού (ανακτώμενη), η σχέση γίνεται:

$$S_{mix} = P(\mu + 0,27)/(l \times \Delta l_n)$$

Όπου Δl_n = η ανακτώμενη παραμόρφωση στον κύκλο φόρτισης η

($n=1,2,3,\dots$, συνήθως $n=5$).

Μετρώντας την οριζόντια εφελκυστική παραμόρφωση που ανακτάται κατά τη διάρκεια του χρόνου αποφόρτισης και γνωρίζοντας το αρχικό επιβαλλόμενο φορτίο, υπολογίζεται το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας S_{mix} (από έμμεσο εφελκυσμό) και τη σχέση 8.9. Κατά την αμερικανική ορολογία το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας ονομάζεται επανακτικό μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο επανακτικότητας και συμβολίζεται με το E .

Είναι σαφές ότι από κάθε κύκλο φόρτισης μπορεί να υπολογιστεί και ένα αντίστοιχο στιγμιαίο μέτρο δυσκαμψίας, όπως και στο τέλος των φορτίσεων μπορεί να υπολογισθεί το τελικό μέτρο δυσκαμψίας. Σε αμιγώς ελαστικά υλικά όλες οι τιμές των μέτρων ελαστικότητας είναι ίδιες. Για το ιξωδοελαστικό ασφαλτομίγμα οι πέντε κύκλοι φόρτισης θεωρούνται ικανοποιητικοί για επιβαλλόμενα φορτία από 22.24 έως 111.21N (5 έως 25lbs). Ως ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας λαμβάνεται ο μέσος όρος των πέντε μετρήσεων. Συνιστάται όπως χρησιμοποιούνται τρία τουλάχιστον δοκίμια από το ίδιο μίγμα και από κάθε δοκίμιο να λαμβάνονται δύο τιμές μέτρου δυσκαμψίας, μια σε τυχούσα θέση και μια αφού περιστραφεί το δοκίμιο κατά 90° . Η τελική αντιπροσωπευτική τιμή του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας είναι ο μέσος όρος του συνόλου των λαμβανομένων τιμών.

Τα δοκίμια που υπόκεινται σε έλεγχο μπορεί να είναι δοκίμια Marshall ή καρότα από οδόστρωμα. Το ελάχιστο συνιστώμενο πάχος των δοκιμίων είναι 50mm για δοκίμια διαμέτρου 100mm και για μίγματα με αδρανή με μέγιστο κόκκο 25,4 mm ή 75mm για δοκίμια διαμέτρου 150mm και για μίγματα με μέγιστο κόκκο αδρανών μεγαλύτερο από 25,4 mm. Η δοκιμή είναι μη καταστροφική με αποτέλεσμα τα δοκίμια να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες προαναφερθείσες δοκιμές.

Είναι γνωστό ότι το μέτρο δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το χρόνο φόρτισης. Συνεπώς η θερμοκρασία ελέγχου θα πρέπει να διατηρείται σταθερή και ομοιόμορφα κατανεμημένη στο δοκίμιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση θερμοθαλάμου ακριβείας που περιβάλλει όλη τη συσκευή μέτρησης. Ουσιαστικά δεν υπάρχει ενδεδειγμένη θερμοκρασία ελέγχου δεδομένου ότι αυτή καθορίζεται από τις επικρατούσες συνθήκες του έργου. Για συγκριτική αξιολόγηση των μιγμάτων συνήθως χρησιμοποιείται η θερμοκρασία των 20° C.

Ο χρόνος φόρτισης είναι 0,1 έως 0,4 sec καθορίζεται από τον κατασκευαστή και ο συνολικός χρόνος ή συχνότητα συνιστάται όπως είναι 0,33 0,5 και 1Hz. Νεώτερη έρευνα απέδειξε ότι οποιαδήποτε από τις τρεις συχνότητες χρησιμοποιηθεί τα αποτελέσματα στατιστικώς δεν διαφέρουν.

Το μέγεθος του επιβαλλομένου φορτίου προτείνεται από την προδιαγραφή ASTM D4123 όπως είναι τέτοιο που να επιβάλλει τάση από 10 έως 50% της εφελκυστικής αντοχής του δοκιμίου (St). Η εφελκυστική αντοχή του δοκιμίου καθορίζεται από την ίδια την δοκιμή μέχρι θραύσεως του δοκιμίου (καταστροφική δοκιμή) και από την εξίσωση:

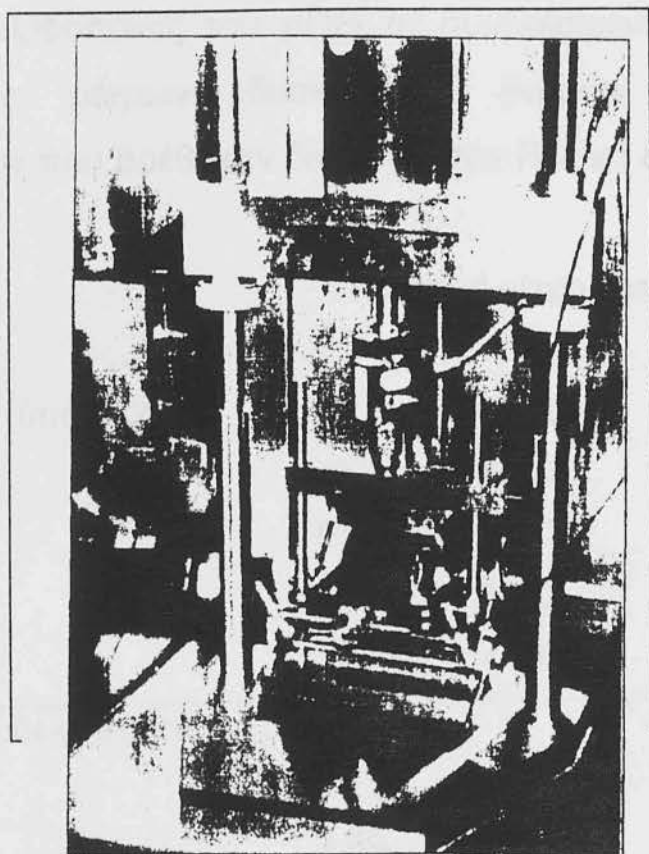
$$S_t = 2P_{\max} / (\pi l d)$$

Όπου P_{\max} = μέγιστο απαιτούμενο φορτίο για τη θραύση του δοκιμίου

l = ύψος του δοκιμίου

d = διάμετρος του δοκιμίου

Μία από τις συσκευές μέτρησης ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας ασφαλτομιγμάτων είναι αυτή που κατασκευάσθηκε μετά από μακρόχρονη ερευνητική εργασία στο πανεπιστήμιο του Νότινγχαμ Αγγλίας. Η συσκευή, φωτογραφία 8.1. είναι γνωστή ως NAT και έχει τη δυνατότητα να εκτελεί πλην αυτής της δοκιμής και τη δοκιμή καθορισμού ιξώδους μέτρου δυσκαμψίας με σταθερό ή δυναμικό φορτίο καθώς επίσης και τον έλεγχο κόπωσης των ασφαλτομιγμάτων.



Φωτογραφία 8.1. Συσκευή NAT για καθορισμό μέτρου δυσκαμψίας (ελαστικότητας)

Η συσκευή αποτελείται από θερμοθάλαμο ακριβείας, σύστημα επιβολής δυναμικού φορτίου με πεπιεσμένο αέρα, πλήρη μηχανολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό για την εκτέλεση όλων των παραπάνω δοκιμών και δυνατότητα εκτέλεσης των δοκιμών μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με παράλληλη επεξεργασία και καταγραφή των

αποτελεσμάτων. Το δυναμικό φορτίο που επιβάλλεται έχει διάρκεια χρόνου φόρτισης 0,4 sec και συχνότητα φόρτισης 0,33Hz. Το επιβαλλόμενο φορτίο είναι τέτοιο που να επιφέρει επιθυμητή σταθερή οριζόντια παραμόρφωση, συνήθως 5 έως 10 mm για θερμά ασφαλτομίγματα. Η ιδιαιτερότητα αυτή έναντι του επιβαλλόμενου σταθερού φορτίου προστατεύει το δοκίμιο από την ανάπτυξη υψηλής οριζόντιας παραμόρφωσης και πιθανής καταστροφής αυτού.

Μετά από συστηματικές μετρήσεις που έγιναν με τη συσκευή NAT στο εργαστήριο Οδοποιίας του ΑΠΘ τα συγκεκριμένα αποτελέσματα των ελαστικών μέτρων δυσκαμψίας θερμών και ψυχρών ασφαλτομιγμάτων που βρέθηκαν δίνονται στον Πίνακα 8.1.

Τύπος ασφαλτομίγματος	Ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας, S_{mix} , στους 20°C, (Mpa)	
	40/50pen	80/100pen
Θερμό ασφαλτοσκυρόδεμα τύπου A256-B		
- ποσοστό ασφάλτου	4%	6200
	5%	6000
	6%	5300
	7%	4400
Θερμό ασφαλτόμιγμα για πορώδεις τάπητες		60/70pen
- ποσοστό ασφάλτου	4.1%	4200
	4.6%	2700
	5.0%	- 3200
Ψυχρό ασφαλτόμιγμα κλειστού τύπου IV		Κατιον. Γαλακτ. 80/100pen
-ποσοστό ασφάλτου	4%	1500
	5%	1100
	6%	900
	7%	750

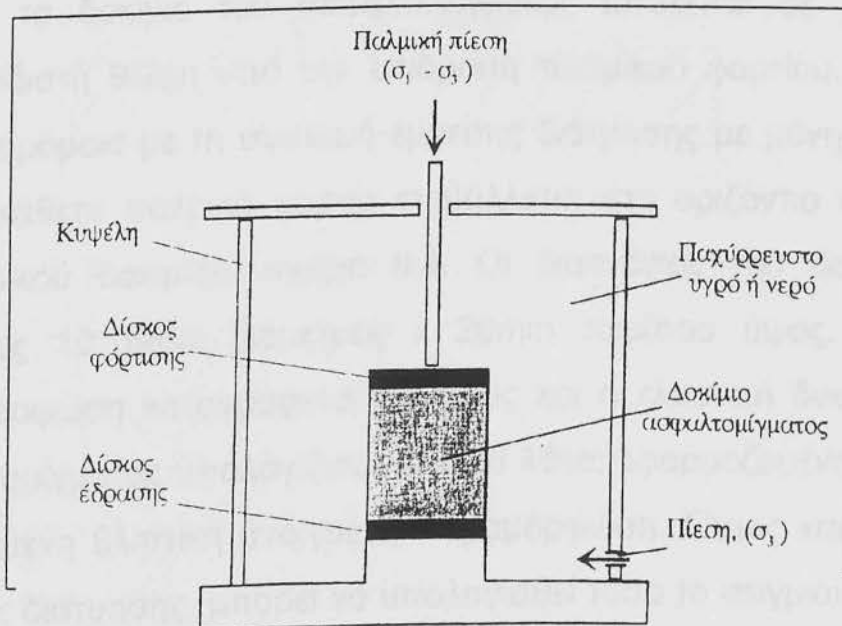
Πίνακας 8.1.

Ενδεικτικές τιμές ελαστικών μέτρων δυσκαμψίας θερμών και ψυχρών ασφαλτομιγμάτων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα

Τριαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Η τριαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο χρησιμοποιείται τόσο για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας όσο και για τον καθορισμό της παραμένουσας παραμόρφωσης των ασφαλτομιγμάτων. Η δοκιμή αυτή αναπτύχθηκε κατ' αντιστοιχία της τριαξονικής δοκιμής που εκτελείται από πολλά εργαστήρια για τον καθορισμό θεμελιωδών ιδιοτήτων εδαφών. Η συσκευή που χρησιμοποιείται είναι η ίδια με τη συσκευή της τριαξονικής φόρτισης αλλά με παλμικό φορτίο και αφού γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές των επιβαλλομένων τάσεων, σχήμα 8.3.

Τα αισθητήρια καταγραφής της οριζοντίου και καθέτου ανοιγμένης παραμόρφωσης που επέρχεται από τη φόρτιση βρίσκονται στο δοκίμιο.



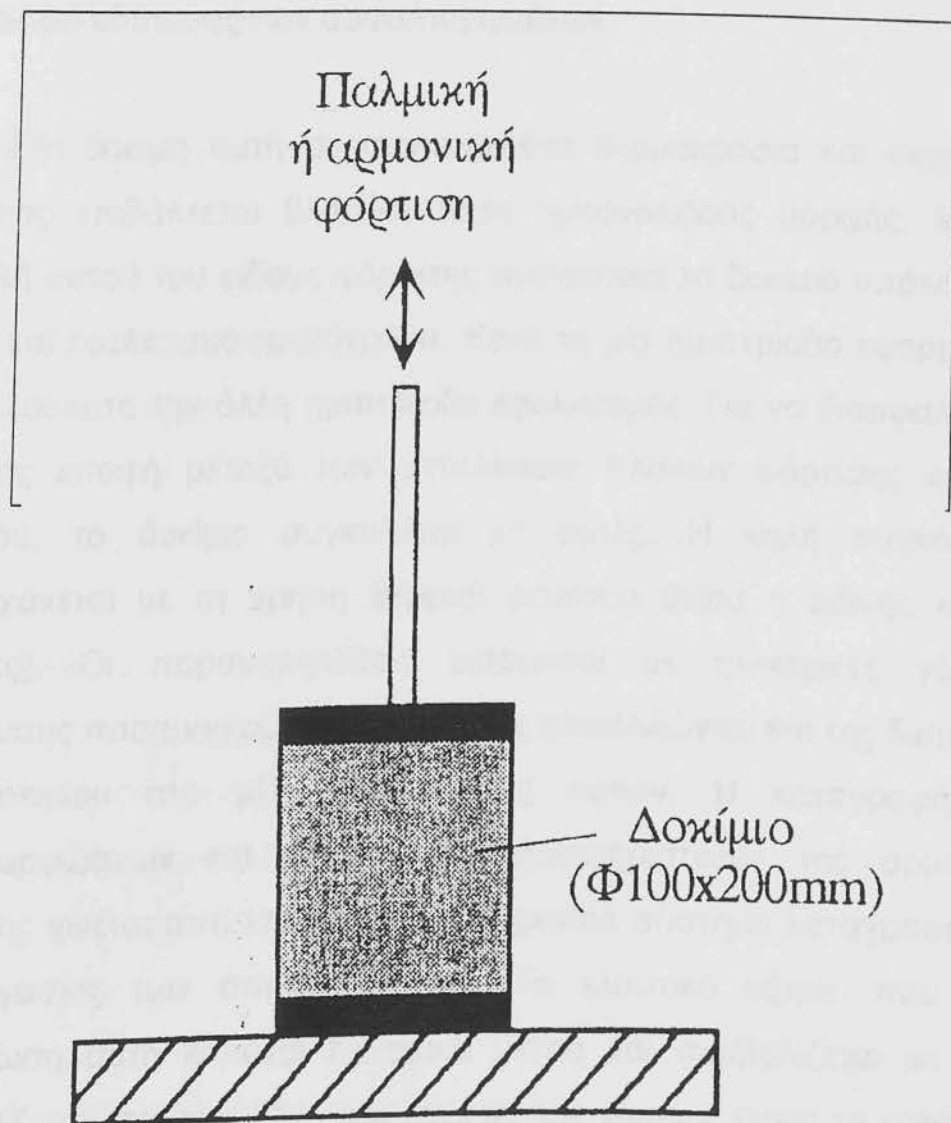
Σχήμα 8.3. Σχηματική παράσταση τριαξονικής δοκιμής με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας υπολογίζεται από το πηλίκο της παλμικής εκτροπικής τάσης (σ_1 - σ_3) και της ανακτώμενης κάθετης θλιπτικής παραμόρφωσης.

Η δοκιμή αυτή παρέχει το πλεονέκτημα επιβολής τάσεων αντιστοιχών με αυτές που αναπτύσσονται στο οδόστρωμα κατά τη διάρκεια φόρτισης αυτού από κινούμενο τροχό. Παρόλο που η δοκιμή προσομοιάζει καλύτερα την υπάρχουσα κατάσταση, η πολυπλοκότητα της την κάνει να χρησιμοποιείται σήμερα μόνο για ερευνητικούς σκοπούς.

Μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Η μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο χρησιμοποιείται και αυτή από ορισμένους ερευνητές για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων. Κατά τη δοκιμή το δοκίμιο του ασφαλτομίγματος υπόκειται σε μονοαξονική ανεμπόδιστη θλίψη υπό την επίδραση παλμικού φορτίου. Η συσκευή είναι παρόμοια με τη συσκευή έμμεσης διάτμησης με μόνη τη διαφορά ότι το κάθετο παλμικό φορτίο επιβάλλεται στο οριζόντιο επίπεδο του κυλινδρικού δοκιμίου, σχήμα 8.4. Οι διαστάσεις του δοκιμίου είναι συνήθως 101,6mm διάμετρος x 20mm περίπου ύψος. Η κάθετος παραμόρφωση καταγράφεται συνεχώς και η ελαστική δυσκαμψία του ασφαλτομίγματος υπολογίζεται από το λόγο: εφαρμοζόμενη τάση προς ανακτώμενη θλιπτική ανοιγμένη παραμόρφωση. Όπως και στη δοκιμή έμμεσης διάτμησης, μπορεί να υπολογισθεί τόσο το στιγμιαίο όσο και το τελικό ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας. Ο χρόνος φόρτισης που συνήθως χρησιμοποιείται είναι 0,1 sec ενώ ο χρόνος ηρεμίας από 1 έως 3sec.



Σχήμα 8.4. Σχηματική παράσταση μονοαξονικής δοκιμής ανεμπόδιστης θλίψης με παλμική ή αρμονική φόρτιση

Μονοαξονική δοκιμή με αρμονική φόρτιση

Η μονοαξονική δοκιμή με αρμονική φόρτιση είναι παρόμοια με την παραπάνω δοκιμή με τη χαρακτηριστική διαφορά ότι στη δοκιμή αυτή το φορτίο είναι ημιτονοειδούς μορφής. Η δοκιμή αυτή είναι από τις πρώτες που χρησιμοποιήθηκαν από ερευνητές αρχικά για τον

καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας και αργότερα για τον καθορισμό κόπωσης των ασφαλτομιγμάτων.

Στη δοκιμή αυτή σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και συχνότητα φόρτισης επιβάλλεται θλιπτική τάση ημιτονοειδούς μορφής. Με την επιβολή αυτού του είδους φόρτισης ουσιαστικά το δοκίμιο υπόκειται σε θλίψη και εφελκυσμό ταυτόχρονα. Κατά τη μία ημιπερίοδο εφαρμόζεται θλίψη και κατά την άλλη ημιπερίοδο εφελκυσμός. Για να διασφαλιστεί η συνεχής επαφή μεταξύ των μεταλλικών πλακών φόρτισης και του δοκιμίου, το δοκίμιο συγκολλάται με αυτές. Η καλή συγκόλληση επιτυγχάνεται με τη χρήση θερμού ρευστού θείου ή ειδικής κόλλας (ρητίνες). Οι παραμορφώσεις μετρώνται με ηλεκτρικές γέφυρες ανίχνευσης παραμορφώσεων οι οποίες επικολλώνται επί της διαμέτρου του δοκιμίου στο μέσο του ύψους αυτών. Η καταγραφή των παραμορφώσεων και όλων των χαρακτηριστικών της αρμονικής φόρτισης γίνεται από κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων. Το ελαστικό μέτρο, που στην περίπτωση αυτή καλείται δυναμικό μέτρο και συμβολίζεται με το E υπολογίζεται από τον λόγο του εύρους της τάσεως προς το εύρος της κάθετης θλιπτικής ανακτώμενης ανοιγμένης παραμόρφωσης.

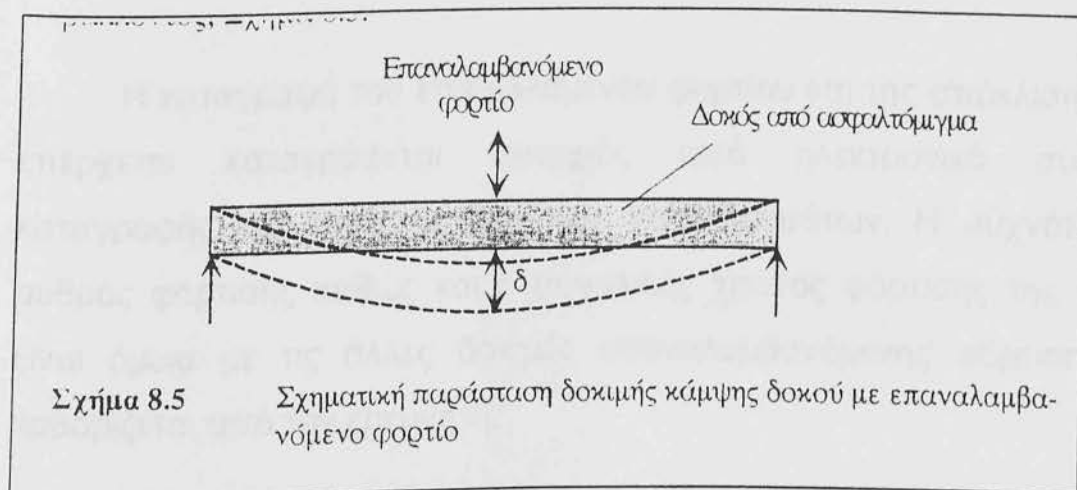
Η παραπάνω δοκιμή έχει αναγνωρισθεί ως πρότυπη δοκιμή για τον καθορισμό του μέτρου ελαστικότητας των ασφαλτομιγμάτων και περιγράφεται αναλυτικά από τις αμερικανικές προδιαγραφές ASTM D 3479. Οι θερμοκρασίες που προτείνονται να χρησιμοποιούνται είναι 5,25 και 40°C ενώ οι προτεινόμενες συχνότητες φόρτισης είναι 1,4 ή 16Hz, για κάθε θερμοκρασία. Βεβαίως η συσκευή μπορεί να επιβάλλει και μεγαλύτερες συχνότητες προσομοιάζοντας έτσι καλύτερα τον πραγματικό χρόνο φόρτισης του οδοστρώματος από οχήματα που κινούνται με σχετικά υψηλή ταχύτητα (π.χ. 50Km/h). Ο συνολικός

χρόνος φόρτισης για τον καθορισμό του δυναμικού μέτρου προτείνεται να είναι μεταξύ 30 και 45 sec.

Δοκιμή κάμψης δοκού με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Η δοκιμή κάμψης δοκού με επαναλαμβανόμενο φορτίο χρησιμοποιείται και αυτή για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας καθώς και για τον καθορισμό αντοχής των ασφαλτομιγμάτων σε κόπωση, από αρκετούς ερευνητές. Η δοκιμή αυτή θεωρείται απλούστερη της μονοαξονικής με αρμονικό φορτίο.

Κατά τη δοκιμή δοκός από ασφαλτόμιγμα, διατάσεων 200x30x40mm συνήθως στηρίζεται στα δύο άκρα της και φορτίζεται στο κέντρο του ανοίγματος με παλμικό φορτίο κάτω από σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος σχήμα 8.5.



Σχήμα 8.5. Σχηματική παράσταση δοκιμής κάμψης δοκού με επαναλαμβανόμενο φορτίο.

Η παλμική φόρτιση είναι τέτοια που να αναπτύσσει σχετικά μικρή ανοιγμένη παραμόρφωση ή κάμψη της δοκού. Μετρώντας τη δύναμη που απαιτείται για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου ανοιγμένης παραμόρφωσης το δυναμικό μέτρο δυσκαμψίας μπορεί να υπολογισθεί

από τη γνωστή εξίσωση απλής δοκού σε κάμψη, με την παραδοχή ότι ισχύει η αρχή της γραμμικής ελαστικότητας. Η εξίσωση αυτή είναι:

$$\delta = (PL^3)/(48EI)$$

ή

$$E = (PL^3)/(48E\delta)$$

Όπου

δ = η απόκλιση της δοκού

P = το φορτίο επιβολής

L = το μήκος της δοκού

E = το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας

I = η ροπή αδράνειας ($=bd^{3/12}$, b =πλάτος, d =ύψος δοκού)

Η καταγραφή του επιβαλλομένου φορτίου και της απόκλισης που επέρχεται καταγράφεται συνεχώς από ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων. Η συχνότητα ή ρυθμός φόρτισης καθώς και ο συνολικός χρόνος φόρτισης της δοκού είναι όμοια με τις άλλες δοκιμές επαναλαμβανόμενης φόρτισης και καθορίζεται από τον ερευνητή.

Η δοκιμή αυτή δεν έχει ακόμη καθιερωθεί ως πρότυπη δοκιμή μέτρησης μηχανικών ιδιοτήτων ασφαλτομιγμάτων.

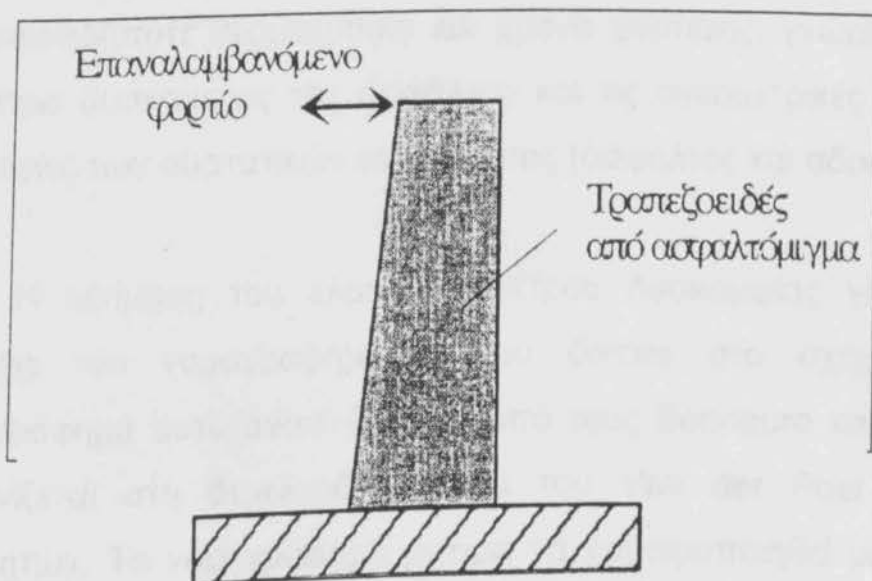
Δοκιμή κάμψης τραπεζοειδούς προβόλου

Η δοκιμή κάμψης τραπεζοειδούς προβόλου με επαναλαμβανόμενο φορτίο αναπτύχθηκε αρχικά στα εργαστήρια της Shell Ολλανδίας και γρήγορα υιοθετήθηκε από το LCPC Γαλλίας για

τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας και στις συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος σε κόπωση. Ο καθορισμός του ελαστικού μέτρου από τη δοκιμή αυτή, που επίσης ονομάζεται σύνθετο μέτρο χρησιμοποιείται σήμερα στη Γαλλία ως μέρος της μεθοδολογίας σύνθεσης των ασφαλτομιγμάτων.

Τραπεζοειδούς μορφής δοκίμια αφού κοπούν από τη στρώση ασφαλτομίγματος που συμπυκνώθηκε στο εργαστήριο τοποθετούνται σε ειδική συσκευή με τη μεγάλη βάση του δοκιμίου πακτωμένη σε μεταλλική βάση. Η συσκευή επιβάλλει επαναλαμβανόμενο φορτίο κατά την οριζόντια διεύθυνση, σχήμα 8.6. Η τραπεζοειδής μορφή επιτρέπει την ανάπτυξη ομοιόμορφης τάσης καθ' όλο το ύψος του δοκιμίου.

Αναλυτική περιγραφή της μεθόδου και της συσκευής δίνεται στη βιβλιογραφία.



Σχήμα 8.6. Σχηματική παράσταση δοκιμής κάμψης τραπεζοειδούς με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Δοκιμή στρέψης σε δυναμική φόρτιση

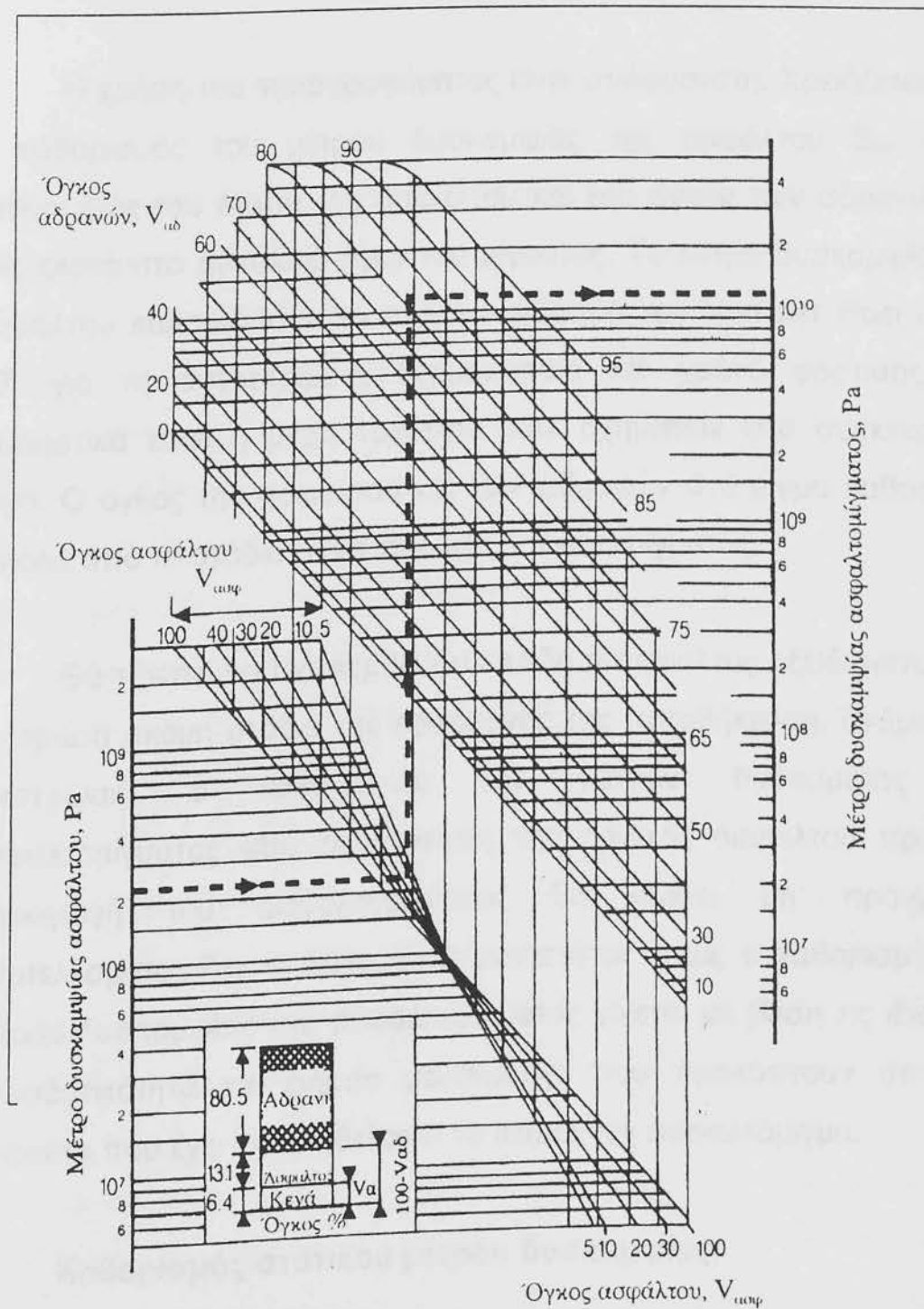
Η δοκιμή στρέψης με δυναμική φόρτιση είναι και αυτή μια άλλη δοκιμή που χρησιμοποιήθηκε από ορισμένους ερευνητές για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας αλλά και για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος σε κόπωση. Η μη κανονική μορφή του δοκιμίου, κυλινδρικό με μειωμένη διάμετρο στη μέση απόσταση, καθώς και ο σχετικά πολύπλοκος τρόπος επιβολής της δυναμικής φόρτισης είχε ως αποτέλεσμα η δοκιμή αυτή, σήμερα να μη χρησιμοποιείται ευρέως.

Εκτίμηση ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας ασφαλτομίγματος

Εάν η μέτρηση του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων δεν είναι εφικτή τότε αυτό είναι δυνατόν να εκτιμηθεί για οποιαδήποτε θερμοκρασία και χρόνο φόρτισης, γνωρίζοντας μόνο το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου και τις ογκομετρικές ποσοστιαίες αναλογίες των συστατικών του μίγματος (άσφαλτος και αδρανή).

Η εκτίμηση του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας γίνεται με τη βοήθεια του νομογραφήματος που δίνεται στο σχήμα 8.7. Το νομογράφημα αυτό αναπτύχθηκε από τους Bonnaure και άλλους και βασανίζεται στη θεμελιώδη έρευνα του Van der Poel και άλλων ερευνητών. Το νομογράφημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου είναι μεγαλύτερο των 5×10^6 Pa. Ο περιορισμός οφείλεται στο γεγονός ότι μόνο πάνω από αυτήν την τιμή δυσκαμψίας της ασφάλτου υπάρχει δυναμική συμπεριφορά του μίγματος και το ελαστικό μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος εξαρτάται μόνο από τη δυσκαμψία της ασφάλτου και τις ογκομετρικές αναλογίες των συστατικών του μίγματος. Κάτω από αυτήν την τιμή,

υπεισέρχονται και άλλες παράμετροι, η επίδραση της ασφάλτου μειώνεται



Παράδειγμα:

Μέτρο δυσκαμψίας της ανακτηθείσας ασφάλτου, 2.2×10^8 Pa

$V_{ασφ}$: Όγκος ασφάλτου, 13.1%

$V_{αδ}$: Όγκος αδρανών, 80.5%

Μέτρο δυσκαμψίας ασφαλτομίγματος: 1.1×10^{10} Pa

Σχήμα 8.7. Νομογράφημα εκτίμησης μέτρου δυσκαμψίας ασφαλτομιγμάτων

και γενικότερα ο καθορισμός του μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος είναι ουσιαστικά αδύνατος.

Η χρήση του νομογραφήματος είναι απλούστατη. Χρειάζεται μόνο ο καθορισμός του μέτρου δυσκαμψίας της ασφάλτου S_{bit} και ο καθορισμός του όγκου της ασφάλτου και του όγκου των αδρανών επί τοις εκατό στο συνολικό όγκο του μίγματος. Το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου καθορίζεται από το νομογράφημα του Van der Poel σχήμα 5.7. για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία και χρόνο φόρτισης που ουσιαστικά είναι η μέση ταχύτητα των οχημάτων στο συγκεκριμένο έργο. Ο όγκος της ασφάλτου και των αδρανών στο μίγμα καθορίζεται εύκολα από το στάδιο σύνθεσης του ασφαλτομίγματος.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι επειδή η άσφαλτος οξειδώνεται από τα πρώτα ακόμη στάδια της εφαρμογής της (αποθήκευση, ανάμιξη και διάστρωση) ο καθορισμός του μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος από τις ιδιότητες της αρχικής ασφάλτου πριν την παραγωγή του ασφαλτομίγματος θα δώσει μη πραγματικά αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό συνιστάται όπως ο καθορισμός του μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος γίνεται με βάση τις ιδιότητες (διεισδυτικότητα και σημείο μάλθωσης) που προκύπτουν από την άσφαλτο που έχει ανακτηθεί από το παραχθέν ασφαλτόμιγμα.

Καθορισμός στατικού μέτρου δυσκαμψίας

Ο καθορισμός του στατικού ή ιξώδους μέτρου δυσκαμψίας γίνεται εργαστηριακά με συσκευές που επιβάλλουν μονοαξονικό στατικό φορτίο για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (μία ως και δύο ώρες). Η δοκιμή είναι γνωστή ως δοκιμή ερπυσμού. Με τη δοκιμή αυτή καθορίζεται η συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος σε παραμένουσα παραμόρφωση ενώ η γνώση του στατικού μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος

παρέχει τη δυνατότητα πρόβλεψης της παραμένουσας παραμόρφωσης του οδοστρώματος.

Δοκιμή ερπυσμού με στατικό φορτίο

Κατά τη δυνατότητα ερπυσμού στο δοκίμιο του ασφαλτομίγματος επιβάλλεται στατικό σταθερό ομοαξονικό φορτίο για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι συνθήκες ελέγχου έχουν καθιερωθεί σε διεθνές συνέδριο, μετά από βασική έρευνα στη δοκιμή ερπυσμού και είναι επιβαλλόμενη σταθερή τάση $\sigma_0 = 0,1 \text{ Mpa}$ θερμοκρασία ελέγχου = 40°C και χρόνος φόρτισης 1 ώρα. Πριν την εφαρμογή της επιβαλλόμενης τάσης στο δοκίμιο επιβάλλεται, για δύο λεπτά, τάση προετοιμασίας δοκιμίου ($0,01 \text{ Mpa}$), για να διασφαλισθεί η καλή επαφή της φορτιζόμενης πλάκας με την επιφάνεια του δοκιμίου. Το δοκίμιο πρέπει να έχει παράλληλες και αρκετά λείες επιφάνειες ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη τριβής μεταξύ των μεταλλικών πλακών και των επιφανειών του δοκιμίου. Το τελευταίο διασφαλίζεται με την επάλειψη των επιφανειών του δοκιμίου με γράσσο γραφίτη. Η παραμόρφωση που επέρχεται στο δοκίμιο μετράται σε τακτά χρονικά διαστήματα, συνήθως μετά από 5, 10, 20, 40, 80, 120, 300, 600, 2400 και 3600sec.

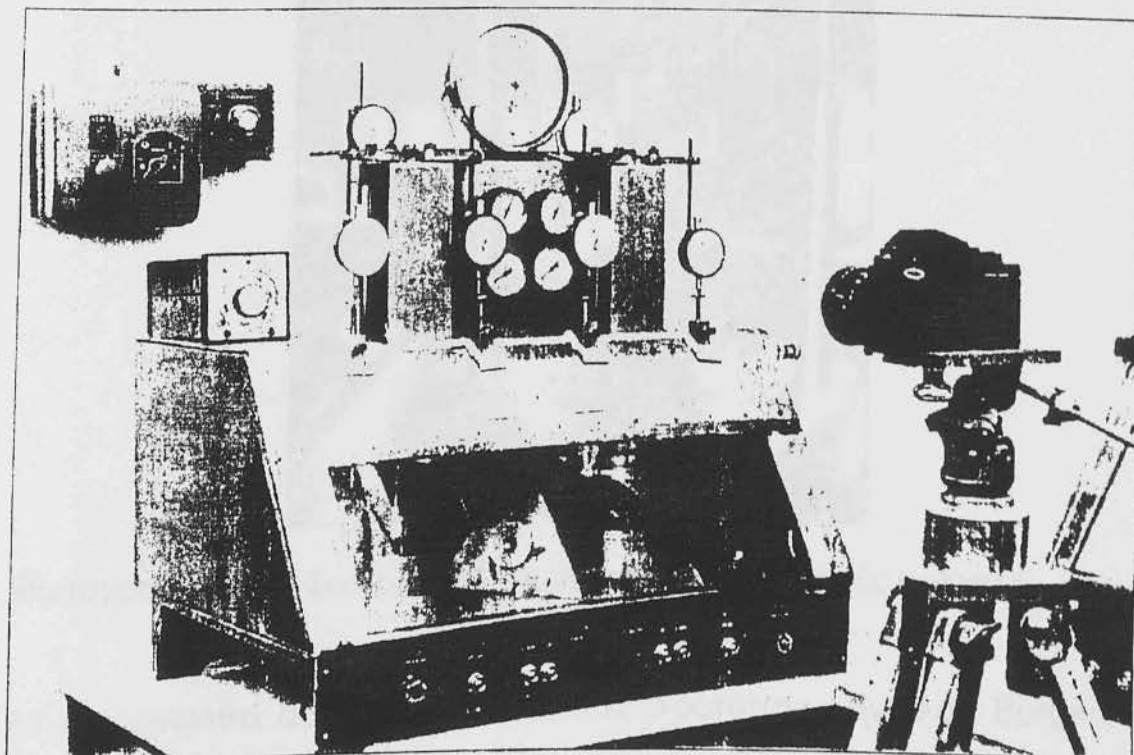
Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι διάφορες από τροποποιημένες συσκευές άλλων δοκιμών όπως τροποποιημένο οιδήμετρο ή τροποποιημένη τριαξονική συσκευή έως συσκευές που σχεδιάστηκαν και παρασκευάστηκαν ειδικά για τον έλεγχο αυτόν. Οι συσκευές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον τρόπο επιβολής του φορτίου, δηλαδή επιβάλλοντας όλο το απαιτούμενο φορτίο στο δοκίμιο με τη βοήθεια μεταλλικών δίσκων συγκεκριμένου βάρους ή χρησιμοποιώντας σύστημα μοχλού οπότε χρησιμοποιείται υποπολλαπλάσιο φορτίο ή χρησιμοποιώντας πεπιεσμένο αέρα όπου το

φορτίο εξασκείται διαμέσου εμβόλου. στις περισσότερες συσκευές η επιβολή του φορτίου γίνεται με έναν από τους δύο προαναφερθέντες τρόπους.

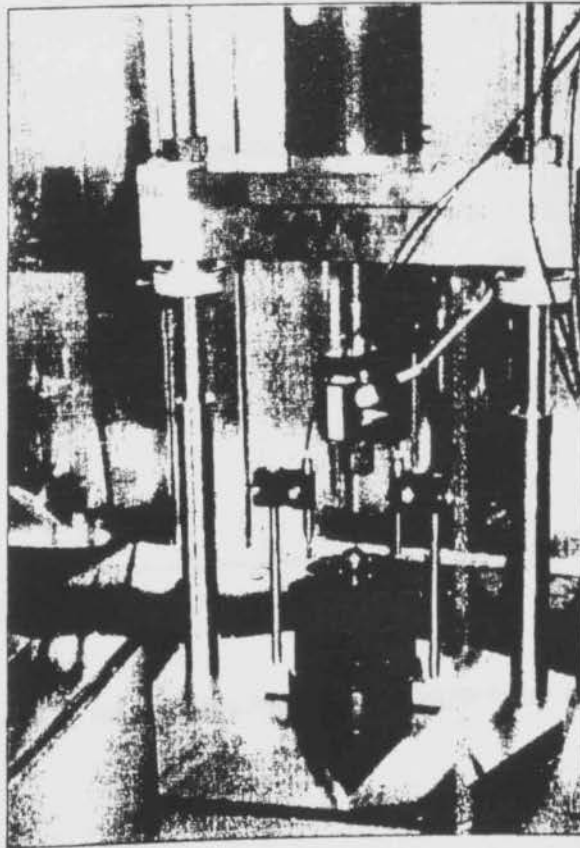
Η συσκευή CANIK που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Leeds Αγγλίας, ήταν η πρώτη που χρησιμοποίησε σύστημα εμβόλου συμπιεσμένου αέρα. Το πρωτότυπο της συσκευής αυτής φαίνεται στη φωτογραφία 8.2. Η μέτρηση της παραμόρφωσης γίνεται σε τρία σημεία, που παρέχει τη δυνατότητα εξακρίβωσης της μη παραλληλότητας των επιφανειών. Η καταγραφή της παραμόρφωσης στο αρχικό πρωτότυπο γινόταν με τη βοήθεια φωτογραφικής μηχανής. Μια άλλη πλήρως αυτοματοποιημένη συσκευή μέτρησης ερπυσμού σε ασφαλτομίγματα είναι η συσκευή NAT που χρησιμοποιείται, όπως προαναφέρθηκε και για τον καθορισμό του μέτρου δυσκαμψίας των ασφαλτομιγμάτων. Διάταξη της δοκιμής ερπυσμού με τη συσκευή NAT φαίνεται στη φωτογραφία 8.3.

Η δοκιμή ερπυσμού που αρχικά χρησιμοποιήθηκε από τον Mack για την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου συμπεριφοράς της ασφάλτου και των ασφαλτομιγμάτων κάτω από φορτίο ερπυσμού (δηλαδή σταθερό φορτίο που προκαλεί αργότερα ερπυσμό). Αργότερα ο Pagen που επίσης εξέτασε τη συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων κάτω από φορτίο ερπυσμού συμπέρανε ότι όταν η εφαρμοζόμενη τάση είναι μικρή, η γραμμική ιξωδοελαστική συμπεριφορά μπορεί να εφαρμοσθεί και η θεωρία της επαλληλίας για την επίδραση του χρόνου και της θερμοκρασίας ισχύει. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή η εργαστηριακή διερεύνηση της επίδρασης των παραμέτρων του μίγματος στη συμπεριφορά αυτού ως προς τον ερπυσμό. Πλην όμως η σύνδεση της παραμόρφωσης που υφίσταται το οδόστρωμα δεν ήταν ακόμη δυνατή.

Η συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων σε ερπυσμό ακολουθεί τη μορφή της καμπύλης του σχήματος 8.8. Όπως φαίνεται η καμπύλη είναι παρόμοια με την καμπύλη συμπεριφοράς της ιξωδοπλαστικής ασφάλτου και μπορεί

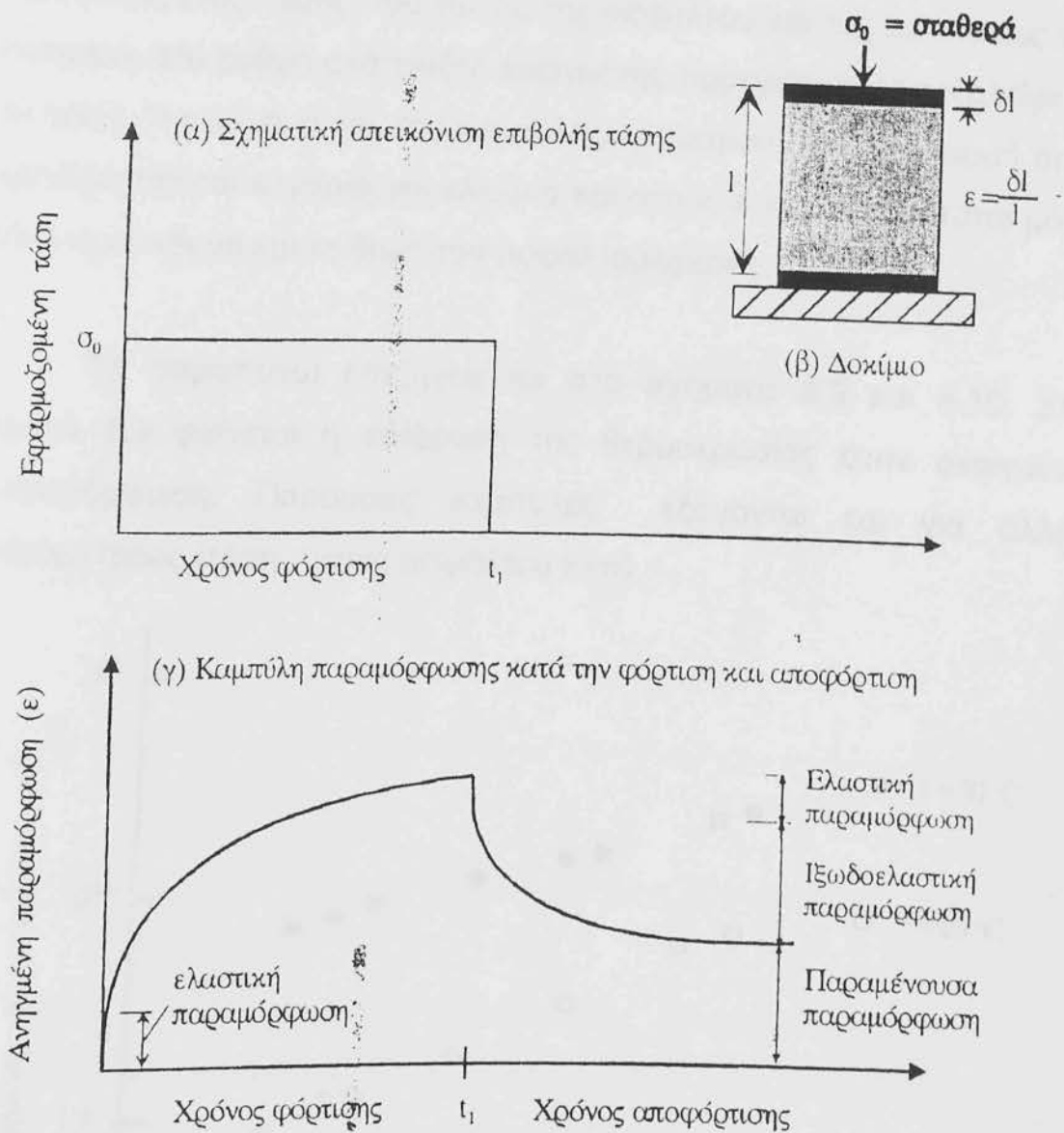


Φωτογραφία 8.2. Συσσκευή CANIK για την εκτέλεση της δοκιμής ερπυσμού



Φωτογραφία 8.3. Συσσκευή NAT για την εκτέλεση της δοκιμής ερπυσμού

να απεικονισθεί από την εξίσωση του πρότυπου μοντέλου Burgers – Franken. Με την επιβολή σταθερής θλιπτικής τάσης (σ_0) για χρονικό διάστημα σταθεροποιείται. Μετά την απομάκρυνση της επιβαλλομένης τάσης η ελαστική παραμόρφωση ανακτάται αμέσως και σταδιακά η ιξωδοελαστική. Στο τέλος παραμένει η ιξώσης ή πλαστική παραμόρφωση που ονομάζεται παραμένουσα παραμόρφωση. Το άθροισμα αυτών των απειροελαχίστων μη αναιρεσίμων παραμορφώσεων είναι η αιτία της παραμόρφωσης του οδοστρώματος που εμφανίζεται με τη μορφή τροχοαυλάκωσης.

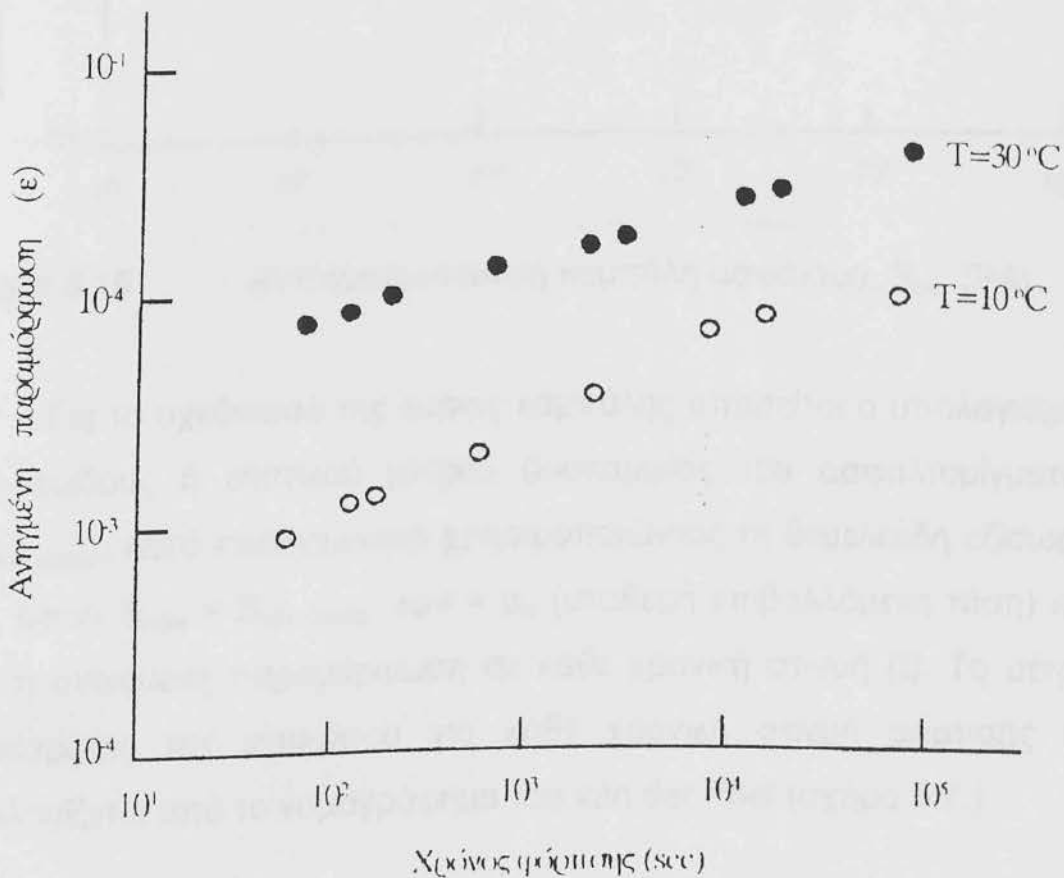


Σχήμα 8.8. Σχηματική παράσταση συμπεριφοράς ασφαλτομίγματος σε ερπυσμό

Το 1973 ο Hill δημοσίευσε το θεωρητικό του μοντέλο για την παραμόρφωση των ασφαλτομιγμάτων υπό την επίδραση σταθερού μονοαξονικού φορτίου. Βασιζόταν στην υπόθεση ότι η παραμόρφωση του ασφαλτομίγματος οφείλεται στην ολισθαίνουσα μετατόπιση των δρανών που χωρίζονται από υμένα ασφάλτου. Ο ρυθμός της ανοιγμένης παραμόρφωσης εξαρτάται από το μέγεθος της εφαρμοζόμενης τάσης, το πάχος του υμένα και των ιδιοτήτων της ασφάλτου. Επίσης απέδειξε ότι όταν τα αποτελέσματα εκφράζονται συναρτήσει του στατικού μέτρου δυσκαμψίας $S_{\text{mix, creep}}$ και του μέτρου δυσκαμψίας της ασφάλτου S_{bit} η επίδραση της θερμοκρασίας, της

εφαρμοζόμενης τάσης, του τύπου της ασφάλτου και της διάστασης του δοκιμίου, στο ρυθμό ανάπτυξης ανοιγμένης παραμόρφωσης εξαλείφεται πλήρως. Η μορφή αυτής της καμπύλης ερπυσμού (ευθεία γραμμή όταν χρησιμοποιείται λογαριθμική κλίμακα και στους X και Y) εξαρτάται μόνο από τη σύνθεση και τη δομή του ασφαλτομίγματος.

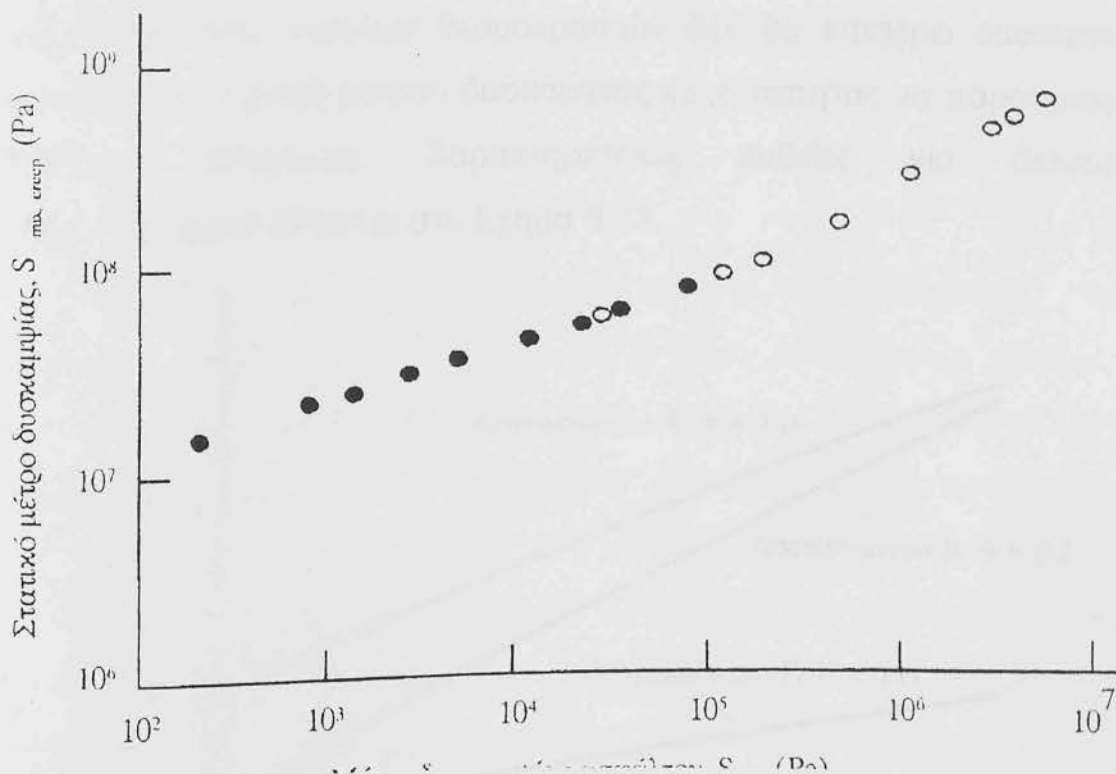
Τα παραπάνω επεξηγούνται στα σχήματα 8.9 και 8.10. Στο σχήμα 8.9 φαίνεται η επίδραση της θερμοκρασίας στην ανοιγμένη παραμόρφωση. Παρόμοιες καμπύλες εξάγονται και για άλλες παραμέτρους (τάση, τύπος ασφάλτου κλπ).



Σχήμα 8.9. Η επίδραση της θερμοκρασίας στην παραμόρφωση ερπυσμού

Στο σχήμα 8.10 φαίνεται η επίτευξη μίας μοναδικής καμπύλης που είναι ανεξάρτητη από τους προαναφερθέντες παράγοντες. Η καμπύλη αυτή είναι γνωστή ως κύρια αντιπροσωπευτική καμπύλη ερπυσμού του ασφαλτομίγματος ή καμπύλη $S_{mix.creep} - S_{bit}$. Από την καμπύλη αυτή

(ευθεία) αξιολογείται κατά πόσο ένα ασφαλτόμιγμα θα συμπεριφερθεί καλύτερα από ένα άλλο στην παραμόρφωση ερπυσμού.



Σχήμα 8.10 Αντιπροσωπευτική καμπύλη ασφάλτου, S_{bit} , (PA)

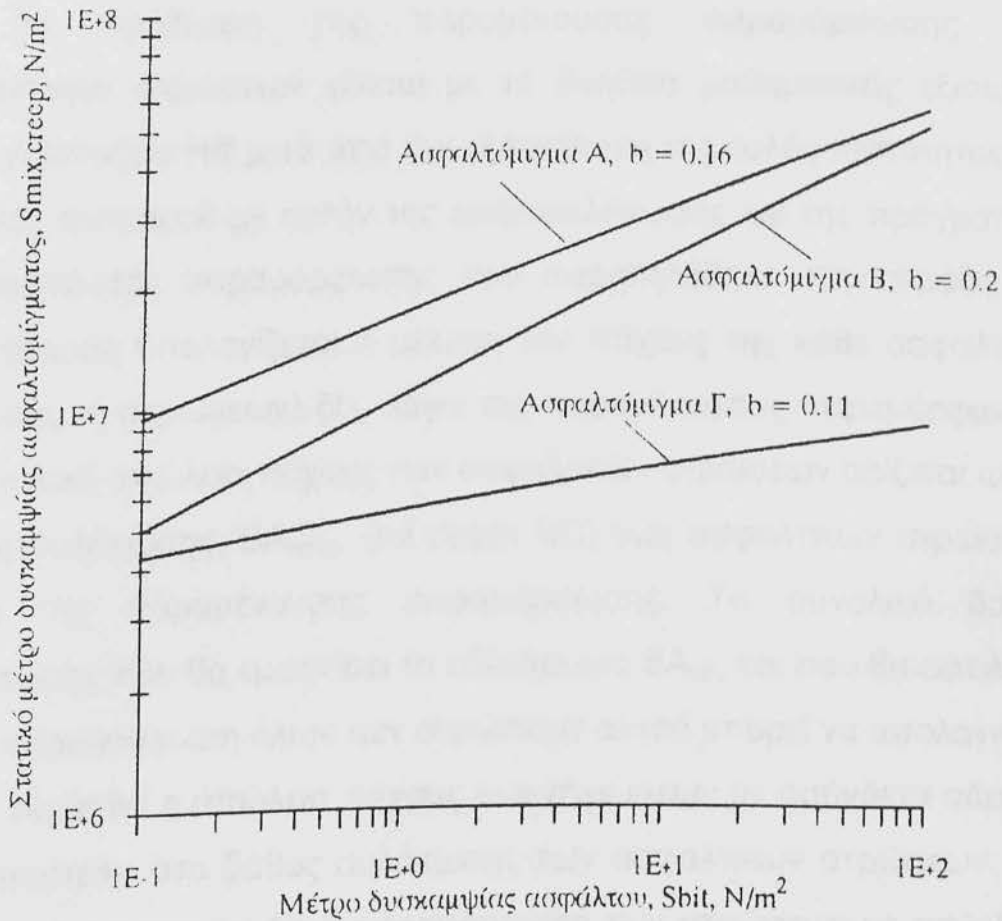
Για το σχεδιασμό της κύριας καμπύλης απαιτείται ο υπολογισμός του ιξώδους ή στατικού μέτρου δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος ($S_{mix, creep}$). Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τη θεμελιώδη εξίσωση 8.1. όπου $S_{max} = S_{mix, creep}$, «σ» = σ_0 (σταθερή επιβαλλόμενη τάση) και «ε» η ανοιγμένη παραμόρφωση σε κάθε χρονική στιγμή (t). Το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου για κάθε χρονική στιγμή φόρτισης (t) υπολογίζεται από το νομογράφημα του van der Poel (σχήμα 5.7.)

$$\text{Log}Y = \text{Log}a + b \text{log}X \tag{8.13}$$

- Όπου X = το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου
- Y = το στατικό μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος

Κατά το σχεδιασμό των ασφαλτομιγμάτων προτιμάται πάντοτε η αντιπροσωπευτική ευθεία ερπυσμού του τελικού ασφαλτομίγματος να

έχει τη μικρότερη δυνατή κλίση (b) και τη μεγαλύτερη δυνατή σταθερά ($\log a$). Στην περίπτωση αυτή μείωση του μέτρου δυσκαμψίας της ασφάλτου λόγω υψηλών θερμοκρασιών δεν θα επιφέρει ουσιαστική μείωση του στατικού μέτρου δυσκαμψίας και ο τάπητας να παρουσιάσει πρόωρη αυλάκωση. Χαρακτηριστικές ευθείες για διάφορα ασφαλτομίγματα δίνονται στο Σχήμα 8.11.



Σχήμα 8.11. Χαρακτηριστικές ευθείες ερπυσμού για διάφορα ασφαλτομίγματα

Εκτίμηση παραμένουσας παραμόρφωσης οδοστρώματος

Η εκτέλεση της δοκιμής ερπυσμού δίνει τη δυνατότητα να γίνει εκτίμηση πρόβλεψη της παραμένουσας παραμόρφωσης που θα επέλθει στο οδόστρωμα μετά από n χρόνια λειτουργίας. Έτσι είναι δυνατόν να διαπιστωθεί εάν το συγκεκριμένο οδόστρωμα θα παραμορφωθεί πρόωρα και γενικότερα να διαπιστωθεί εάν η παραμόρφωση των

ασφαλτικών στρώσεων του οδοστρώματος θα είναι η κύρια αστοχία του οδοστρώματος σε σύγκριση με άλλες αστοχίες όπως ρηγμάτωση. Η δυνατότητα αυτή είναι πολύ χρήσιμη ιδιαίτερα σε χώρες όπου η παραμορφωσιμότητα των ταπήτων είναι η βασική και συχνή μορφή αστοχίας.

Η πρόβλεψη της παραμένουσας παραμόρφωσης των ασφαλικών στρώσεων γίνεται με τη βοήθεια μαθηματικής εξίσωσης που ανέπτυξε ο Hill μετά από την εξακρίβωση της καλής πιστότητας της δοκιμής ερπυσμού με αυτήν της τροχοαυλάκωσης και της πραγματικής παραμένουσας παραμόρφωσης που παρατηρήθηκε στην πράξη. Με την εξίσωση υπολογίζεται η μείωση του πάχους της κάθε ασφαλικής στρώσης (ή στρώσεων) δh_i , λόγω της παραμένουσας παραμόρφωσης. Η συνολική απώλεια πάχους των ασφαλικών στρώσεων ορίζεται ως το βάθος αυλάκωσης, $BA_{αστρ}$, (rut depth RD) των ασφαλικών στρώσεων λόγω της παραμένουσας παραμόρφωσης. Το συνολικό βάθος αυλάκωσης που θα εμφανίσει το οδόστρωμα $BA_{οδ}$, και που θα οφείλεται στην παραμόρφωση όλων των στρώσεων αυτού μπορεί να υπολογισθεί αφού εκτιμηθεί η απώλεια πάχους των στρώσεων με ασύνδετα αδρανή και προστεθεί στο βάθος αυλάκωσης των ασφαλικών στρώσεων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η παραμόρφωση των στρώσεων με ασύνδετα αδρανή είναι ουσιαστικά πολύ μικρή πλην των περιπτώσεων όπου δεν έχει επιτευχθεί καλή συμπύκνωση.

Η μαθηματική εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απώλειας πάχους ασφαλικής στρώσης, έστω i και η οποία χρησιμοποιείται από τη μεθοδολογία της Shell για την εκτίμηση του βάθους αυλάκωσης του οδοστρώματος είναι:

$$\delta h_i = C_m \times h_i \times \sigma_{av} / S_{mix, creep}, \text{ (mm)}$$

όπου:

$C_m =$ συντελεστής συσχέτισης στατικής και δυναμικής φόρτισης, μεταβάλλεται από 1.0 έως 2.0 αναλόγως του ασφαλτομίγματος, για ασφαλτικά σκυροδέματα από 1.2 έως 1.6

$h_i =$ πάχος ασφαλτικής στρώσης (mm)

$\sigma_{αν} =$ μέση τάση οδοστρώματος (N/m^2) συσχετιζόμενη με το αξονικό φορτίο και την κατανομή τάσεων, για τυπικό άξονα $\sigma_{αν} = Z \times 6 \times 10^5$

$Z =$ συντελεστής συσχέτισης ανοιγμένων παραμορφώσεων που αναπτύσσονται στο οδόστρωμα και στη δοκιμή ερπυσμού (λαμβάνεται από πίνακες)

$S_{mixcreep} =$ στατικό μέτρο δυσκαμψίας, (N/m^2), από δοκιμή ερπυσμού, για συγκεκριμένη τιμή μέτρου δυσκαμψίας ασφάλτου (S_{bit}) η οποία συσχετίζεται με το ιξώδες αυτής, το χρόνο φόρτισης και το συνολικό αριθμό των ισοδυνάμων αξόνων. Η τιμή αυτή του S_{bit} βρίσκεται από τη σχέση:

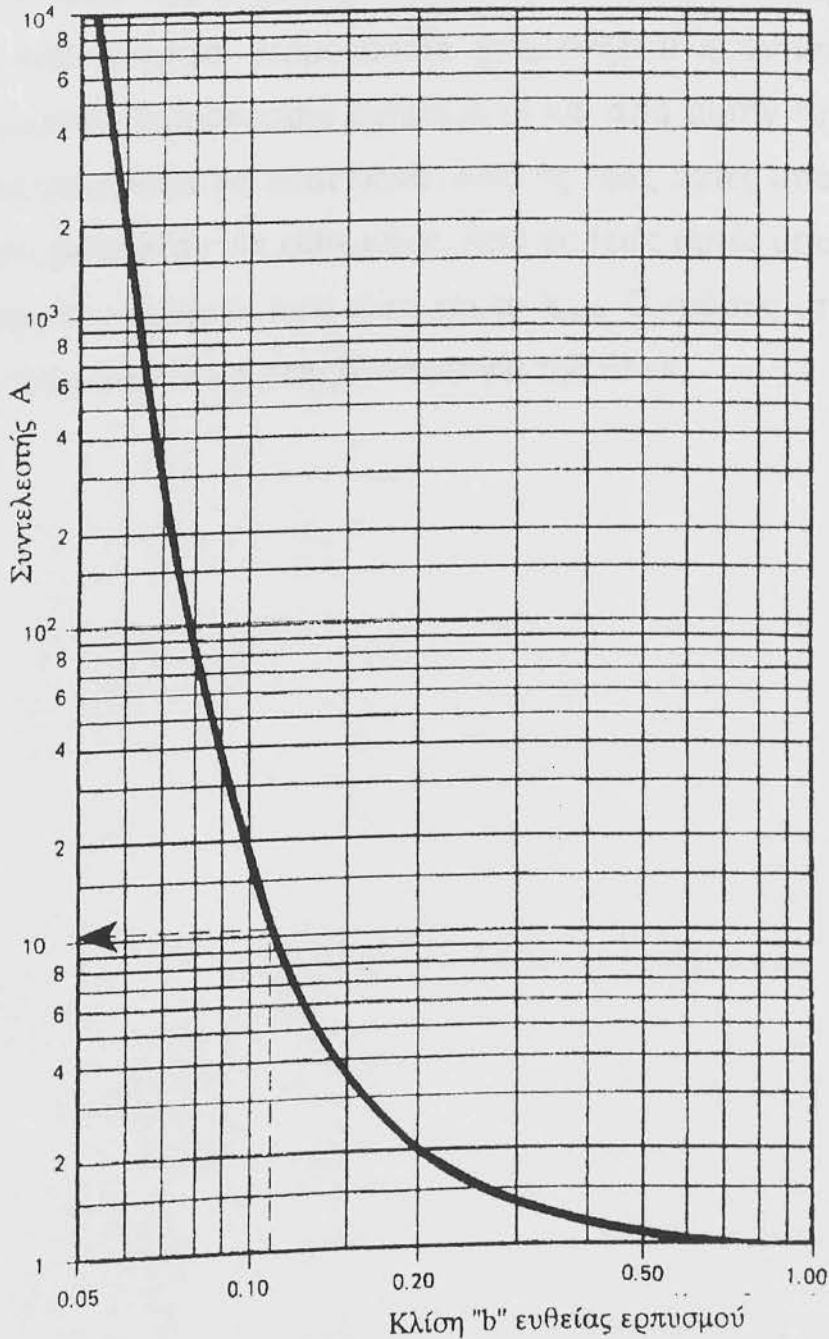
$$S_{bit} = 3\eta_{yeff} / (0.02W), \quad (N/m^2)$$

Όπου:

$\eta_{yeff} =$ ιξώδες της ασφάλτου σε μέση ετήσια ενεργό θερμοκρασία T_{yeff} . Το η_{yeff} μπορεί επίσης να υπολογισθεί και από την εξίσωση: $\eta = tS_{bit}/3$, (το S_{bit} από το νομογράφημα του Van der Poel όπου t μεγάλος χρόνος φόρτισης π.χ. 3600 sec.

$W =$ ο συνολικός αριθμός των ισοδυνάμων τυπικών αξόνων, αφού πολλαπλασιασθεί με 1.4. και με τον

συντελεστή A. Ο συντελεστής A είναι συνάρτηση της κλίσης (b) της χαρακτηριστικής ευθείας ερπυσμού από το διάγραμμα $S_{mix\ creep} - S_{bit}$. Για τον υπολογισμό του συντελεστή A χρησιμοποιείται το Σχήμα 8.12



Σχήμα 8.12

Συσχέτιση συντελεστού A και κλίση b της ευθείας ερπυσμού

Η μέση ετήσια ενεργός θερμοκρασία T_{yeff} υπολογίζεται από τη μέση ετήσια θερμοκρασία χρησιμοποιώντας το Σχήμα 8.13. Ουσιαστικά

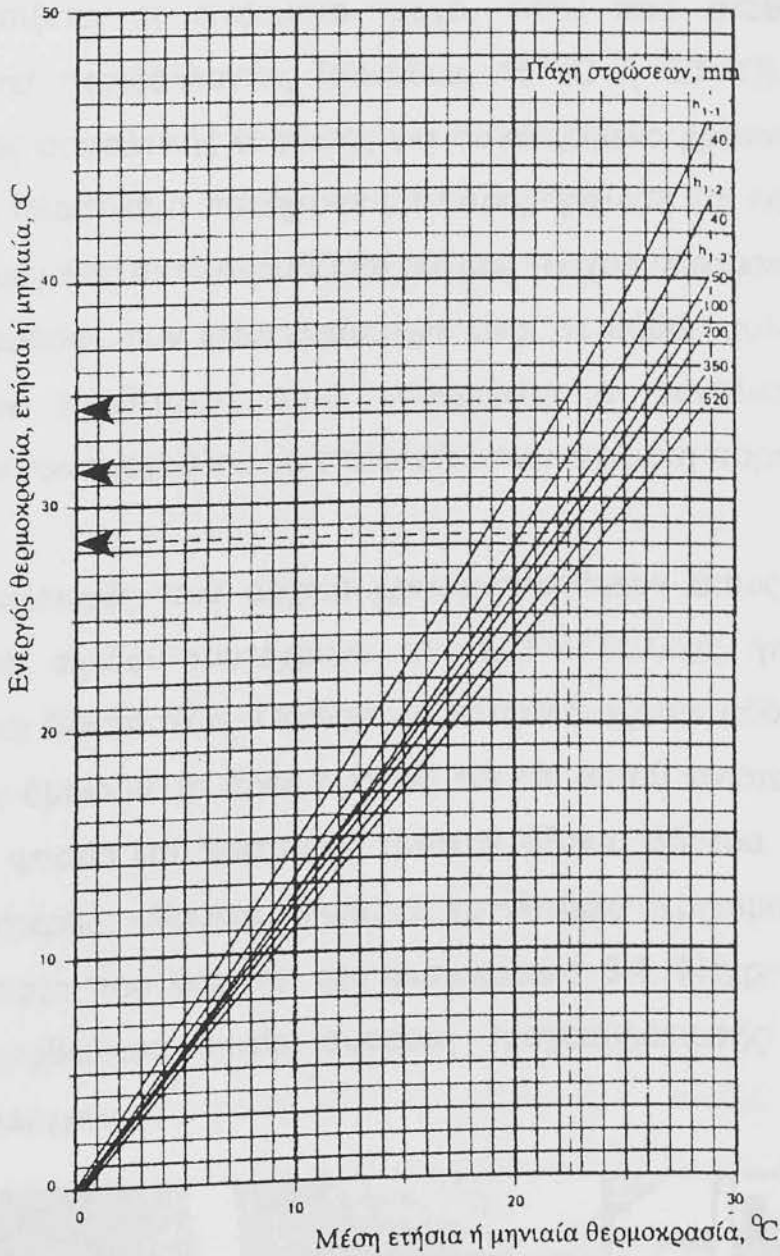
το πάχος των ασφαλικών στρώσεων χωρίζεται σε δύο στρώσεις των 40mm και σε μία στρώση με το υπόλοιπο πάχος. Η ενεργός θερμοκρασία της πρώτης στρώσης των 40mm λαμβάνεται από την καμπύλη h_{1-1} , της δεύτερης από την καμπύλη h_{1-2} και της υπόλοιπης στρώσης από την αντίστοιχη καμπύλη του σχήματος 8.13. Στην περίπτωση που ήθελε χρησιμοποιηθεί η μέση μηνιαία θερμοκρασία, τότε για κάθε μηνιαία θερμοκρασία υπολογίζεται η αντίστοιχη μέση ενεργός μηνιαία θερμοκρασία σχήμα 8.13 και από αυτήν το αντίστοιχο ιξώδες της ασφάλτου για κάθε μήνα. Από τις τιμές αυτές υπολογίζεται ο μέσος όρος ασφάλτου για κάθε μήνα. Από τις τιμές αυτές υπολογίζεται ο μέσος όρος του ιξώδους που είναι και το η_{yeff} . Ο τρόπος υπολογισμού αναπτύσσεται αναλυτικά στη μεθοδολογία της Shell.



Σχήμα 8.13. Η ενεργός μηνιαία θερμοκρασία ως συνάρτηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας

8.1.3.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία T_m υπολογίζεται με βάση την αδιαφορία της αδιαφορίας T_m στην επιφάνεια της οδοστρώσης. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία T_m υπολογίζεται από τον μέσο όρο των μηνιαίων μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών που καταγράφονται στο χώρο ή βάσει της προσαρμογής του αδιαφορίας T_m στην επιφάνεια της οδοστρώσης.



Σχήμα 8.13

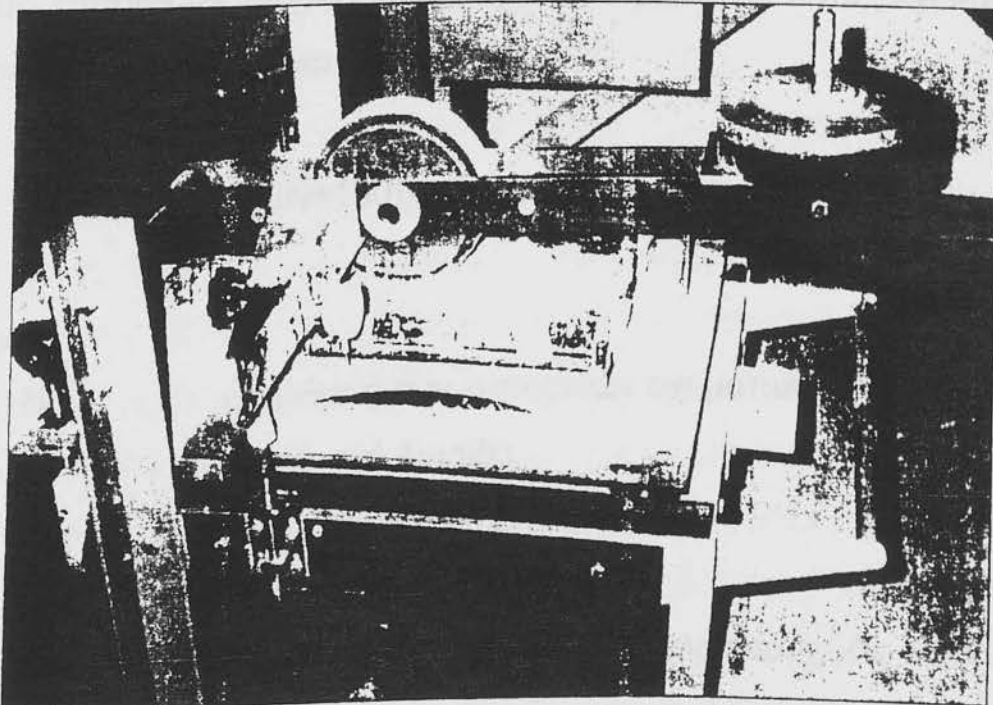
Σχέση μέσων και ενεργών θερμοκρασιών για διάφορα πάχη ασφαλτικών στρώσεων

Δοκιμή Τροχοαυλάκωσης

Η δοκιμή τροχοαυλάκωσης αναπτύχθηκε με σκοπό την αξιολόγηση της συμπεριφοράς των ασφαλτομιγμάτων σε παραμένουσα παραμόρφωση κάτω από συνθήκες περισσότερο κοντά στις συνθήκες που αναπτύσσονται στο έργο. Κατά τη δοκιμή η προσομοίωση του οδοστρώματος ή της ασφαλτικής στρώσης, με το προς αξιολόγηση

μίγμα φορτίζεται με κινούμενο τροχό, κάτω από σταθερή υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος (συνήθως 45° C ή 60° C). Μετά τη φόρτιση της ασφαλτικής στρώσης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μετράται η πλαστική ή παραμένουσα παραμόρφωση και εκφράζεται σε mm/h. Το μέγεθος αυτό ονομάζεται ρυθμός τροχοαυλάκωσης. Μια άλλη μορφή έκφρασης των αποτελεσμάτων είναι σε βάθος αυλάκωσης (σε mm). Στην περίπτωση αυτή καθορίζεται ο συνολικός αριθμός διελεύσεων του τροχού για να επιτευχθεί συγκεκριμένη παραμόρφωση.

Οι συσκευές που αρχικά χρησιμοποιήθηκαν όπως στο TRRL Αγγλίας και σχεδόν ταυτόχρονα στο LCPC Γαλλίας ήταν μεγάλης κλίμακας και διαστάσεων. Ουσιαστικά κατασκευαζόταν οδόστρωμα στο εργαστήριο όμοιο με το προς εξέταση και επί αυτού κινιόταν ελαστικός τροχός με φορτίο και διαστάσεις τυπικού άξονα. Σήμερα οι συσκευές είναι μικρότερης κλίμακας. Αρκετά εργαστήρια χρησιμοποιούν την τυπική διάταξη που φαίνεται στη φωτογραφία 8.4. Μέχρι σήμερα δεν έχει καθορισθεί μια ενιαία συσκευή τροχοαυλάκωσης και ενιαίες συνθήκες ελέγχου.



Φωτογραφία 8.4.

Εργαστηριακή συσκευή τροχοαυλάκωσης

Στην Αγγλία χρησιμοποιείται φορτίο 520 ± 5 N και θερμοκρασία ελέγχου 45° C. Η συχνότητα φόρτισης είναι 21 κύκλοι δηλαδή 42 φορτίσεις ανά λεπτό. Ο τροχός είναι όλος από καουτσούκ και εύρους 50mm. Ο χρόνος φόρτισης είναι όσος απαιτείται για να παρουσιασθεί η επιθυμητή παραμόρφωση. Το αποτέλεσμα ανάγεται σε mm/h. Η παραμόρφωση μετράται με επιμηκυσιόμετρο σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται σε άξονες συντεταγμένων συναρτήσεϊ του χρόνου. από τη μέση κλίση του τελευταίου 1/3 της καμπύλης που προέκυψε, καθορίζεται ο ρυθμός τροχοαυλάκωσης PTp. Η συσκευή που προτείνεται από τις Βρετανικές προδιαγραφές χρησιμοποιεί δοκίμια από συμπυκνωμένο τάπητα διαμέτρου 200mm και πάχους 50mm.

Η δοκιμή τροχοαυλάκωσης συσχετίζεται άριστα με την πλαστική παραμόρφωση που παρατηρείται στο οδόστρωμα στην πράξη. Μετά από έρευνα βρέθηκε ότι ο ρυθμός τροχοαυλάκωσης, PTp σε θερμό κυλινδρούμενο ασφαλτόμιγμα (HRA), στους 45° C, συσχετίζεται με τον αριθμό εμπορικών οχημάτων και δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος της τιμής που λαμβάνεται από τη σχέση:

$$PTp < [14000 / (N+100)] \times (V / 60)$$

Όπου

N = ο αριθμός των εμπορικών οχημάτων (> 1500 Kg) την ημέρα ανά λωρίδα

V = ταχύτητα οχημάτων σε mph

Επίσης, ως μέγιστος ρυθμός τροχοαυλάκωσης σε θέσεις με υψηλό κυκλοφοριακό φορτίο και τάπητα κυκλοφορίας από θερμό κυλινδρούμενο ασφαλτόμιγμα. Ορίσθηκε τα 2mm/h. Αντίστοιχες τιμές θα

μπορούσαν να εξαχθούν και για ασφαλικά σκυροδέματα ή άλλου τύπου ασφαλτομίγματα.

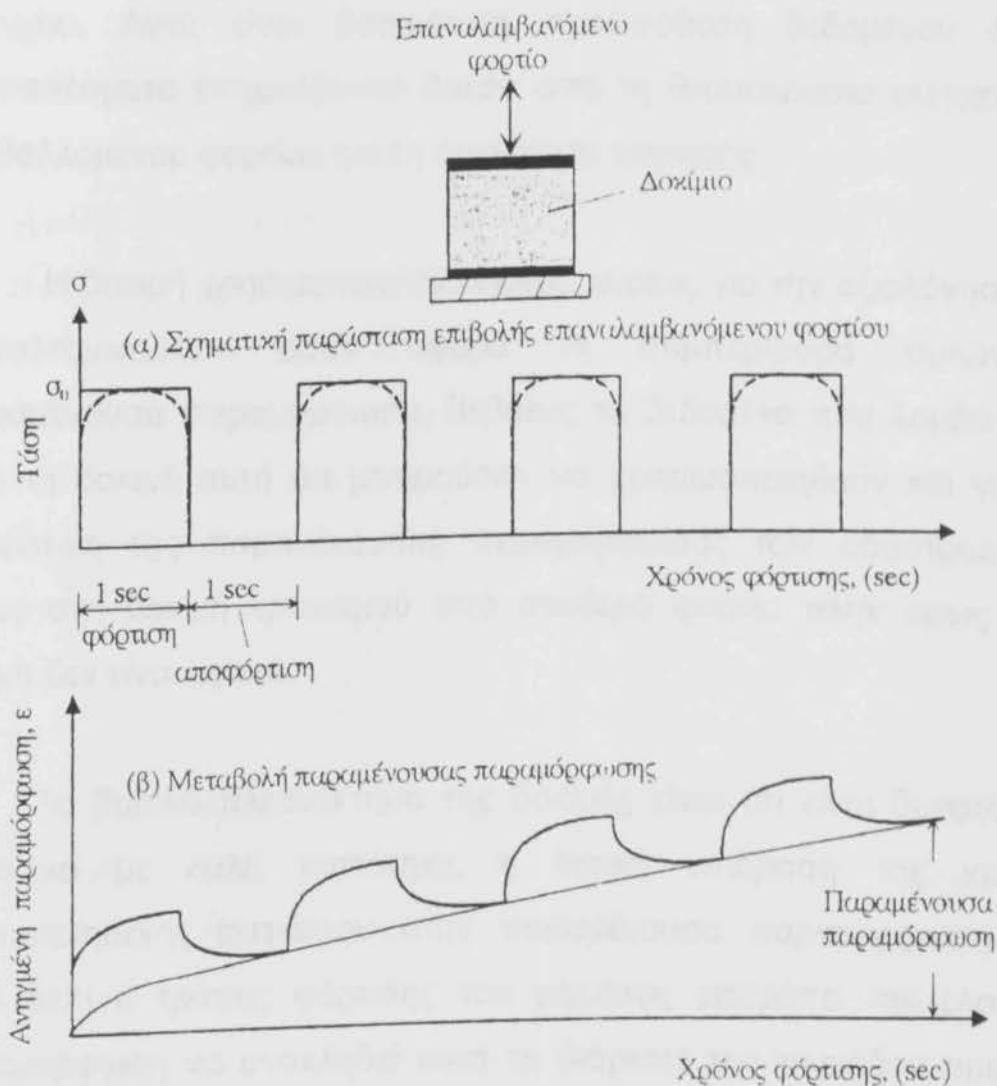
Στη Γαλλία χρησιμοποιείται παρόμοια συσκευή τροχοαυλάκωσης αλλά με διαφορετικό τυπικό τροχό και φορτίο (1000Kg), διαφορετική προπαρασκευή δοκιμίου πλάκας ασφαλτομίγματος (600 x 300 x 100mm) και διαφορετική θερμοκρασία ελέγχου (60° C). Η συσκευή διαθέτει δικό της θερμοθάλαμο. Ο χρόνος φόρτισης είναι τόσος όσος απαιτείται για 30.000 διελεύσεις του τροχού. Στο τέλος της δοκιμής μετράται το βάθος της αυλάκωσης σε mm. Το μέγιστο επιτρεπτό βάθος αυλάκωσης μετά από 30000 διελεύσεις είναι 10% του συνολικού πάχους της στρώσης, δηλαδή 10mm για πάχος στρώσης 100mm. Η δοκιμή τροχοαυλάκωσης είναι μέρος της μεθοδολογίας σύνθεσης θερμών ασφαλτομιγμάτων στη Γαλλία.

Παρόμοιες συσκευές τροχοαυλάκωσης έχουν κατασκευασθεί και χρησιμοποιούνται από αρκετά εργαστήρια του εξωτερικού.

Δοκιμή ερπυσμού με επαναλαμβανόμενο φορτίο

Η δοκιμή ερπυσμού με επαναλαμβανόμενο φορτίο πιθανόν να ακούγεται σχήμα οξύμωρο δεδομένου ότι στη δοκιμή ερπυσμού επιβάλλεται πάντοτε σταθερό φορτίο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η δοκιμή αυτή άρχισε να χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια από ορισμένους ερευνητές δεδομένου ότι ο τρόπος φόρτισης προσομοιάζει καλύτερα με την πραγματική φόρτιση των οδοστρωμάτων. Η δοκιμή αυτή είναι παρόμοια με αυτήν που περιγράφηκε στην παράγραφο 8.6.1. με μόνη διαφορά ότι το φορτίο που επιβάλλεται είναι περίπου τετραγωνικής μορφής και η διάρκεια φόρτισης μεγαλύτερη αυτής που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας.

Σχηματική παράσταση της επιβαλλόμενης τάσης και της αντίστοιχου ανοιγμένης παραμορφώσεως δίνεται στο σχήμα 8.14



Σχήμα 8.14 Σχηματική παράσταση παραμόρφωσης ερπυσμού κάτω από επαναλαμβανόμενο φορτίο

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.14 στη δοκιμή αυτή κατά τη διάρκεια της ηρεμίας η ελαστική παραμόρφωση ανακτάται και έτσι η συνολική παραμόρφωση μετά το πέρας της δοκιμής εμπεριέχει μόνο την παραμένουσα ή ιξώδη παραμόρφωση.

Κατά τη δοκιμή χρησιμοποιούνται δοκίμια διαμέτρου 100 ή 150mm, ο χρόνος φόρτισης είναι συνήθως 1 sec και ο χρόνος αποφόρτισης 1sec. Η θερμοκρασία ελέγχου είναι 40ο C και ο συνολικός χρόνος φόρτισης δύο ώρες (για τις προηγούμενες συνθήκες φόρτισης),

κατ' αντιστοιχία της δοκιμής ερπυσμού υπό σταθερό φορτίο. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι μέχρι σήμερα δεν έχουν καθιερωθεί ενιαίες συνθήκες ελέγχου. Αυτό είναι βασικότερη προϋπόθεση δεδομένου ότι τα αποτελέσματα επηρεάζονται άμεσα από τη θερμοκρασία ελέγχου, του επιβαλλόμενου φορτίου και τη συχνότητα φόρτισης.

Η δοκιμή χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως για την αξιολόγηση των ασφαλτομιγμάτων όσον αφορά τη συμπεριφορά αυτών σε παραμένουσα παραμόρφωση. Βεβαίως τα δεδομένα που λαμβάνονται από τη δοκιμή αυτή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και για την πρόβλεψη της παραμένουσας παραμόρφωσης των οδοστρωμάτων όπως στη δοκιμή ερπυσμού υπό σταθερό φορτίο πλην όμως αυτό ακόμη δεν είναι εφικτό.

Το βασικό πλεονέκτημα της δοκιμής είναι ότι είναι δυνατόν να εξετασθεί με καλή πιστότητα, η θετική επίδραση της χρήσης τροποποιημένης ασφάλτου στην παραμένουσα παραμόρφωση. Και αυτό διότι ο τρόπος φόρτισης του μίγματος επιτρέπει την ελαστική παραμόρφωση να ανακληθεί κατά τη διάρκεια της περιόδου ηρεμίας. Στη δοκιμή ερπυσμού υπό σταθερό φορτίο ουσιαστικά προσμετράται και λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς. Έτσι, στην περίπτωση σχεδιασμού ή αξιολόγησης ασφαλτομιγμάτων με τροποποιημένη ασφαλτο, είναι η μόνη ενδεδειγμένη δοκιμή για την εξακρίβωση της συμπεριφοράς αυτών σε παραμένουσα παραμόρφωση.

Κόπωση ασφαλτομιγμάτων

Κόπωση, γενικότερα μπορεί να ορισθεί το φαινόμενο της θραύσης κάτω από επαναλαμβανόμενη ή αρμονική τάση η οποία έχει μέγεθος πάντοτε μικρότερο της εφελκυστικής τάσης που απαιτείται για

θραύση του δοκιμίου μετά από μία μόνο φόρτιση (εφελκυστική αντοχή του υλικού).

Οι στρώσεις των οδοστρωμάτων υπό την επίδραση των αξονικών φορτίων υπόκεινται σε συνεχή εφελκυσμό. Το μέγεθος της εφελκυστικής ανοιγμένης παραμόρφωσης που αναπτύσσεται στην πράξη στα οδοστρώματα, για συγκεκριμένο φορτίο, εξαρτάται κατά κύριο λόγο από δυσκαμψία των στρώσεων. Για τα εύκαμπτα οδοστρώματα βρέθηκε μετά από αναλυτικές μετρήσεις επί του έργου, ότι κυμαίνεται μεταξύ 30 έως 200×10^{-6} όταν το φορτίο είναι αυτό του τυπικού άξονα (8ton). Η εφελκυστική αυτή παραμόρφωση δημιουργεί συνθήκες για να επέλθει η κόπωση των ασφαλτικών στρώσεων η οποία εμφανίζεται ως ρηγμάτωση.

Η ρηγμάτωση του οδοστρώματος, λόγω της κόπωσης των ασφαλτικών στρώσεων, είναι μία από τις κύριες μορφές αστοχίας του οδοστρώματος. Η αντοχή του ασφαλτομίγματος σε κόπωση εξαρτάται από τη σύνθεση και τις ιδιότητες αυτού. Έτσι κάθε ασφαλτόμιγμα έχει την δική του συμπεριφορά σε κόπωση, η οποία θα πρέπει να καθορίζεται για να είναι δυνατόν να σχεδιασθεί το οδόστρωμα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μη ρηγματώνεται πρόωρα.

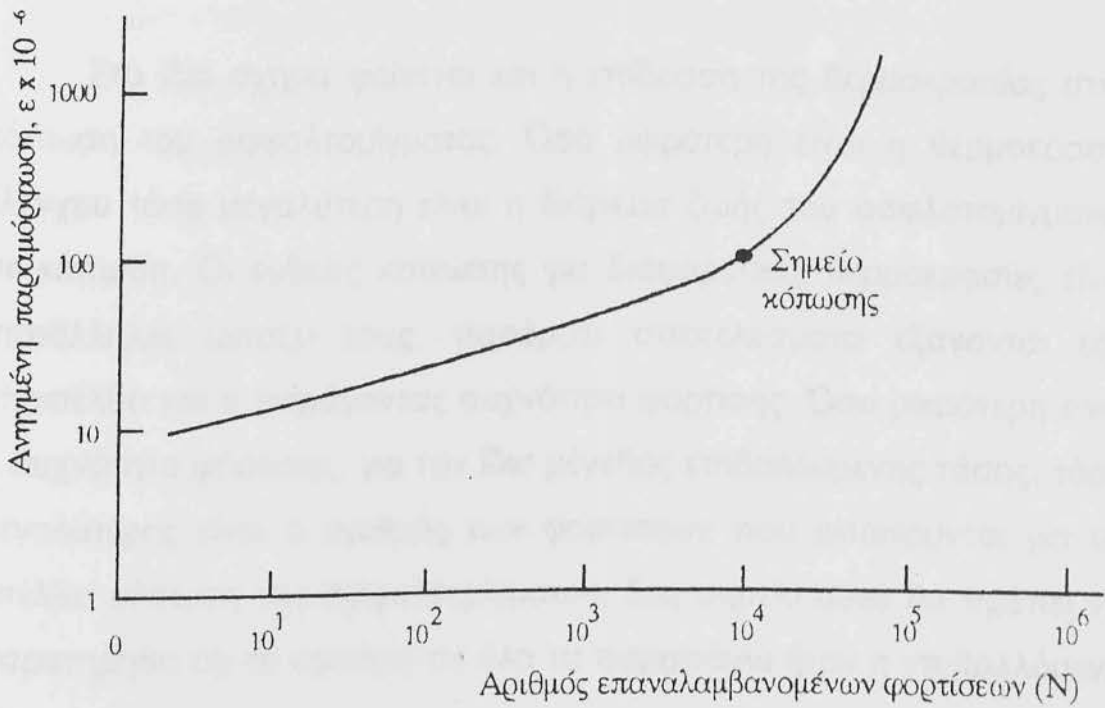
Μέτρηση χαρακτηριστικών κόπωσης ασφαλτομιγμάτων από εργαστηριακές δοκιμές.

Η κόπωση ή καλύτερα η συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων σε κόπωση μπορεί να καθορισθεί στο εργαστήριο κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Οι δοκιμές και οι συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι όμοιες με αυτές που προαναφέρθηκαν για τον καθορισμό του ελαστικού μέτρου δυσκαμψίας, πλην της μονοαξονικής με επαναλαμβανόμενο φορτίο. Όλες οι μέθοδοι και συσκευές έχουν τη δυνατότητα να

επιβάλλουν και εφελκυστική τάση η οποία θα προκαλέσει, μετά από N-αριθμό επαναλαμβανόμενων φορτίσεων, ρηγμάτωση και θραύση του δοκιμίου. Έτσι, η μόνη ουσιαστικά διαφορά μεταξύ της μεθοδολογίας μέτρησης του έργου δυσκαμψίας και του καθορισμού της συμπεριφοράς του ασφαλτομίγματος σε κόπωση είναι η ολική διάρκεια φόρτισης. Βεβαίως, πολύ πριν επέλθει θραύση του δοκιμίου έχει ήδη εμφανισθεί η πρώτη ρηγμάτωση η οποία είναι δύσκολο να γίνει αντιληπτή με γυμνό οφθαλμό. Για το λόγο αυτό, πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι έχει ήδη επέλθει κόπωση του ασφαλτομίγματος στο σημείο εκείνο που παρατηρείται απότομη και αισθητή αλλαγή της ανοιγμένης παραμόρφωσης. Σχήμα 8.15.

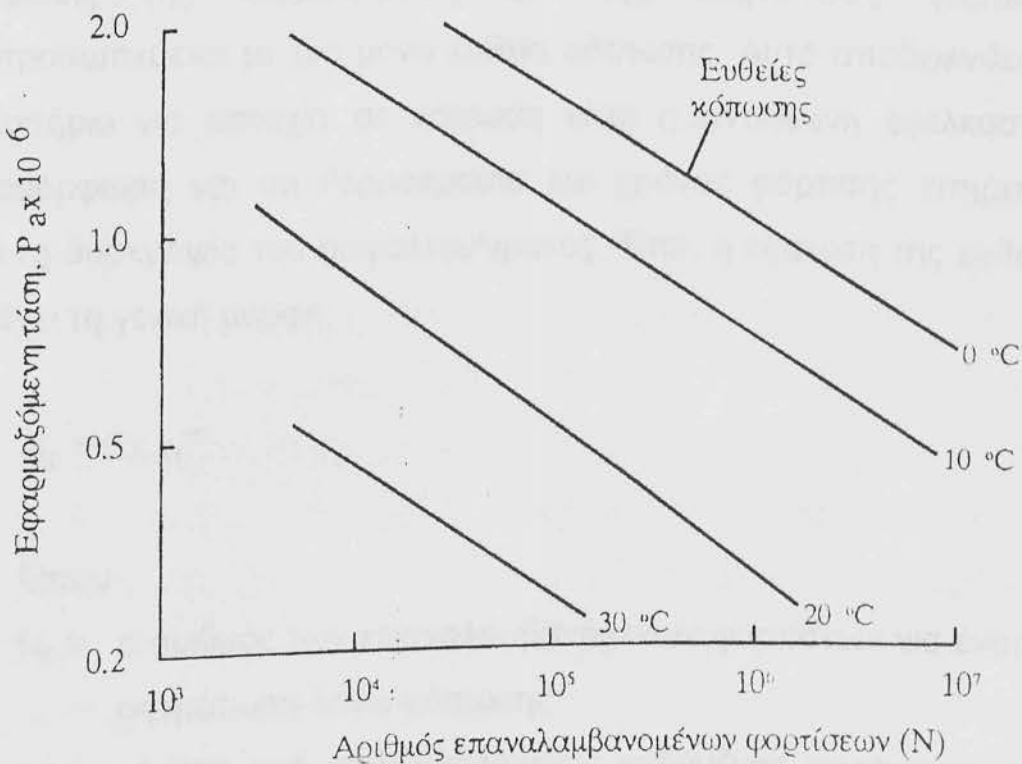
Γίνεται αντιληπτό ότι το σημείο κόπωσης εξαρτάται όχι μόνο από τη σύνθεση και τις ιδιότητες του ασφαλτομίγματος αλλά και από το μέγεθος της επιβαλλόμενης τάσης, τη θερμοκρασία ελέγχου και το χρόνο φόρτισης.

Οποιαδήποτε μέθοδος μέτρησης και αν ακολουθηθεί, για το συγκεκριμένο ασφαλτόμιγμα, συγκεκριμένο μέγεθος επιβαλλόμενης τάσης και συγκεκριμένη θερμοκρασία, το ασφαλτόμιγμα θα παρουσιάσει κόπωση μετά από N – αριθμούς φορτίσεων. Ο αριθμός αυτός των φορτίσεων είναι επίσης γνωστός και ως διάρκεια ζωής (για κόπωση) του ασφαλτομίγματος και κατ' επέκταση του οδοστρώματος. Αλλάζοντας μόνο το μέγεθος της επιβαλλόμενης τάσης λαμβάνεται νέος αριθμός φορτίσεων. Έτσι, για συγκεκριμένη θερμοκρασία, αν τα αποτελέσματα της εφαρμοζόμενης τάσης και ο αριθμός φορτίσεων τοποθετηθούν σε άξονες συντεταγμένων λογαριθμικής κλίμακας, η καμπύλη που λαμβάνεται είναι ευθεία της μορφής που φαίνεται στο σχήμα 8.16.



Σχήμα 8.15 Καθορισμός σημείου κόπωσης ασφαλτομίγματος

Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η επιβαλλόμενη τάση τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των φορτίσεων μέχρι να επέλθει η κόπωση του ασφαλτομίγματος.



Σχήμα 8.16 Ευθείες κόπωσης ασφαλτομίγματος συναρτήσει της εφαρμοζόμενης τάσης, σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Στο ίδιο σχήμα φαίνεται και η επίδραση της θερμοκρασίας στην κόπωση του ασφαλτομίγματος. Όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία ελέγχου τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια ζωής του ασφαλτομίγματος σε κόπωση. Οι ευθείες κόπωσης για διαφορετικές θερμοκρασίες είναι παράλληλες μεταξύ τους. παρόμοια αποτελέσματα εξάγονται εάν υπεισέλθει και ο παράγοντας συχνότητα φόρτισης. Όσο μικρότερη είναι η συχνότητα φόρτισης, για τον ίδιο μέγεθος επιβαλλόμενης τάσης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των φορτίσεων που απαιτούνται για να επέλθει κόπωση του ασφαλτομίγματος. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι το κριτήριο σε όλα τα παραπάνω ήταν η επιβαλλόμενη τάση.

Όταν τα αποτελέσματα επανασχεδιάστηκαν συναρτήσεως της σταθερής ανοιγμένης εφελκυστικής παραμόρφωσης. Σχήμα 8.17, βρέθηκε ότι το ασφαλτομίγμα με διαφορετικά μέτρα δυσκαμψίας, λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας και της συχνότητας φόρτισης, αντιπροσωπεύεται με μια μόνο ευθεία κόπωσης. Αυτό αποδεικνύει ότι το κριτήριο για αστοχία σε κόπωση είναι η ανοιγμένη εφελκυστική παραμόρφωση και ότι θερμοκρασία και χρόνος φόρτισης επηρεάζει μόνο τη δυσκαμψία του ασφαλτομίγματος. Έτσι, η εξίσωση της ευθείας που έχει τη γενική μορφή:

$$N_p = Cx \varepsilon_T^{-m}$$

Όπου

N_p = ο αριθμός των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων για έναρξη ρηγμάτωση λόγω κόπωσης

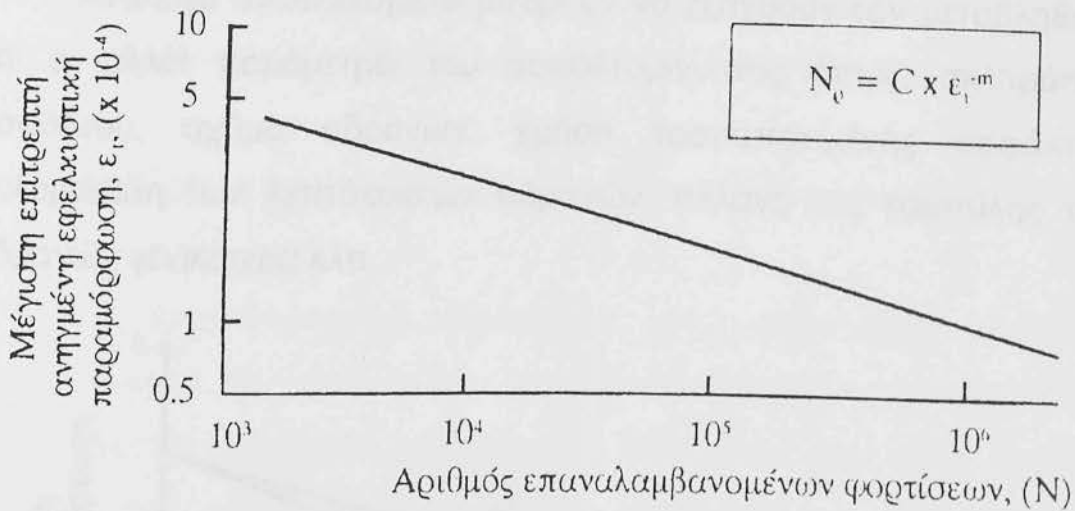
ε_T = μέγιστη τιμή αναπτυσσόμενης ανοιγμένης παραμόρφωσης (επιτρεπτής)

$C, m =$ σταθερές που εξαρτώνται από τη σύνθεση και τις ιδιότητες του ασφαλτομίγματος, το m ουσιαστικά είναι η κλίση της ευθείας κόπωσης.

είναι αντιπροσωπευτική για κάθε ασφαλτόμιγμα και ονομάζεται εξίσωση κόπωσης του ασφαλτομίγματος για ρηγμάτωση.

Σκοπός όλων των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο είναι να καθορίσουν την αντιπροσωπευτική καμπύλη κόπωσης του υπό εξέταση ασφαλτομίγματος (ή ασφαλτομιγμάτων). Αυτό έχει ως συνέπεια όχι μόνο να αξιολογηθούν τα ασφαλτομίγματα ως προς την αντοχή τους σε κόπωση αλλά κυρίως να καθορισθεί η επιτρεπόμενη μέγιστη εφελκυστική ανηγμένη παραμόρφωση συναρτήσει του αριθμού των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων. Το τελευταίο είναι χρησιμότερη και αναγκαία παράμετρος για να καθορισθεί από αναλυτικές μεθοδολογίες διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος, λίγο πριν ρηγματωθεί.

Για τον καθορισμό της εξίσωσης κόπωσης, αντιπροσωπευτικός αριθμός δοκιμών ελέγχεται σε τουλάχιστον τρία ανηγμένης παραμόρφωσης και από κάθε επίπεδο λαμβάνεται ο συνολικός αριθμός φορτίσεων μέχρι να επέλθει κόπωση του δοκιμίου. Η κάθε συσκευή που χρησιμοποιείται έχει τη δυνατότητα να επιβάλλει στο δοκίμιο τέτοια τάση ώστε η αντίστοιχη παραμόρφωση να παραμένει σταθερά, στο επιθυμητό επίπεδο, καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής (δοκιμή υπό σταθερή ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση). Αυτό επιτυγχάνεται με πολύπλοκα συστήματα συνεχούς καταγραφής της επιβαλλόμενης τάσης και της προκληθείσης εφελκυστικής παραμόρφωσης. Παράλληλα καταγράφεται και ο αριθμός των φορτίσεων.

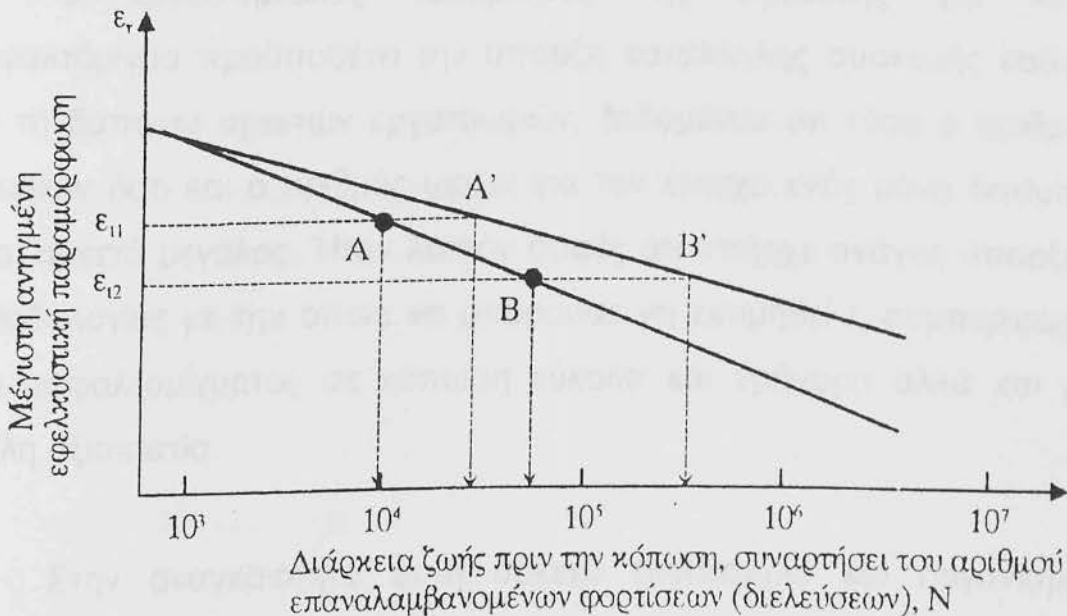


Σχήμα 8.17 Ευθεία κόπωσης ασφαλτομίγματος

Η συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων σε κόπωση, όπως φαίνεται και από την εξίσωση κόπωσης (σταθερές C και m) επηρεάζεται άμεσα από τη σύνθεση αυτών. Έτσι κάθε ασφαλτόμιγμα έχει τη δική του εξίσωση κόπωσης. Η σύνθεση των ασφαλτομιγμάτων επηρεάζει επίσης και το μέτρο δυσκαμψίας αυτών. Μεταξύ των δύο αυτών θεμελιωδών εννοιών θα πρέπει να γίνεται προσεκτική διάκριση και διαχωρισμός.

Βελτίωση του μέτρου δυσκαμψίας παρατηρείται λόγω χάριν λόγω αύξησης του ποσοστού του φίλλερ ή λόγω μείωσης του ποσοστού των κενών. Αυτό επιφέρει αύξηση της διάρκειας ζωής λόγω του ότι για δεδομένο επίπεδο εφαρμοζόμενης τάσης εξασκείται μικρότερη ανηγμένη παραμόρφωση. Με άλλα λόγια ένα νέο σημείο λαμβάνεται πιο κάτω στην ευθεία κόπωσης, σημείο Β, Σχήμα 8.18. Πλην όμως, στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μετακινεί όλη την ευθεία προς τα δεξιά με αποτέλεσμα η επίδραση αυτή να είναι θετικότερη. Για τις ίδιες μέγιστες επιτρεπτές ανηγμένες παραμορφώσεις η διάρκεια ζωής πριν την κόπωση είναι μεγαλύτερη, σημεία Α και Β αντίστοιχα.

Ανάλογα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν εάν μεταβληθούν και οι άλλοι παράμετροι του ασφαλτομίγματος όπως, σκληρότητα ασφάλτου, σχήμα αδρανών, χρήση τροποποιημένης ασφάλτου, αυξομείωση των λεπτόκοκκων αδρανών, αλλαγή της καμπύλης των αδρανών γενικότερα κλπ.



Σχήμα 8.18

Επεξήγηση της αύξησης διάρκειας ζωής του οδοστρώματος λόγω βελτίωσης του μέτρου δυσκαμψίας και της ευθείας κόπωσης

Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει διεθνώς αποδεκτή μια και μοναδική συσκευή και μεθοδολογία μέτρησης κόπωσης ασφαλτομιγμάτων. Τα διάφορα εργαστήρια που είναι σε θέση να μετρήσουν κόπωση χρησιμοποιούν μια από τις προαναφερθείσες συσκευές, ανάλογα με τις δυνατότητες που έχουν. Στο πνεύμα του καθορισμού ενιαίας μεθοδολογίας κινείται η αρμόδια ομάδα καθορισμού ευρωπαϊκών προδιαγραφών. Μέχρι σήμερα έχουν προταθεί προς εξέταση όλες οι υπάρχουσες συσκευές δυναμικής φόρτισης και έχει προταθεί η αξιολόγηση αυτών με βάση την αξιοπιστία και την επαναληπτικότητα των αποτελεσμάτων. Μια από τις συσκευές που φαίνεται να κερδίζει έδαφος είναι η συσκευή NAT του πανεπιστημίου Νόττγχαμ. Ήδη η ερευνητική ομάδα του πανεπιστημίου έχει υποβάλλει προς έγκριση

σχέδιο μεθοδολογίας για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών κόπωσης των ασφαλτομιγμάτων χρησιμοποιώντας της δοκιμή έμμεσης διάτμησης.

Εκτίμηση συμπεριφοράς ασφαλτομίγματος σε κόπωση

Ο εργαστηριακός καθορισμός της εξίσωσης για κάθε ασφαλτόμιγμα προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλης συσκευής καθώς και τη δαπάνη αρκετών εργατωρών, δεδομένου ότι τόσο ο αριθμός δοκιμών όσο και ο αριθμός ωρών για τον έλεγχο ενός μόνο δοκιμίου είναι αρκετά μεγάλος. Ήταν λοιπόν σαφές ότι υπήρχε ανάγκη ύπαρξης μεθοδολογίας με την οποία να μπορούσε να εκτιμηθεί η συμπεριφορά του ασφαλτομίγματος σε κόπωση εύκολα και γρήγορα αλλά και με καλή αξιοπιστία.

Στην αναγκαιότητα αυτή αρκετά εργαστήρια και οργανισμοί ανέπτυξαν διάφορα συστήματα (εξισώσεις ή νομογραφήματα) που είχαν σαν βάση τις ιδιότητες των ασφαλτομιγμάτων και της ασφάλτου. Η πολυπλοκότητα των συστημάτων καθώς και η πιστότητα του αποτελέσματος είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων όπως, πόσοι παράμετροι υπεισέρχονταν, αριθμός μιγμάτων που εξετάστηκαν, συνθήκες ελέγχου που καθορίστηκαν κλπ.

Μια μέθοδος, για την εκτίμηση της διάρκειας ζωής των ασφαλτομιγμάτων σε κόπωση είναι αυτή που αναπτύχθηκε στα εργαστήρια της Shell. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί το νομογράφημα που δίνεται στο σχήμα 8.19. Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι: το ποσοστό του όγκου της ασφάλτου στο μίγμα, ο δείκτης διεισδυτικότητας της ασφάλτου και το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος. Ορίζοντας το συνολικό αριθμό φορτίσεων μέχρι να επέλθει κόπωση είναι δυνατόν να καθορισθεί η μέγιστη ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση που μπορεί να αναπτυχθεί στο ασφαλτόμιγμα. Το

νομογράφημα παρέχει τη δυνατότητα να εκτιμηθεί η κόπωση του ασφαλτομίγματος ως η δοκιμή να είχε πραγματοποιηθεί κάτω από σταθερή ανηγμένη παραμόρφωση ή κάτω από σταθερή εφηρμοσμένης τάσης (παράδειγμα σχήματος 8.19). Ομοίως, ορίζοντας το μέγεθος της μέγιστης αναπτυσσόμενης ανηγμένης παραμόρφωσης είναι δυνατόν να καθορισθεί ο συνολικός αριθμός των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων.

Το νομογράφημα του Σχήματος 8.19 με δεδομένο ότι η εξίσωση κόπωσης είναι προτιμότερο να λαμβάνεται από δοκιμές που εκτελούνται υπό σταθερή ανηγμένη παραμόρφωση, τροποποιήθηκε από τους Valkering και Stapel. Το προτεινόμενο νομογράφημα εκφράζεται από τη μαθηματική εξίσωση:

$$\varepsilon_t = (0.856V_b + 1.8) \times S_{mix}^{-0.36} \times N_f^{-0.2}$$

όπου

ε_t = η ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση

S_{mix} = το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος σε Pa

V_b = το ποσοστό του όγκου της ασφάλτου στο μίγμα και

N_f = ο αριθμός των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων (διάρκεια ζωής)

Η αξιοπιστία της εξίσωσης και του αντίστοιχου νομογραφήματος εξετάστηκε και είναι καλή όταν το μέτρο δυσκαμψίας της ασφάλτου είναι μεγαλύτερο του 10^7 Pa.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα, από το παραπάνω νομογράφημα ή εξίσωση, στην εκτίμηση της διάρκειας ζωής του οδοστρώματος, θα πρέπει αυτά να πολλαπλασιασθούν με ένα συντελεστή συσχέτισης. Και αυτό διότι στο εργαστήριο δεν λαμβάνεται υπόψη η θετική επίδραση της μη συνεχούς φόρτισης μίας συγκεκριμένης επιφάνειας που συμβαίνει στην πράξη ή

του γεγονότος ότι η επαναληπτικότητα της φόρτισης δεν είναι τόσο μεγάλη. Ο συντελεστής αυτός είναι δύσκολο να καθορισθεί με ακρίβεια. Από τη μεθοδολογία της Shell προτείνεται όπως για τον καθορισμό του συνολικού αριθμού φορτίσεων ο συντελεστής αυτός λαμβάνει την τιμή 10.

Αντίστοιχο νομογράφημα αναπτύχθηκε και από τους Cooper και Pei εξετάζοντας κυρίως ασφαλτομίγματα Macadam κλειστού τύπου και θερμό κυλινδρούμενο ασφαλτόμιγμα. Το νομογράφημα αυτό εκφράζεται από τη μαθηματική εξίσωση:

$$\text{Log}N_f = 15.8 \log \varepsilon_t - 40.7 - (5.13 \log \varepsilon_t - 14.39) \log V_b - (8.63 \log \varepsilon_t - 24.2) \log SP \quad (8.18)$$

όπου

- N_f = ο αριθμός των φορτίσεων
- ε_t = η ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση ($\times 10^{-6}$)
- V_b = το ποσοστό του όγκου της ασφάλτου στο μίγμα
- SP = το σημείο μάλθωσης

Η παραπάνω εξίσωση καθορίζει τον αριθμό των επαναλαμβανόμενων φορτίσεων λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορά που υφίσταται μεταξύ φορτίσεων στο εργαστήριο και στο έργο. Συνεπώς, το αποτέλεσμα δεν χρειάζεται να πολλαπλασιασθεί με κανένα διορθωτικό συντελεστή.

Τέλος, παρόμοια με την παραπάνω εξίσωση αναπτύχθηκε και προτείνεται και από το Asphalt Institute. Η εξίσωση έχει τη μορφή:

$$N_f = 18.4 \times 10^M \times 0.004325 \varepsilon_t^{-3.291} \times S_{mix}^{-0.854}$$

Όπου

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= \text{η ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση} \\ S_{mix} &= \text{το μέτρο δυσκαμψίας του ασφαλτομίγματος σε psi} \\ M &= 4,84[(V_b/V_b+V_a))-0.69] \end{aligned}$$

Όπου

V_b = ποσοστό του όγκου της ασφάλτου στο μίγμα

και

V_a = ο όγκος των κενών

Και στην περίπτωση αυτή ο αριθμός των συνολικών φορτίσεων που λαμβάνεται για να επέλθει κόπωση δεν πολλαπλασιάζεται με κανένα διορθωτικό συντελεστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ

Κατά την κατασκευή ασφαλτικών μιγμάτων για οδοστρώματα, είναι κοινώς αποδεκτό ότι πρέπει να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ ορισμένων επιθυμητών ιδιοτήτων των μιγμάτων. Αυτή η ισορροπία επηρεάζεται από την εκλογή του περιεχόμενου ασφάλτου στο μίγμα. Για να εξηγηθεί αυτή η άποψη γίνεται μια αναφορά στις ιδιότητες των ασφαλτομιγμάτων.

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ (Stability)

Με την κλασική έννοια, η ευστάθεια ορίστηκε σαν η αντοχή ενός μίγματος στην παραμόρφωση υπό φόρτιση. Η παραμόρφωση η οποία προαναφέρεται είναι μόνιμη ή πλαστική παραμόρφωση που προέρχεται από (α) φορτία που επιβάλλονται σιγά σε σχετικές υψηλές θερμοκρασίες ή (β) αυλάκωση (ροδιές) που σχετίζεται με συχνή ανάλυσή τους συγκέντρωσαν τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή σε μόνιμη παραμόρφωση απ' όπου φαίνεται ότι η σταθερότητα είναι εξαρτώμενη από (α) την αντίσταση τριβής (εσωτερική και εξωτερική, ιξώδες), (β) από τη συνεκτικότητα και γ) από την αδράνεια. Απ' όλους αυτούς, ο πιο σημαντικός είναι η αντίσταση τριβής για υψηλές θερμοκρασίες και για αργό χρόνο φόρτισης, η εσωτερική τριβή είναι η ουσιαστικότερη. Σ' αυτές τις συνθήκες τα χαρακτηριστικά των αδρανών και ειδικότερα η υφή της επιφάνειας των αδρανών έχουν την μεγαλύτερη επιρροή. Ακατάλληλη συμπύκνωση ή υψηλό ποσοστό

ασφάλτου έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της τριβής και έτσι επιτρέπουν στις πλαστικές παραμορφώσεις να εμφανίζεται πιο εύκολα.

Από την παραπάνω ανάλυση φαίνεται, ότι για να επιτευχθεί επαρκής αντίσταση σε παραμόρφωση, για ένα συγκεκριμένο επίπεδο κυκλοφορίας, χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ένα χαμηλό ποσοστό ασφάλτου, έτσι ώστε η αντίσταση τριβής της μάζας των αδρανών να διατηρηθεί σε ένα επίπεδο ικανό ώστε να δεχτεί τη φόρτιση, με την προϋπόθεση ότι τα αδρανή έχουν επαρκή αντίσταση τριβής και ότι το μίγμα έχει στερεοποιηθεί σωστά.

ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Durability)

Σαν ανθεκτικότητα ασφαλτικών οδοστρωμάτων ονομάζουμε την αντοχή τους στην καταστρεπτική επιρροή των καιρικών συνθηκών συμπεριλαμβάνοντας την γήρανση και την λειαντική δράση της κυκλοφορίας. Επίσης η ανθεκτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα των υλικών να αντιστέκονται στην αλλαγή λόγω μεταβολής των καιρικών συνθηκών. Στα αποτελέσματα της επιρροής των καιρικών συνθηκών συμπεριλαμβάνονται και (α) αλλαγές των χαρακτηριστικών της ασφάλτου που οφείλονται σε εξάτμιση, σε οξείδωση, σε πολυμερισμό, σε διαχωρισμό και συναίρεση και (β) αλλαγές στο μίγμα που οφείλονται στη δράση του καιρού, η πείρα διδάσκει ότι χρειάζονται μεγάλα ποσοστά ασφάλτου, πυκνή διαβάθμιση των αδρανών και καλοσυμπυκνωμένα αδιαπέραστα μίγματα.

Πρέπει η άσφαλτος του μίγματος να είναι επαρκής και για να του προσδίδει ελαστικές ιδιότητες ικανές να αντισταθούν στις ισοπεδωτικές και λειαντικές δυνάμεις της κυκλοφορίας. Επιπρόσθετα, σημαντικά είναι και τα χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας των αδρανών αφού το υλικό πρέπει να προσφέρει επαρκή αντοχή σε θραύση και υποβάθμιση κατά

τη διάρκεια της επιπόνησης την περίοδο της κατασκευής και την περίοδο της λειτουργίας της οδού.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι τα χαρακτηριστικά καλής ανθεκτικότητας ενός μίγματος επιτυγχάνονται με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου στο μεγαλύτερο δυνατό όριο, υπό την προϋπόθεση ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί. Απ' αυτό, βλέπουμε ότι υπάρχει μια αντιπαράθεση μεταξύ των προϋποθέσεων για καλή ευστάθεια και καλή ανθεκτικότητα.

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ (Flexibility)

Εδώ, σαν ελαστικότητα θα εννοήσουμε την ικανότητα του μίγματος να προσαρμόζεται σε μακρόχρονες μεταβολές της βάσης και σε ανύψωση των υποστρωμάτων. Σε άλλες περιπτώσεις ο όρος της ελαστικότητας συμπεριλαμβάνει τα προαναφερθέντα καθώς και την αντοχή σε κόπωση. Παραδείγματα που πρέπει να συμπεριληφθούν είναι καταστάσεις που προκύπτουν από στερεοποίηση των υποκειμένων, μαλακών εδαφών και διαφορική συμπύκνωση, λόγω κυκλοφορίας, των υποκειμένων συστατικών της στρώσεως κυκλοφορίας.

Πολλά οδοστρώματα πρέπει να κατασκευαστούν πάνω σε στρώσεις υπερκείμενες μαλακών συμπιεστών αργιλικών στρωμάτων τα οποία σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι ομοιόμορφου πάχους. Οι διαφορικές καθιζήσεις των στρώσεων, που θα επακολουθήσουν, θα αντικατοπτριστούν στην επιφάνεια με κυματισμό του οδοστρώματος. Αν το ασφαλτομίγμα δεν είναι σε θέση να προσαρμοστεί στις μακροχρόνιες διαφορικές καθιζήσεις τότε θα προκύψει θραύση. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια της κατασκευής, είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθούν όμοια χαρακτηριστικά συμπύκνωσης στις βάσεις, υποβάσεις και στα υποστρώματα. Επομένως, τοπικές περιοχές του οδοστρώματος θα

έχουν την τάση να συμπυκνωθούν διαφορετικά. Τα ασφαλτομίγματα πρέπει να έχουν, λοιπόν, την ικανότητα να προσαρμόζονται και σ' αυτές τις τοπικές καταστρώσεις.

Παρ' όλο που τα δεδομένα πάνω σ' αυτή την περιοχή είναι λίγα, από την εμπειρία φαίνεται ότι η ελαστικότητα προωθείται με υψηλό ποσοστό ασφάλτου και σχετικά αραιή διαβάθμιση των αδρανών.

ANTOXH ΣΕ ΚΟΠΩΣΗ (Fatigue resistance)

Τα οδοστρώματα που υποβάλλονται σε βαριά και συχνή κυκλοφορία παρουσιάζουν ρωγμές του ασφαλτικού σκυροδέματος που προέρχονται αρχικά από τις ελαστικές παραμορφώσεις στις οποίες υποβάλλεται το υλικό. Επιπλέον, οι ρωγμές αυτές στις αρχικές φάσεις τους μπορούν να συνδέονται με μικρές μόνιμες παραμορφώσεις της στρώσεως κυκλοφορίας. Η απόδειξη αυτού του τύπου της αστοχίας έχει γίνει από τον Hveem. Όταν όμως, κάποιος θέλει να εξετάσει αυτή τη συγκεκριμένη ιδιότητα του ασφαλτομίγματος, θα πρέπει να λάβει υπ' όψη του την συμπεριφορά όλης της διατομής του οδοστρώματος γιατί η εμφάνιση των ρωγμών λόγω της κόπωσης επηρεάζεται εκτός από τα χαρακτηριστικά του ασφαλτικού μίγματος και από το πάχος και τα χαρακτηριστικά όλων των άλλων συστατικών της διατομής του οδοστρώματος.

Τα υπάρχοντα δεδομένα φαίνονται να αποδεικνύουν ότι όλα τα μίγματα παρουσιάζουν κόπωση και ότι η έναρξη των ρωγμών κόπωσης σχετίζεται με την ένταση είτε της ελαστικής θλιπτικής τάσης είτε της εφελκυστικής που επιβάλλεται στο μίγμα, δηλαδή όσο μεγαλύτερη η τάση τόσο μικρότερος ο αριθμός επαναλήψεων μέχρι την έναρξη της ρηγματώδους. Επομένως προκειμένου να καθορίσουμε την θλιπτική ή εφελκυστική τάση στην οποία θα υποβληθεί το μίγμα, θα πρέπει να αξιολογηθούν: η ένταση της φόρτισης, το πάχος της επιφανειακής

στρώσης, και η δυσκαμψία της και το πάχος και τα ελαστικά χαρακτηριστικά των υποκειμένων στρωμάτων.

Παρ' όλο που για τα ασφαλτικά μίγματα που υποβάλλονται σε επαναλαμβανόμενη θλιπτική φόρτιση η κόπωση είναι ένα αποδεδειγμένο γεγονός, φαίνεται ότι οι μεταβλητές του μίγματος επηρεάζουν τον αριθμό των επαναλήψεων μέχρι την αστοχία για ελεγχόμενη θλιπτική ή εφελκυστική φόρτιση. Όμως, η επιρροή αυτών των μεταβλητών στην αντοχή σε κόπωση των ασφαλομιγμάτων εξαρτάται από το είδος της φόρτισης στην οποία υποβάλλονται τα μίγματα. Για παράδειγμα, αν υποβάλλονται σε ελεγχόμενη θλιπτική φόρτιση, εκείνοι οι παράγοντες, όπως το υψηλό ιξώδες και η πυκνή διαβάθμιση των αδρανών, που τείνουν να αυξήσουν την δυσκαμψία του μίγματος, αυξάνουν το χρόνο λειτουργίας για ένα συγκεκριμένο επίπεδο έντασης. Από την άλλη μεριά, για μια ελεγχόμενη εφελκυστική φόρτιση, όσο χαμηλότερο το ιξώδες της ασφάλτου, τόσο περισσότερος χρόνος ζωής.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο δοκιμής το ποσοστό της ασφάλτου και η πυκνότητα του μίγματος φαίνονται να έχουν μια ξεκάθαρη επιρροή στον χρόνο ζωής, αφού μεγαλύτερη διάρκεια ζωής επιτυγχάνεται με αυξημένο ποσοστό ασφάλτου και μεγάλη πυκνότητα.

ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑ (Skid resistance)

Αντιολισθηροτητα ονομάζουμε την ικανότητα της επιφάνειας του ασφαλομίγματος του οδοστρώματος, να προσφέρει επαρκή τριβή, έτσι ώστε το όχημα να μπορεί να σταματά σε μια λογική απόσταση, για μια ποικιλία περιβαντολογικών συνθηκών. Όπως και στην περίπτωση της αντοχής σε κόπωση πρέπει να ληφθούν υπ' όψη και άλλοι παράγοντες εκτός από τις μεταβλητές του μίγματος. Κυριότεροι απ' αυτούς είναι: λεπτές στρώσεις από λάδια των μηχανών των σχημάτων, λεπτές

στρώσεις νερού, χιόνι και πάγος. Παρ' όλα αυτά όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι προσωρινής φύσεως γι' αυτό ο μηχανικός, αν και θα τους αναγνωρίζει, θα πρέπει να σιγουρεύει ότι το μίγμα, αυτό καθαυτό, προσφέρει ικανή αντιολισθηρότητα ώστε το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της επαφής του λάστιχου με το οδόστρωμα η αντιολισθηρότητα αυτή να επαρκεί.

Η υψηλή αντιολισθηρότητα επιτυγχάνεται από τους ίδιους παράγοντες που ευνοούν την σταθερότητα. Αυτοί είναι: σχετικά χαμηλό ποσοστό ασφάλτου και αδρανή με ανώμαλη επιφάνεια. Τα κατάλληλα αδρανή θα πρέπει εκτός απ' την προηγούμενη ιδιότητα να αντιστέκονται και στην λειαντική δράση της κυκλοφορίας. Απ' αυτή την άποψη προτιμούνται αδρανή που περιέχουν ορυκτά με διαφορετικά χαρακτηριστικά φθοράς. Ένα αδρανές τέτοιου τύπου, κάτω απ' τη δράση της κυκλοφορίας, θα ανανεώνει συνεχώς την ανώμαλη επιφάνεια του προσφέροντας την επιφάνεια με αιχμηρούς κόκκους που είναι αναγκαία για την καλή επαφή του λάστιχου με το οδόστρωμα.

Πρωταρχικής σημασίας είναι επίσης και το ποσοστό της ασφάλτου. Αν σε ένα συγκεκριμένο μίγμα και σε συγκεκριμένες περιβαλλοντολογικές συνθήκες υπάρχει υπερβολικό ποσοστό ασφάλτου, είναι πιθανό να προκύψει εκροή ασφάλτου στο οδόστρωμα. Το γεγονός αυτό, κατά συνέπεια, θα μειώσει την τριβή της επιφάνειας κάτω από υγρές καιρικές συνθήκες.

ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ (Permeability)

Η διαπερατότητα ενός μίγματος ασφάλτου και αδρανών μπορεί απλά να ορισθεί σαν την ευκολία με την οποία ο αέρας, το νερό και σε υδρατμούς μπορούν να περάσουν μέσα ή διαμέσω του μίγματος. Για τα οδοστρώματα των αυτοκινητοδρόμων, φαίνεται ότι μίγματα με υψηλή αδιαπερατότητα αέρα, νερού και υδρατμών είναι επιθυμητά για να

προωθούν μακρόχρονη ανθεκτικότητα και να επιτρέπουν στα επιφανειακά νερά να μεταφέρονται στα έργα στράγγισης παρά να διεισδύουν μέσω του οδοστρώματος στα υποκείμενα στρώματα. Γι' αυτές τις συνθήκες, λοιπόν οι παράγοντες που εξασφαλίζουν την αδιαπερατότητα είναι οι ίδιοι που συνεισφέρουν για την ανθεκτικότητα: υψηλό ποσοστό ασφάλτου, πυκνή διαβάθμιση αδρανών και καλή συμπίκνωση.

Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να είναι επιθυμητό ένα διαπερατό μίγμα. Αυτό, φυσιολογικά, επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια σχετικά 'ανοιχτή' ή ομοιόμορφη διαβάθμιση των αδρανών. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν μέθοδοι για τη μέτρηση της εργαστηριακής και της εργοταξικής διαπερατότητας για τον έλεγχο της πυκνότητας και την αξιολόγηση την ανθεκτικότητας του μίγματος.

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΡΑΥΣΗ (Fracture strength)

Στην προκειμένη περίπτωση, σαν αντοχή σε θραύση θεωρούμε την μέγιστη αντοχή ενός μίγματος όταν υποβάλλεται σε ελαστικές καταπονήσεις. Η αντοχή αυτή εξαρτάται ταυτοχρόνως απ' τον ρυθμό φόρτισης και τη θερμοκρασία, μεγιστοποιούμενη, στη γενική περίπτωση, σε γρήγορους ρυθμούς φόρτισης και χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η αντοχή σε θραύση είναι σημαντική όταν εξετάζουμε την επιβολή μεγάλων φορτίων σε οδοστρώματα, ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες, και όταν τα στρώματα που υπόκεινται της στρώσης κυκλοφορίας είναι σχετικά αδύναμα. Επιπρόσθετα, η αντοχή θραύσεως ενός μίγματος είναι σημαντική όταν αξιολογούμε την πιθανότητα ρηγμάτων του ασφαλτομίγματος που οφείλεται σε ογκομετρικές αυξομειώσεις οι οποίες μπορούν να προκύψουν από αλλαγές θερμοκρασίες, απορρόφηση αδρανών και ογκομετρικές αυξομειώσεις των υποκειμένων συστατικών του οδοστρώματος.

Μερικές από τις μεταβλητές του μίγματος που επηρεάζουν την αντοχή σε θραύση είναι το ποσοστό της ασφάλτου, η διαβάθμιση των αδρανών, ειδικά το ποσοστό της παιπάλης, ο τύπος της ορυκτολογικής σύνθεσης της παιπάλης και η πυκνότητα του μίγματος. Μέσα σε κάποια όρια, όταν το περιεχόμενο ασφάλτου και το ποσοστό παιπάλης αυξάνονται, αυξάνεται και η αντοχή σε θραύση. Υπάρχουν επίσης μερικά δεδομένα που δείχνουν ότι η παιπάλη, η οποία φαίνεται να έχει περισσότερες ενεργές επιφάνειες, με την παρουσία ασφάλτου προσδίδει μεγαλύτερη αντοχή σε θραύση. Επιπρόσθετα, η αντοχή σε θραύση αυξάνεται όταν η πυκνότητα του μίγματος και ειδικότερα ο βαθμός συμπίκνωσης των αδρανών αυξάνονται.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ (Thermal properties)

Τα ασφαλτομίγματα, όπως κι άλλα δομικά υλικά, υφίστανται ογκομετρικές μεταβολές για αλλαγές της θερμοκρασίας. Αν αυτές οι μεταβολές εμποδίζονται από την τριβή μεταξύ της στρώσεως κυκλοφορίας και της υποκείμενης στρώσεως ή λόγω διαφορικών αλλαγών θερμοκρασίας μέσα στο ίδιο το υλικό, είναι πιθανόν να εμφανιστούν πιέσεις ικανές να προκαλέσουν ρηγμάτωση του οδοστρώματος. Αλλά κι αν ακόμα δεν τέτοιου μεγέθους, οι πιέσεις αυτές μπορούν να προστεθούν σε άλλες, όπως αυτές των φορτίων των και όλες μαζί να προκαλέσουν την ρηγμάτωση. Γι' αυτό, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, ίσως να αξίζει τον κόπο ο υπολογισμός των θερμικών αυτών εντάσεων για να βοηθηθεί ο μηχανισμός στον σωστό σχεδιασμό της δομής της ασφαλικής στρώσεως.

Για να υπολογιστούν οι θερμικές εντάσεις, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός μερικών ιδιοτήτων. Παρακάτω δίνονται μερικοί σύντομοι ορισμοί και χαρακτηριστικές μονάδες τους.

1. Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής δίνει ένα μέτρο της αλλαγής του μήκους του υλικού για μια συγκεκριμένη θερμοκρασιακή μεταβολή και δίνεται από τον τύπο:

$$\alpha = \frac{\Delta L \cdot l}{L_0 \cdot \Delta t}$$

Όπου: α = συντελεστής γραμμικής διαστολής σε $\text{cm/cm}^\circ\text{C}$

L_0 = μήκος σε μια δεδομένη θερμοκρασία

ΔL = μεταβολή του μήκους που οφείλεται σε μεταβολή της θερμοκρασίας κατά Δt σε σχέση με τη δεδομένη θερμοκρασία

2. Παρομοίως ο κυβικός συντελεστής διαστολής δίνεται από τον τύπο:

$$B = \frac{\Delta V \cdot l}{V_0 \cdot \Delta t}$$

όπου β = ο κυβικός συντελεστής διαστολής σε $\text{cm}^3/\text{cm}^3/^\circ\text{C}$

V_0 = ο όγκος σε μια δεδομένη θερμοκρασία

ΔV = μεταβολή του όγκου που οφείλεται σε μεταβολή της θερμοκρασίας κατά Δt σε σχέση με τη δεδομένη θερμοκρασία

Γενικά το β μπορεί να θεωρηθεί ίσο με το 3α .

3. Η ειδική θερμική χωρητικότητα, για όλες τις πρακτικές εφαρμογές, είναι ίση με την τιμή της ποσότητας της θερμότητας που χρειάζεται η μονάδα μάζας του υλικού για να ανεβάσει την θερμοκρασία της κατά 1 δηλαδή:

$$C = \frac{Q}{m \Delta t}$$

Όπου: C = ειδική θερμική χωρητικότητα, $\text{cal}/\text{gm}^\circ\text{C}$

Q = ποσότητα της θερμότητας, cal

m = μάζα υλικού, gr .

Στην πραγματικότητα η ειδική θερμική χωρητικότητα δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Από την πλευρά του μηχανικού, όμως, και για ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας θεωρείται συχνά σαν σταθερή.

4. Σαν θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού ονομάζουμε την ικανότητα του να μεταδίδει τη θερμότητα. Στην στερεή κατάσταση ο ρυθμός της μεταβίβασης θερμότητας είναι ανάλογος με την έκταση και τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των επιφανειών των πλακών και αντιστρόφως ανάλογος με το πάχος. Αυτή η θερμική μεταβίβαση δίνεται συνήθως από τον τύπο:

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{Kdt}{dx} dydz$$

όπου: K = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ή απλώς θερμική αγωγιμότητα

$$\frac{dQ}{dt} = \text{ρυθμός μεταβίβασης θερμότητας}$$

$$\frac{dt}{dx} = \text{παράγωγος της θερμοκρασίας}$$

$dydz$ = έκταση

Πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμική αγωγιμότητα εκφράζεται και με πολλές άλλες μονάδες, η προηγούμενη όμως εκδοχή είναι συνηθισμένη στις εφαρμογές των μηχανικών.

Έρευνες για τους συντελεστές γραμμικής και κυβικής διαστολής των ασφατικών σκυροδεμάτων έχουν γίνει από τους Hooks και Goetz. Αυτοί κατέληξαν, με βάση γραμμικές και ογκομετρικές μετρήσεις, ότι αυξημένο ποσοστό ασφάλτου έχει σαν αποτέλεσμα αύξηση και του γραμμικού και του κυβικού συντελεστή διαστολής.

Μεταξύ ασφαλτομιγμάτων που περιείχαν άσφαλο 60-70 και άσφαλο 85-100 δεν παρατηρήθηκε μεγάλη διαφορά. Επιπρόσθετα, τα μίγματα που περιείχαν ασβεστόλιθο και εκείνα που περιείχαν χαλίκι έδωσαν περίπου τις ίδιες τιμές γεγονός που εξηγείται με τη σχετικά μεγάλη συμβολή της ασφάλτου στους συντελεστές διαστολής.

Παρ' όλο που υπάρχουν πολύ λίγα δεδομένα για την ειδική θερμική χωρητικότητα των ασφαλτομιγμάτων, ο Abraham πρότεινε την παρακάτω σχέση για την περίπτωση που είναι γνωστές οι τιμές για την άσφαλο και τα αδρανή:

$$C_{mix} = 0,01((100-X) C_{amph} + X C_{aggr}) \text{ όπου:}$$

C_{mix} = ειδική θερμοχωρητικότητα του μίγματος

C_{amph} = ειδική θερμοχωρητικότητα της ασφάλτου

C_{aggr} = ειδική θερμοχωρητικότητα των αδρανών

X = ποσοστό κατά βάρος των αδρανών

Όσο για την θερμική αγωγιμότητα του ασφαλτομίγματος δεν έχει εκφραστεί ακόμα πολύ καλά. Ο Saal έχει προτείνει ότι χοντρικά μπορεί να υπολογίζεται από τη σχέση:

$\text{Logmix} = X \log K_{\text{asph}} + (1-X) \log K_{\text{agg}}$ όπου:

K_{mix} = θερμοαγωγιμότητα του μίγματος

K_{asph} = θερμοαγωγιμότητα της ασφάλτου

K_{agg} = θερμοαγωγιμότητα των αδρανών

X = κλασματική αναλογία κατ' όγκο της ασφάλτου

Φαίνεται όμως, ότι η τιμή που δίνεται από την παραπάνω εξίσωση εξαρτάται κατά κάποιο τρόπο από το ποσοστό των κενών του μίγματος, καθώς και ότι η τιμή της θερμοχωρητικότητας του μίγματος που παίρνουμε απ' την προηγούμενη εξίσωση είναι εφαρμόσιμη σε καλοσυμπυκνωμένα (με λιγότερα κενά) μίγματα.

Η εξίσωση θερμοαγωγιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως έδειξαν οι Barber και Monismith, για τον υπολογισμό της κατανομής της θερμοκρασίας στο οδόστρωμα. Αυτή με τη σειρά της επιτρέπει τον υπολογισμό των θερμικών καταπονήσεων (σε συνδυασμό βέβαια με τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του ασφαλτομίγματος).

Ο Saal χρησιμοποίησε την έννοια της δυσκαμψίας για να τονίσει τη σχέση που έχει συγκεκριμένος τύπος ασφάλτου στη μείωση των θερμικών εντάσεων.

$$S_{\text{max}} = \frac{\sigma_f}{\alpha \cdot \varepsilon}$$

όπου: S_{max} = η μέγιστη δυσκαμψία που εμποδίζει τη θραύση λόγω θερμικής εντάσεως, σε χαμηλές θερμοκρασίες.

σ_f = η τάση θραύσεως του ασφαλτομίγματος

E = οριακή παραμόρφωση

A = συντελεστής που εξαρτάται από την κατάσταση της φόρτισης

Η οριακή παραμόρφωση υπολογίζεται από τη σχέση $\varepsilon = A \delta T$

Για δυσδιάστατη φόρτιση και υλικό με $\nu = 0,5$

Όταν $\sigma_1 = \sigma_2$ ($\sigma_3 = 0$), $\alpha = 2$, ($\sigma_3 = 0$) $\sigma_1 = 2\sigma_2$, $\alpha = 4/3$

Παρ' όλο που οι Saal και Monismith σημειώνουν ότι η μέθοδος τους για τον υπολογισμό της φόρτισης μπορεί να δώσει αποτελέσματα πιθανώς μεγαλύτερων τιμών απ'αυτές που θα εμφανιστούν σε ένα χρησιμοποιούμενο οδόστρωμα, (κι αυτό γιατί υποθέτουν ότι η πλάκα κυκλοφορίας εκτείνεται στο άπειρο και κατά τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις) υποστηρίζουν ότι όταν η θερμοκρασία του μίγματος πέσει κάτω από 0°F μπορούν να εμφανιστούν θερμοκρασιακές εντάσεις ικανές να προξενήσουν θραύση του μίγματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ

Η παρασκευή του ασφαλτικού σκυροδέματος γίνεται πάντα σε μόνιμη εγκατάσταση.

Τα κυριότερα στοιχεία μιας μόνιμης εγκατάστασης είναι:

1. Η αποθήκευση του ψυχρού αδρανούς.
2. Η τροφοδότηση, με ψυχρό αδρανές, του ξηραντήρα.
3. Το σύστημα για το κοσκίνισμα, για την αποθήκευση και για το ζύγισμα του θερμού υλικού (μετά την έξοδο από τον ξηραντήρα, το αδρανές με την βοήθεια κοσκίνων διαχωρίζεται από άποψη μεγέθους κόκκων και αποθηκεύεται σε διάφορα σιλό.

Από τα σιλό, με κατάλληλες διατάξεις, φέρεται τελικά στον αναμικτήρα με ταυτόχρονη ζύγιση των διαφόρων ποσοστών, ώστε να επιτευχθεί η κοκκομετρική σύνθεση που θέλουμε).]

4. Η τροφοδότηση με το απαιτούμενο ποσοστό θερμής ασφάλτου.
5. Η ανάμιξη της θερμής ασφάλτου με τα αδρανή.
6. Η μεταφορά του έτοιμου ασφαλτικού σκυροδέματος, στο σιλό φορτώσεως.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΤΟΥ ΨΥΧΡΟΥ ΑΔΡΑΝΟΥΣ

Παρόλο, που ο τελικός αναλογισμός των ποσοτήτων σε κλάσματα γίνεται λίγο πριν της οδηγήσεως τους στον αναμικτήρα, μετά την ξήρανσή τους, δεν πρέπει η αποθήκευση των ψυχρών υλικών να επιτρέπει να γίνει χωρίς προηγούμενο διαχωρισμό σε κλάσματα, δηλαδή όπως παράγεται από ένα θραυστήρα, εκτός από την

περίπτωση, που ο θραυστήρας δίνει υλικό κοκκομετρικής συνθέσεως ακριβώς της απαιτούμενης από την μελέτη του μίγματος.

ΞΗΡΑΝΤΗΡΑΣ

Ο ξηραντήρας έχει σαν σκοπό να βοηθήσει στην αποβολή της περιεχόμενης υγρασίας των αδρανών και να υψώσει την θερμοκρασία στο προβλεπόμενο ύψος για την επίτευξη της τέλει επικάλυψης των κόκκων με ασφαλτικό συνδετικό.

Ο ξηραντήρας είναι ένας κεκλιμένος επιμήκης περιστρεφόμενος κύλινδρος με μεγάλη διάμετρο, που μετακινεί το ψυχρό αδρανές από την μια άκρη στην άλλη με άμεση προσβολή φλόγας ισχυρού καυστήρα, που βρίσκεται στην έξοδο του υλικού (θερμού πλέον).

Τα αδρανή στην έξοδο του ξηραντήρα δεν είναι τελείως ξηρά. Υγρασία μέχρι 0,5% μπορεί να υπάρχει στην έξοδο του ξηραντήρα. Τα χονδροκόκκα αδρανή στην έξοδο του ξηραντήρα έχουν 3-4 φορές περισσότερη υγρασία από λεπτόκοκκα, αλλά εξακολουθούν να χάνουν υγρασία κατά την διαδικασία του κοσκινίσματος και της αποθηκείσεως στο σιλό του θερμού υλικού, ώστε κατά την στιγμή της αναμίξεως να εμφανίζουν περίπου την ίδια υγρασία.

Επίσης και κατά την διάρκεια της αναμίξεως παρουσιάζεται απώλεια υγρασίας.

Από άποψη θερμοκρασίας των αδρανών, η θερμοκρασία της άμμου είναι κατά κανόνα ψηλότερη από την θερμοκρασία των χονδροκόκκων αδρανών τόσο στην έξοδο του ξηραντήρα, όσο και στην έξοδο των σιλό του θερμού υλικού.

Ο χρόνος, που παραμένει στον ξηραντήρα με δεδομένες διαστάσεις αδρανές υλικό, μειώνεται όσο:

1. Αυξάνεται η κλίση του ξηραντήρα.
2. Αυξάνονται οι στροφές του.
3. Αυξάνεται η διάμετρος του.

4. Αυξάνεται η τροφοδότηση.

Ο χρόνος αυξάνεται όσο:

1. Αυξάνεται το μήκος του ξηραντήρα.
2. Αυξάνεται η ταχύτητα των αερίων της καπνοδόχου.
3. Μειώνεται ο κόκκος του αδρανούς.

ΑΝΑΜΙΞΗ

Η ανάμιξη του ασφαλτομίγματος γίνεται μέσα σε ειδικούς αναμικτήρες με δίδυμους άξονες.

Πριν της διαχύσεως της ασφάλτου προβλέπεται περιορισμένος χρόνος αναμίξεως 'εν ξηρώ' (15 δευτερόλεπτα σύμφωνα με την ΠΤΠ Α265).

Η υπερβολική ξηρή ανάμιξη είναι επιβλαβής, διότι χάνεται χρόνος και αποδιαβαθμίζεται το μίγμα των αδρανών (ο αναμικτήρας ενεργεί σαν μηχανή LOS ANGELES).

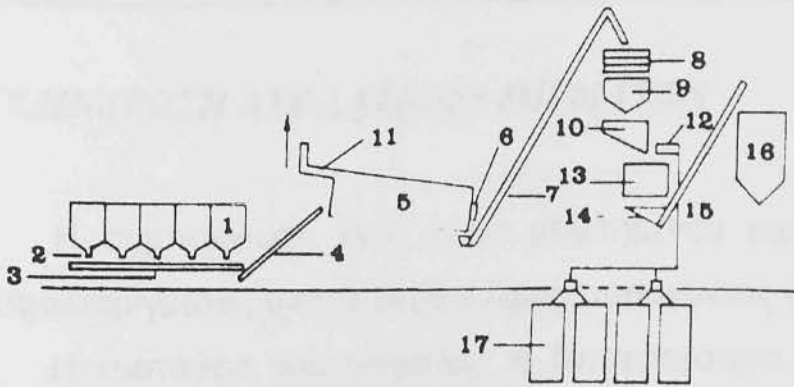
Φαίνεται πως ο κύριος σκοπός της ξηρής αναμίξεως είναι να θερμανθεί το ψυχρό φίλλερ, που προστίθεται.

Σημαντικός παράγοντας της αναμίξεως είναι η θερμοκρασία της ασφάλτου και των αδρανών.

Σύμφωνα με την Π.Τ.Π Α265 πρέπει να ακολουθούνται οι θερμοκρασίες του πιν. 12.

ΤΥΠΟΣ ΑΣΦΑΛΤΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	
	ΑΔΡΑΝΗ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ
50/60	150-180	165
60/70	140-170	160
80/100	135-163	155
120/150	130-160	150
180/220	125-155	145

ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ



1. Σιλό αδρανών.
2. Ροή αδρανών.
3. Μεταφορική ταινία.
4. Μεταφορική ταινία.
5. Ξηραντήρας.
6. Καυστήρας.
7. Αναβατόριο θερμού υλικού.
8. Κόσκινα.
9. Σιλό θερμού υλικού.
10. Ζυγιστήριο.
11. Απαγωγός φύλλερ.
12. Ψεκασμός φύλλερ.
13. Αναμικτήρας.
14. Αναβατόριο ασφαλτομίγματος.
15. Αναβατόριο ασφαλτομίγματος.
16. Σιλό ασφαλτομίγματος.
17. Δεξαμενές ασφάλτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ

Η συμπύκνωση ενός καλά μελετημένου και παρασκευασμένου ασφαλτομίγματος είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας για την επιτυχία του.

Η ευστάθεια του μίγματος, η διαπερατότητα και η αντοχή στον εφελκυσμό, που είναι και το κυριότερο στοιχείο για τον υπολογισμό του πάχους των οδοστρωμάτων, η ομαλή επιφάνεια και η αντοχή σε κόπωση, βρίσκονται σε άμεση σχέση με την συμπύκνωση του, δηλαδή με τα περιεχόμενα κενά σέρα.

Αμέσως μετά την κυλίνδρωση του ασφαλτομίγματος, γινόταν λήψη συμπυκνωμένων δειγμάτων και στην συνέχεια υπολογιζόταν η περιεκτικότητα των κενών αέρα και για την εκχειλιζόμενη άσφαλτο, η διεισδυτικότητα σε 25° C.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε και μετά από 4 χρόνια λειτουργίας των τμημάτων και τα αποτελέσματα παραστάθηκαν στο σχ. 59, όπου η τεταγμένη απεικονίζει το εκατοστιαίο ποσοστό της διεισδυτικότητας μετά από 4 χρόνια, προς την διεισδυτικότητα, που διατυπώθηκε αμέσως μετά την κυλίνδρωση.

Από το σχ. 59 φαίνεται ότι, το ασφαλικό συνδετικό σκληρυνόταν πολύ γρήγορα και έφθανε μέχρι 30-40% μόνο της διεισδυτικότητας σε 25° C, που εμφάνιζε αμέσως μετά την κυλίνδρωση εμφάνιζε κενά αέρα 12-14%.

Αντίθετα, για κενά μέχρι 6% παρέμενε ακόμα το 70-80% της αρχικής διεισδυτικότητας.

Από έρευνες εξακριβώθηκε ότι, όταν η διεισδυτικότητα κατέβει στο 20-30 % πρέπει να αναμένεται αστοχία του οδοστρώματος.

Αν η καμπύλη του σχ. 59 προεκταθεί μέχρι το 100%, τότε έχουμε κενά αέρα 3%, που είναι και το κατώτερο όριο για την μελέτη μιγμάτων πυκνής συνθέσεως.

Ο έλεγχος της συμπακνώσεως σε ένα ασφαλτόμιγμα, που κυλινδρώθηκε, γίνεται συνήθως με σύγκριση της πυκνότητας, που επιτεύχθηκε, προς την Εργαστηριακή πυκνότητα (95%).

Ο αριθμός των κτύπων, κατά την δοκιμή Marshall, αποτελεί δεδομένο της προδιαγραφής κατασκευής και υποτίθεται ότι με αυτή επιτυγχάνεται η αναμενόμενη από την κυκλοφορία τελική συμπύκνωση.

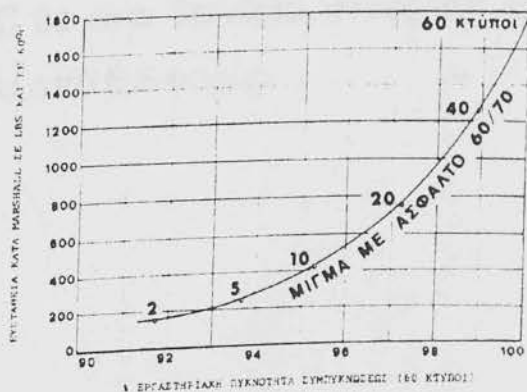
Η πυκνότητα, που επιτυγχάνεται στο δοκίμιο Marshall 75 κτύπους χειροκίνητου κόπανου, είναι ισοδύναμη με την πυκνότητα, που επιτυγχάνεται με 60 κτύπους μηχανοκίνητου κόπανου.

Στο σχήμα 60 δίνεται η ευστάθεια κατά MARSHALL ως προς τα διάφορα ποσοστά της Εργαστηριακής πυκνότητας συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος.

Δοκιμές του A.A.S.H.O έδειξαν ότι, μια ίντσα αμμοχάλικου με 5% άσφαλο 85/100 και συμπυκνωμένη στο 96% της μέγιστης Εργαστηριακής πυκνότητας (60 κτύποι για την μέγιστη πυκνότητα), είναι ισοδύναμη με 3'' θραυστού υλικού πολύ καλής ποιότητας και με 4'' υποβάσεως αμμοχάλικου.

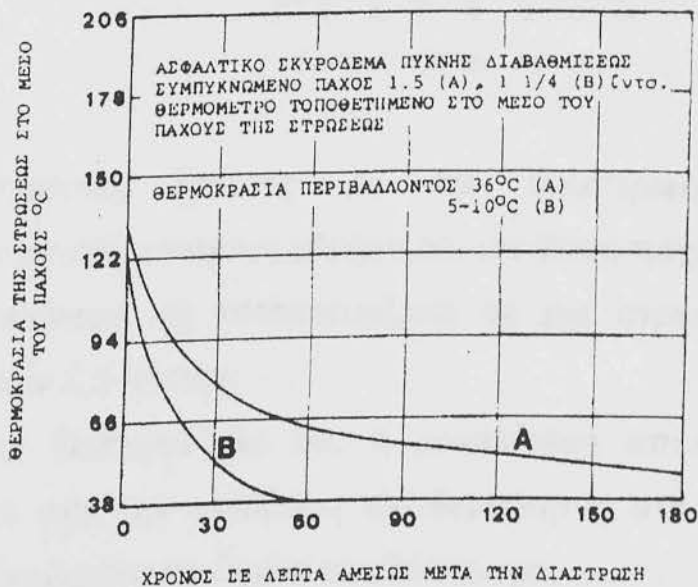
Τα ασφαλτομίγματα θερμής αναμίξεως, εμφανίζουν θερμοκρασία 165° C όταν εγκαταλείπουν την εγκατάσταση παραγωγή τους.

Είναι γνωστό ότι, η συμπύκνωση ενός ασφαλτομίγματος πρέπει να γίνεται με όσο το δυνατόν περισσότερη μεγάλη θερμοκρασία.



Όταν το μίγμα εγκαταλείπει τον διαστρωτή, η θερμοκρασία του είναι συνήθως 135°C .

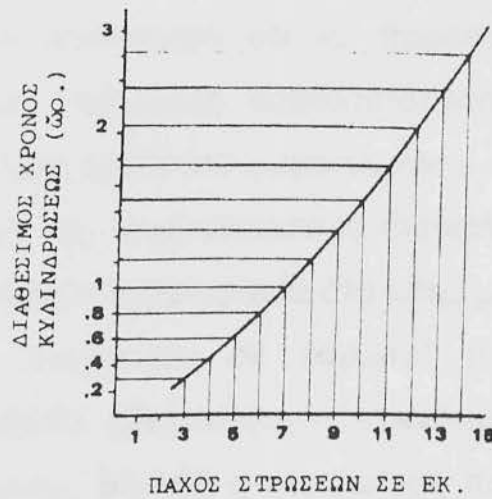
Στο σχήμα 61 δίνεται ο ρυθμός ψύξεως δύο μιγμάτων του ίδιου περίπου πάχους 32 χλστ. και 38 χλστ. αντίστοιχα, που διαστρώθηκαν, το μεν πρώτο με θερμό καιρό και το δεύτερο με ψυχρό καιρό.



Στο σχήμα 62 φαίνεται ο χρόνος, που διατίθεται, για την κυλίνδρωση σε διάφορα πάχη οδοστρώματος.

Στο σχήμα 63 δίνεται η επιρροή της θερμοκρασίας κατά την συμπύκνωση επί των ποσοστών των κενών.

Έτσι, αν θεωρήσουμε σαν 100 τα κενά στους 135°C , τότε τα κενά αυτού του μίγματος με τις ίδιες συνθήκες συμπυκνώσεως αλλά στην θερμοκρασία 80°C θα είναι 3πλάσια, στους 60°C 4πλάσια και στους 52°C περισσότερα από 6,5 φορές.

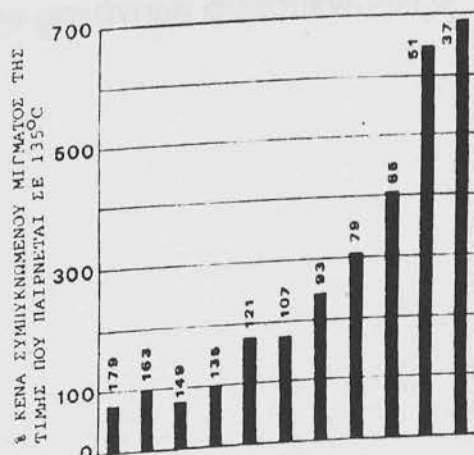


Συστηματικές έρευνες για την συμπεριφορά ασφαλτικών στρώσεων μεγάλου πάχους έδειξαν ότι, μία βάση πάχους π.χ. 5 ιντσών είναι προτιμότερο να κατασκευάζεται σε μια στρώση αντί σε δύο στρώσεις των 2,5 ιντσών.

Επίσης διαπιστώθηκε ότι, η μεγαλύτερη απώλεια θερμότητας προκαλείται από την μετάδοση της θερμότητας στο χωματουργικό ή στην κατασκευή που θα δεχθεί το οδόστρωμα.

Η επαφή με το χωματουργικό είναι το ψυχρότερο σημείο του ασφαλτοτάπητα και το αμέσως ψυχρότερο σημείο είναι η επιφάνεια.

Το μεσαίο του τάπητα παραμένει σε ψηλή θερμοκρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα και είναι ο λόγος, που η στρώση πάχους 5 ιντσών εμφάνισε μεγαλύτερη κατά 1% πυκνότητα από στρώση 2,5 ιντσών και στρώση πάχους 7,5 ιντσών κατά 2% μεγαλύτερη.



Για επιπλέον διαπίστωση ότι τα παραπάνω οφείλονται στην θερμοκρασία, έγινε διάστρωση ασφαλτοτάπητα πάνω σε μονωτικά φύλλα, που είχαν διαστρωθεί στο χωματουργικό.

Μετά το τέλος της συμπυκνώσεως διαπιστώθηκε ότι, το μίγμα εμφάνιζε την μεγαλύτερη θερμοκρασία στο κάτω μέρος της στρώσεως.

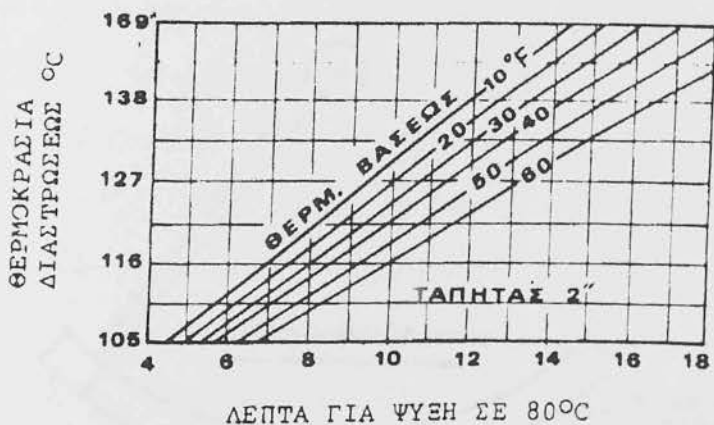
Έλεγχος της πυκνότητας σε 'καρώτα', που κόπηκαν από το τελειωμένο οδόστρωμα, έδειξαν ότι, η πυκνότητα έβαινε παράλληλα προς την θερμοκρασία, δηλαδή η μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανιζόταν στον πυθμένα της ενιαίας στρώσεως, όπου και η μεγαλύτερη θερμοκρασία.

Τα σύγχρονα μέσα κυλινδρώσεως επιτρέπουν να κυλινδρωθούν στρώσεις μέχρι και 45 εκ. πάχους, τουλάχιστον, με την ίδια επιτυχία που συμπυκνώθηκαν οι τάπητες 5 και 6 εκ. και ασφαλώς με πολύ μεγαλύτερη από τους τάπητες 3 και 4 εκ.

Στο σχήμα 64 δίνεται ο χρόνος σε λεπτά, που χρειάζεται, για κάθε θερμοκρασία διαστρώσεως, για να ψυχθεί το μίγμα σε 80° C για διάφορες θερμοκρασίες της βάσεως, όπου πάνω της γίνεται διάστρωση ασφαλτοτάπητα πάχους 5 εκ.

Στο σχήμα 65 δίνεται η απαιτούμενη αρχική θερμοκρασία διαστρώσεως, που χρειάζεται για διάφορες θερμοκρασίες βάσεως, και πάχος τάπητα για να ψυχθεί σε 15 λεπτά σε 80° C.

Άλλοι παράγοντες σημαντικοί για την συμπύκνωση είναι η σύνθεση του μίγματος και το μηχάνημα συμπυκνώσεως.



Σχ. 64

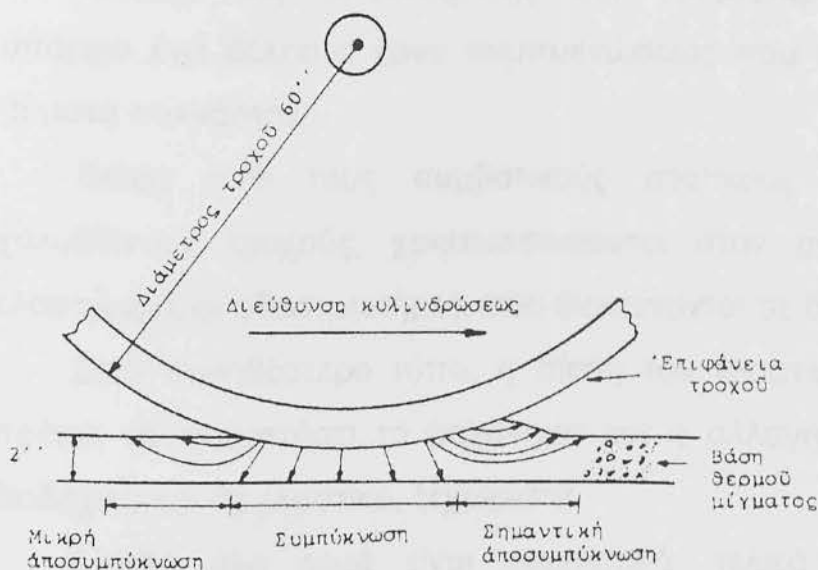


Σχ. 65

Όταν ένας οδοστρωτήρας εξασκεί μεγάλες πιέσεις σε ένα ασφαλτόμιγμα, τότε μπροστά και πίσω του οδοστρωτήρα προκαλούνται παραμορφώσεις από διάτμηση, που προκαλούν διαστολή του μίγματος, με αποτέλεσμα την αποσυμπύκνωσή του.

Η αποκατάσταση της συμπυκνώσεως γίνεται μόνο όταν στην αποσυμπυκνούμενη στρώση εφαρμοσθεί ξανά θλίψη.

Το σχήμα 66 δίνει τις δυναμικές συνθήκες που παρουσιάζονται κατά την διέλευση οδοστρωτήρα.



Από το σχήμα 66 φαίνεται ότι, η μεγαλύτερη αποσυμπύκνωση γίνεται μπροστά από τον οδοστρωτήρα και η αποσυμπυκνούμενη ζώνη κινείται σαν ένα κύμα μπροστά από τον οδοστρωτήρα.

Μετά από μερικές διελεύσεις του οδοστρωτήρα, επιτυγχάνεται μια εξισορρόπηση μεταξύ της συμπυκνώσεως και της αποσυμπυκνώσεως.

Αυτή η κατάσταση για την ισορροπία, εξαρτάται από την ικανότητα αναλήψεως φορτίου του μίγματος και από τα χαρακτηριστικά του οδοστρωτήρα (βάρος και διάμετρος τροχού).

Τα μίγματα κατά την κυλίνδρωση μπορούν να καταταγούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Στα υποτεταμένα μίγματα.
2. Στα υπερτεταμένα μίγματα.

Σαν υποτεταμένα μίγματα θεωρούνται αυτά, όπου μια αύξηση στο έργο συμπυκνώσεως τους έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας.

Σαν υπερτεταμένα μίγματα θεωρούνται αυτά, όπου μία πρόσθετη κυλίνδρωση τους προκαλεί πτώση στο βαθμό συμπυκνώσεως του μίγματος.

Μεταξύ της υποτεταμένης και υπερτεταμένης καταστάσεως υπάρχει ένα βέλτιστο έργο συμπυκνώσεως που δίνει στο μίγμα την μέγιστη πυκνότητα.

Εκτός από τους συμβατικούς στατικούς οδοστρωτήρες με χαλύβδινους τροχούς, χρησιμοποιούνται στην συμπύκνωση και οι ελαστικοφόροι οδοστρωτήρες, που διακρίνονται σε δύο τύπους.

Στον συνηθέστερο τύπο, η πίεση του ελαστικού για να αλλάξει πρέπει να σταματήσει το μηχάνημα και η αλλαγή πιέσεως να γίνει, διαδοχικά και σε ελαστικό, ξεχωριστά.

Επειδή όλα αυτά είναι ενοχλητικά, τελικά ο ελαστικοφόρος εργάζεται με σταθερή πίεση ελαστικού 50-60 LBS/τ. ίντσα ή περισσότερο, όσο θεωρείται σαν κατάλληλος μέσος όρος για το συμπυκνούμενο υλικό.

Ο άλλος τύπος, είναι εφοδιασμένος με ένα μικρό αεροσυμπιεστή και ο χειριστής είναι δυνατόν να αλλάξει την πίεση των ελαστικών ταχύτατα, με την κίνηση ενός μοχλού, από 25 ως 125 LBS/τ. ίντσα και να την παρακολουθεί με ένα μανόμετρο.

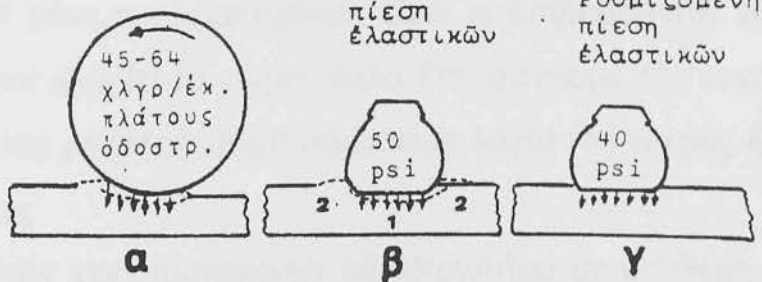
Η ευχέρεια αυτής της αλλαγής πιέσεως έχει μεγάλη σημασία για την συμπύκνωση των ασφαλικών οδοστρωμάτων, διότι είναι δυνατόν να ρυθμίζουμε την πίεση συμπυκνώσεως κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το κύμα αποσυμπυκνώσεως να μειωθεί στο ελάχιστο.

Παρακάτω δίνονται σε σχήματα οι τρεις φάσεις της κυλινδρώσεως, που είναι η αρχική κυλίνδρωση αμέσως μετά την διάστρωση, η ενδιάμεση κυλίνδρωση και η τελική κυλίνδρωση (διαμόρφωση), με τρεις τύπους οδοστρωτήρα.

Το σχήμα 67 παρουσιάζει την αρχική κυλίνδρωση ασφαλτομίγματος σχετικής ευστάθειας με στατικό οδοστρωτήρα με χαλύβδινους τροχούς.

Το βάρος του οδοστρωτήρα των 45-64 χλγρ/τ. εκ. είναι το συνιστώμενο από το ινστιτούτο ασφάλτου.

Όδοστρωτήρας
μέ χαλύβδινους
τροχούς



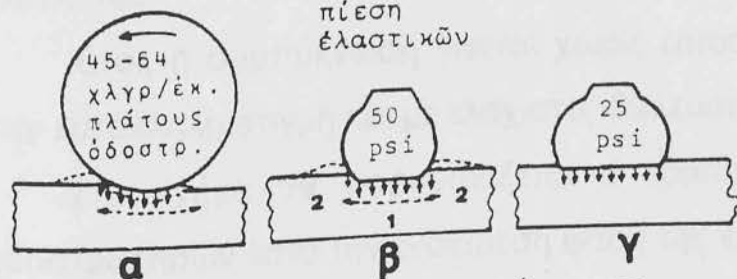
ΑΡΧΙΚΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ ΣΕ ΣΚΛΗΡΑ ΜΙΓΜΑΤΑ

Ο οδοστρωτήρας θα βυθιστεί μέσα στο μίγμα, μέχρις ότου το βάρος του τροχού εξισωθεί με το γινόμενο της επιφάνειας επαφής του επί την αντοχή του μίγματος.

Αν το θερμό μίγμα έχει αρκετή ευστάθεια, ο τροχός δεν θα βυθιστεί πολύ το μίγμα και δεν θα προκύψει έντονο κύμα αποσυμπυκνώσεως μπροστά από τον τροχό.

Αν όμως το μίγμα δεν έχει αρκετή ευστάθεια (σχ. 68 α) ο οδοστρωτήρας βυθίζεται μέσα στο μίγμα και το κύμα αποσυμπυκνώσεως είναι έντονο, το μίγμα δεν συμπυκνώνεται και ο επικεφαλής του έργου σταματά τον οδοστρωτήρα στο έρεισμα μέχρι να ψυχθεί το μίγμα σε τέτοιο βαθμό, ώστε η ευστάθειά του να ανέχεται το φορτίο του οδοστρωτήρα.

Όδοστρωτήρας
μέ χαλύβδινους
τροχούς



ΚΑΚΗ ΚΑΙ ΚΑΛΗ ΑΡΧΙΚΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ
ΣΕ ΜΑΛΑΚΑ ΜΙΓΜΑΤΑ

Το μίγμα βεβαίως ανέχεται τότε πλέον τον οδοστρωτήρα, αλλά η ποιότητα της εργασίας δεν είναι ανεκτή.

Ο συνδυασμός φορτίου τροχού και ευστάθειας θερμού μίγματος είναι θέμα τελείως συμπτωματικό.

Η μόνιμη αντιμετώπιση είναι η επιβράδυνση της κυλινδρώσεως μέχρι να ψυχθεί το μίγμα, αλλά έτσι χάνουμε την ευκαιρία της εύκολης επιτυχίας μεγάλης συμπυκνώσεως λόγω της μικρής θερμοκρασίας του μίγματος.

Όταν χρησιμοποιούμε οδοστρωτήρα με σταθερή πίεση ελαστικών (σχ. 67β και 68β) τότε μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει το ίδιο όπως και προηγούμενα.

Γύρω από τα ελαστικά (ζώνη 2) εμφανίζονται κύματα αποσυμπυκνώσεως, ενώ μόνο η ζώνη 1 συμπυκνώνεται.

Οι πίσω τροχοί του μηχανήματος αντιστοιχούν στα κενά των μπροστά τροχών και επομένως θα συμπιέσουν κατά την διέλευση τους τις ζώνες 2 και θα τις ωθήσουν στην ζώνη 1 από όπου προήλθαν.

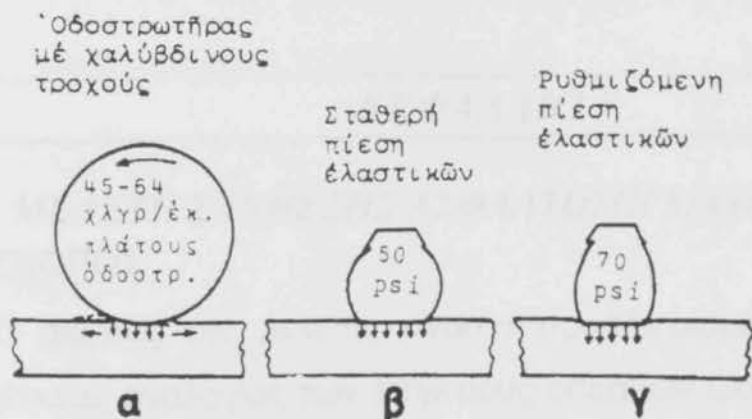
Η ζώνη όμως 1, έχει ήδη συμπυκνωθεί και επομένως δύσκολα θα μπορέσει το υλικό της ζώνης 2 να έλθει στην ζώνη 1.

Άρα, θα μείνουν στην επιφάνεια ίχνη τροχών και θα χρειασθούν πολλές διελεύσεις για να βελτιώσουν την κατάσταση.

Όταν χρησιμοποιούμε ελαστικοφόρο με μεταβλητή πίεση (σχ.67 γ και 68γ) ο χειριστής προσαρμόζει γρήγορα την πίεση του ελαστικού σε 40 LBS/τ. ίντσα στο μίγμα, που έχει ευστάθεια και 25 LBS/τ. ίντσα στο μίγμα, που δεν έχει ευστάθεια παρακολουθώντας τον τροχό αν βυθίζεται.

Έτσι, η συμπύκνωση γίνεται χωρίς αποσυμπυκνώσεις, ίχνη κτλ., την κατάλληλη στιγμή και με ελάχιστες διελεύσεις.

Στο σχήμα 69 παρουσιάζεται ο τρόπος ενέργειας των τριών οδοστρωτήρων κατά την ενδιάμεση φάση της κυλινδρώσεως.



ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ

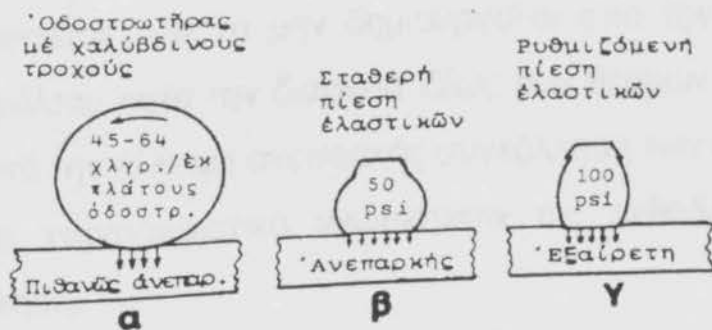
Με χαλύβδινους τροχούς η ενδιάμεση κυλίνδρωση είναι δυνατόν να ακολουθήσει αμέσως μετά την αρχική κυλίνδρωση, μόνο αν το φορτίο του οδοστρωτήρα είναι τέτοιο, ώστε να μην προκαλούνται πλευρικές μετατοπίσεις ή ρηγματώσεις.

Με τους οδοστρωτήρες σταθερής πίεσεως ελαστικών, αν η πίεση των 50 LBS/ τ. ίντσα είναι η κατάλληλη, ώστε να μην προκληθούν πλευρικές μετατοπίσεις, τότε καλώς.

Όταν όμως χρησιμοποιούμε οδοστρωτήρα με μεταβλητή πίεση, ο χειριστής θα ανεβάσει την πίεση εκεί, όπου δεν του εμφανίζονται πλευρικές μετατοπίσεις και θα εκτελέσει μια άριστη ενδιάμεση συμπύκνωση, όπως έκανε και την αρχική.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν και για την τελική συμπύκνωση.

Στο σχήμα 70 φαίνεται ότι, μόνο με ρυθμιζόμενη πίεση ελαστικών είναι δυνατόν να ανταποκριθούμε στις απαιτήσεις της τέλει συμπυκνώσεως.



ΤΕΛΙΚΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της μελέτης είναι ο προσδιορισμός της κατάλληλης ποσοστιαίας αναλογίας των επιμέρους αδρανών υλικών ώστε το μίγμα των αδρανών που παίρνεται να είναι ομαλά διαβαθμισμένο και η κοκκομετρική του γραμμή να βρίσκεται μεταξύ των ορίων της εφαρμοζόμενης Π.Τ.Π..

Για τη σωστή εκπόνηση της μελέτης σύνθεσης πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ευστάθεια του ασφαλτομίγματος:

- να χρησιμοποιούνται αδρανή μέγιστης δυνατής διάστασης κόκκου σε σχέση με το πάχος της στρώσης του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος. Πρέπει το πάχος της στρώσης να είναι 1.5-2.5 φορές η διάσταση του μέγιστου κόκκου.
- Να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό χονδρόκοκκου αδρανούς υλικού, διότι ο λίθινος σκελετός προσδίδει την αντοχή και όχι το ποσοστό της ασφάλτου.
- Να χρησιμοποιείται σωστό ποσοστό παιπάλης (filler) ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία πλαστικότητας στο ασφαλτόμιγμα σε συνδυασμό με την άσφαλτο.
- Να χρησιμοποιείται κατάλληλο ποσοστό ασφαλικού συνδετικού, (άσφαλτος) για να μην δημιουργείται από την περίσσεια ανάδυση ασφάλτου κατά την διάρκεια ιδίως των θερμών χρονικών περιόδων, ή από την έλλειψη ανεπαρκής συγκόλληση των κόκκων.

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της μεθόδου Marshall είναι η διερεύνηση:

Της σχέσης της πυκνότητας του ασφαλτομίγματος ως προς τα κενά αυτού.

Της σχέσης της ευστάθειας ως προς την παραμόρφωση του συμπυκνωθέντος ασφαλτομίγματος.

5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της ανάλυσης του ασφαλτομίγματος είναι ο προσδιορισμός του ποσοστού ασφάλτου που περιέχεται στο ασφαλτόμιγμα, και εκφράζεται επί τοις % κατά βάρος ασφαλτομίγματος ή αδρανών, και η γραφική παράσταση της κοκκομετρικής γραμμής του μίγματος των αδρανών υλικών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του ασφαλτομίγματος.

ΒΗΜΑΤΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ

Η εκτέλεση ανάλυσης ασφαλτομίγματος απαιτεί συνολική χρονική διάρκεια 1 ημέρας.

Βήμα 1° : Θερμαίνεται το δείγμα του ασφαλτομίγματος σε θερμοκρασία 110-130° C για χρονική διάρκεια 2 ώρες περίπου ώστε να μπορεί να γίνει τετραμερισμός αυτού, η χρονική διάρκεια θέρμανσης είναι ανάλογη με την ποσότητα του μίγματος που αποτελεί το δείγμα. (17,21)

Βήμα 2° : Γίνεται κατάλληλος τετραμερισμός του ασφαλτομίγματος ώστε η ποσότητα που θα προκύψει από τον τετραμερισμό να είναι 1000-1500gr..

Η ποσότητα αυτή του ασφαλτομίγματος ζυγίζεται και εισάγεται στην συσκευή εκχείλισης για την απομάκρυνση της ασφάλτου και τον προσδιορισμό του βάρους αυτής. Η εκχείλιση γίνεται με διαλύτη τριχλωροαιθάνιο και σε ποσότητα τόση ώστε να καλύπτεται το μίγμα μέσα στην συσκευή εκχείλισης.(σχ.11)

Βήμα 3^ο : Αφήνεται το μίγμα μέσα στην συσκευή για χρονική διάρκεια 10-15 min.. Κατόπιν τίθεται σε περιστροφική κίνηση, φυγοκέντρωση, η συσκευή εκχείλησης μέχρι να απομακρυνθεί πλήρως ο διαλύτης. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται 2-3 φορές μέχρι να διαπιστωθεί η καθαρότητα του εξερχόμενου διαλύτη από την συσκευή εκχείλησης.

Βήμα 4^ο : Μετά το τέλος της εκχείλησης παίρνεται το μίγμα των αδρανών υλικών το οποίο προέρχεται από το δείγμα του ασφαλτομίγματος ξηραίνεται καλά ζυγίζεται και σημειώνεται το βάρος του. Η διαφορά βάρους ασφαλτομίγματος και καθαρού αδρανούς υλικού δίνει το βάρος της ασφάλτου που περιείχε το ασφαλτόμιγμα, το βάρος της ασφάλτου ανάγεται σε % ποσοστό ασφάλτου στο βάρος μίγματος αδρανών υλικών.

Βήμα 5^ο : Κατόπιν το μίγμα των αδρανών υλικών πλένεται καλά για την απομάκρυνση της παιπάλης (filler) ώστε να γίνει ο προσδιορισμός αυτής με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Μετά το πλύσιμο το αδρανές υλικό ξηραίνεται πολύ καλά, μετά την ξήρανση αφήνεται να αποκτήσει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ζυγίζεται και σημειώνεται το βάρος του.

Κατόπιν γίνεται κοκκομετρική ανάλυση του μίγματος των αδρανών υλικών που ελήφθη από την εκχείληση και προσδιορίζεται η % αναλογία του διερχόμενου ανά κλάσμα ποσοστού. Αυτά κατόπιν συγκρίνονται και ελέγχονται για να διαπιστωθεί κατά πόσον η διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών ανταποκρίνεται στην εφαρμοζόμενη Π.Τ.Π.

Βήμα 6^ο: Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης του μίγματος των αδρανών και ο προσδιορισμός του ποσοστού ασφάλτου γράφονται σε ειδικό έντυπο, "Δελτίο Κοκκομετρικής Ανάλυσης Με Κόσκινα". Σχεδιάζεται η κοκκομετρική γραμμή του μίγματος των αδρανών υλικών και συγκρίνεται με τα όρια της Π.Τ.Π.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**6.1 ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ- ΘΛΙΨΗΣ****ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός της δοκιμής είναι η μέτρηση της απώλειας της αντοχής του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος με την επίδραση του νερού. Συχνά η επίδραση του νερού προκαλεί αποκόλληση του ασφαλτικού υμένα ο οποίος περιβάλλει του κόκκους των αδρανών με αποτέλεσμα την διόγκωση του ασφαλτομίγματος και την απώλεια της αντοχής του.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ- ΘΛΙΨΗΣ**1^η ΗΜΕΡΑ**

Βήμα 1^ο : Συντίθεται μίγμα αδρανών υλικών με ποσοστό συμμετοχής ανά κλάσμα ίσο προς το συγκρατούμενο από την μελέτη σύνθεσης αδρανών, ώστε το μίγμα των αδρανών να έχει προσδιορισθείσα από την μελέτη σύνθεσης μίγματος αδρανών κοκκομετρική διαβάθμιση. Το βάρος του μίγματος των αδρανών που συντίθεται είναι 1800 gr. για τη δοκιμή υδρεμποτισμού – θλίψης συντίθεται 6 μίγματα αδρανών υλικών της ίδιας κοκκομετρικής διαβάθμισης και βάρους.

Το βάρος του μίγματος των αδρανών δίνει δοκίμια διαμέτρου βάσης και ύψους 10.16 cm, εάν το βάρος του δοκιμίου υδρεμποτισμού – θλίψης δεν είναι αυτό που απαιτείται, διορθώνεται όπως στη μέθοδο Marshall. (17, 20, 21)

Βήμα 2^ο : τα μίγματα των αδρανών υλικών θερμαίνονται σε κλίβανο θερμοκρασίας 135-163^ο C για χρονική διάρκεια 2-3 ώρες. Θερμαίνεται και η άσφαλτος σε θερμοκρασία που εξαρτάται από τον

τύπο αυτής. Για τύπο ασφάλτου 80/100 απαιτείται θερμοκρασία 155° C, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μίγματος αδρανών και ασφάλτου δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 25° C.

Στη συνέχεια κάθε μίγμα αδρανούς υλικού εισάγεται στον αναμικτήρα, προστίθεται το βάρος της ασφάλτου που αντιστοιχεί στο βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου και αναμιγνύεται για 2-3 min, ώστε να προκύψει ομοιογενές ασφαλτομίγμα.

Τα ασφαλτομίγματα τοποθετούνται σε κλίβανο θερμοκρασίας 125° C μέχρι η θερμοκρασία τους να διατηρείται σταθερή σε αυτήν την τιμή. Κατόπιν κάθε ασφαλτομίγμα εξάγεται από τον κλίβανο και εισάγεται σε ειδικό τύπο κυλινδρικής μορφής. Γίνεται ομοιόμορφη κατανομή του ασφαλτομίγματος και αποφεύγεται η τοποθέτηση του χονδρόκοκκου αδρανούς στα άκρα του δοκιμίου διότι έτσι μειώνεται η ευστάθεια αυτού.

Τα δοκίμια υδρεμποτισμού – θλίψης συμπυκνώνονται στην συσκευή θλίψης. Αρχικά γίνεται μια προφόρτηση στο δοκίμιο 850 Kgr. Κατόπιν απελευθερώνεται η βάση και φορτίζεται εκ των κάτω μέχρι φορτίου 17060 gr., αυτή η τιμή του φορτίου επιβάλλεται στο δοκίμιο για χρονική διάρκεια 2 min..(σχ. 10)

Σχήμα 10 : Συσκευή θραύσης δοκιμίων υδρεμποτισμού – θλίψης

Μετά από 30-40 min εξάγονται τα δοκίμια από τους τύπους με την βοήθεια εξολκέα και αφήνονται για μια νύχτα στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

ΔΕΥΤΕΡΗ ΗΜΕΡΑ

Βήμα 3° : Τοποθετούνται τα δοκίμια υδρεμποτισμού – θλίψης σε κλίβανο θερμοκρασίας 60° C για ωρίμανση και για χρονική διάρκεια 24 ώρες.

ΤΡΙΤΗ ΗΜΕΡΑ

Βήμα 4° : Εξάγονται τα δοκίμια από τον κλίβανο και αφήνονται για 3 ώρες στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Κατόπιν αριθμούνται ανά ένα τα δοκίμια ζυγίζονται ξηρά και εμβαπτίζονται σε νερό για 60 sec., ζυγίζονται υπό άνωση εξάγονται από το νερό σκουπίζονται για να φύγει η επιφανειακή υγρασία και ζυγίζονται πάλι, σημειώνονται οι παραπάνω μετρήσεις και από αυτές προσδιορίζεται ο όγκος και το φαινόμενο ειδικό βάρος του δοκιμίου. Οι μετρήσεις καταγράφονται σε ειδικό έντυπο, 'Δοκιμή Υδρεμποτισμού – θλίψης'.

Βήμα 5° : Τα δοκίμια χωρίζονται σε δύο ομάδες ανά 3, ώστε το φαινόμενο ειδικό βάρος και των δύο ομάδων να είναι, αν γίνεται, το ίδιο.

Κατόπιν η μία ομάδα χαρακτηρίζεται ως ομάδα υγρών δοκιμίων και εμβαπτίζεται σε υδατολουτρο θερμοκρασίας 60 ± 1° C για χρονική διάρκεια 24 ωρών, η άλλη χαρακτηρίζεται ως ομάδα ξηρών δοκιμίων τοποθετείται επάνω σε προσροφητική επιφάνεια για μια νύχτα και αφήνεται στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

ΤΕΤΑΡΤΗ ΗΜΕΡΑ

Βήμα 6° : Η ομάδα των ξηρών δοκιμίων τοποθετείται σε αερόλουτρο θερμοκρασίας 25 1° C για χρονική διάρκεια 4 ωρών, εξάγονται τα δοκίμια από το αερόλουτρο και υποβάλλονται ανά ένα σε θλίψη στη συσκευή θλίψης, σημειώνεται η αντοχή σε θλίψη κάθε δοκιμίου.

Η ομάδα των υγρών δοκιμίων εξάγεται από το υδατόλουτρο θερμοκρασίας 60 1° C και εισάγεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 25 1° C για χρονική διάρκεια 2 ωρών. Εξάγονται τα δοκίμια από το υδατόλουτρο σκουπίζονται για να φύγει η επιφανειακή υγρασία και υποβάλλονται ανά ένα σε θλίψη στη συσκευή θλίψης, σημειώνεται η αντοχή σε θλίψη κάθε δοκιμίου.

Βήμα 7° :

Η αριθμητική έκφραση της αντίστασης του ασφαλτομίγματος στην δράση του νερού αποδίδεται σαν ποσοστό της αρχικής του αντοχής η οποία διατηρήθηκε μετά την εμβάπτιση του στο νερό.

$$\text{λόγος της παραμένουσας} = \frac{\text{αντοχή σε θλίψη υγρών δοκιμίων}}{\text{αντοχή σε θλίψη ξηρών δοκιμίων}}$$

αντοχής

ο λόγος αυτός πρέπει να είναι >0,7.

6.2 ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΟΦΙΛΙΑΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της δοκιμής είναι ο προσδιορισμός του βαθμού πρόσφησης του ασφαλτικού συνδετικού επί των αδρανών σε τύπους ασφαλτομίγματος που δεν απαιτείται να γίνει η δοκιμή υδρεμποτισμού – θλίψης. Βασίζεται στην οπτική εκτίμηση του % ποσοστού

αποφλοίωσης του ασφαλτικού υμένα από την επιφάνεια των αδρανών με την παρουσίαση του νερού, (Π.Τ.Π. Α 245 και Π.Τ.Π. Α 260). (20)

Εκτέλεση δοκιμής

Η εκτέλεση της δοκιμής απαιτεί συνολική χρονική διάρκεια 2 ημερών.

Πρώτη ημέρα

Βήμα 1^ο : Λαμβάνεται αδρανές υλικό το διερχόμενο από το κόσκινο (3/8)'' και συγκρατούμενο στο κόσκινο (1/4)'' σε ποσότητα περίπου 100gr.. το αδρανές υλικό θερμαίνεται σε κλίβανο θερμοκρασίας 140-150° C για χρονική διάρκεια 30-60 min ώστε να αποκτήσει αυτήν την θερμοκρασία.

Σε άλλο κλίβανο θερμαίνεται η άσφαλτος, η θερμοκρασία θέρμανσης της ασφάλτου είναι συνάρτηση του τύπου της ασφάλτου. Η άσφαλτος τύπου 80/100 θερμαίνεται σε θερμοκρασία 155° C.

Βήμα 2^ο : Εξάγεται το αδρανές από τον κλίβανο προστίθεται άσφαλτος 5,5 % κατά βάρος των αδρανών και αναμιγνύεται καλά ώστε όλοι οι κόκκοι του αδρανούς να καλυφθούν πλήρως με άσφαλτο. Η χρονική διάρκεια της ανάμιξης είναι 2-3min.

Βήμα 3^ο : Το αδρανές τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως των 600 cm³ και ανθεκτικότητας σε υψηλές θερμοκρασίες (PYREX). Αφήνεται μέσα στο δοχείο να ψυχθεί στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, όταν το αδρανές αποκτήσει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος καλύπτεται μέσα στο δοχείο με 400 cm³ απεσταγμένου ύδατος και αφήνεται μέσα σε αυτό για χρονική διάρκεια 24 ωρών.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ AASHO T- 168

Η μέθοδος αυτή αφορά τον τρόπο δειγματοληψίας ασφαλτικών μιγμάτων με αδρανή, που παρασκευάζονται για χρήση στην οδοστρωσία.

Τα δείγματα χρησιμοποιούνται για τους παρακάτω σκοπούς:

- A) Για την παράσταση μιας μέσης καταστάσεως του ασφαλτικού μίγματος.
- B) Για την εξακρίβωση των περιοδικών διακυμάνσεων των χαρακτηριστικών του μίγματος, ώστε να ελέγχεται η ομοιομορφία τους.

ΕΚΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Κατά την δειγματοληψία πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός του χονδρόκοκκου αδρανούς και του ασφαλτικού κονιάματος.

Επίσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση του δείγματος από σκόνη ή άλλο ξένο υλικό.

Η ποσότητα του δείγματος εξαρτάται από την μέγιστη διάσταση κόκκων του αδρανούς του ασφαλτομίγματος.

Η ελάχιστη ποσότητα δείγματος δίνεται στον πίνακα 13.

Μέγιστη διάσταση κόκκων που διέρχονται από το κόσκινο:	Ελάχιστο βάρος Ασυμπίεστου μίγματος	Ελάχιστη επιφάνεια συμπιεσμένου μίγματος
	Χλγρ.	Τ. εκ.
No 8	1,82	232
No 4	1,82	232
3/8''	3,63	232
1/2''	5,45	413
3/4 ''	7,26	645
1''	9,08	929
1,5''	11,35	929
2''	15,89	1451

Πίν. 13

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΟΝΙΜΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Από τον πρόσφατο ασφαλτομίγμα παίρνουμε δείγματα από τον σωρό (με σέσουλα ή φτυάρι) με απόξεση από την βάση μέχρι την κορυφή του σωρού σε δύο σημεία, που απέχουν μεταξύ τους κατά 180ο C και που ελαττώνονται στην επιθυμητή ποσότητα με ανάμιξη και τετραμερισμό.

Αν το δείγμα προορίζεται να αντιπροσωπεύσει ποσότητα μεγαλύτερη από μια παρτίδα ασφαλτομίγματος, παίρνουμε δείγματα σε κανονικά χρονικά διαστήματα από διαδοχικές παρτίδες, που τοποθετούνται σε υποδοχές. Για να διευκολυνθεί η ανάμιξη, μπορούμε

στην ανάγκη να θερμάνουμε το δείγμα χωρίς όμως τοπική υπερθέρμανση.

Όταν παίρνουμε δείγματα για τον έλεγχο της ομοιομορφίας του προϊόντος, που παράγεται στην εγκατάσταση, αυτά δεν πρέπει να αναμιγνύονται αλλά να χειρίζονται χωριστά.

Τα δείγματα από σιδηροδρομικά οχήματα παίρνονται από έξι, τουλάχιστον, σημεία 30 εκ. (12'') περίπου κάτω από την επιφάνεια.

Κάθε σημείο θα βρίσκεται στο κέντρο κάθε τομέα από τους έξι, που θα χωρισθεί η επιφάνεια με μια κεντρική γραμμή κατά μήκος και δύο κάθετων, που θα διαιρούν το μήκος του οχήματος σε τρία ίσα μέρη.

Στην περίπτωση που χρειάζεται μεγαλύτερος αριθμός δειγμάτων για να σχηματίσουμε το σύνθετο δείγμα, πρέπει να παίρνονται από διασπαρμένα σημεία, που να σχηματίσουν κανονικό γεωμετρικό σχήμα. Οι ποσότητες αυτές αναμιγνύονται και με τετραμερισμό έχουμε το απαιτούμενο μέγεθος του δείγματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατάλληλο σωλήνα δειγματοληψίας ασφαλτομιγμάτων μπορούμε να κατασκευάσουμε με αναδίπλωση των πλευρών φτυαριού με κυκλική αιχμή, έτσι, ώστε να σχηματισθεί σωλήνας με διάμετρο 8,9 εκ. (3,5'') περίπου.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΔΟ, ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΙΑ ΜΟΝΙΜΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Τα δείγματα ασφαλτομιγμάτων αδοποιίας, που παίρνονται από το έτοιμο οδόστρωμα (δείγματα ασφαλτοταπήτων), για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του μίγματος, δεν πρέπει να είναι επιφάνειας μικρότερης από αυτή, που δίνει ο πίνακας 13 και πρέπει να εκτείνονται σε ολόκληρο το βάθος της διαστρωμένης ασφαλτικής στρώσεως.

Δεν πρέπει να παίρνουμε λιγότερο από ένα δείγμα σε κάθε ημερησία διάστρωση.

Τα δείγματα πρέπει να κόβονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προκαλείται η ελάχιστη δυνατή διαταραχή στην πυκνότητα τους και να μεταφέρονται στερεά και κατάλληλα συσκευασμένα έτσι, ώστε να διατηρούν το σχήμα τους για τον προσδιορισμό της πυκνότητας εφόσον πρόκειται να εκτελεσθεί.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΜΕ ΑΝΑΜΙΞΗ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Αν το μίγμα βρίσκεται σε σειράδια, παίρνουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα ανά μήκος σειραδίου, όχι μεγαλύτερο των 164 μ. και τα δείγματα αυτά εξετάζονται ξεχωριστά.

Τα δείγματα από τα σειράδια παίρνονται με ισοπέδωση του σωρού σε ένα σημείο του μέχρι στρώσεως πάχους περίπου 30 εκ. με διάτρηση της στρώσεως σε τρία ή περισσότερα σημεία ισαπέχοντα μεταξύ τους έτσι, ώστε να ληφθεί η απαιτούμενη ποσότητα, που φαίνεται στον πίνακα 13.

Αν το δείγμα έχει διαστρωθεί σε σχετικά ομοιόμορφη στρώση, τα δείγματα παίρνονται σε τμήματα όχι μεγαλύτερα των 164μ. και αν χρειάζονται περισσότερες ενδείξεις για την ομοιομορφία του μίγματος, παίρνονται συμπληρωματικά δείγματα, από το ίδιο τμήμα των 164μ. και σε θέσεις, που απέχουν περίπου 60εκ. από το άκρο του οδοστρώματος.

Κατά την δειγματοληψία πρέπει να προσέχουμε να μην συμπεριληφθεί στο δείγμα υλικό, που προέρχεται από την υποδομή όπου πάνω της έχει κατασκευασθεί η ασφαλτική στρώση.

Δείγματα από τελειωμένο οδόστρωμα πρέπει να παίρνονται κατά τέτοιο τρόπο και με την ίδια συχνότητα όπως και στην περίπτωση της δειγματοληψίας από την οδό ασφαλτομιγμάτων, που παράγονται σε μόνιμη εγκατάσταση.

ΣΗΜΑΝΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Κάθε δείγμα θα συνοδεύεται από δελτίο, που θα αναγράφει:

1. Το έργο όπου προορίζεται το υλικό, ο αριθμός του έργου, ο αριθμός της οδού, η επαρχία και οποιαδήποτε άλλη γεωγραφική ένδειξη.
2. Το όνομα του ιδιοκτήτη ή του υπεύθυνου της εγκαταστάσεως παραγωγής ασφαλτομίγματος, ο τύπος του συγκροτήματος, η ποσότητα κάθε παρτίδας και τα χαρακτηριστικά στοιχεία, που χρησιμοποιούνται στο μίγμα ασφάλτου και αδρανών υλικών.
3. Η θέση της δειγματοληψίας και στην περίπτωση δειγματοληψίας από την οδό, η χιλιομετρική θέση και η απόσταση από τον άξονα. Επίσης θα αναγράφεται αν η δειγματοληψία έγινε σε έτοιμο οδόστρωμα, σε σειράδιο κλπ.
4. Η αντιπροσωπευτική ποσότητα.
5. Το ονοματεπώνυμο και η ιδιότητα εκείνου, που έκανε την δειγματοληψία.
6. Η ημερομηνία τελευταίας αναμίξεως, για την περίπτωση αναμίξεως επί της οδού.
7. Η ημερομηνία δειγματοληψίας.
8. Το ονοματεπώνυμο και η διεύθυνση εκείνου, που υποβάλλει για εξέταση το δείγμα.
9. Ο σκοπός της δειγματοληψίας.
10. Η διεύθυνση όπου θα ανακοινωθούν τα αποτελέσματα των εξετάσεων.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ MARSHALL

Η κατασκευή δοκιμών Marshall και ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του ασφαλτομίγματος από αυτά απαιτεί συνολική χρονική διάρκεια 2 ημερών.

ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ

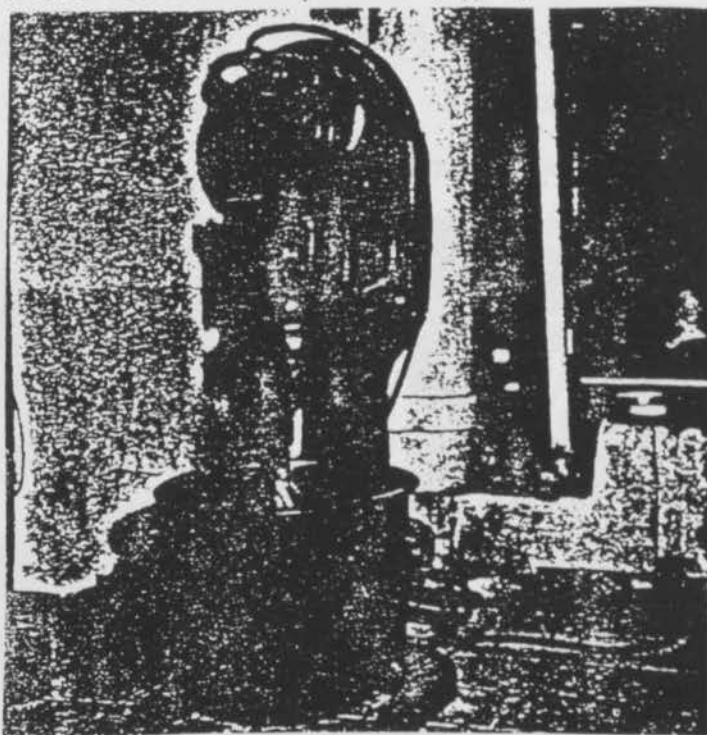
Βήμα 1^ο : Συντίθεται μίγμα αδρανών υλικών περίπου 40 Kgr., με ποσότητα συμμετοχής από κάθε είδος αδρανούς βάσει των ποσοστών της μελέτης σύνθεσης. Κοσκινίζεται το μίγμα των αδρανών ανά κλάσμα μέχρι το διερχόμενο από το κόσκινο No 10, το διερχόμενο από το κόσκινο No 10 συλλέγεται σαν ενιαίο κλάσμα μαζί με την παιπάλη (filler).

Με βάση τα συγκρατούμενα ανά κλάσμα ποσοστά επί τοις % και κατά βάρος από την μελέτη σύνθεσης των αδρανών συντίθεται μίγμα αδρανών το οποίο να έχει την προσδιορισθείσα από την μελέτη διαβάθμισης και βάρος 1200 gr. για αδρανή με ειδικό βάρος 2,6-2,8gr./cm³. Συνθένονται ζεύγη μίγματος αδρανών υλικών όσα τα διαφορετικά ποσοστά ασφάλτου που θα χρησιμοποιηθούν στην σύνθεση των δοκιμών Marshall.

Βήμα 2^ο : Τα μίγματα των αδρανών υλικών θερμαίνονται για χρονική διάρκεια 2-3 ώρες σε κλίβανο θερμοκρασίας 135-163^ο C. θερμαίνεται και η άσφαλτος σε θερμοκρασία που εξαρτάται από τον τύπο αυτής. Για τύπο ασφάλτου 80/100 απαιτείται θερμοκρασία 155^ο C η διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ μίγματος αδρανών και ασφάλτου δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 25^ο C.

Στη συνέχεια κάθε μίγμα αδρανούς υλικού εισάγεται στον αναμικτήρα, προστίθεται και το βάρος της ασφάλτου που αντιστοιχεί στο επιλεγέν ποσοστό ασφάλτου και αναμιγνύεται για mi_n , ώστε να προκύψει ασφαλτομίγμα ομοιογενές.

Κάθε ζεύγος μίγματος αδρανών αναμιγνύεται με το ίδιο ποσοστό ασφάλτου, διότι πρέπει να σχηματισθούν τουλάχιστον 2 δοκίμια Marshall με το ίδιο ποσοστό ασφάλτου. (σχ. 3)



Σχ. 3 Συσσκευή ανάμιξης μίγματος αδρανών με άσφαλο

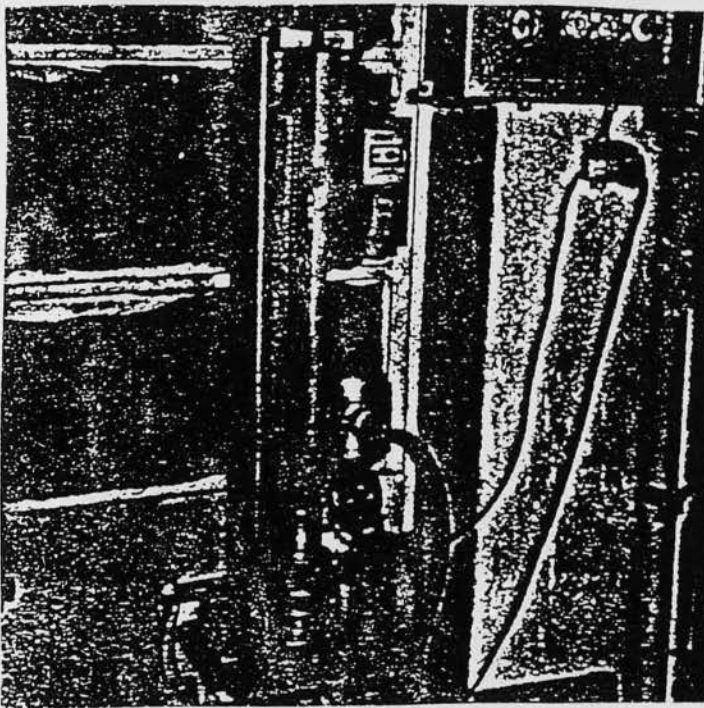
Αυξάνεται το ποσοστό ασφάλτου κατά 0,5% επί του βάρους των αδρανών από την ελάχιστη τιμή ποσοστού ασφάλτου έως μια οριακή τιμή που να μην δημιουργείται δοκίμιο αμμασφάλτου.

Βήμα 3° : Μετά την ανάμιξη το κάθε παρασκευαζόμενο ασφαλτομίγμα εισάγεται σε κυλινδρικό τύπο Marshall διαμέτρου 10.16 cm και θερμοκρασίας 120-155° C . Συμπυκνώνεται με ηλεκτροκίνητο κόπανο και από τις δύο πλευρές. Για ασφαλτομίγμα τύπου 265 και οδό βαριάς κυκλοφορίας με πίεση ελαστικών 200 psi=14Kgr/cm² απαιτούνται 75 κτύποι σε κάθε πλευρά του δοκιμίου. Στη βάση της

συσκευής όπου εδράζεται ο τύπος τοποθετείται ένα απορροφητικό χαρτί για να μην κολλάει το ασφαλτομίγμα. (σχ.4)

Κατά την εισαγωγή του ασφαλτομίγματος στον τύπο οι κόκκοι πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα και να αποφεύγεται η τοποθέτηση του χονδροκόκκου αδρανούς υλικού στις άκρες του δοκιμίου για να είναι αντιπροσωπευτικές οι τιμές της ευστάθειας και παραμόρφωσης.

Η κάτω επιφάνεια του κοπάνου πρέπει να διατηρείται παράλληλη προς τη βάση του τύπου. Η εξαγωγή των δοκιμίων από τους τύπους γίνεται μετά από χρονική διάρκεια 3-4 min., τα δοκίμια Marshall παραμένουν στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος για μια νύχτα.



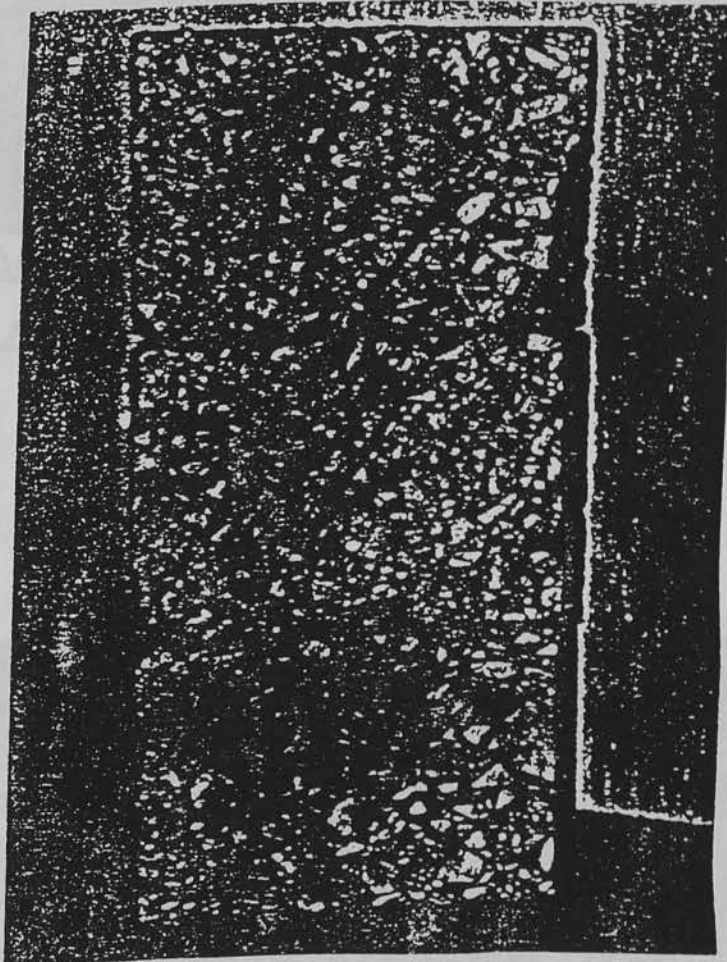
Σχ.4 Συσσκευή συμπίκνωσης δοκιμίων Marshall

ΔΕΥΤΕΡΗ ΗΜΕΡΑ

Βήμα 4^ο :Αριθμούνται τα δοκίμια Marshall με αύξουσα σειρά κατά ποσοστό ασφάλτου, ζυγίζονται και μετρείται το ύψος τους ως ύψος λαμβάνεται ο μέσος όρος 4 αντιδιαμετρικών μετρήσεων. (σχ. 5,6,7,8)

Μετά τοποθετούνται τα δοκίμια Marshall μέσα σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας $60 \pm 0,5^\circ \text{C}$ για χρονική διάρκεια 30-40 min. με χρονική διαφορά μεταξύ τους 1 min..

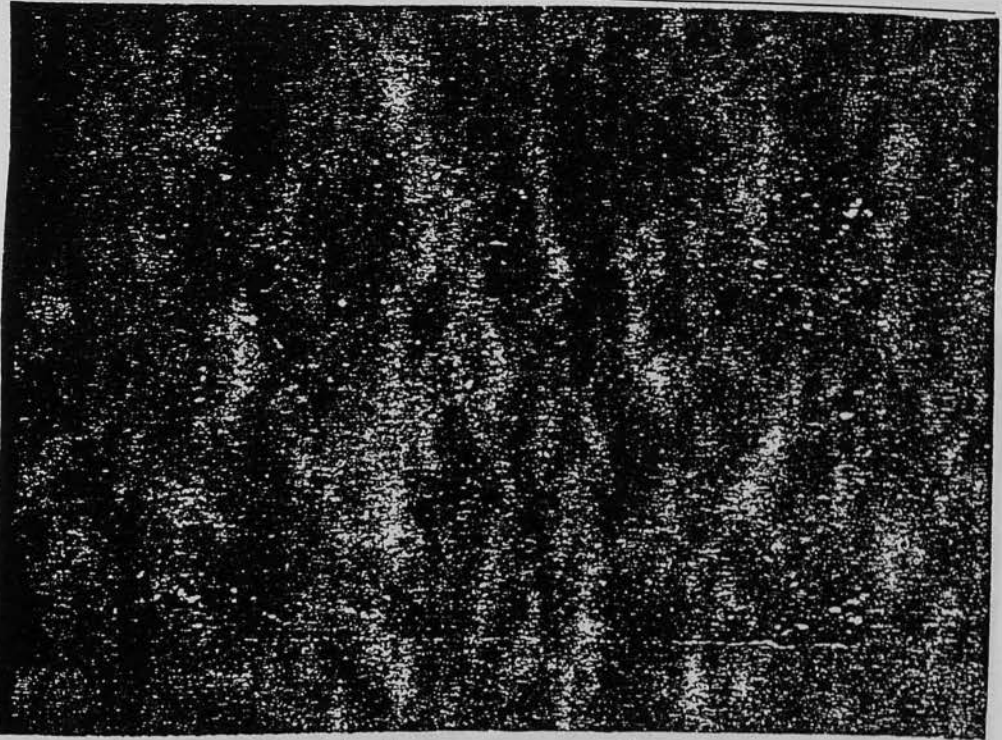
Κατόπιν εξάγονται από το υδατόλουτρο τα δοκίμια και αφού σκουπιστούν τοποθετούνται στην συσκευή Marshall. Μετρείται η αρχική διάμετρος του δοκιμίου από την επιβολή του φορτίου, υποβάλλεται το δοκίμιο σε θλίψη με ομοιόμορφη φόρτιση εκ των κάτω και σταθερή ταχύτητα παραμόρφωσης 2in/min. μέχρι θραύσης, σημειώνεται η μέγιστη ένδειξη ευστάθειας και μετράται η παραμόρφωση της διαμέτρου του δοκιμίου μετά την θραύση.(σχ.9)



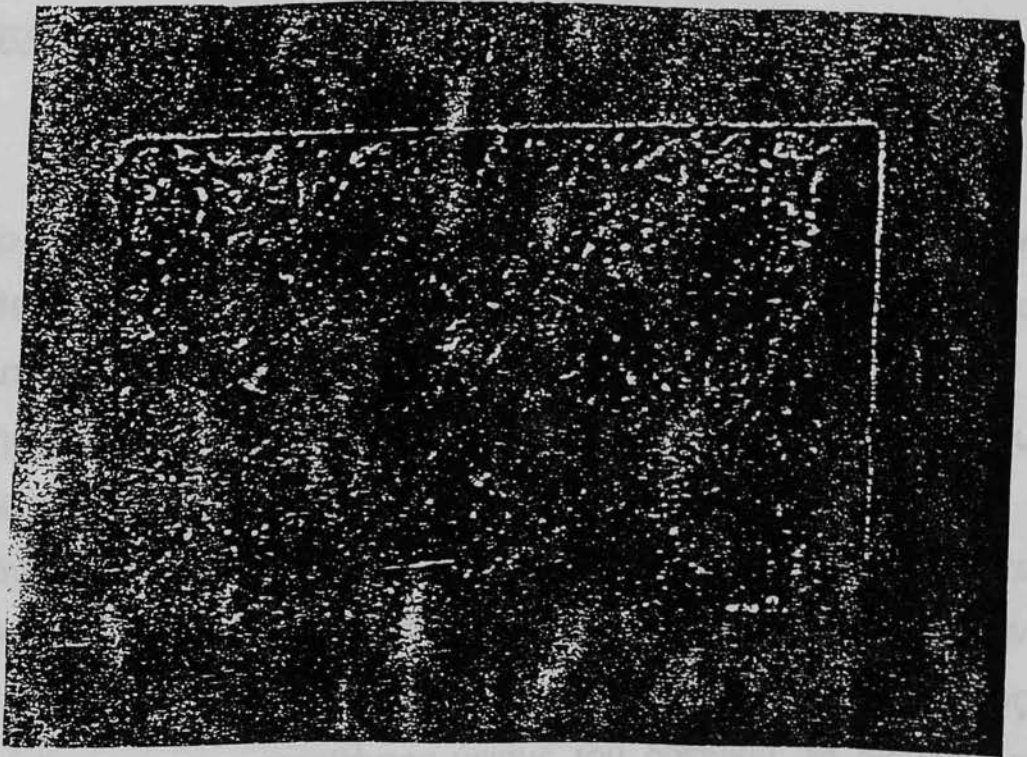
Σχ.5 Δοκίμια Marshall από ασφαλτομίγμα τύπου A265/B1

Στρώσης

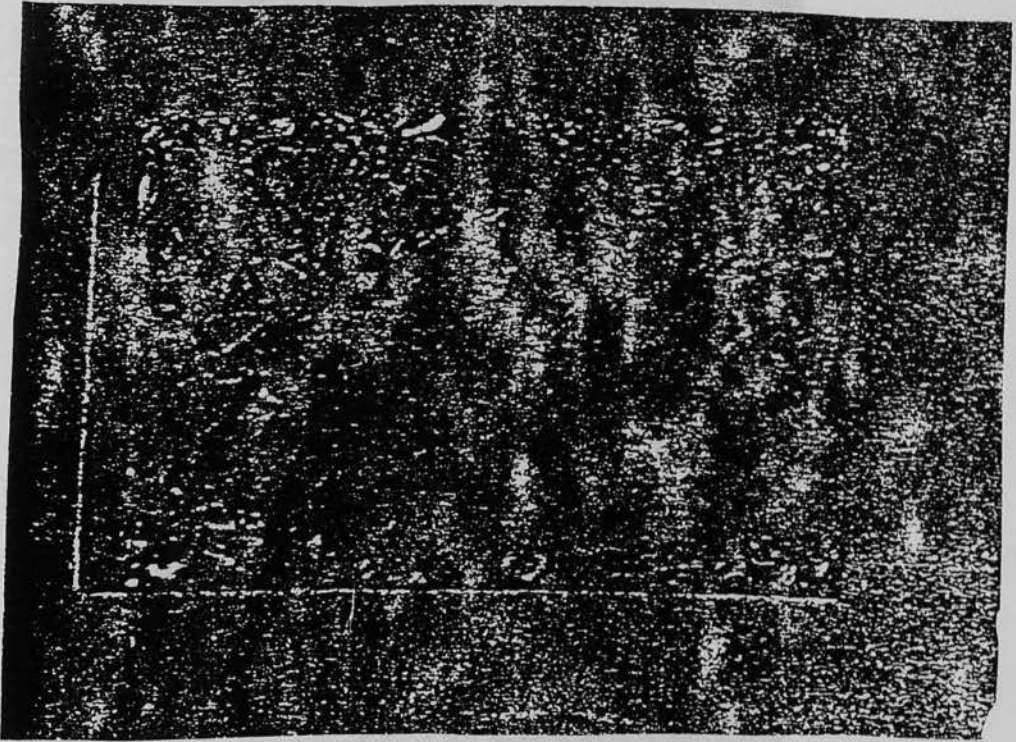
Κυκλοφορίας και διαφορετικά ποσοστά ασφάλτου



Σχ. 6 Δοκίμιο Marshall με ποσοστό ασφάλτου 5.0 % και ποσοστό κενών συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος 4.55%



Σχ. 7 Δοκίμιο Marshall με ποσοστό ασφάλτου 5.5% και ποσοστό κενών συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος 3.35%

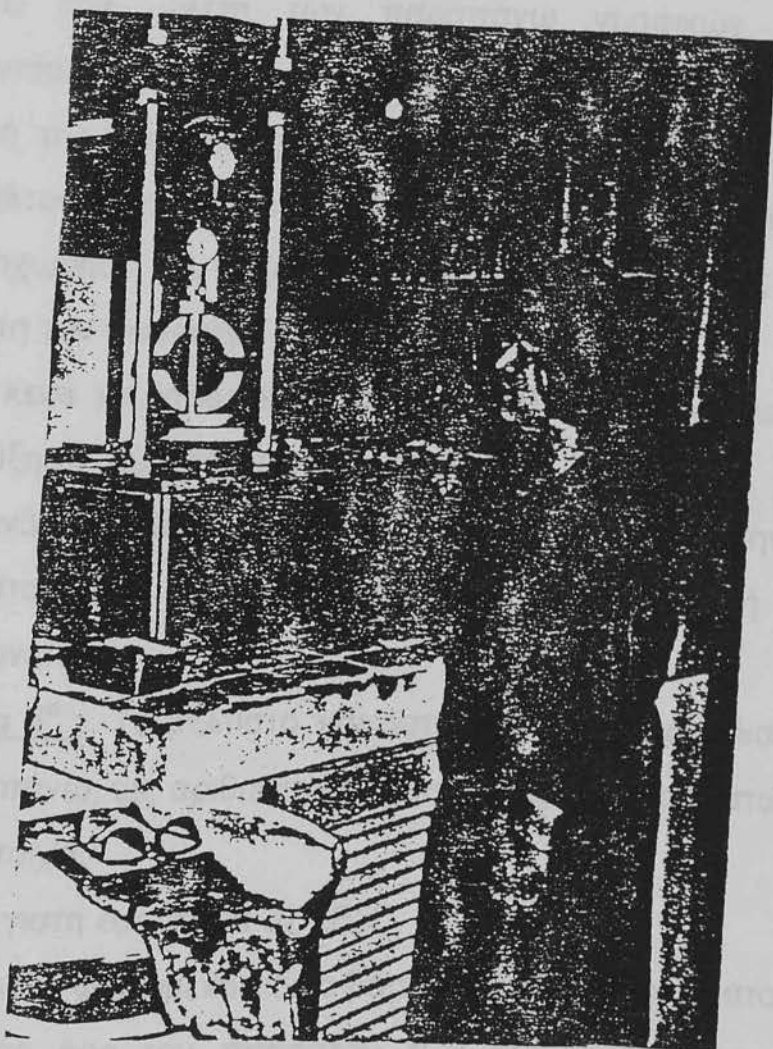


Σχ.8 Δοκίμιο Marshall με ποσοστό ασφάλτου 6.0% και ποσοστό κενών συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος 2.36%

Το σημείο θραύσης προσδιορίζεται ως εκείνο το σημείο που η ευστάθεια παίρνει την μέγιστη τιμή της, με αύξηση του φορτίου, πέρα από αυτήν την τιμή μειώνεται η τιμή της ευστάθειας.

Σημειώνεται το φορτίο θραύσης και η μέγιστη παραμόρφωση του δοκιμίου μετά την θραύση.

Εάν το δοκίμιο Marshall έχει ύψος διαφορετικό από 6.35cm τότε διορθώνεται η ένδειξη της τιμής της ευστάθειας, που παίρνεται από την συσκευή Marshall πολλαπλασιαζόμενη με ένα συντελεστή ο οποίος είναι συνάρτηση του μετρηθέντος ύψους του δοκιμίου, το διάγραμμα παρατίθεται στο παράδειγμα σύνθεσης ασφαλτομίγματος. (Παράρτημα Β)



Σχ. 9 Συσσκευή θραύσης δοκιμίων Marshall

Βήμα 5° : Τα αποτελέσματα της δοκιμής Marshall για κάθε δοκίμιο καταγράφονται σε ειδικό έντυπο, 'Δελτίο ελέγχου χαρακτηριστικών δοκιμίων Marshall', το οποίο συμπληρώνεται με τους απαραίτητους υπολογισμούς, με βάση αυτά τα στοιχεία χαράζονται οι γραφικές παραστάσεις:

- ευστάθειας συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος προς ποσοστό ασφάλτου
- υποχώρησης συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος προς ποσοστό ασφάλτου

- κενά συμπυκνωμένων αδρανών που γεμίστηκαν με άσφαλτο προς ποσοστό ασφάλτου

- φαινόμενο ειδικό βάρος δοκιμίου Marshall προς ποσοστό ασφάλτου.

Από την μελέτη των παραπάνω γραφικών παραστάσεων συνεπάγεται ότι:

- η τιμή της ευστάθειας αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μια ορισμένη τιμή και κατόπιν μειώνεται
- η υποχώρηση του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος αυξάνει με τη αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου
- τα % κενά του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος ελαττώνονται με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου
- το φαινόμενο ειδικό βάρος του δοκιμίου αυξάνει με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου μέχρι μια ελάχιστη τιμή και κατόπιν ελαττώνεται.

Βήμα 6° : Το βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου προσδιορίζεται βάσει των παραπάνω, ως αριθμητικός μέσος όρος των ποσοστών ασφάλτου που αντιστοιχεί:

- στην μέγιστη ευστάθεια σε LBS.
- στο μέγιστο φαινόμενο ειδικό βάρος του ασφαλτομίγματος
- στο μέσο όρο του ποσοστού των κενών, του συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος, ο οποίος ορίζεται από την εφαρμοζόμενη Π.Τ.Π.
- στο μέσο όρο του ποσοστού των κενών των αδρανών που γεμίστηκαν με άσφαλτο, ο οποίος ορίζεται από την εφαρμοζόμενη Π.Τ.Π., (δεν αναφέρεται ως απαίτηση στην σύνθεση δοκιμίων Marshall).



Μίξερ για ασφαλτικό και αδρανή υλικά

Σχ. 47

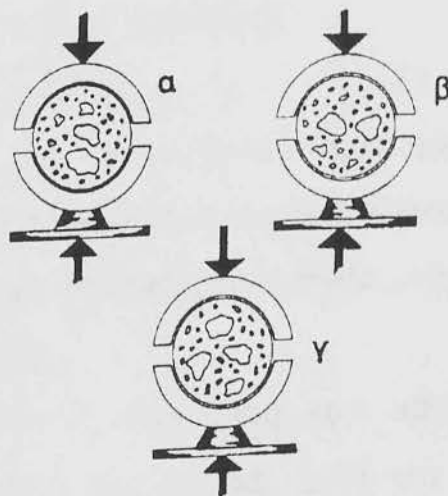
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

1. Για την Παρασκευή ενός δοκιμίου MARSHALL χρειάζονται 1200gr. αδρανών υλικών, που η κοκκομετρική τους διαβάθμιση να είναι τέτοια, ώστε η καμπύλη της διαβαθμίσεως να ισαπέχει από τα όρια των προδιαγραφών. Στη συνέχεια, ανάλογα με τα ποσοστά % κατά βάρος που συγκρατούνται, γίνεται αναλογικά η αντιστοιχία κατά βάρος στα 1200 gr., που χρειάζονται για το δοκίμιο.
2. Παρασκευάζουμε 12 δοκίμια με ποσοστά ασφάλτου 4,5%, 5%, 5,5%, 6% δηλαδή, 3 δοκίμια για κάθε ποσοστό ασφάλτου (τα ποσοστά % της ασφάλτου για κάθε ασφαλτομίγμα καθορίζονται από τα όρια των προδιαγραφών). Αφού θερμάνουμε τα 1200 γρ. των αδρανών στον κλίβανο σε θερμοκρασία 150-160° C για 2-2 ½ ώρες λειώνουμε την άσφαλτο στους 160° C (για δοκίμια που θέλουμε να έχουν ποσοστό ασφάλτου π.χ. 4,5% θα χρειασθούμε $1200 \cdot 5\% = 54\text{γρ.}$ ασφάλτου).

3. Τοποθετούμε στην συνέχεια τα 1200γρ. αδρανών και το ποσοστό ασφάλτου στην λεκάνη του μίξερ, που έχουμε προθερμάνει στους 160ο C και αναμιγνύουμε έτσι, ώστε όλοι οι κόκκοι να χρωματισθούν με άσφαλτο. Το πρώτο ασφαλτομίγμα των 1200γρ. αδρανών και της ασφάλτου που παίρνουμε από το μίξερ, το πετάμε διότι αρκετή ποσότητα λεπτού υλικού έχει συγκερατηθεί στην λεκάνη και στον αναμικτήρα του μίξερ.
4. Τοποθετούμε το θερμό ασφαλτομίγμα στην μήτρα MARSHALL, όπου έχει τοποθετηθεί ένα απορροφητικό χαρτί στην βάση της μήτρας για να κολλήσει το ασφαλτομίγμα στην επιφάνεια, που εδράζεται η μήτρα.

Όταν τοποθετούμε το ασφαλτομίγμα στην μήτρα, φροντίζουμε οι κόκκοι του να κατανεμηθούν ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα με την βοήθεια μικρής σπάτουλας, σπαθίζοντας περιμετρικά και ενδιάμεσα το ασφαλτομίγμα.

Η ανομοιόμορφη κατανομή των κόκκων δίνει λανθασμένα αποτελέσματα, όπως φαίνεται στο σχ. 48.



Α: Κακή τοποθέτηση κόκκων, με αποτέλεσμα μεγάλη ευστάθεια και μειωμένη υποχώρηση.

Β: Κακή τοποθέτηση κόκκων, με αποτέλεσμα μικρή ευστάθεια και μεγάλη υποχώρηση

Γ: Σωστή τοποθέτηση κόκκων, με αποτέλεσμα αντιπροσωπευτικές τιμές της ευστάθειας και της υποχωρήσεως.

5. Υποβάλλουμε το ασφαλτομίγμα σε συμπύκνωση, με κτύπους σε κάθε πλευρά της μήτρας, με τον κόπανο MARSHALL, φροντίζοντας ο κόπανος να είναι τελείως κατακόρυφος, ώστε να δημιουργηθούν παράλληλες βάσεις στο δοκίμιο.

Ο αριθμός των κτύπων (βαθμός συμπυκνώσεως) είναι συνάρτηση της κυκλοφορίας:

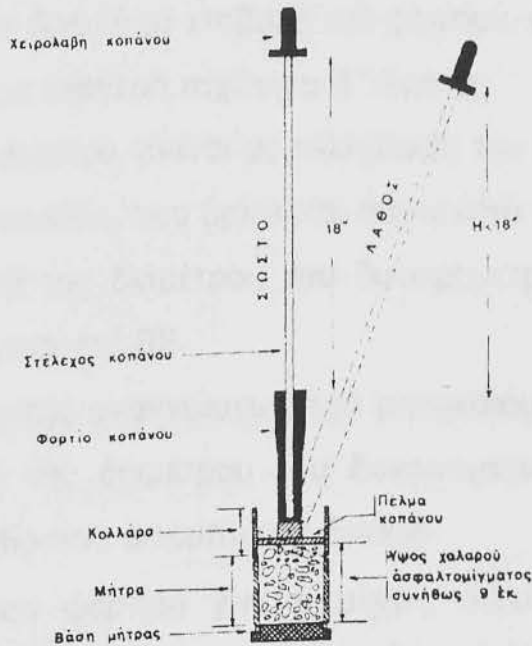
- Για οδούς με ελαφρή κυκλοφορία.....35 κτύποι
- Για οδούς με μέση κυκλοφορία.....50 κτύποι
- Για οδούς με βαρειά κυκλοφορία.....75 κτύποι
- Για αεροδρόμια, όταν η πίεση ελαστικού είναι μέχρι 7χλγρ./τ.εκ.(100PSI).....50 κτύποι
- Για αεροδρόμια, όταν η πίεση ελαστικού είναι μέχρι 14χλγρ./τ/εκ. (200PSI).....75 κτύποι

Στην περίπτωση, που ο κόπανος έχει κλίση, η ενέργεια συμπυκνώσεως είναι μικρότερη διότι το ύψος πτώσεως είναι μικρότερο του κανονικού και το βάρος πτώσεως μικρότερο, λόγω τριβών μεταξύ άξονα και αντίβαρου.(σχ.49)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Επειδή η διάμετρος του κόπανου είναι λίγο μικρότερη από την διάμετρο της μήτρας, κατά την συμπύκνωση το υλικό ξεχειλίζει λίγο παραμετρικά.

Το υλικό που προεξέχει, μετά την εξαγωγή του δοκιμίου από την μήτρα, κόβεται προσεκτικά με μικρό πριόνι.

- 6) Μετά την συμπύκνωση, το δείγμα εξάγεται από την μήτρα με τον εξωλκέα και αφήνεται να ωριμάσει μέχρι την άλλη μέρα.



Τεχνική συμπύκνωσης δοκίμιου MARSHALL

Σχ.49

ΔΟΚΙΜΗ

- Ζυγίζουμε το δοκίμιο, μετά την ωρίμανσή του, με ακρίβεια 0,1γρ.
- Μετρούμε τις διαστάσεις του δοκίμιου
Το ύψος υπολογίζεται σαν μέσος όρος τεσσάρων αντιδιαμετρικών μετρήσεων και η διάμετρος σαν μέσος όρος καθέτων διαμέτρων.
- Τοποθετούμε το δοκίμιο υδατόλουτρο σε θερμοκρασία 60° C, για 20-30 λεπτά, φροντίζοντας όλα τα δοκίμια να παραμείνουν στο υδατόλουτρο στον ίδιο χρόνο.
- Σκουπίζουμε τα δοκίμια ελαφρά με ένα ύφασμα και τα τοποθετούμε ένα – ένα στην μηχανή MARSHALL, στην ειδική θέση, μεταξύ των δύο ημισφαιρικών πλακών.

- Μετρούμε, πριν από την δοκιμή, την αρχική ένδειξη του μηκυσιόμετρου βραχύνσεως σε $0,01''$ και από τις δύο πλευρές των αξόνων συνδέσεων των ημισφαιρικών πλακών.
- Αρχίζουμε την δοκιμή με επιβολή του φορτίου, ανεβάζοντας την κάτω πλάκα με σταθερή ταχύτητα $2''/λεπτά$.

Η μέτρηση του φορτίου γίνεται με ανάγνωση του μηκυσιόμετρου του δυναμετρικού δακτυλίου, που βρίσκεται πάνω από το δοκίμιο.

Η κάθε μεταβολή της διαμέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου, αντιστοιχεί σε ένα φορτίο σε LBS.

Επομένως βάσει της αναγνώσεως του μηκυσιόμετρου, που μας δείχνει την μεταβολή της διαμέτρου του δυναμομετρικού δακτυλίου, υπολογίζουμε το φορτίο που ασκείται στο δοκίμιο.

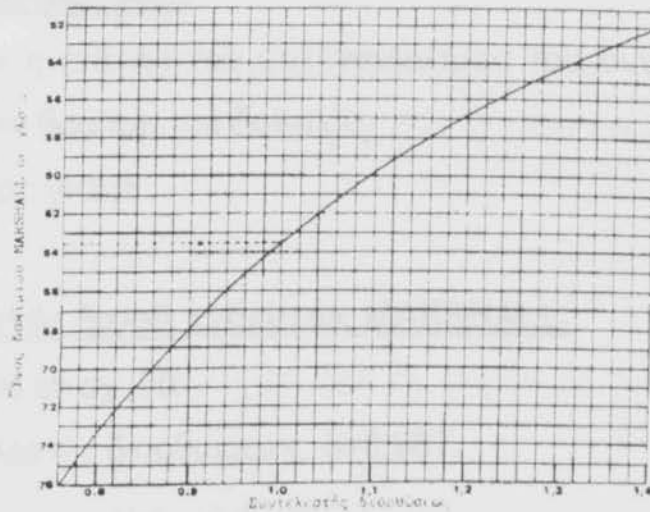
- Η επιβολή του φορτίου γίνεται μέχρις ότου η βελόνα του μηκυσιόμετρου του δυναμομετρικού δακτυλίου σταματήσει να ανεβαίνει και αρχίζει να οπισθοχωρεί.

Τότε, σταματάμε την λειτουργία της μηχανής (δηλαδή την επιβολή φορτίου) και διαβάζουμε την ένδειξη του μηκυσιόμετρου (ένδειξη MARSHALL).

- Μετράμε με ένα άλλο μηκυσιόμετρο τις ενδείξεις και στους δύο άξονες συνδέσεως των ημισφαιρικών πλακών με ακρίβεια $0,01''$.

- Κανονική είναι η ένδειξη MARSHALL όταν το δοκίμιο έχει ύψος 6,35εκ.

Για ύψος μεγαλύτερο ή μικρότερο η ένδειξη MARSHALL διορθώνεται από ένα πίνακα συναρτήσεως του ύψους του δοκιμίου και ενός συντελεστού διορθώσεως (σχ.50).



Καμπύλη αναγωγής ύψους δοκιμίου σε

Κανονικό ύψος 6,35εκ.

Σχ. 50

Στην διορθωμένη ένδειξη MARSHALL αντιστοιχεί και ένα φορτίο σε LBS. βάσει του νομογραφήματος του δυναμομετρικού δακτυλίου.

Το φορτίο αυτό είναι η ευστάθεια σε LBS.

Η παραμόρφωση, που έχει υποστεί το δοκίμιο (βράχυνση) και που υπολογίζεται με το δεύτερο μηκυνσιόμετρο, μετρώντας πριν και μετά θραύση, είναι η υποχώρηση και μετριέται σε 0,01".

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

A. Βάρος δοκιμίου σε γρ.

Προσδιορίζεται το βάρος σε ζύγιση.

Έστω βάρος δοκιμίου: $\alpha = 1240 \text{ γρ.}$

B. Ύψος δοκιμίου σε εκ.

Προσδιορίζεται σαν μέσος όρος 4 αντιδιαμετρικών μετρήσεων.

Έστω ύψος δοκιμίου: $\beta = 6,4 \text{ εκ.}$

Γ. Ένδειξη MARSHALL

Αναγράφεται η ένδειξη του μηκυνσιόμετρου του δυναμομετρικού δακτυλίου κατά την θραύση του δοκιμίου.

Έστω ότι είναι: $\gamma=238$.

Δ. Συντελεστής διορθ. ενδείξεως MARSHALL.

Βρίσκεται από το σχ. 50.

Έστω συντελεστής διορθώσεως: $\delta=0,987$.

Ε. Διορθωμένη ένδειξη MARSHALL.

Υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό της ενδείξεως MARSHALL επί τον πολλαπλασιασμό διορθώσεως.

Άρα: $\varepsilon=(\gamma*\delta)=235$.

Ζ. Ευστάθεια σε LBS.

Υπολογίζεται από πίνακα με βάση την διορθωμένη ένδειξη MARSHALL.

Έστω ευστάθεια: $\zeta=2350\text{LB}$

Η. Υποχώρηση δοκιμίου (0,01'')

Υπολογίζεται σαν μέσος όρος των διαφόρων των μετρήσεων πριν και μετά την θραύση του δοκιμίου. Έστω πριν την θραύση 14 και 15. Έστω μετά την θραύση 26 και 27. Άρα, υποχώρηση δοκιμίου σε 0,01'': $\eta=12$.

Θ. Όγκος δοκιμίου σε κ.εκ.

Υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό της επιφάνειας της βάσεως του δοκιμίου επί το ύψος.

Εμβαδόν βάσεως δοκιμίου=81 τ.εκ.

Άρα: Όγκος δοκιμίου=81*β=81*6,4=518,4 κ.εκ.

Κ. Φαινόμενο ειδικό βάρος δοκιμίου χλγρ./κ.μ.

Υπολογίζεται με διαίρεση του βάρους του δοκιμίου με τον όγκο του επί 1000.

$$\text{Άρα: φαιν. ειδ. Βάρος} = a/\theta * 1000$$

Για την περίπτωση μας:

$$\text{Φαιν. Ειδ. βάρος} = 1240/518,4 * 1000 = 2392 \text{ χλγρ.κ.μ.}$$

Λ. Άσφαλτος % ασφαλτομίγματος.

Έστω ότι το δοκίμιο παρασκευάσθηκε με 5% κατά βάρος άσφαλτο.

Άρα: στα 105 γρ. ασφαλτομίγματος 5γρ. άσφαλτο

100

X;

$$X = \lambda = 4,76\%$$

Μ. Βάρος ασφάλτου σε χλγρ. /κ.μ. ασφαλτομίγματος

Υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό του Φαιν. Ειδ.βάρος επί το ποσοστό % ασφάλτου στο ασφαλτομίγμα δια 100.

$$\text{Δηλαδή: } \mu = \kappa * \lambda / 100$$

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$$M = 2392 * 4,76 / 100 = 113,9 \text{ χλγρ./κ.μ. ασφαλτομίγματος}$$

Ν. Βάρος αδρανών σε χλγρ./κ.μ. ασφαλτομίγματος

Υπολογίζεται με την διαφορά του Φαιν. Ειδ. Βάρους και του βάρους της ασφάλτου στο ασφαλτομίγμα.

$$\text{Δηλαδή: } v = \kappa - \mu$$

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$$N = 2392 - 113,9 = 2278,1 \text{ χλγρ./κ.μ. άσφαλτομ.}$$

Ξ. Όγκος συμπυκνωμένων αδρανών/κ.μ. ασφαλτομίγματος.

Υπολογίζεται με διαίρεση του βάρους των αδρανών στο συμπυκνωμένο ασφαλτομίγμα με το ειδικό βάρος των αδρανών (περίπου 2,7 γρ. / κ. εκ.).

Δηλαδή: $\xi = \nu / \text{ειδ. βάρος}$

Έστω ότι το ειδικό βάρος αδρανών του παραδείγματος είναι 2,69 γρ. / κ. εκ.

Άρα: $\xi = 2278,1 / 2690 = 0,8469$ κ.μ.

Π. Συνολικός όγκος αδρανών και ασφάλτου / κ.μ. συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος.

Υπολογίζεται με το άθροισμα του όγκου των αδρανών και του όγκου της ασφάλτου.

Δηλαδή: $\pi = \xi + \mu / 1000$

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$\pi = 0,8469 + 113,9 / 1000 = 0,9608$ κ.μ.

Ρ. Κενά συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος %

Υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$P = (1 - \pi) * 100$$

Όπου π = συνολικός όγκος ασφάλτου και αδρανών ανά κ.μ. συμπυκνωμένου ασφαλτομίγματος.

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$$P = (1 - 0,9608) * 100 = 3,92\%$$

Σ. Κενά συμπυκνωμένων αδρανών %

Υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$\Sigma = (1 - \xi) * 100$$

Όπου ξ = όγκος συμπυκνωμένων αδρανών ανά κ.μ. ασφαλτομίγματος.

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$$\Sigma = (1 - 0,8469) * 100 = 15,31\%$$

T. Κενά συμπυκνωμένων αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο %.

Υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$T = \sigma - \rho / \sigma * 100 \quad \text{ή} \quad \tau = \mu * 10 / \sigma$$

Με τα στοιχεία του παραδείγματος:

$$\tau = \frac{15,31 - 3,92}{15,31} * 100 = 74,4\%$$

$$\tau = \frac{113,9 * 10}{15,31} = 74,4\%$$

ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ

Δοκιμάζονται δοκίμια, που παρασκευάστηκαν με διάφορα ποσοστά ασφάλτου και υπολογίζουμε:

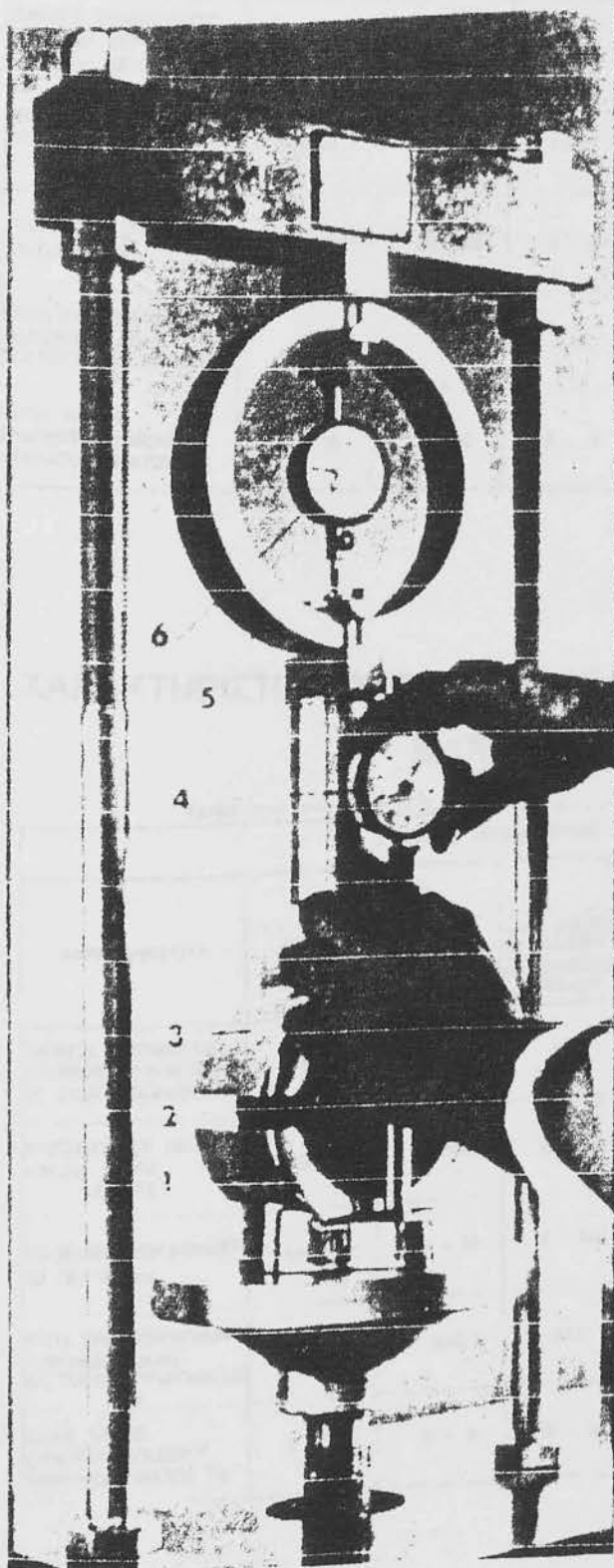
- 1) Ευστάθεια (ζ).
- 2) Υποχώρηση (η).
- 3) Κενά ασφαλτομίγματος (ρ).
- 4) Κενά αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο (τ).
- 5) Φαινόμενο ειδικό βάρος ασφαλτομίγματος (κ).

Στη συνέχεια σχεδιάζουμε διαγράμματα, που έχουν τετμημένη τα διάφορα ποσοστά ασφάλτου και τεταγμένη τα παραπάνω στοιχεία.

Το βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου, για το ασφαλτόμιγμα οδοστρωσίας, προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα σαν αριθμητικός μέσος όρος των ποσοστών ασφάλτου, που αντιστοιχούν:

- 1) Στη μέγιστη ευστάθεια.
- 2) Στο μέγιστο φαινόμενο βάρος του ασφαλτομίγματος.
- 3) Στο μέγιστο όρο των ορίων του ποσοστού των κενών συμπυκνωμένου δοκιμίου, που ορίζονται από τις προδιαγραφές (3 – 5%).

- 4) Στο μέσο όρο των ορίων του ποσοστού των κενών των συμπυκνωμένων αδρανών που γέμισαν με άσφαλτο, (65 – 75% για ισοπεδωτικές στρώσεις και 75 – 85% για στρώσεις κυκλοφορίας.



1. Κάτω πλάκα
2. Δοκίμιο
3. Πάνω πλάκα
4. Μηκυσιόμετροβραχύνσεως.
5. δυναμομετρικός δακτύλιος
6. Μηκυσιόμετρο δυναμομετρικού δακτυλίου

**ΣΥΣΚΕΥΗ
MARSHALL**

ΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΟΣ:**

Π.Τ.Π. Α 265 ΤΥΠΟΣ Α Στρώση κυκλοφορίας

ΑΔΡΑΝΗ:

Μίγμα αδρανών υλικών από χαλίκι, ψηφίδα και άμμο με τις παρακάτω κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, που παρουσιάζονται και στο σχ. 51.

ΧΑΛΙΚΙ

<u>Κόσκινα</u>	<u>Διερχόμενο % κατά βάρος</u>
1''	100
3 / 4''	84
3 / 8''	18
No 4	2
No 8	1
No 10	0

ΨΗΦΙΔΑ

<u>Κόσκινα</u>	<u>Διερχόμενο % κατά βάρος</u>
1''	100
3 / 4''	100
3 / 8''	94
No 4	23
No 8	10
No 10	4

No 40	1
No 80	0

ΑΜΜΟΣ

<u>Κόσκινα</u>	<u>Διερχόμενο % κατά βάρος</u>
1''	100
3/4''	100
3/8''	100
No 4	95
No 8	81
No 10	74
No 40	32
No 80	18
No 200	12

Υπολογίσθηκε, με κοκκομετρική σύνθεση των επί μέρους αδρανών, ότι χρειάζεται:

ΧΑΛΙΚΙ: 25% κατά βάρος

ΨΗΦΙΔΑ: 15% κατά βάρος

ΑΜΜΟΣ: 60% κατά βάρος

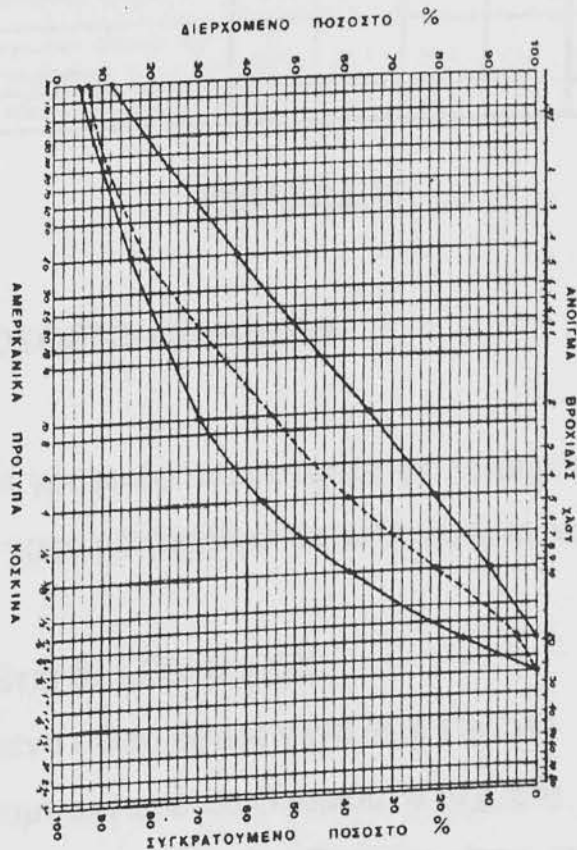
Έτσι έχουμε την κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών, που φαίνεται στον πίνακα 10. Η κοκκομετρική διαβάθμιση, σε σχέση με τα όρια της στρώσεως κυκλοφορίας τύπου Α (Π.Τ.Π. Α 265) παρουσιάζεται και στο σχ. 52.

ΑΣΦΑΛΤΟΣ:

Για την παρασκευή 6 δοκιμών χρησιμοποιήθηκε, για κάθε ζεύγος άσφαλτος 80/100 με τα παρακάτω ποσοστά:

Κόσκινα	ΧΑΛΙΚΙ 25%	ΨΗΦΙΔΑ 15%	ΑΜΜΟΣ 60%	Ποσοστό διερχόμ. %	Ποσοστό συγκρατ. %	Βάρη κατά κόσκινο για κάθε δοκίμιο Marshall 1200 γρ.
1''	$\frac{25 \cdot 100}{100}$	$\frac{15 \cdot 100}{100}$	$\frac{60 \cdot 100}{100}$	100	-	660,0
3/4''	$\frac{25 \cdot 84}{100}$	$\frac{15 \cdot 100}{100}$	$\frac{60 \cdot 100}{100}$	96,0	4,0	
3/8''	$\frac{25 \cdot 18}{100}$	$\frac{15 \cdot 94}{100}$	$\frac{60 \cdot 100}{100}$	78,6	17,4	
No 4	$\frac{25 \cdot 2}{100}$	$\frac{15 \cdot 23}{100}$	$\frac{60 \cdot 95}{100}$	61,0	17,6	
No 8	$\frac{25 \cdot 1}{100}$	$\frac{15 \cdot 10}{100}$	$\frac{60 \cdot 81}{100}$	50,4	-	
No 10	0	$\frac{15 \cdot 4}{100}$	$\frac{60 \cdot 74}{100}$	45,0	16,0	
No 40	0	$\frac{15 \cdot 1}{100}$	$\frac{60 \cdot 32}{100}$	19,4	25,6	540,0
No 80	0	0	$\frac{60 \cdot 18}{100}$	10,8	8,6	
No 200	0	0	$\frac{60 \cdot 12}{100}$	7,2	3,6	
ΦΙΛΛΕΡ				0	7,2	

ΠΙΝΑΚΑΣ 10



Κοκκομετρική καμπύλη μίγματος αδρανών και κοκκομετρικές καμπύλες στρώσεως κυκλοφορίας τύπου Α.

Σχ. 52

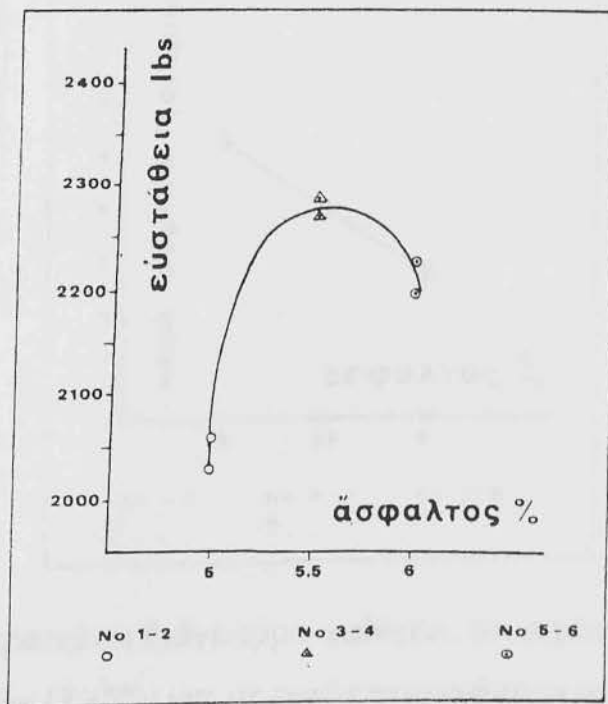
Είδη δοκιμών	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ					
	No 1	No 2	No 3	No 4	No 5	No 6
Ίσως δοκίμιου γρ.	1250,0	1271,0	1270,0	1279	1265,0	1264,0
Υψος δοκίμιου εκ.	6,51	6,52	6,50	6,51	6,52	6,52
Ένδειξη Marshall	216	212	238	237	230	233
Ευκλ. διασφ. ένδειξ. Marshall	0,956	0,958	0,963	0,956	0,958	0,958
Διαστ. ένδειξ. Marshall	206	203	229	224	220	223
Ευστάθεια σε lbs	2060	2030	2290	2270	2200	2230
Υποχώρηση δοκίμιου σε 0,01"	24 25	25 25	26 27	26 27	20 29	25 29
	14 15	14 15	14 15	14 15	14 15	14 15
	10	10,5	12	12	14	13,5
Όγκος δοκίμιου σε κ.εκ.	528,93	528,12	528,50	528,93	528,12	528,12
Ε.ε.βάρος δοκίμιου σε χλγρ./κ.μ.	2363,1	2368,8	2385,6	2380,3	2395,3	2393,4
Άσφαλτος & άσφαλτομίγματος	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0
	4,76	4,76	5,21	5,21	5,66	5,66
Βάρος άσφαλτού σε χλγρ./κ.μ. άσφαλτομίγματος	112,5	112,8	124,3	124,0	135,6	135,5
Βάρος άδρανών/κ.μ. άσφαλτου. συμπυκνωμένου	2250,8	2256,0	2261,3	2256,3	2259,7	2257,9
Όγκος συμπυκν. άδρανών/κ.μ. άσφαλτομίγματος	0,8336	0,8356	0,8375	0,8357	0,8369	0,8363
Ευκλ. όγκος άσφαλτου-άδρανών/κ.μ. συμπυκν. άσφαλτομίγματος	0,9461	0,9484	0,9618	0,9597	0,9725	0,9718
Κενά συμπυκνωμένου άσφαλτομίγματος %	5,39	5,16	3,82	4,03	2,75	2,82
Κενά συμπυκνωμένων άδρανών %	16,64	16,44	16,25	16,43	16,31	16,37
Κενά συμπυκνωμένων άδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλο %	67,6	68,6	76,5	75,5	83,1	82,8
Ειδ. βάρος άδρανών γρ./κ.εκ.	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ

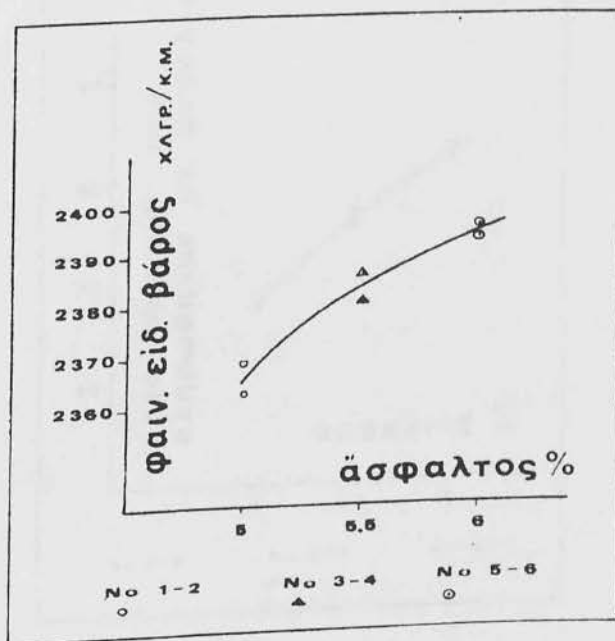
Σχεδιάζονται οι γραφικές παραστάσεις με τετμημένες το ποσοστό της ασφάλτου, που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε δοκίμιο, και τεταγμένες:

- 1) Ευστάθεια σε LBS. (σχ.53)
- 2) Φαινόμενο ειδικό βάρος χλγρ./κ.μ. (σχ.54)
- 3) Κενά συμπυκνωμένου δοκίμιου % (σχ. 55)
- 4) Κενά συμπυκνωμένων άδρανών, που πληρώθηκαν με άσφαλο % (σχ.56).
- 5) Υποχώρηση δοκίμιου σε 0,01" (σχ.57).



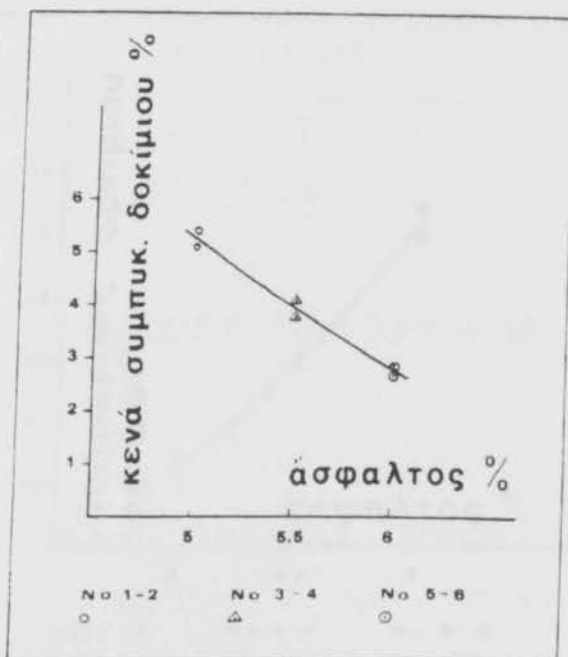
Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι για την μέγιστη ευστάθεια, πρέπει να έχουμε ποσοστό ασφάλτου: 5,5%

Σχ. 53



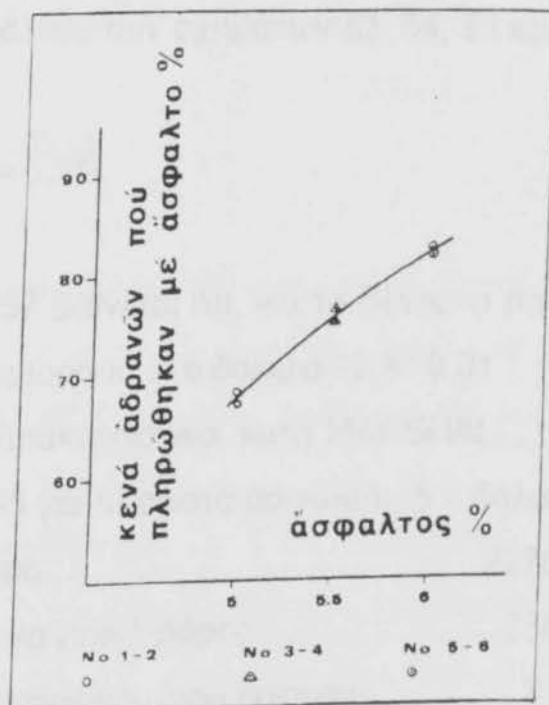
Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται, ότι για το μέγιστο βάρος, πρέπει να έχουμε ποσοστό ασφάλτου: 6%

Σχ. 54



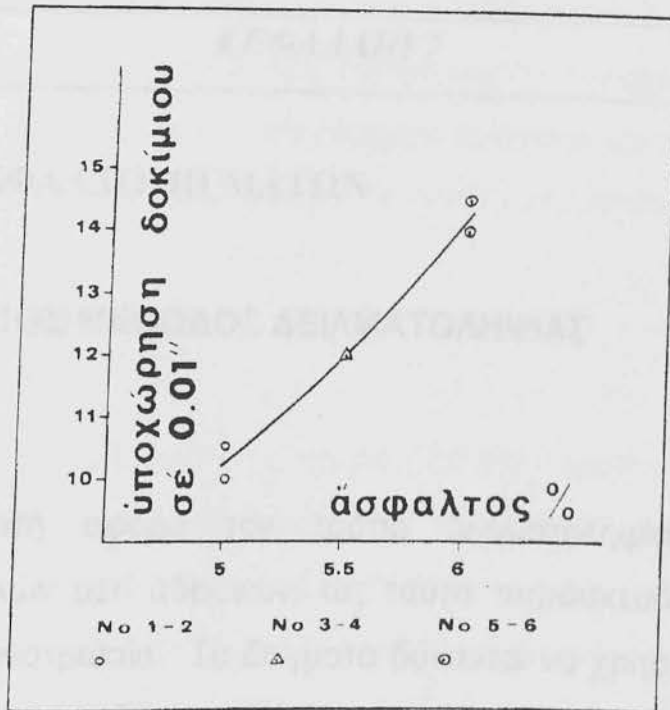
Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται, ότι ο μέσος όρος των προδιαγραφών (3 –5%) για τα κενά επιτυγχάνεται με ποσοστό ασφάλτου: 5,48%

Σχ.55



Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι ο μέσος όρος των προδιαγραφών (75 – 85%) των κενών συμπτκνωμένων αδρανών που πληρώθηκαν με άσφαλτο επιτυγχάνεται με ποσοστό ασφάλτου: 5,8%

Σχ. 56



ΣΧΗΜΑ 57

Το βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου προκύπτει σαν μέσος όρος των ποσοστών της ασφάλτου των σχημάτων 53, 54, 55 και 56. Δηλαδή:

$$\frac{5,5 + 6 + 5,48 + 5,8}{4} = 5,7\%$$

Από το σχήμα 57 φαίνεται ότι, για το βέλτιστο ποσοστό ασφάλτου 5,7% θα έχουμε υποχώρηση στο δοκίμιο 12,8* 0,01''.

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, κατά MARSHALL, προκύπτουν από τα σχήματα 53, 54, 55 για ποσοστό ασφάλτου 5,7 δηλαδή:

- 1) Ευστάθεια:.....2270 LBS.
- 2) Φαινόμενο ειδικό βάρος.....2387 χλγρ. /κ.μ.
- 3) Κενά συμπυκνωμένου δοκιμίου:.....3,6 %.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΣΦΑΛΤΟΜΙΓΜΑΤΩΝ****7.1 ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ****1. ΣΚΟΠΟΣ**

Η μέθοδος αυτή αφορά τον τρόπο δειγματοληψίας μιγμάτων ασφαλικών υλικών μετ' αδρανών, ως ταύτα παρασκευάζονται προς χρήση εις την οδοστρωσία. Τα δείγματα δύνανται να χρησιμοποιηθούν δι' οιονδήποτε των εξής δύο σκοπών:

- A) δια την παράσταση μιας μέσης καταστάσεως του ασφαλικού μίγματος, ή
- B) δια την εξακρίβωση των περιοδικών διακυμάνσεων των χαρακτηριστικών του μίγματος, επί σκοπώ ελέγχου της ομοιομορφίας.

2. ΕΚΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

- 2.1 Η δειγματοληψία παρουσιάζει την αυτήν σπουδαιότητα με την της δοκιμής και ο εκτελών ταύτην δέον να λαμβάνει πάσα προφύλαξη, λήψη δειγμάτων πραγματικώς αντιπροσωπευτικών του ασφαλικού μίγματος.
- 2.2 Κατά την δειγματοληψία δέον να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός του χονδρόκοκκου αδρανούς και του ασφαλικού κονιάματος. Ωσαύτως πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση του δείγματος υπό κόνεως ή ετέρου ξένου υλικού.
- 2.3 Δείγματα ασφαλικών μιγμάτων επί των οποίων βασίζεται η αποδοχή ή η απόρριψη παρτίδας, πρέπει να λαμβάνονται υπό

του προμηθευόμενου ταύτα ή του εντεταλμένου αντιπροσώπου αυτού, συμφώνως προς τον κατωτέρω περιγραφόμενο τρόπο. Δείγματα δια προκαταρκτική έγκριση δύνανται να υποβάλλονται υπό του αναδόχου προς έλεγχο, όταν τούτο απαιτείται.

3. ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

- 3.1 Η ποσότητα του δείγματος εξαρτάται εκ της μεγίστης διαστάσεως κόκκων του αδρανούς υλικού του ασφαλτικού μίγματος. Η ελάχιστη ποσότητα δείγματος πρέπει να ανταποκρίνεται εις τας απαιτήσεις του πίνακα Ι.

Μέγιστη διάσταση κόκκων διερχόμενων δια του κοσκινού	Ελάχιστο βάρος ασυμπιέστου μίγματος		Ελάχιστη επιφάνεια συμπιετισμένου μίγματος	
	LA	LB	Cm ²	Sq. in
Ho 8	1,82	4	232	36
Ho 4	1,82	4	232	36
3/8-ιη	3,63	8	232	36
1/2 ιη	5,45	12	413	64
3/4-ιη	7,26	16	645	100
1-ιη	9,08	20	929	144
1 1/2 -ιη	11,35	25	929	144
2-ιη	15,89	35	1451	225

4. Δειγματοληψία εις τον τόπον παραγωγής, ασφαλτικών μιγμάτων παραγόμενων εν μονιμω εγκατάσταση

- 4.1 Η πρόσφατη εκφορτωθείς εκ του συγκροτήματος παραγωγής ασφαλικού μίγματος παρτίς, δειγματίζεται εκ του σωρού μέσω σέσουλας ή πτύου δι' ακοξόσεως εκ της βάσεις μέχρι της κορυφής του αυτού εις δύο σημεία κατά 180° C, και ελαττώνεται εις την επιθυμητή ποσότητα δι' αναμίξεως και τετραμερισμού. Εάν το δείγμα προορίζεται να αντιπροσωπεύσει ποσότητα μεγαλύτερη της μιας παρτίδας του μίγματος, λαμβάνονται δείγματα σε κανονικά χρονικά διαστήματα εκ διαδοχικών παρτίδων, σύμφωνα προς την ανωτέρω διαδικασία και τίθενται εντός καταλλήλου υποδοχέως. Όταν έχει δειγματισθεί ο απαιτούμενος αριθμός παρτίδων, το σύνολον της ληφθείσας ποσότητας ελαττώνεται μέχρι την απαιτούμενη τοιαύτης δι' αναμίξεως και τετραμερισμού επί καθαράς λείας επιφάνειας. Έκαστων δείγμα δεν πρέπει να αντιπροσωπεύει ποσότητα μεγαλύτερη της ημερησίας παραγωγής. Προς διευκόλυνση της αναμίξεως δύναται εν ανάγκη να θερμανθεί το δείγμα εις την κατάλληλη προς αυτό θερμοκρασία λαμβανόμενης μερίμνης ώστε να μη υπερθερμανθεί ουδέν τμήμα αυτού. Όταν λαμβάνονται δείγματα προς έλεγχο της ομοιομορφίας του υπό της εγκαταστάσεως παραγόμενου προϊόντος τούτο δεν πρέπει να αναμιγνύονται αλλά να χειρίζονται κεχωρισμένως.
- 4.2 Τα δείγματα εκ των σωρών αποθηκεύσεως λαμβάνονται δια μίξεως ίσων ποσοτήτων ασφαλικού μίγματος λαμβανόμενων εξόπων διανοιγμένων εις τα σημεία παρά την κορυφή, το μέσον και την βάση του σωρού αποθηκεύσεως. Η ελάττωση του δείγματος εις την απαιτούμενη ποσότητα, γίνεται σύμφωνα με τα περιγραφέντα στην παράγραφο 4.1.
- 4.3 Τα δείγματα εκ των σιδηροδρομικών οχημάτων λαμβάνονται υπό εξ τουλάχιστον σημείων, 30cm(12in) περίπου κάτωθεν της επιφάνειας. Έκαστων σημείου θα ευρίσκειται εις το κέντρο εκάστου εκ των εξ τομέων εις τους οποίους θα χαριστεί η

επιφάνεια του οχήματος δια μιας κεντρικής γραμμής κατά μήκος και δύο καθέτων, σίτινες διαιρούν το μήκος του οχήματος εις τρία ίσα μέρη. Εις την περίπτωση κατά την οποία των, προς σχηματισμό του σύνθετου δείγματος, ταύτα δέον να λαμβάνονται εκ σημείων διεσπαρμένων κατά αμοιβαίο ικανοποιητικό κανονικό γεωμετρικό σχήμα. Οι ποσότητες αυτές αναμιγνύονται και άγονται δια τετραμερισμού εις το απαιτούμενο μέγεθος δείγματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εις κατάλληλων σωλήνα δειγματοληψίας ασφαλικών μιγμάτων δύναται να κατασκευασθεί δι' αναδιπλώσεως των πλευρών κτύου κυκλικού πέρατος, ούτως ώστε να σχηματισθεί σωλήνας διαμέτρου 8,9 cm (3 ½ in) περίπου.

5. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΚ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΕΝ ΜΟΝΙΜΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- 5.1 Τα δείγματα ασφαλικών μιγμάτων οδοποιίας τα λαμβανόμενα εκ του ετοιμού οδοστρώματος (δείγματα ασφαλτοταπήτων), προς προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του μίγματος, δεν πρέπει να είναι επιφάνειας μικροτέρας της αναγραφόμενης εις τον πίνακα I και πρέπει να εκτείνονται εφ' ολοκλήρου του βάθους της διαστρωθείσας ασφαλικής στρώσεως. Δεν πρέπει να λαμβάνεται ολιγότερων του δείγματος ανά ημερησίαν διάστρωση. Τα δείγματα δέον να αποκόπτονται κατά τοιούτον τρόπο, ώστε να προκαλείται η ελάχιστη δυνατή διαταραχή εις την πυκνότητα αυτών και να μεταφέρονται στερεώς και καταλλήλως συσκευασμένα ούτως ώστε να διατηρούν το σχήμα αυτών δια τον προσδιορισμό της πυκνότητας, εφ' όσον ούτος πρόκειται να εκτελεσθεί.

6. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΔΙ' ΑΝΑΜΙΞΕΩΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

- 6.1 Δέον όπως λαμβάνονται δείγματα των δι' αναμίξεως επί της οδού παραγόμενων ασφαλτικών μιγμάτων, δια τον προσδιορισμών των φυσικών ιδιοτήτων του μίγματος και της περιεκτικότητας εις ασφαλτικών συνδετικών, ως και της ομοιόμορφου κατανομής της ασφάλτου μετά την πλήρη ενσωμάτωση αυτής.
- 6.2 Εάν το δείγμα ευρίσκεται εις σειράδια, λαμβάνεται ανά εν αντιπροσωπευτικών δείγμα ανά μήκος σειραδίου ουχί μεγαλύτερου των 164 m (500ft) και τα δείγματα ταύτα εξετάζονται κεχωρισμένως. Τα εκ των σειραδίων δείγματα λαμβάνονται δι' ισοπεδώσεως του σωρού εις εν σημείο αυτού μέχρις στρώσεως πάχους περίπου 30 cm(1ft) δια διατρήσεως της στρώσεως εις τρία ή περισσότερα σημεία ισαπέχοντα μεταξύ των, ούτως ώστε να ληφθεί η υπό του πίνακος 1 απαιτούμενη ποσότητα δείγματος.
- 6.3 Εάν το δείγμα έχει διαστρωθεί εις σχετικώς ομοιόμορφων στρώσιν, τα δείγματα λαμβάνονται εκ διαστημάτων (τμημάτων) ουχί μεγαλυτέρων έως 167 m(500ft) και εάν απαιτούνται περαιτέρω ενδείξεις περί της ομοιομορφίας του μίγματος, λαμβάνονται συμπληρωματικά δείγματα εκ του αυτού τμήματος των 164m (500ft) και εκ θέσεων απεχουσων περίπου 60cm(2ft) εκ του άκρου του οδοστρώματος. Δέον να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να συμπεριληφθεί εις το δείγμα υαλικόν προερχόμενων εκ της υποδομής ή της βάσεως επί της οποίας έχει κατασκευασθεί ή ειπώ εξέταση στρώση.

7. ΣΗΜΑΝΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

7.1 Έκαστων δείγμα θα συνοδεύεται υπο Δελτίου, παρέχοντας τις ακόλουθες πληροφορίες:

1. Το έργο το οποίο προορίζεται το υλικό, ο αριθμός του έργου, ο αριθμός της οδού, η επαρχία και οιαδήποτε άλλη γεωγραφική ένδειξη.
2. Η προέλευση του δείγματος και προκειμένου και του ιδιόκτητου ή του υπευθύνου της εγκατάστασης, η θέση της εγκατάστασης, ο τόπος του συγκροτήματος, η ποσότητα εκάστης παρτίδας και τα χαρακτηριστικά στοιχεία των χρησιμοποιούμενων εις το μίγμα ασφαλικού και αδρανών υλικών.
3. Η θέση λήψεως του δείγματος και προκειμένου περί δειγμάτων λαμβανόμενων εκ της οδού, η χιλιομετρική θέση και η απόσταση από τον άξονα επίσης, εάν η δειγματοληψία έγινε εξ' ετοιμού οδοστρώματος, εκ σειραδίου κ.λ.π.
4. Αντιπροσωπευόμενη ποσότητα.
5. Ονοματεπώνυμο και ιδιότητα αυτού που έκανε τη δειγματοληψία.
6. Ημερομηνία τελευταίας αναμίξεως, προκειμένου αναμίξεως επί της οδού.
7. Ημερομηνία δειγματοληψίας.
8. Ονοματεπώνυμο και διεύθυνση του υποβάλλοντος το προς εξ'ετασιν δείγμα.
9. Σκοπός για τον οποίο ελήφθη το δείγμα και
10. Εις ποίον δέον να ανακοινωθούν τα αποτελέσματα των εξετάσεων.

7.2. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΣΥΝΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΘΕΝΤΩΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ (Α.Α.Σ.Η.Ο.: Τ 165-55)

1. Σκοπός

1.1 Η μέθοδος αυτή δοκιμής περιλαμβάνει την μέτρηση της απώλειας συνοχής της προερχόμενης εκ της επιδράσεως του ύδατος, επί συμπυκνωθέντων ασφαλτικών μειγμάτων περιεχόντων ασφάλτους χαρακτηριζόμενας εκ της διεισδύσεως αυτών. Εις αριθμητικός δείκτης ελαττωμένης συνοχής προκύπτει διά συγκρίσεις της αντοχής εις θλίψιν προσφάτως διαμορφωθέντων και διατηρηθέντων δοκιμίων προς την αντοχής εις θλίψιν διδύμων (παρομοίων) δοκιμίων, τα οποία ενεβαπτίσθησαν εντός ύδατος υπό προδιαγεγραμμένες συνθήκες.

2. Εργαστηριακός εξοπλισμός

Διά την εμβάπτισιν των δοκιμίων δέον να διατίθενται εν η πλείονα αυτομάτως ελεγχόμενα υδατόλουτρα. Τα λουτρά ταύτα δέον να έχουν ικανόν μέγεθος ούτως ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εμβάπτισις των δοκιμίων. Η κατασκευή και τα εξαρτήματα των δέον να είναι τοιαύτα ώστε να επιτρέπουν την μετ' ακριβείας ομοιόμορφη διατήρηση της θερμοκρασίας του ύδατος κατά την διάρκεια της εμβαπτίσεως με ανοχήν $- 1^{\circ}\text{C}$ ($1,8^{\circ}\text{F}$). Ταύτα δέον να είναι κατασκευασμένα επενδεδυμένα διά χάλκου, ανοξειδωτου χάλυβος, ή άλλου αδρανούς υλικού. Το χρησιμοποιούμενον διά την εν υγρώ συντήρηση των δοκιμίων ύδωρ, δέον να είναι είτε απεσταγμένο ή άλλως πως κατειργασμένον προς περιορισμόν των εν αυτώ ηλεκτρολυτών και το λουτρό, προ εκάστης σειράς δοκιμών, δέον να κενούται, να καθαρίζεται και να επαναπληρούται διά νέου ύδατος.

2.2 Δέον να διατίθενται επίσης εν κοινόν ή εν αυτομάτως ελεγχόμενον υδατόλουτρον, διά να φέρονται τα διά την δοκιμήν θλίψεως εμβαπτισθέντα δοκίμια, εις θερμοκρασία των $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($77 \pm 1,8^{\circ}\text{F}$). Οποιοδήποτε κατάλληλο δοχείο ή δεξαμενή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί, εφόσον έχει το απαιτούμενο μέγεθος, ούτως ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εμβάπτιση των δοκιμίων.

2.3 Διά τη ζύγιση των δοκιμίων εις τον αέρα και εντός ύδατος, προς προσδιορισμό των πυκνοτήτων αυτών, του ποσοστού απορροφήσεως, ως και τυχόν μεταβολών όγκου των δοκιμίων, προερχομένων εκ της δοκιμής εμβαπτίσεως, απαιτούνται εις ζυγός και εν υδατόλουτρον μετά των καταλλήλων βοηθητικών εξαρτημάτων.

2.4 Απαιτούνται επίσης μερικές επίπεδες πλάκες μεταφοράς, υάλινα ή μεταλλικά. Ανά μία των πλακών τούτων δέον να διατηρείται κάτωθεν εκάστου δοκιμίου, καθ' όλη την διάρκεια της εμβαπτίσεως και καθ' άπαντες τους επόμενους χειρισμούς, πλην της ζυγίσεως και της δοκιμής, προς αποφυγή της θραύσεως ή παραμορφώσεως των δοκιμίων.

3. Δοκίμια

3.1 Δι' εκάστην δοκιμή δέον να παρασκευάζονται εξ τουλάχιστον κυλινδρικά δοκίμια διαστάσεως 4 « x 4» (10,16 x 10,16 cm). Κατά την παρασκευή των χαλαρών ασφαλικών μιγμάτων και κατά τη διαμόρφωση και συντήρηση των δοκιμίων, δέον να ακολουθούνται την Πρότυπη Μέθοδο Δοκιμής της Αντοχής εις θλίψιν Ασφαλικών Μιγμάτων (A.A.S.H.O. : T 167) περιγραφόμενη διαδικασία.

4. Προσδιορισμός του Μικτού Ειδικού Βάρους των Δοκιμίων

4.1 Εκάστη παρτίς εξ εξ δοκιμίων αφιέται προς ψύξιν επί 2ωρον τουλάχιστον μετά την εξαγωγή των εκ του υπό της Μεθόδου T 167 περιγραφόμενου κλίβανου ωριμάνσεως. Προσδιορίζεται το βάρος A, εκάστου δοκιμίου κατόπιν ξηράνσεως εντός κλιβάνου. Έκαστο δοκίμιο εμβαπτίζεται εντός ύδατος επί 1 λεπτό, ξηραίνεται επιφανειακός δια ταχείας απορροφήσεως του ύδατος δι' υγρού προσοψίου και προσδιορίζεται το επιφανειακός ξηρό βάρος B. Άνευ καθυστερήσεως, προσδιορίζεται το βάρος Γ, εκάστου δοκιμίου εμβαπτισμένου εντός ύδατος.

4.2 Υπολογίζεται το μικτό ειδικό βάρος εκάστου των δοκιμίων ως ακολούθως:

$$\text{ΜικτόΕιδ.Βάρος} = \frac{A}{B - \Gamma}$$

Ενθα :

A= Βάρος εις τον αέρα του εντός κλιβάνου ξηρανθέντος δοκιμίου εις gr.

B= Βάρος εις του επιφανειακώς ξηρού δοκιμίου, εις gr.

Γ= Βάρος του δοκιμίου εντός ύδατος, εις gr.

5. Τρόπος εργασίας

Διαχωρίζεται εκάστη παρτίς εξ εξ δοκιμίων εις δύο ομάδες εκ τριών δοκιμίων εκάστης, ούτως ώστε το μέσον μικτό ειδικό βάρος των δοκιμίων της 1^{ης} ομάδας να είναι περίπου το αυτό μετά του της 1^{ης} ομάδας. Τα δοκίμια της 1^{ης} ομάδας υποβάλλονται εις δοκιμή κατά τα περιγραφόμενα εν παραγράφω 5.1. Τα δοκίμια της 2^{ης} ομάδας υποβάλλονται εις δοκιμή, ως παραγράφω 5.2., εκτός εάν προδιαγράφεται προς τούτο η εν παραγράφω 5.3. παραλλαγή του τρόπου εργασίας.

5.1 Ομάδα 1^η. – Φέρονται τα προς εξέταση δοκίμια σε θερμοκρασία δοκιμής των $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ($77 \pm 1,8^\circ\text{F}$), διά της παραμονής των επί ουχί έλαττον των 5 ωρών εντός αερολούτρου διατηρουμένου εις την θερμοκρασίαν δοκιμής και ακολούθως προσδιορίζεται η αντοχή αυτών εις θλίψιν, σύμφωνα με τη Μέθοδο T 167.

5.2. Ομάδα 2^η. – Εμβαπτίζονται τα προς εξέταση δοκίμια εντός ύδατος $49 \pm 1^\circ\text{C}$ ($120 \pm 1,8^\circ\text{F}$), επί 4 ημέρες. Μεταφέρονται ακολούθως εντός του δεύτερου υδατολούτρου διατηρουμένου εις τους $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ($77 \pm 1,8^\circ\text{F}$) και αφίονται να παραμείνουν εκεί επί 2 ώρες. Προσδιορίζεται η αντοχή εις θλίψιν των δοκιμίων σύμφωνα με την Μέθοδο T 167.

5.3. Ομάδα 2^η. Παραλλαγή Τρόπου Εργασίας. – Εμβαπτίζονται τα προς εξέταση δοκίμια εντός ύδατος $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ($140 \pm 1,8^\circ\text{F}$), επί 24 ώρες. Μεταφέρονται ακολούθως εντός του δευτέρου υδατολούτρου διατηρουμένου 2ωρόν. Προσδιορίζεται η αντοχή εις θλίψιν των δοκιμίων σύμφωνα με τη Μέθοδο T 167.

6. Υπολογισμοί

6.1. Ο αριθμητικός δείκτης της αντιστάσεως των ασφαλικών μιγμάτων εις την αποσυνθετική δράση του ύδατος εκφράζεται ως εκατοστιαίο ποσοστό της αρχικής αντοχής της διατηρηθείσης κατόπιν της περιόδου της εμβαπτίσεως. Ούτος υπολογίζεται ως ακολούθως :

$$\text{Δείκτης διατηρηθείσης αντοχής} = \frac{S_2}{S_1} \times 100$$

πρέπει $\uparrow > 0,7$

Ένθα:

S_1 = Αντοχή εις θλίψιν των ξηρών δοκιμίων (ομάδα 1^η) και

S2= Αντοχή εις θλίψιν εμβαπτισθέντων δοκιμίων (ομάδα 2^η).

Δοσείς

Η μέθοδος αυτή διαφέρει περιεργά την διαδικασία της προσδιορισμού της κλίμακας των δοκιμίων εμβαπτισθέντων εις το λατινικό αλάτι, γινώσκοντες όμως ότι η διαδικασία αυτή απαιτείται να πραγματοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως και η διαδικασία της εμβαπτισης των δοκιμίων εις το λατινικό αλάτι.

Επισημαίνεται ότι η διαδικασία αυτή να πραγματοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως και η διαδικασία της εμβαπτισης των δοκιμίων εις το λατινικό αλάτι.

Επισημαίνεται ότι η διαδικασία αυτή να πραγματοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως και η διαδικασία της εμβαπτισης των δοκιμίων εις το λατινικό αλάτι.

Επισημαίνεται ότι η διαδικασία αυτή να πραγματοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως και η διαδικασία της εμβαπτισης των δοκιμίων εις το λατινικό αλάτι.

7.3. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΕΚΧΥΛΙΣΘΕΝΤΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΥΛΙΚΟΥ (Α.Α.Σ.Η.Ο. : T30 – T55)

1. Σκοπός.

1.1. Η μέθοδος αυτή δοκιμής περιλαμβάνει την διαδικασία του προσδιορισμού της κατανομής των διαφόρου μεγέθους κόκκων, εις τα λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα αδρανή υλικά τα εκχυλισθέντα εξ ασφαλικών μιγμάτων τη χρησιμοποιήσει κοσκίνων μετά τετραγωνικών οπών. Επίσης η μέθοδος ειν εφαρμόσιμος διά την χρησιμοποίηση κοσκίνων κυκλικών οπών.

2. Εργαστηριακός εξοπλισμός.

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα ακόλουθα:

2.1. Ζυγός. – Ο ζυγός πρέπει να είναι ευαισθησίας 0,1% του βάρους του προς εξέταση δείγματος.

2.2. Κόσκινα. – Τα μετά τετραγωνικών οπών πλέγματα των κοσκίνων πρέπει να είναι προσαρμοσμένα επί στερεών πλαισίων κατασκευασμένων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται απώλεια υλικού κατά την κοσκίνιση. Τα κόσκινα πρέπει να εκλέγονται με τα κατάλληλα ανοίγματα, για να παρέχουν τις πληροφορίες της απαιτούμενης υπό των καλυπτουσών υπό εξέταση υλικών προδιαγραφών. Τα συρμάτινα πλέγματος κόσκινα πρέπει να είναι σύμφωνα προς τους Πρότυπους Προδιαγραφές κοσκίνων δοκιμές (Α.Α.Σ.Η.Ο. : M 92).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν χρησιμοποιούνται κόσκινα κυκλικών οπών, τα ανοίγματα αυτών πρέπει να είναι σύμφωνα προς τας εφαρμοσίμους διαστάσεις και ανοχάς τας περιγραφόμενας εις την Προδιαγραφήν Α.Α.Σ.Η.Ο. : M 92.

3. Δείγμα.

3.1. Το δείγμα συνίσταται εξ ολοκλήρου της ποσότητας, ή μέρους ταύτης του αδρανούς υλικού εκ του οποίου το ασφαλικό υλικό έχει εκχυλισθεί.

4. Τρόπος εργασίας.

4.1. Το δείγμα, διά την δοκιμή ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους εις θερμοκρασία μη υπερβαίνουσα τους 110°C (230°F) και ζυγίζεται. Το βάρος της ορυκτής παιπάλης (φίλλερ) της περιεχόμενης εις το ασφαλικό εκχύλισμα προσδιορίζεται επίσης, και το βάρος τούτο προστίθεται εις το βάρος του πλυθέντος και ξηρανθέντος υλικού. Το άθροισμα των βαρών τούτων αποτελεί το συνολικό βάρος του αδρανούς εις το εξεταζόμενο ασφαλικό μίγμα.

4.2. Το εξεταζόμενο δείγμα, αφού ξηραθεί και ζυγιστεί, τοποθετείται εντός δοχείου, όπου προστίθεται επαρκές ύδωρ προς κάλυψιν τούτου. Προς διευκόλυνση της διαβροχής του δείγματος, προστίθεται εις το ύδωρ μικρά ποσότης οργανικού διαβρεκτικού παράγοντος, ως «Naccopol» NR, «Joy», ή μεθανόλης. Το περιεχόμενο του δοχείου αναδεύεται ζωηρός και το ύδωρ πλύσεως χύνεται αμέσως επί δύο κοσκίνων, ή ενός κοσκίνου No.10 (ή No.16) τοποθετημένου επί ετέρου No.200.

4.3. Η ανάδευση πρέπει να είναι αρκετά ζωηρά, ώστε να επιτυγχάνεται ο πλήρης διαχωρισμός, εκ των χονδρών κόκκων, όλων των λεπτών τοιούτων των διερχομένων διά του κοσκίνου No.200 (74 μ), ως και η αιώρηση αυτών, ίνα ούτοι απομακρυνθούν κατά την μετάγγιση του ύδατος πλύσεως. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι ότου το ύδωρ πλύσεως γίνει διαυγές.

4.4. Το πλυθέν υλικό, το χονδρότερο του κοσκίνου No.200, ξηραίνεται, στη συνέχεια, σε θερμοκρασία μη υπερβαίνουσα του 110°C (230°F) και ζυγίζεται με προσέγγιση 0,2%. Κατά την

ξήρανση δειγμάτων πλυθέντων με βενζίνη, εφιστάται η προσοχή προς αποφυγή του κινδύνου αναφλέξεως.

- 4.5 Κατόπιν το αδρανές υλικό κοσκινίζεται διά κοσκίνων διαφόρων μεγεθών, απαιτούμενων υπό της ισχυούσης διά το μίγμα προδιαγραφής, περιλαμβανομένου και του κοσκίνου No.200. Καταγράφεται το βάρος του υλικού το διερχόμενο δι' εκάστου κοσκίνου και συγκρατούμενο επί του επομένου και η ποσότης η διερχόμενη διά του κοσκίνου No.200. Το άθροισμα των διαφόρων τούτων βαρών πρέπει να συμπίπτει με το ληφθέν ξηρό βάρος μετά την πλύση με προσέγγιση 0,1% επί του συνολικού βάρους. Το βάρος του ξηρού υλικού του διερχομένου διά του κοσκίνου No.200, διά ξηράς κοσκινίσεως, πρέπει να προστίθεται εις το βάρος του ανόργανου υλικού του παραληφθέντος μετά του ασφαλικού και εις το βάρος του απομακρυνθέντος υλικού διά της εκ-πλύσεως, ίνα ληφθεί το ολικό διερχόμενο διά του κοσκίνου No.200. Εάν είναι επιθυμητό να γίνει έλεγχος του βάρους του υλικού του διελθόντος διά πλύσεως διά του κοσκίνου No.200, τότε είναι δυνατόν να εξατμισθεί μέχρι ξηρού το ύδωρ πλύσεως ή να διηθηθεί τούτο διά προεζυγισμένου χάρτου διηθήσεως και εν συνεχεία ξηραθεί και ζυγιστεί το συγκρατηθέν υλικό. Τα βάρη των συγκρατούμενων εις τα διάφορα κόσκινα κλασμάτων και το ολικό διερχόμενο διά του κοσκίνου No.200 πρέπει να ανάγονται επί τοις εκατό, διά διαιρέσεις εκάστου τούτων διά του συνολικού βάρους του περιεχομένου εις το ασφαλικό μίγμα αδρανούς ευρισκομένου κατά την Παράγραφο 4.1.

5. Δελτίο αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής αναλύσεως δέον να αναφέρονται ως ακολούθως: (α) διά των ολικών επί τοις εκατό ποσοστών των διερχομένων δι' εκάστου κοσκίνου, ή (β) διά των ολικών επί τοις εκατό ποσοστών των συγκρατούμενων επί εκάστου κοσκίνου, ή (γ) διά των

επί τοις εκατό ποσοστών των συγκρατούμενων μεταξύ διαδοχικών κοσκίνων, τούτου εξαρτωμένου εκ του τύπου των προδιαγραφών διά την εφαρμογή του υπό εξέταση υλικού. Τα επί τοις εκατό ποσοστά πρέπει να αναφέρονται στρογγυλεμένα προς τον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

Αριθμός Κοσκίνου	Ποσοστό	Αριθμός Κοσκίνου	Ποσοστό
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	
21		21	
22		22	
23		23	
24		24	
25		25	
26		26	
27		27	
28		28	
29		29	
30		30	
31		31	
32		32	
33		33	
34		34	
35		35	
36		36	
37		37	
38		38	
39		39	
40		40	
41		41	
42		42	
43		43	
44		44	
45		45	
46		46	
47		47	
48		48	
49		49	
50		50	
51		51	
52		52	
53		53	
54		54	
55		55	
56		56	
57		57	
58		58	
59		59	
60		60	
61		61	
62		62	
63		63	
64		64	
65		65	
66		66	
67		67	
68		68	
69		69	
70		70	
71		71	
72		72	
73		73	
74		74	
75		75	
76		76	
77		77	
78		78	
79		79	
80		80	
81		81	
82		82	
83		83	
84		84	
85		85	
86		86	
87		87	
88		88	
89		89	
90		90	
91		91	
92		92	
93		93	
94		94	
95		95	
96		96	
97		97	
98		98	
99		99	
100		100	

ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ

ΡΓΟ:

ΠΙΘ. ΔΕΙΓ/ΤΟΣ:

ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓ/ΤΟΣ:

Πρώτο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Βάρος ολικού δείγματος		Διερχόμενο βάρος	
	Αριθμ. κοσκίνου σε in	Συγκρατούμενο βάρος σε gr.	g	%
76.2	3"	X		
63.50	2 1/2"			
50.8	2"			
38.1	1 1/2"			
31.75	1 1/4"			
25.4	1"			
19.05	3/4"			
15.87	5/8"			
12.7	1/2"			
9.52	3/8"			
6.35	1/4"			
4.75	No 4			
2.36	No 8			
2.00	No 10			
1.18	No 16			
0.60	No 30			
0.425	No 40			
0.300	No 50			
0.180	No 80			
0.149	No 100			
0.074	No 200			
	Παιπάλη			
	Ολικό βάρος			

Παρατηρήσεις:

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ

7.4. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ
ΣΥΜΠΕΠΙΕΣΜΕΝΩΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ Α.Α.Σ.Η.Ο. : Τ
166-60 (Α.Σ.Τ.Μ. : D 1188-56)

1. -Σκοπός.
 - 1.1. Η μέθοδος αυτή έχει ως σκοπό τον προσδιορισμό του μικτού ειδικού βάρους δοκιμίων συμπεπιεσμένου ασφαλτικού μίγματος και προσδιορίζει απ' ευθείας το μικτό εκδικό βάρος, ως τούτο ορίζεται από των Προτύπων Ορισμών των Ορωτών σχετικών προς το Ειδικό Βάρος (Α.Α.Σ.Η.Ο. : M 132).
2. -Εργαστηριακός εξοπλισμός
 - 2.1. Διά δείγματα βάρους μεγαλύτερου των 250 gr και μικρότερου των 5 kg, ο εργαστηριακός εξοπλισμός θα αποτελείται από τα παρακάτω:
 - 2.1.A. Ζυγός. Εις ζυγός ικανότητας 5 kg ή μεγαλύτερης και ευαισθησίας τουλάχιστον 0,5 gr.
 - 2.1.B. Συρμάτινος κάλαθος.- Εις συρμάτινος κάλαθος ανοίγματος βροχίδων 4,76 mm (No 4), διαμέτρου περίπου 20 cm (8 in).
 - 2.1.C. Υποδοχείς μετά διατάξεως υπερχειλίσεως, διά την εμβάπτιση του συρμάτινου κάλαθου εντός ύδατος και την διατήρηση σταθεράς στάθμης ύδατος.
 - 2.1.D. Διάταξης αναρτήσεως, διά την ανάρτηση του συρμάτινου κάλαθου εκ του κέντρου του δίσκου του ζυγού.
 - 2.2. Διά δείγματα βάρους 250 gr ή μικρότερου, ο απαιτούμενος εργαστηριακός εξοπλισμός δέον να συνίσταται εκ των κάτωθι:
 - 2.2.A. Ζυγός. Εις ζυγός ικανότητας 500 gr ή μεγαλύτερης και ευαισθησίας τουλάχιστον 0,1 gr, εφοδιασμένος διά βραχίονα στηρίξεως υποδοχέως ή δι' ετέρου σταθερού υποστηρίγματος.

2.2.B. Ποτήριοιον – Εν ποτήριοιον ή έτερον κατάλληλο δοχείο διά τη ζύγιση του δοκιμίου εντός ύδατος μέσο ενός νήματος ανηρτημένου εξ αγκίστρου ευρισκομένου εις τον δίσκο του ζυγού.

3. Δοκίμια.

3.1. – Τα δοκίμια δύνανται να είναι ή παρασκευασμένα εν των Εργαστηρίων εξ ασφαλικών μιγμάτων ή προερχόμενα εκ τομών ή εξ αποκοπής καρώτων εκ των

4. Τρόπος εργασίας.

- 4.1. Βάρος μη επικεκαλυμμένου δοκιμίου. Προσδιορίζεται το βάρος του δοκιμίου εις θερμοκρασία δωματίου, διά του ζυγού του προδιαγραφόμενου εις την παράγραφο 2, προ της εμβάπτισεως του δοκιμίου εντός ύδατος, και μετά παραμονή αυτού εις την θερμοκρασία του δωματίου τουλάχιστον επί 1 hr. τα δοκίμια βάρους μεγαλύτερου των 250 gr ζυγίζονται με προσέγγιση 0,5 gr και τα δοκίμια βάρους 250 gr ή μικρότερου με προσέγγιση 0,1 gr. Το βάρος τούτο χαρακτηρίζεται ως «Α».-
- 4.2. Βάρος επικεκαλυμμένου δοκιμίου. – Επικαλύπτεται το προς εξέταση δοκίμιο καθ' όλη την επιφάνεια αυτού διά στρώματος παραφίνης, ικανού πάχους προς σφράγιση όλων των επιφανειακών κενών (βλ. Σημείωση). Η εφαρμογή της παραφίνης επιτυγχάνεται κατόπιν ψύξεως του δοκιμίου εντός ψυγείου εις θερμοκρασία περίπου 4,4°C (40°F) επί 30 min και εν συνεχεία εμβάπτισης αυτού εντός θερμής παραφίνης. Δυνατόν να παραστεί ανάγκη επιχρίσεως της επιφάνειας της παραφίνης διά προσθέτου θερμής τοιαύτης, προς σφράγιση τυχόν παρουσιαζομένων μικρότατων οπών επ' αυτής. Ψύχεται η επικάλυψης εις τον αέρα εις θερμοκρασία 25°C (77°F) επί 30 min και εν συνεχεία προσδιορίζεται το ξηρό βάρος του δοκιμίου, εις θερμοκρασία δωματίου, διά του προδιαγραφόμενου εις της

παραγράφο 2 ζυγού. Τα δοκίμια βάρους μεγαλύτερου των 250 gr ζυγίζονται με προσέγγιση 0,5 gr και τα δοκίμια βάρους 250 gr ή μικρότερου με προσέγγιση 0,1 gr. Το βάρος τούτο χαρακτηρίζεται ως «Β».

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί το δοκίμιο διά περαιτέρω δοκιμές, οι οποίες απαιτούν την απομάκρυνση το εκ παραφίνης επικαλύμματος, το δοκίμιο πρέπει πρώτον να επιπασθεί διά κόνεως τάλκου.

4.3 Βάρος επικεκαλυμμένου δοκιμίου εντός ύδατος.

Εμβαπτίζεται το επικεκαλυμμένον διά παραφίνης δοκίμιο εις υδρόλουτρον 25°C (77°F) επί 4 hr και εν συνέχεια ζυγίζεται εντός ύδατος, διά χρησιμοποίησεως της εις την παραγράφου 2 προδιαγραφόμενης συσκευής. Τα δοκίμια βάρους μεγαλύτερου των 250 gr ζυγίζονται με προσέγγιση 0,5 gr και τα δοκίμια βάρους 250 gr ή μικρότερου με προσέγγιση 0,1 gr. Το βάρος του διά παραφίνης επικεκαλυμμένου και εμβαπτισμένου εντός ύδατος δοκιμίου, χαρακτηρίζεται ως «Γ».

4.4 Μικτό ειδικό βάρος παραφίνης. Προσδιορίζεται το μικτό ειδικό βάρος της παραφίνης, εάν τούτο δεν είναι γνωστόν και χαρακτηρίζεται ως «Δ».

4.5 Εις την περίπτωση καθ' ην το δοκίμιο ληφθεί εξ οδοστρώματος και περιέχει υγρασία, είναι αναγκαίο όπως διορθωθούν τα βάρη : «Α», «Β» και «Γ» κατά το βάρος υγρασίας. Μετά τον προσδιορισμό του βάρους «Γ», προσδιορίζεται το επί τοις εκατό κατά βάρος ποσοστό της υγρασίας εις το μη επικεκαλυμμένον δοκίμιο, συμφώνως προς την Πρότυπο Μέθοδο Προσδιορισμού Υγρασίας ή Πτητικών προϊόντων αποστάξεως των ασφαλικών μιγμάτων (A.A.S.H.O.: T 110) και γίνονται οι κατάλληλες διορθώσεις των βαρών «Α», «Β» και «Γ».

5. Υπολογισμός

Υπολογίζεται το μικτό ειδικό βάρος των δοκιμίων, ως τούτο ορίζεται εις του Πρότυπους Ορισμούς Α.Α.Σ.Η.Ο.: Μ 132, ως ακολούθως:

$$\text{Μικτό νειδικό νβάρος} = \frac{A}{B - \Gamma \left(\frac{B - \Delta}{\Delta} \right)}$$

Ένθα:

- A Βάρος εις γραμμάρια του ξηρού δοκιμίου εις τον αέρα.
- B Βάρος εις γραμμάρια του ξηρού δοκιμίου μετά του εκ παραφίνης επικαλύμματος, εις τον αέρα.
- Γ Βάρος εις γραμμάρια του ξηρού δοκιμίου μετά του εκ παραφίνης επικαλύμματος, εντός ύδατος .
- Δ Μικτό ειδικό βάρος παραφίνης.

6. Αναπαραγώγιμον αποτελεσμάτων.

6.1. Οι εις διπλούν προσδιορισμοί δεν πρέπει να διαφέρουν μεταξύ των περισσότερων του 0,02 εις περίπτωσιν δοκιμίων βάρους μεγαλύτερου των 250 gr και μικρότερου των 5 kg και του 0,01 διά δοκίμια βάρους 250 gr ή μικρότερου.

7.5. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΕΙΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΔΙΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ MARSHALL A.S.T.M.: D 1559 - 65

1. Σκοπός

- 1.1 Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την μέτρηση της αντιστάσεως εις πλαστική παραμόρφωση κυλινδρικών δοκιμίων εξ ασφαλτομίγματος οδοστρωσίας φορτιζομένων επί της παραπλεύρου επιφάνειας αυτών δια της συσκευής Marshall. Η μέθοδος χρησιμοποιείται εις την περίπτωση θερμών μιγμάτων περιεχόντων ασφάλτων ή πίσσα και αδρανή υλικά μεγίστου μεγέθους μέχρι 1 in.

2. Εργαστηριακός εξοπλισμός

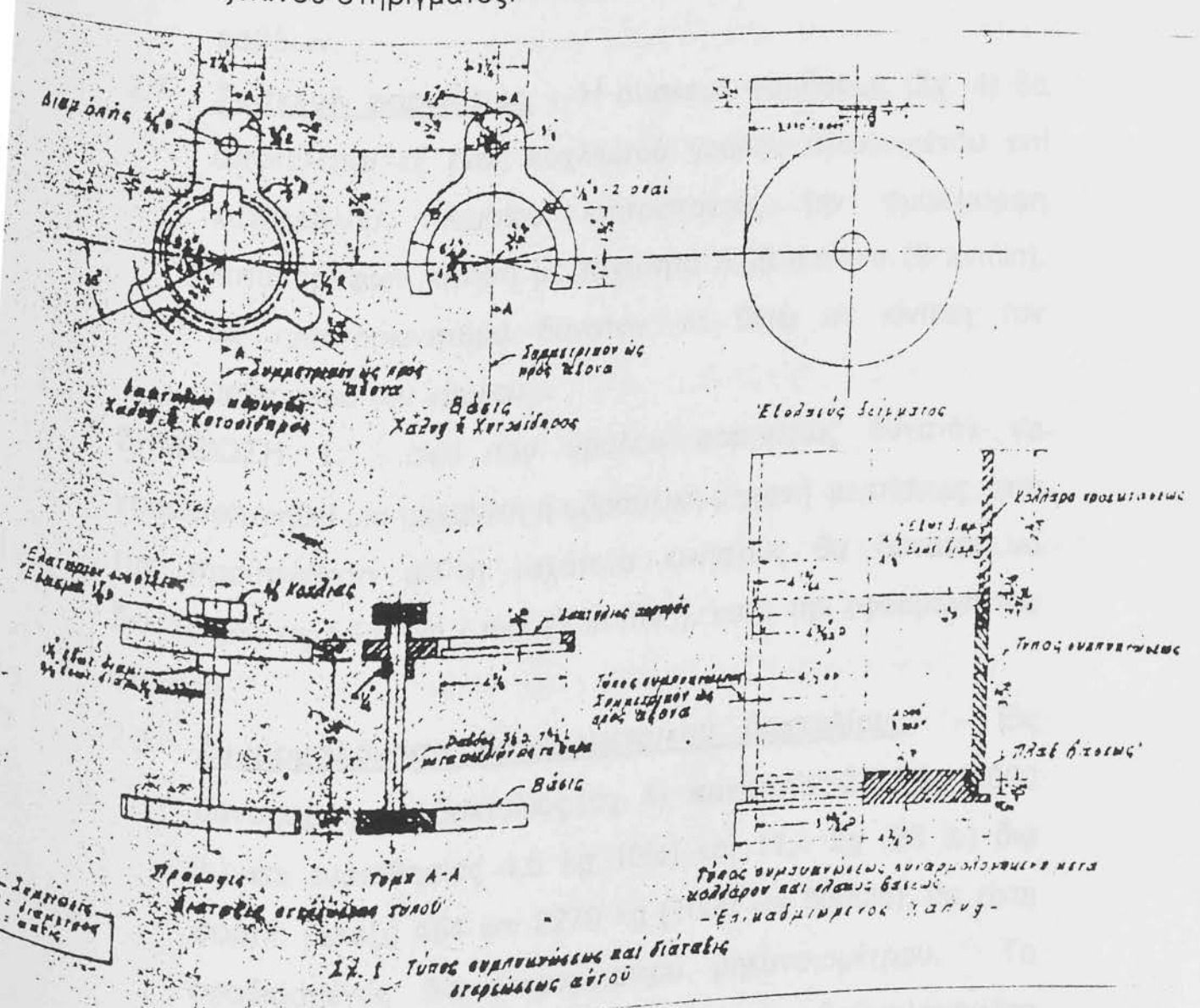
2.1 Συναρμολόγηση Τύπου (καλουπιού) κατασκευής Δοκιμίων.

Κυλινδρικοί τύποι διαμέτρου 4 in (10,16 cm) και ύψους 3 in (7,68 cm), πλάκες βάσεως και δακτύλιοι προεκτάσεως, δέον να ανταποκρίνονται προς τις λεπτομέρειες του Σχ. 1. Συνιστάται όπως διατίθενται τρεις τοιούτοι κυλινδρικοί τύποι.

- 1) Η συσκευή Marshall καλύπτεται υπό του διπλώματος ευρεσιτεχνίας U. S. 2471227. Κάτοχος του διπλώματος ευρεσιτεχνίας είναι ο Bruce G. Marshall, Marshall Consulting and Testing Lab. 1127 Fairmont Ave., Jackson 2, Miss. Δεν υπάρχει περιορισμός ως προς την χρήση ως προς την χρήση της Μεθόδου Δοκιμής.

- 2.2 **Εξολκεύς δοκιμίου.** – δια την αγωγή του συμπυκνωθέντος δοκιμίου εκ του τύπου κατασκευής αυτού, δέον όπως διατίθεται εις εξολκεύς (Σχ. 1). Απαιτείται επίσης μια κατάλληλος ράβδος δια την μεταφορά του φορτίου εκ του δακτυλίου προεκτάσεως εις το άνω στήριγμα του δυναμομετρικού δακτυλίου, κατά την εξαγωγή του δοκιμίου.
- 2.3 **Τυπάς συμπτκνώσεως (κόπανος).** Η τυπάς συμπτκνώσεως (σχ. 2) δέον να έχει επίπεδο κυκλική επιφάνεια συμπτκνώσεως και να φέρει εν ολισθαίνον φορτίου βάρους 10 lb (4,536 Kg) με ελευθέρα πτώση 45,7 cm (18in). συνιστάται όπως διατίθενται δύο τυπάδες συμπτκνώσεως.
- 2.4 **Βάση εδράσεως δια την συμπύκνωση.** Η βάση εδράσεως δια την συμπύκνωση θα αποτελείται εξ ενός ξύλινου στήριγματος διαστάσεων 20 επί 20 επί 45 cm (8*8*18 in). το ξύλινο στήριγμα δέον να συνιστάται εκ δρυός, κίτρινης πεύκην ή άλλου ξύλου έχοντας ξηρό βάρος 670 έως 770 Kg/m³ (42 έως 48 lb/ft³). Το ξύλινο στήριγμα θα είναι στερεωμένο δια τεσσάρων μεταλλικών γωνιών επί στερεάς πλάκας εκ σκυροδέματος. Το χαλύβδινο κάλυμμα προσαρμόζεται στερεός επί του ξύλινου στήριγματος. Η συναρμολόγηση της βάσεως εδράσεως δέον να είναι τοιαύτη, ώστε το μεν στήριγμα να είναι κατακόρυφο, το δε κάλυμμα οριζόντιον.
- 2.5 **Στήριγμα τύπου κατασκευής δοκιμίων.** – Το στήριγμα του τύπου κατασκευής των δοκιμίων (Σχ. 1) αποτελείται εκ μιας ημικυκλικής βάσεων μετά κυκλικού άνω τμήματος δια την συγκράτηση του τύπου εις την θέση του κατά τη συμπύκνωση του δοκιμίου. Το άνω τμήμα τούτου έχει τοιούτροπως διαμορφωθεί, ώστε να εφαρμόζει επί του

δακτυλίου προεκτάσεως του τύπου (κολλά ου) και να είναι συνδεδεμένο μετά της βάσεως δι' ενός υπομοχλίου επί της μιας πλευράς και ενός ελατηρίου εντάσεως επί της άλλης. Δέον να υπάρχουν επίσης δύο οπεί επί της βάσεως του στηρίγματος δια την στερέωση του τύπου επί της βάσεως εδράσεως κατά την συμπύκνωση. Το στήριγμα του τύπου κατασκευής των δοκιμίων στερεούται επί του καλύμματος της βάσεως εδράσεως κατά τοιούτον τρόπον ώστε, το κέντρο του τύπου να ευρίσκεται άνωθεν του κέντρου του ξύλινου στηρίγματος.



Σχ. 1 Τύπος συμπύκνωσης και διάταξις στερέωσής αὐτοῦ

2.6 **Σιαγόνες θραύσεως.** Οι σιαγόνες θραύσεως (σχ. 3) αποτελούνται εκ των άνω και κάτω τμημάτων κυλίνδρου ή σιαγόνων δοκιμής, με εσωτερική ακτίνα καμπυλότητας 5,08 cm (2 in), торνιρισμένων μετά' ακρίβειας. Η κάτω σιαγώνα (το κάτω τμήμα) στερεούται επί βάσεως μετά δύο κατακόρυφων ράβδων-οδηγών ή στηριγμάτων εκτεινόμενων προς τα άνω. Οι οπαι - οδηγοί το άνω τμήμα δέον να ευρίσκονται εις τοιαύτη θέση, ώστε να επιτρέπουν το πλησίασμα των δύο σιαγόνων άνευ σημαντικής τριβής ή πολύ χαλαράς ολισθήσεως αυτών επί των δύο οδηγητριών ράβδων.

2.7 **Συσκευή φορτίσεως.** - Η συσκευή φορτίσεως (σχ. 4) θα αποτελείται εξ ενός κοχλιωτού γρύλου στερεωμένου επί καταλλήλου πλαισίου επιτρέποντος την ομοιόμορφη κατακόρυφων κίνηση με ταχύτητα 5,08 cm/min (2 in/min). εις ηλεκτροκινητήρα δυνατόν να θέτει σε κίνηση τον μηχανισμό του γρύλου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: αντί του γρύλου φορτίσεως δυνατόν να χρησιμοποιηθεί μία μηχανική ή υδραυλική μηχανή φορτίσεως, υπό την προϋπόθεση ότι η ταχύτητα κινήσεως θα δύναται να διατηρηθεί εις 5,08 cm / min (2 in / min), κατά την εφαρμογή του φορτίου.

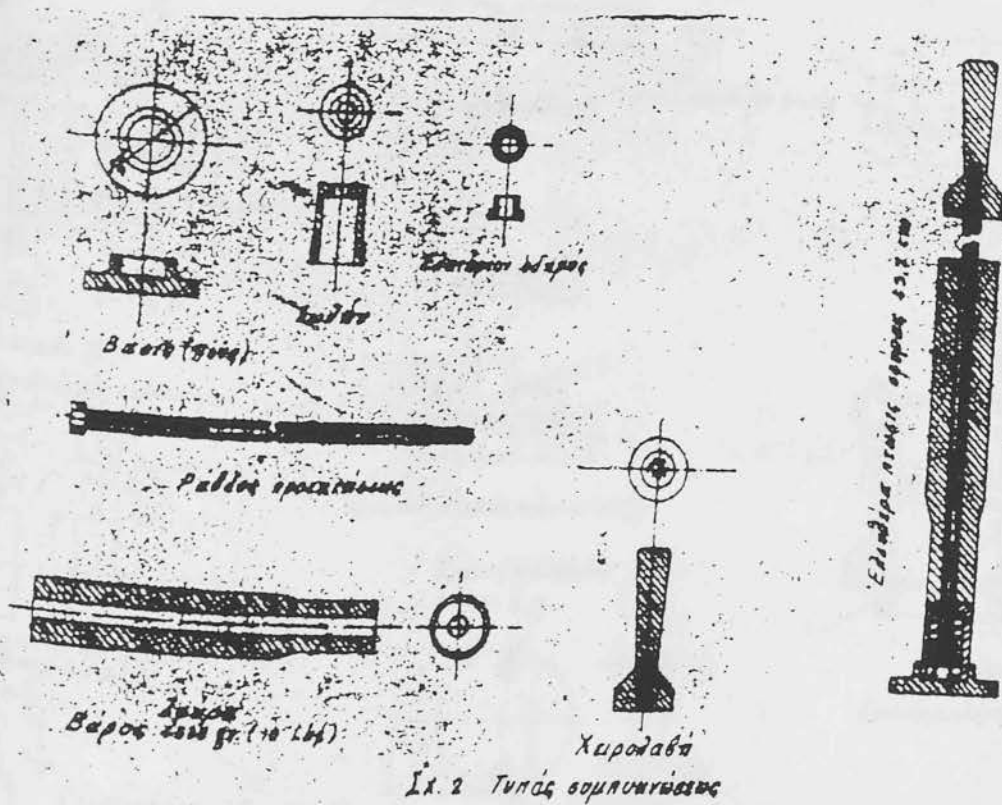
2.8 **Συναρμολόγηση δυναμομετρικού δακτυλίου.** - Εις δυναμομετρικός δακτύλιος (σχ. 4) ικανότητας 2279 kg (5000 lb) και ευαισθησίας 4,5 kg 10lb και 11,4 kg (25 lb) δια φορτία μεταξύ 454 και 2270 kg (1000 και 5000lb), θα είναι εφοδιασμένος δια μικρομετρικού μηκυσιομέτρου. Το μικρομετρικόν μηκυσιομέτρον δέον να είναι βαθμολογημένο εις 0,0001 in. δια την στερέωση του δυναμομετρικού δακτυλίου εις το πλαίσιο δοκιμής και την μεταφορά του

φορτίου εις τας σιαγόνας θραύσεως, απαιτούνται αι άνω και κάτω συνδέσεις (στηρίξεις) του δακτυλίου τούτου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2: Αντί της (ως άνω) συναρμολογήσεως του δυναμομετρικού δακτυλίου δυνατόν να χρησιμοποιηθεί οιαδήποτε άλλη κατάλληλος συσκευή μετρήσεως φορτίων, αρκεί η ικανότητα (φορτίσεως) και η ευαισθησία ταύτης να πληροί τας ανωτέρω απαιτήσεις.

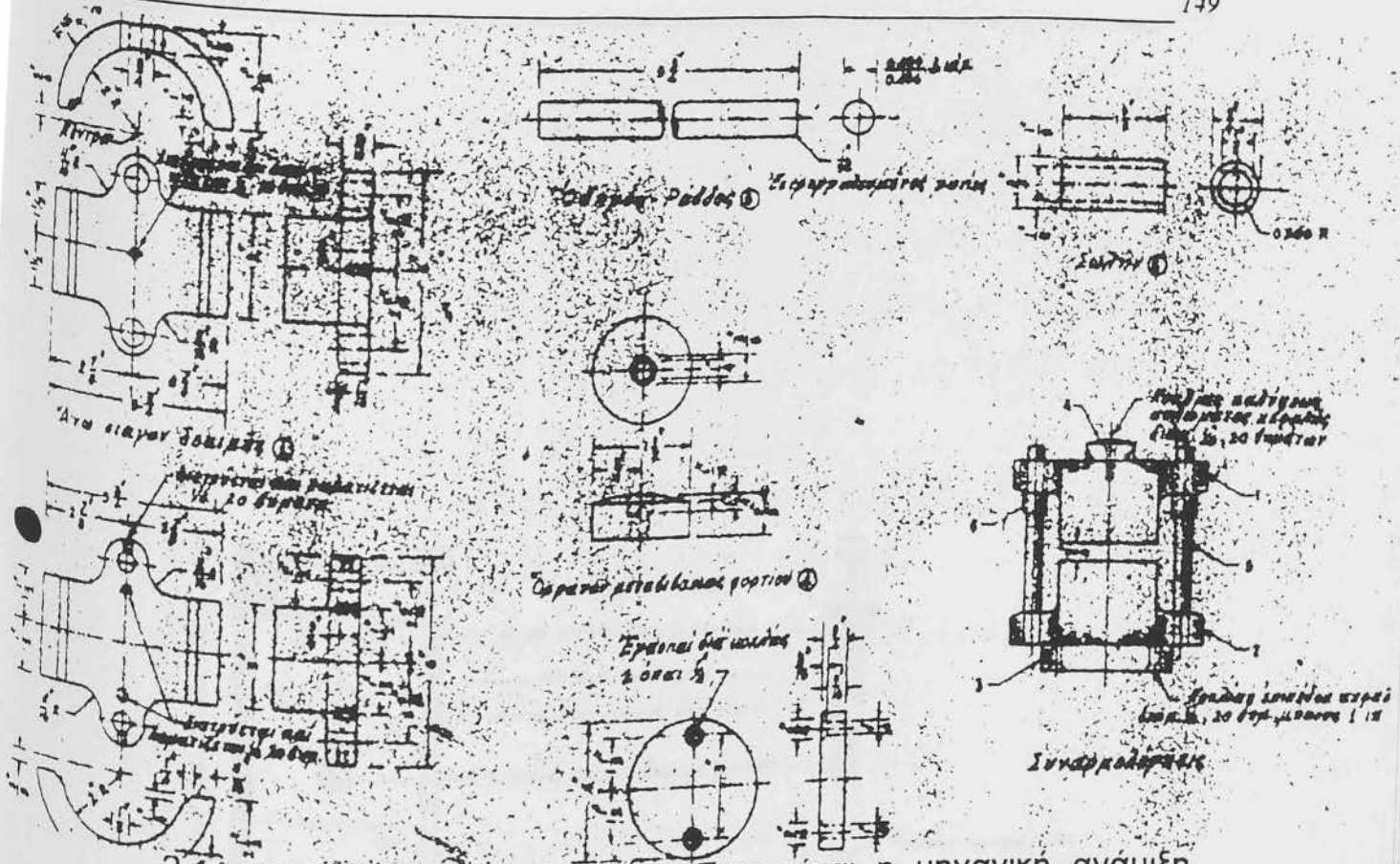
2.9 Μετρητής Παραμορφώσεων. – Ο μετρητής παραμορφώσεων αποτελείται εξ ενός σωληνωτού οδηγού και ενός βαθμολογημένου δίσκου. Ο αξονίσκος διεγέρσεως του μετρητού, δέον να ολισθαίνει εντός του σωληνάτου οδηγού με ελάχιστη αντίσταση εκ τριβής. Ο σωληνάτος οδηγός δέον να ολισθαίνει ελευθέρως επί της οδηγού ράβδου των σιαγόνων θραύσεως. Ο μετρητής παραμορφώσεων μετά την τοποθέτηση αυτού επί της σιαγόνας θραύσεως και όταν έκαστον προς εξέταση δοκίμιο εισαχθεί μεταξύ των σιαγόνων θραύσεως, ρυθμίζεται εις το μηδέν. Η βαθμολόγηση του μετρητού παραμορφώσεων δέον να είναι εις υποδιαιρέσεις 0,01 in.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 3: Αντί του μετρητού παραμορφώσεων εν μικρομετρικόν μηκυσιομετρον βαθμολογημένο εις 0,001in δυνατόν να χρησιμοποιηθεί δια την μέτρηση των παραμορφώσεων.



Σχ. 2 Τύπος συμπυκνώσεως

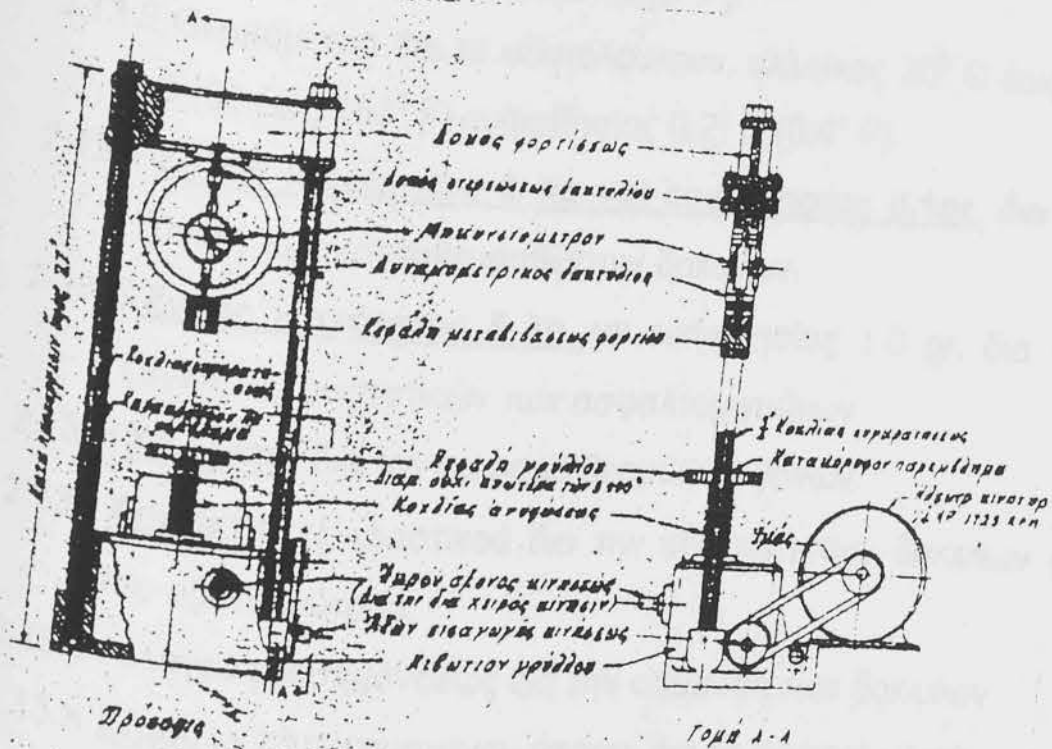
- 2.10 Κλίβανοι και θερμαντικά πλάκες. – Δέον να διατίθενται κλίβανοι ή θερμαντικές πλάκες δια την θέρμανση των αδρανών, του ασφαλτικού υλικού, των τύπων κατασκευής δοκιμίων, των τυπαδων συμπυκνώσεως και λοιπού εξοπλισμού, εις τας απαιτούμενας θερμοκρασίας, αναμίξεως και κατασκευής των δοκιμίων. Συνιστάται όπως τα θερμαντικά σώματα ελέγχονται θερμοστατικός, ούτως ώστε, να διατηρείται η απαιτούμενη θερμοκρασία με ακρίβεια $2,8^{\circ}$ C ($+5^{\circ}$ F). Κατάλληλα διαφράγματα, προστατευτικές πλάκες ή αμμόλουτρα δέον να χρησιμοποιούνται μετά των θερμαντικών πλακών, προς μείωση εις το ελάχιστον των τοπικών υπερθερμάνσεων.



2.11 Συσκευή Αναμίξεως. - Συνιστάται η μηχανική ανάμιξη.

Οιοσδήποτε τύπος μηχανικού αναμικτήρας δυνατόν να χρησιμοποιηθεί υπό την προϋπόθεση, ότι θα δύναται να διατηρεί την απαιτούμενη θερμοκρασία αναμίξεως του υλικού και θα παράγει εν καλώς επιλυμένων, ομοιογενές μίγμα εις την απαιτούμενη ποσότητα και εντός του επιτρεπομένου χρόνου και ακόμη ότι η όλη παρασκευασθείς ποσότητα μίγματος θα είναι δυνατόν να ανακτηθεί. Εις μεταλλικός υποδοχείς η λεκάνη επαρκούς χωρητικότητας, ως και ανάμιξη δια της χειρός, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν.

2.12 Υδρόλουτρον. - Ο υδρόλουτρον δέον να είναι τουλάχιστον βάθους 15,2 cm (6 in) και να ρυθμίζεται η θερμοκρασία του θερμοστατικός ούτως ώστε, να διατηρείται αυτή εις τους 60o θερμοστατικός ούτως ώστε, να διατηρείται αυτή εις τους 60o + 1° C (140+1,8° F) ή εις 37,8° C + 1° C (100 + 1,8° F). Το λουτρό δέον να έχει διάτρητο ψευδοπυθμένα ή να είναι εφοδιασμένο δι' ενός στηρίγματος δια την διατήρηση των δοκιμίων εις ύψος 5 cm (2 in) άνωθεν του πυθμένας αυτού.



Σχ. 4. Μηχανή δομικής θλίψεως

2.13 Έτερος διάφορος Εξοπλισμός :

2.13.A Υποδοχείς δια την θέρμανση των αδρανών, ήτοι μεταλλικά δοχεία μετ' επιπέδου πυθμένας ή έτεροι κατάλληλοι υποδοχείς.

2.13.B Υποδοχείς δια την θέρμανση ασφαλτικού υλικού. Δύναται να χρησιμοποιηθούν δοχεία ογκομετρικού τύπου λευκοσιδήρου, ποτήρια υάλινα, ειδικά σκεύη εκχύσεως ή δοχεία μετά χειρολαβής.

2.13.C Εργαλείο αναμίξεως, ήτοι χαλύβδινο μύστρον (του εις την κηπουρική χρησιμοποιουμένου τύπου), η σπάτουλα δια την σπαθιστή και την ανάμιξη δια της χειρός.

- 2.13.D **Θερμόμετρα δια τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας** των αδρανών της ασφάλτου και των ασφαλτομιγμάτων. Συνιστώνται υάλινα θερμόμετρα μετά κατάλληλου θωρακίσεως ή τοιαύτα ωρολογιακού τύπου μετά μεταλλικού στελέχους. Απαιτείται κλίμακα 10°C έως 204°C (50 έως 400°F) με ευαισθησία $2,8^{\circ}\text{C}$ (5°F).
- 2.13.E Θερμόμετρα δια το υδατόλουτρον, κλίμακας 20°C έως 70°C (68 έως 158°F) ευαισθησίας $0,2^{\circ}\text{C}$ ($0,4^{\circ}\text{F}$).
- 2.13.F **Ζυγός ικανότητας 2 Kg και ευαισθησίας 0,1gr.** δια την ζύγιση των κατασκευασθέντων δοκιμίων.
- 2.13.G **Ζυγός ικανότητας 5 kg** και ευαισθησίας $1,0\text{ gr.}$ δια την ζύγιση των συστατικών των ασφαλτομιγμάτων.
- 2.13.H **Χειρόκτια** δια τον χειρισμό θερμών οργάνων.
- 2.13.I **Χειρόκτια** εξ ελαστικού δια την εξαγωγή των δοκιμίων εκ του υδατολούτρου.
- 2.13.J Υαλογράφοι σήμανσεως δια την σήμανση των δοκιμίων
- 2.13.K **Σέσουλα** πεπλατυσμένου άκρου, δια τα αδρανή υλικά.
- 2.13.L **Κουτάλα** δια την τοποθέτηση του μίγματος εντός των τύπων κατασκευής δοκιμίων.

ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ MARSHALL

1. Αποστολέας
2. Ανάδοχος
3. Έργο
4. Τμήμα
5. Θέση δειγματοληψίας
6. Ημερομηνία δειγματοληψίας
7. Π.Τ.Π. που ισχύει Τύπος Στρώση

Στοιχεία από δοκιμές	Αποτελέσματα					
	No 1	No 2	No 3	No 4	No 5	No 6
Βάρος δοκιμίου σε g						
Ύψος δοκιμίου σε cm						
Ένδειξη συσκευής MARSHALL						
Συντελεστής διορθ. ένδειξης MARSHALL						
Διορθωμένη ένδειξη MARSHALL						
Ευστάθεια σε Lbs ή N (Νιούτον)						
Υποχώρηση δοκιμίου σε 0.01"	***	***	***	***	***	***
Όγκος δοκιμίου σε cm ³						
Φ.Ε. Βάρος δοκιμίου σε kg/m ³						
Άσφαλτος στο ασφαλτόμιγμα. %						
Βάρος ασφάλτου σε kg/m ³ ασφαλτομίγματος						
Βάρος αδρανών/m ³ ασφαλτομίγματος συμπιεσμένου						
Όγκος συμπιεσμένων αδρανών/m ³ ασφαλτομίγματος						
Συνολικός όγκος ασφάλτου, αδρανών/m ³ συμπιεσμένου ασφαλτομίγματος						
Κενά συμπιεσμένου ασφαλτομίγμ. %						
Κενά συμπιεσμένων αδρανών %						
Κενά συμπιεσμένων αδρανών, που γεμίσθηκαν με άσφαλτο. %						
Θερμοκρασία διαστρώσεως						
Ειδικό βάρος αδρανών						

7.6. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΕΚΧΥΛΙΣΕΩΣ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΕΞ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑΣ AASHO: T 164 – 65 (ASTM : D 2172 – 65T)

1. – Σκοπός

1.1 Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τον τρόπο εργασίας δια τον ποσοτικό προσδιορισμό της ασφάλτου, εις εν θερμό παραγόμενα ασφαλτικά μίγματα οδοστρωσίας και δείγματα ασφαλτικών οδοστρωμάτων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1. Μολονότι η άσφαλτος, εξ ορισμού είναι υλικό διαλυτό εις διθειούχο άνθρακα, εις την μέθοδο ταύτη χρησιμοποιείται τριχλωραιθυλένιον, δια λόγους ασφάλειας. Επίσης δύναται να χρησιμοποιηθεί βενζόλιον.

2. - Περίληψη των μεθόδων

2.1 Το ασφαλτικό μίγμα εκχειλίζεται δια τριχλωραιθυλενίου (ή βενζολίου) δια της εφαρμοζόμενης εις εκάστη μέθοδο εκχυλιστικής συσκευής. Η περιεκτικότητα εις άσφαλο υπολογίζεται ως διαφορά, εκ του βάρους του εκχυλισθέντος αδρανούς, της περιεχόμενης υγρασίας και της τέφρας, προσδιοριζόμενης επί μέρους του εκχυλίσματος.

3. – Εργαστηριακός εξοπλισμός

3.1 Κλίβανος ικανός να διατηρεί την θερμοκρασία εις 99° C - 104° C (210 – 220° F).

3.2 Ταψίον επίπεδο, μήκους 30 cm (12 in), πλάτους 20 cm (8 in) και βάθους 2,5 cm (1 in).

3.3 Ζυγός ικανότητας 5000 gr. και ακριβείας 0,2 gr.

3.4 Ζυγός ικανότητας 15.000 gr. και ακριβείας 1,0 gr.

- 3.5 Ηλεκτρική θερμαντική πλαξ 700 – W, υψηλής, μέσης και χαμηλής ρυθμίσεως.
- 3.6 Στενόλαιμος ογκομετρικός κύλινδρος, χωρητικότητας 1000 ή 2000 ml.
- 3.7 Δοχείον καύσεως χωρητικότητας 125 ml.
- 3.8 Ξηραντήρας.
- 3.9 Αναλυτικός ζυγός.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1) Ανθρακικό Αμμώνιο

Κορεσμένο διάλυμα του $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

2) Τριχλωραιθυλένιο

Τριχλωραιθυλένιο, TECHNICAL GRADE TYPE 1, της ομοσπονδιακής Προδιαγραφής O – T – 634, τελευταίας αναθεωρήσεως.

3) Βενζόλιο

Βενζόλιο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του βιομηχανικού βενζολίου (A.S.T.M. D – 836).

4) Τριχλωραιθάνιο

Τριχλωραιθάνιο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ομοσπονδιακής Προδιαγραφής O – T- 620 (INT.AMD.3).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν και η άσφαλτος είναι διαλυτή στον διθειούχο άνθρακα, στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε τριχλωραιθυλένιο για λόγους ασφαλείας.

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τριχλωραιθάνιο ή βενζόλιο.

Τα διαλυτικά πρέπει να χρησιμοποιούνται σε καλά αεριζόμενους απαγωγούς, διότι είναι σχετικά τοξικά, όπως φαίνεται στον πίνακα 8.

ΔΙΑΛΥΤΙΚΑ	Μέγιστη αποδεκτή πυκνότητα Σε 8ωρη επίδραση p.p.m.
Βενζόλιο	25
Τριχλωραιθυλένιο	200
τριχλωραιθάνιο	500

Πιν. 8

Προπαρασκευή δείγματος – Απαιτήσεις ζυγίσεως

Το δείγμα, που πρόκειται να δοκιμασθεί, πρέπει να είναι το τελικό αποτέλεσμα κατατμήσεως ή τετραμερισμού ενός μεγαλύτερου δείγματος (A.A.S.H.O. T-168).

Αν το μείγμα δεν είναι αρκετά μαλακό, ώστε να διαχωρίζεται με σπαθίδα ή μυστρί, το τοποθετούμε σε ένα μεγάλο και επίπεδο ταψί και το θερμαίνουμε το πολύ σε $110 + 5^{\circ} \text{C}$, μέχρις ότου γίνει εργάσιμο.

Η ποσότητα του δείγματος πρέπει να υπολογίζεται με βάση τον μέγιστο κόκκο του δείγματος και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 9.

6.- Προσδιορισμός ύδατος.

6.1 Ζυγίζονται 500 gr. δείγματος εντός μεταλλικού αποστακτήρας σύμφωνα προς τη παράγραφο 3.1 της μεθόδου Δοκιμής δι' ύδωρ εις πετρελαϊκά προϊόντα και άλλα Ασφαλτικά Υλικά (AASHO: T 55) και προσδιορίζεται η περιεκτικότητα εις ύδωρ δια της διαδικασίας ταύτης.

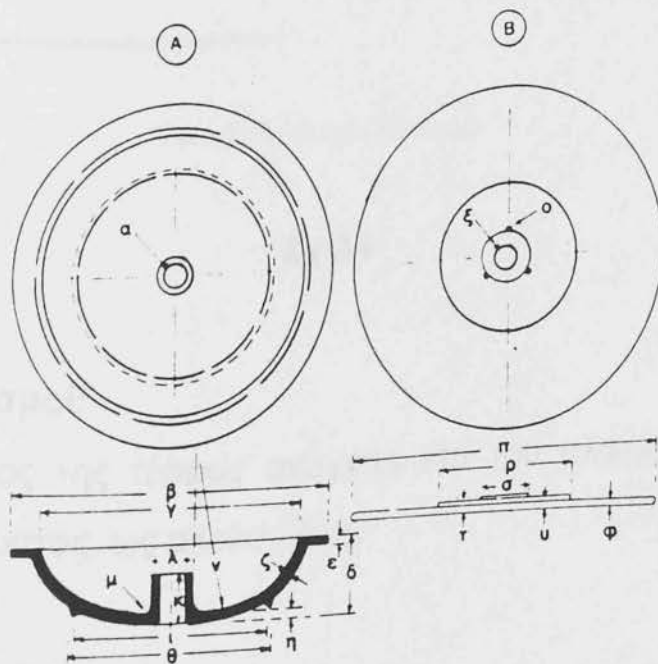
ΜΕΘΟΔΟΣ Α

7. - Εργαστηριακός εξοπλισμός

7.1 Επί πλέον του εξοπλισμού του αναγραφόμενου εις την παράγραφο 3, απαιτούνται δια την μέθοδο Α και οι ακόλουθες συσκευές:

7.1.1. Συσκευή εκχυλίσεως

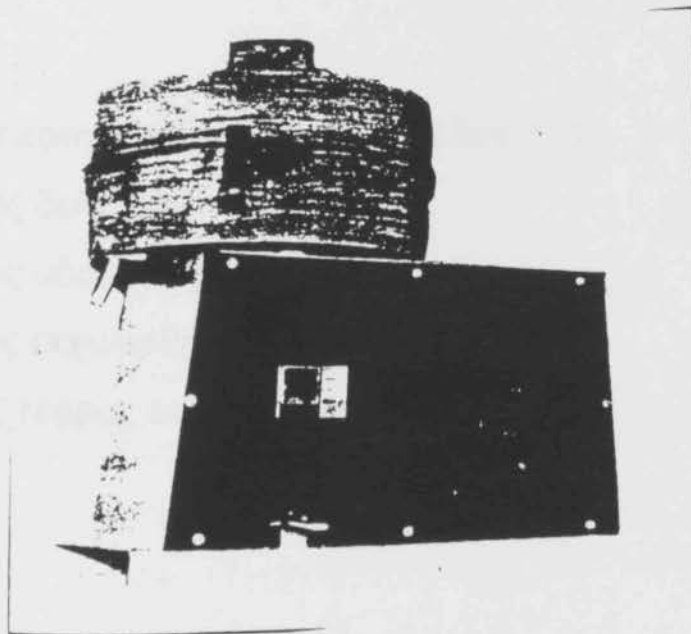
7.1.2. Δακτυλιοειδείς ηθμοί, προσαρμοζόμενοι επί του χείλους της λεκάνης.



Λεκάνη έκχυλίσεως και πλάκα επικαλύψεως

- A - Λεκάνη έκχυλίσεως από χυτό αλουμίνιο στιλβω-
μένη σε όλη την επιφάνεια.
- α: Άνοιγμα όπης με τόρνο $3/4''$ θ: $6 \frac{3}{16}''$ διάμ.
 β: $9 \frac{3}{4}''$ διάμετρος ι: $6''$ διάμετρος
 γ: $8''$ διάμετρος κ: $1 \frac{13}{32}''$
 δ: $2 \frac{7}{32}''$ λ: $1 \frac{3}{16}''$ διάμ.
 ε: $7/32''$ μ: $3/8''$ R
 ζ: $1/4''$ ν: $5''$ R
 η: $1/4''$
- Β - Πλάκα επικαλύψεως από χυτό αλουμίνιο στιλβω-
μένη σε όλη την επιφάνεια.
- ξ: όπή $5/8''$ ρ: $4 \frac{1}{4}''$ διάμ. υ: $5/16''$
 ο: όπή $5/32''$ σ: $1 \frac{5}{8}''$ διάμ. φ: $3/16''$
 π: $9 \frac{3}{4}''$ διάμ. τ: $3/8''$

Σχ. 33



Συσκευή εκχειλίσεως

Σχ.34

9. - Υπολογισμοί:

9.1 Το βάρος της τέφρας ανάγεται επί του ολικού όγκου του εκχυλίσματος, ως ακολούθως:

$$\text{ολική τέ φραgr} = G \frac{V1}{V1 - V2}$$

ένθα:

G= τέφρα επί μέρους του εκχυλίσματος εις gr.

V1= Ολικός όγκος εις ml και

V2= όγκος εκχυλίσματος μετά αφαίρεση μέρους τούτου εις ml.

9.2 Η εκατοστιαία αναλογία της ασφάλτου εις το δείγμα υπολογίζεται ως ακολούθως (σημείωση 3):

Περιεκτικότητα εις ασφαλτο επί ξηρού δείγματος %=

$$A\% = \frac{(W1 - W2) - (W3 + W4)}{W1 - W2} * 100$$

Όπου:

A= περιεκτικότητα ασφάλτου σε ξηρό δείγμα %

W1= Βάρος δείγματος

W2= Βάρος ύδατος εις το δείγμα

W3= Βάρος εκχυλισθέντος αδρανούς υλικού και

W4=Βάρος τέφρας εις το εκχύλισμα.

7.7. ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΙΣ ΘΛΙΨΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ

1. Σκοπός

1.1. Η μέθοδος αυτή δοκιμής εκτελουμένη επί συμπεκυκνωμένων ασφαλτικών μιγμάτων, παρασκευαζομένων και διαστρωνομένων εν θερμώ, προοριζομένων δε δι' επιφανειακές στρώσεις βάσεως οδοστρωμάτων, έχει ως σκοπό να παράσχει μέτρο της αντοχής εις θλίψη των τοιούτων μιγμάτων οδοστρωσίας

2. Εργαστηριακός εξοπλισμός

2.1. Τύποι. Τυποποιημένοι κύλινδροι και τυποποιημένα έμβολα κορυφής και βάσεως δέον να είναι ως εμφανίζονται στο σχήμα Ι. Τύποι και έμβολα άλλων διαστάσεων δύνανται να χρησιμοποιηθούν υπό τον όρον ότι η διάμετρος του τύπου θα είναι τουλάχιστον τετραπλάσια της μέγιστης ονομαστικής διαμέτρου του μέγιστου κόκκου του αδρανούς εις το προς σχηματοποίησιν μίγμα. Τύποι διαμέτρου μικροτέρας των 5,08 cm δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται.

2.2. Στηρίγματα. Τα προσωρινά στηρίγματα των τύπων των δοκιμίων δέον να αποτελούνται εκ δύο χαλύβδινων ράβδων τετραγωνικής διατομής πλευράς 2,54 cm και μήκους 7,62cm

2.3. Μηχανή θλίψεως. Η μηχανή θλίψεως δύναται να είναι οιοδήποτε τύπου επαρκούς ικανότητας, η οποία θα παρέχει σειρά ελεγχομένων μετ' ακριβείας ταχυτήτων καθέτου παραμορφώσεως. Επειδή, η ταχύτης καθέτου παραμορφώσεως διά την δοκιμήν θλίψεως

προδιαγράφεται εις 0,127cm ανά λεπτό διά ύψος δοκιμίου 2,54cm και δυνατόν να είναι αναγκαίο να εξετασθούν δοκίμια ποικίλοντα ως προς το μέγεθος από 5,08 x 5,08 cm μέχρις έως 20,32 x 20,32 cm δια να διατηρείται η προδιαγραφόμενη ελαχίστη σχέση της διαμέτρου του δοκιμίου ως προς το μέγεθος του μεγίστου κόκκου του αδρανούς, η μηχανή θλίψεως δέον να επιτύχει σειρά ελεγχόμενων ταχυτήτων καλύπτουσιν τουλάχιστον την περιοχή από 0,254 ανά min δια δοκίμια 5,08, μέχρι 1,016 ανά min, δια δοκίμια 20,32. Δι' εγκαταστάσεις κεντρικού εργαστηρίου η μηχανή θλίψεως πρέπει να συμφωνεί προς τας απαιτήσεις της παραγράφου 14 των μεθόδων ελέγχου μηχανών θλίψεως. Η μηχανή θλίψεως δέον να είναι εφοδιασμένη διά δύο χαλύβδινων φερουσών πλακών μετ' εσκληρρυμένων επιφανειών, η μία των οποίων είναι σφαιρικής εδράσεως και η άλλη επίπεδος. Η σφαιρικής εδράσεως πλάκα δέον να είναι τοποθετημένη εις τρόπον ώστε να φέρεται επί της άνω επιφανείας του εξεταζόμενου δοκιμίου, η επίπεδος πλάκα θα παραμείνει επί της πλακός της μηχανής θλίψεως δια να σχηματίζει βάση δια το δοκίμιον.

- 2.4. Κλίβανος. Ο κλίβανος δια την παρασκευή θερμών μιγμάτων πρέπει να έχει την ικανότητα επιτεύξεως και διατηρήσεως οιασδήποτε επιθυμητής θερμοκρασίας δωματίου μέχρι 163 °C.
- 2.5. Πλαξ θερμάνσεως.
- 2.6. Υδρόλουτρο θερμάνσεως . Απαιτείται υδατόλουτρο αρκούντος ευρύχωρο, δια να χωρούν τρεις σειρές τύπων και εμβόλων των 10,16cm.

- 2.7. Αερόλουτρο. Το αερόλουτρο πρέπει να είναι ικανό βυθμιζόμενο είτε δια των χειρών είτε δια αυτομάτου συστήματος ελέγχου, να παρέχει στα δοκίμια θερμοκρασία $25 \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ αμέσως προ της εκτελέσεως της δοκιμής θλίψεως.
- 2.8. Ζυγός. Δέον να προβλέπεται ζυγός ικανότητας 200gr ή μεγαλύτερης ευαισθησίας 0,1gr δια την ζύγισιν των συστατικών του μίγματος.
- 2.9. Μηχανή αναμίξεως. Το μίγμα δέον να παρασκευάζεται κατά προτίμησιν εντός μηχανικού αναμικτήρος. Δύναται να χρησιμοποιηθεί οιοσδήποτε τύπος ανμικτήρος, υπό τον όρο ότι αυτός θα είναι δυνατόν να διατηρείται εις την απαιτουμένην θερμοκρασία αναμίξεως και να παράγει καλώς επικεκαλυμμένον ομοιογενές μίγμα στην απαιτούμενη ποσότητα εντός 2Min ή ταχύτερον και υπό την περαιτέρω προϋπόθεση ότι θα είναι μελετημένος ούτως ώστε η ρύπανσης των πτερυγίων να είναι ελαχίστη και έκαστον μίγμ να δύναται να ανακτηθεί ουσιαστικώς εν τω συνόλω του, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλτου και του λεπτοκόκκου υλικού.

3. Παρασκευή των μιγμάτων της δοκιμής

- 3.1. Η ποσότης εκάστου των μεμονομένων μιγμάτων δέον να περιορίζεται στην απαιτουμένην τοιαύτην δι' εν δοκίμιον.
- 3.2. Αρχικό μίγμα δέον να ανμιγνύεται για σκοπό «λιπάνσεως» του δοχείου αναμίξεως και του αναδευτήρος.

- 3.3. Δοκιμαστικό δοκίμιον δέον να σχηματοποιηθεί δια να προσδιορισθεί το ακριβές βάρος υλικών προς Παρασκευή δοκιμίου του επιθυμητού ύψους.
- 3.4. Κατά την προπαρασκευή των αδρανών δια την Παρασκευή μιγμάτων, δέον να εκτελείται κοκκομετρική ανάλυσις επί εκάστου των περιλαμβανομένων στα μίγματα αδρανών.
- 3.5. Όταν το ασφαλτικό υλικό αχθεί εις την επιθυμητή θερμοκρασία το δοχείο αναμίξεως, το οποίο έχει προθερμανθεί μέχρι σχεδόν της θερμοκρασίας του αδρανούς, γεμίζεται με το προθερμανθέν και ξηρό μίγμα αδρανούς το προθερμανθέν ασφαλτικό υλικό ζυγίζεται εντός του αδρανούς και η ανάμιξη με το ρευστό συνδετικό αρχίζει και συνεχίζεται για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο των 90sec και όχι μεγαλύτερο των 2min. Υπερβολική απώλεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της αναμίξεως δέον να αντισταθμίζεται δια χρησιμοποίησεως μικράς θερμαντικής πλάκας, αμμολούτρου ή λαμπτήρος υπερύθρου φωτός.

4. Δοκίμια προς εξέταση

- 4.1. Γενικώς, τα προς εξέταση δοκίμια να είναι κύλινδροι διαμέτρου 10,16cm και ύψους $10,16 \pm 0,254$ cm. Αναγνωρίζεται ότι το μέγεθος των προς εξέταση δοκιμίων έχει επίδραση επί των αποτελεσμάτων της δοκιμής αντοχής στην θλίψη. Κυλινδρικά δοκίμια διαστάσεων διαφόρων των 10,16 δύναται να χρησιμοποιούνται, οπωσδήποτε υπό τον όρο ότι:
 - i. Το ύψος θα είναι ίσο προς την διάμετρο με απόκλιση μέχρι $\pm 2,5\%$

- ii. Η διάμετρος δεν θα είναι μικρότερα από το τετραπλάσιο της ονομαστικής διαμέτρου του μεγίστου κόκκου του αδρανούς.
- iii. Η διάμετρος δεν θα είναι μικρότερα από 5,08cm
- iv. Η ταχύτης παραμορφώσεως θα διατηρείται σταθερά κατά την διάρκεια της δοκιμής θλίψεως και
- v. Σχηματοποίηση και ωρίμανση των προς δοκιμή δοκιμίων.

5. Τρόπος εργασίας

- 5.1. Προσδιορίζεται το μικτό ειδικό βάρος κατά τον περιγραφόμενο τρόπο στην παράγραφο 4 της Μεθόδου της επιδράσεως του ύδατος επί της συνοχής συμπηκνωμένων ασφαλτικών μιγμάτων.
- 5.2. Υποβάλλονται τα δοκίμια σε αξονική θλίψη, άνευ πλευρικής προστασίας με ομοιόμορφη ταχύτητα καθέτου παραμορφώσεως 0,127cm ανά min ανά 2,54cm ύψους

6. Δελτίο αποτελεσμάτων

- 6.1. Το δελτίο θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:
 - a. Το μικτό ειδικό βάρος των δοκιμίων
 - b. Την αντοχή στη θλίψη σε Kg/cm² προσδιοριζομένης δια διαιρέσεως του μεγίστου καθέτου φορτίου, του λαμβανομένου κατά την διάρκεια της παραμορφώσεως με την προδιαγραφόμενη εις την παρ. 6 ταχύτητα, δια της αρχικής εγκάρσιας διατομής του δοκιμίου. Δεν πρέπει να παρασκευάζονται λιγότερα των 3 δοκίμια για κάθε μία περίπτωση αυξήσεως της

ποσότητας της ασφάλτου και ο μέσος όρος των τριών θα αναφέρεται ως η αντοχή σε θλίψη.

- σ. Το ονομαστικό ύψος και διάμετρος των προς έλεγχο δοκιμίων.

Παρουσιάζονται οι εξής πληροφορίες:

Είδος:

Τύπος:

Σύμφωνα με τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2002/96/ΕΚ) με ημερ.

7/2/2002

και σύμφωνα με τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2002/96/ΕΚ) με ημερ.

7/2/2002



ΕΣ ΕΙΣ, ΑΣΤΥΝΟΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΑΜΕΙΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΦΩΝ

Γραφείο Πληροφοριών και Διασύνδεσης

Αυτή είναι η πιο πρόσφατη διαθέσιμη κατάσταση του προϊόντος σύμφωνα

με τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2002/96/ΕΚ) με ημερ.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΑΥΤΩΝ ΜΕ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΟΙ

ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Η μελέτη της ποσότητας των υλικών που χρησιμοποιούνται

αποτελεί σημαντικό μέρος της μελέτης. Εφόσον η ποσότητα των υλικών που

χρησιμοποιούνται είναι διαφορετική από αυτή που αναφέρεται στην

επιγραφή του προϊόντος, τότε ο κατασκευαστής οφείλει να υποδείξει

στον οδηγό χρήσης τον λόγο της αλλαγής αυτής κατά τη διάρκεια της

χρησιμοποίησης του προϊόντος ή να υποδείξει το λόγο αλλαγής.

Ταχυτύπος: 80 x 20 x 200

Είδος: 80 x 20 x 200

Μέγεθος: 80 x 20 x 200

Διάσταση: 80 x 20 x 200

Καθόριση: 80 x 20 x 200

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πλαίσια ηλεκτρονικής συμπίεσης

Μοντέλα

76-B38/A

30KN Ηλεκτρονικός δοκιμαστής συμπίεσης: 220-240 V, 50 HZ, 1ph

76-B38/AZ

30KN Ηλεκτρονικός δοκιμαστής συμπίεσης: 110 V, 60 HZ, 1ph

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του τεστ σταθερότητας την αυτόματη οθόνη ροής και σταθερότητας.

Νόρμες – Πρότυπος – Κανονισμός

BS 598, ASTM D 1559, AASHTO T245, CNR a. VII No30, DIN 1996

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτή είναι η πιο εξελιγμένη μηχανή συμπίεσης. Το πλαίσιο δοκιμής είναι σχεδόν ίδιο με το πρότυπο μοντέλο 76-B29 και το σύστημα μέτρησης από ένα κελί ηλεκτρονικών μετρητών επιμήκυνσης, και μετακινούμενο μετατροπέα συνδεδεμένο με μια ξεχωριστή Datamatic 84 P52 ηλεκτρονική οθόνη όπου αναγράφεται είτε η σταθερότητα αμέσως σε KN και η ροή σε mm.

Η μέτρηση της ροής ξεκινά αυτόματα όταν η κυψέλη των ηλεκτρονικών μετρητών επιμήκυνσης φορτωθεί. Εξίσου οι οθόνες σταθερότητας και ροής έχουν ένα κορυφαίο στοιχείο, έτσι ώστε η μέγιστη σταθερότητα και η ανάλογη ροή να παρουσιάζονται αυτόματα και να καταγράφονται. Ο μόνος χειρισμός που απαιτείται είναι απλά να μπει το δείγμα στην κεφαλή σταθερότητας και να πατηθεί το κουμπί εκκίνησης.

Ταχύτητα: 50,8 χιλ/λεπτό

Μέγιστη ικανότητα: 30 KN

Ισχύς: 550 W

Διαστάσεις: 460 x 400 x 970 χιλ.

Καθαρό βάρος: 72 kg

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Datamatic μονάδα οθόνης

Το μπροστινό ταμπλό με πληκτρολόγιο αλφαριθμητικής εξαδεκαδικής μεμβράνης και οθόνη χωρητικότητας 20 χαρακτήρων. Τελειοποιημένο με RS 232 εξαγωγή.

Ανάλυση: 1/20,000

Ακρίβεια: $\pm 0,25$ %

Διαστάσεις: 80 x 260 x 200 χιλ.

Για περισσότερες πληροφορίες παρακαλείσθε να ανατρέξετε στο τμήμα 84, Datamatic μοντέλο 84-P52.

Η Datamatic μπορεί να συνδεθεί με PC για τον σχεδιασμό, με τη βοήθεια ενός κατάλληλου εκτυπωτή, διαγράμματος ροής / σταθερότητας.

Σημείωση:

Η συσκευή προμηθεύεται χωρίς μήτρα σταθεροποίησης, η οποία θα πρέπει να παραγγελθεί ξεχωριστά.

Ακριβώς βάρος:

Καθαρό: 77kg

Έξτρα εξοπλισμός

76-B33 Μήτρα σταθεροποίησης, ενναλακτικά

76-B31/2 Μήτρα σταθεροποίησης, ανοικτού τύπου

76-B38/PR Ακριβέςλογισμικό για Marshall χρησιμοποιώντας συμβατό PC IBM.

Αντικαθιστούμενα τμήματα

76-B29/AK Συνιστούνται ανταλλακτικά σετ, σωλήνων, στηριγμάτων σωλήνων, διακόπτες, «ζώνη καθοδήγησης».

76-B29/AKZ Ομοίως όπως παραπάνω αλλά 110V μοντέλο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μήτρες σταθεροποίησης / Ρούμετρο/ Αξεσουάρ

Μοντέλα

76-B31/21: BS 598, DIN 1996

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά:

Ένα ανοιχτό σχέδιο μήτρας το οποίο παρέχει διευκόλυνση την εισαγωγή του δοκιμίου – κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο.

Ακριβές βάρος:

Καθαρό 5,5 kg

Μοντέλα: 76 B33 ASTM μήτρα σταθεροποίησης

Πρότυποι κανονισμοί: ASTM D 1559, CNR

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά:

Κατασκευασμένο από ατσάλι και κατά την οξείδωση.

Ακριβές βάρος:

Καθαρό: 7 kg

Μοντέλα:

76-B34

Ρούμετρο

Εφαρμογή:

Χρησιμοποιείται εξίσου με 76-B31/2 και 76-B33 μήτρες σταθεροποίησης για μέτρηση ροής του δοκιμίου τύπου Marshall υπό φορτίο.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά:

Η συσκευή αποτελείται από έναν μετρητή διαμέτρου 10mm x 0,01mm ενσωματωμένο στην κορυφή ενός μεταλλικού στηρίγματος το οποίο παρέχει ένα στελεχωμένο φρένο για την ένδειξη της μέγιστης απόκλισης.

Ακριβές βάρος:

Καθαρό: 0,6 kg

Μοντέλα:

89-B31/5: Μπλόκ αποτελεσμάτων των δοκιμών Marshall, πακέτο των 100.

89-B31/6 Βέλτιστος δέκτης διαγραμμάτων, πακέτο των 100.

Μοντέλα:

30 KN, δακτύλιος φορτοικανότητας (βλέπε 82-T1007) ή εναλλακτικά

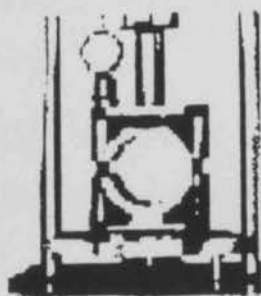
30 KN, δακτύλιος φορτοικανότητας με στελεχωμένο φρένο (βλέπε 82-T1007/F)

Εφαρμογή:

Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το πλαίσιο φορτίου Marshall εφοδιασμένο με πιστοποιητικό διαβάθμισης.



89-B31



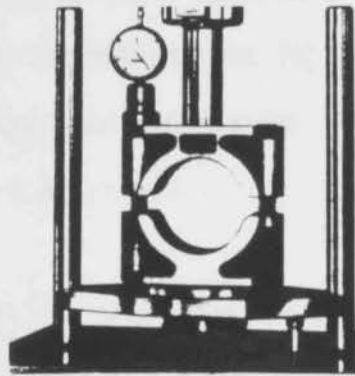
82-T1007



76-B34



76-B33



76-B31/21, 76-B34



82-T1007/F



82-T1007



Πολυ-λειτουργούμενοι – Δοκιμαστές

Διεθνές πλαίσιο φορτίων

Μοντέλα: 34-T108

UNIFRAME[®], ψηφιακό πλαίσιο συμπίεσης ικανότητας 50KN

Εφαρμογή

Αυτό το πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε εφαρμογή που η ταχύτητα δοκιμής κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 50 χιλ/λεπτό (π.ρ.χ CBR και δοκιμών Marshall) και το μέγιστο φορτίο που απαιτείται είναι 50KN. Μια σειρά αξεσουάρ είναι διαθέσιμα για τις πιο κοινές δοκιμές με μια αντιληπτή σειρά ηλεκτρονικών οργάνων όπως ψηφιακή μονάδα οθόνης, κυψέλες φορτίων κ.λπ.

Πρότυποι κανονισμοί

ASTM D 2166, AASHTO T 208, BS 1337 (Ανεμπόδιστες δοκιμές).

ASTM D 1883, AASHTO T 193, BS 1337, 1924, UNI/CNR 10009, LCPC (CBR δοκιμές).

ASTM D915 (Συμπίεση εδάφους – ασφαλτικών μειγμάτων).

ASTM D 1074, AASHTO T 167 (Συμπίεση ασφαλτικών μειγμάτων).

ASTM D 1138, AASHTO T 169 (Hubbard πεδίο).

ASTM D 1559, AASHTO T 245, BS 598, DIN 1996, UNI/DNR (Marshall).

ASTM D 1635(Καμπτική αντοχή εδάφους – τσιμέντου).

BS 890, 1191, 1924, 4551 (Καμπτικές και θλιπτικές δοκιμές σε δοκίμια τσιμέντου).

LCPC (Διπλά τεστ ασφαλτικών δοκιμίων).

Δοκιμές κάμψης κεραμιδιών

Δοκιμές κάμψης κόντρα – πλακέ

Γρήγορες τριαξονικές δοκιμές κ.λπ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτό το πολύπλευρο και οικονομικό ψηφιακά πλαίσιο φόρτισης διακρίνεται από ένα σύστημα καθοδήγησης μικροεπεξεργαστή διευκολύνοντας τον χειριστή να βάλει εύκολα οποιαδήποτε ταχύτητα δοκιμής με ψηφιακούς διακόπτες. Η μηχανή είναι εφοδιασμένη με RS 232 θυρίδα έτσι μπορεί να τηλεχειριστεί από προσωπικό υπολογιστή ή για απευθείας σύνδεση με σύστημα πληροφοριών και σύστημα διαδικασίας.

Οι στήλες τους πλαισίου είναι σπειρωμένα και επιτρέπουν στα δοκάρια να τοποθετηθούν σύμφωνα με το απαραίτητο φυσικό φως με τη χρήση των παξιμαδιών ασφαλείας των στηλών.

Τα άνω και κάτω όρια της κυκλικής μετακίνησης τοποθετούνται με τη χρήση αυτόματων διακοπών ασφαλείας αποκοπής.

Φορτοικανότητα: 50 KN

Ταχύτητες: Ποικιλία από 0,5 έως 50,0 χιλ/λεπτό

Ακρίβεια ταχύτητας: $\pm 1\%$ (Φορτισμένη ή αφόρτιστη κατάσταση)

Μέγιστο κάθετο φυσικό φως: 900 χιλ.

Διάμετρο κίνησης: 138,5 χιλ.

Απόσταση μεταξύ στηλών: 380 χιλ.

Γενικές διαστάσεις: 1380 x 500 x 540 mm (h x w x d)

Ακριβές βάρος

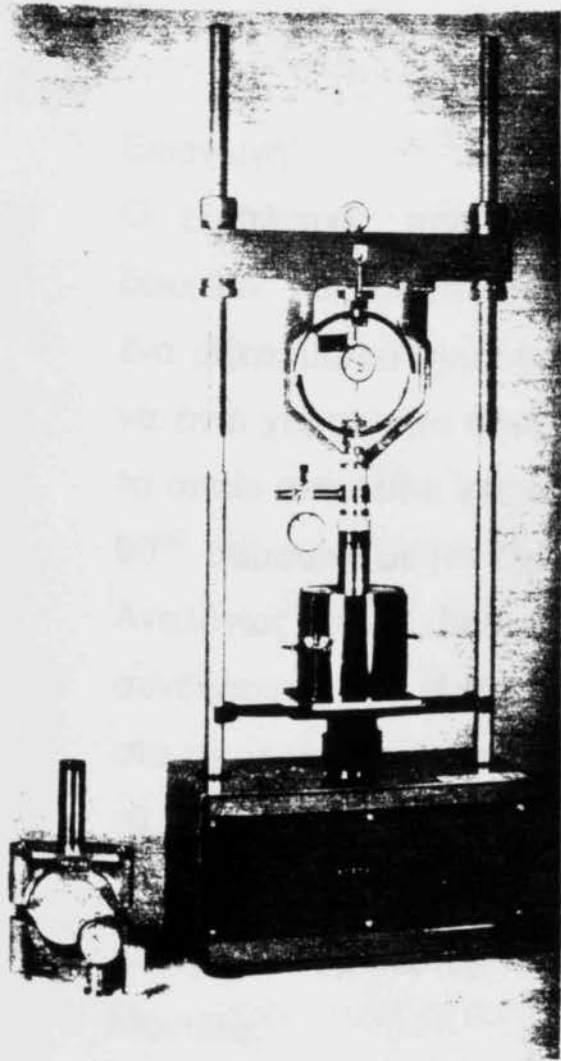
Καθαρό: 95 kg

Αξεσουάρ

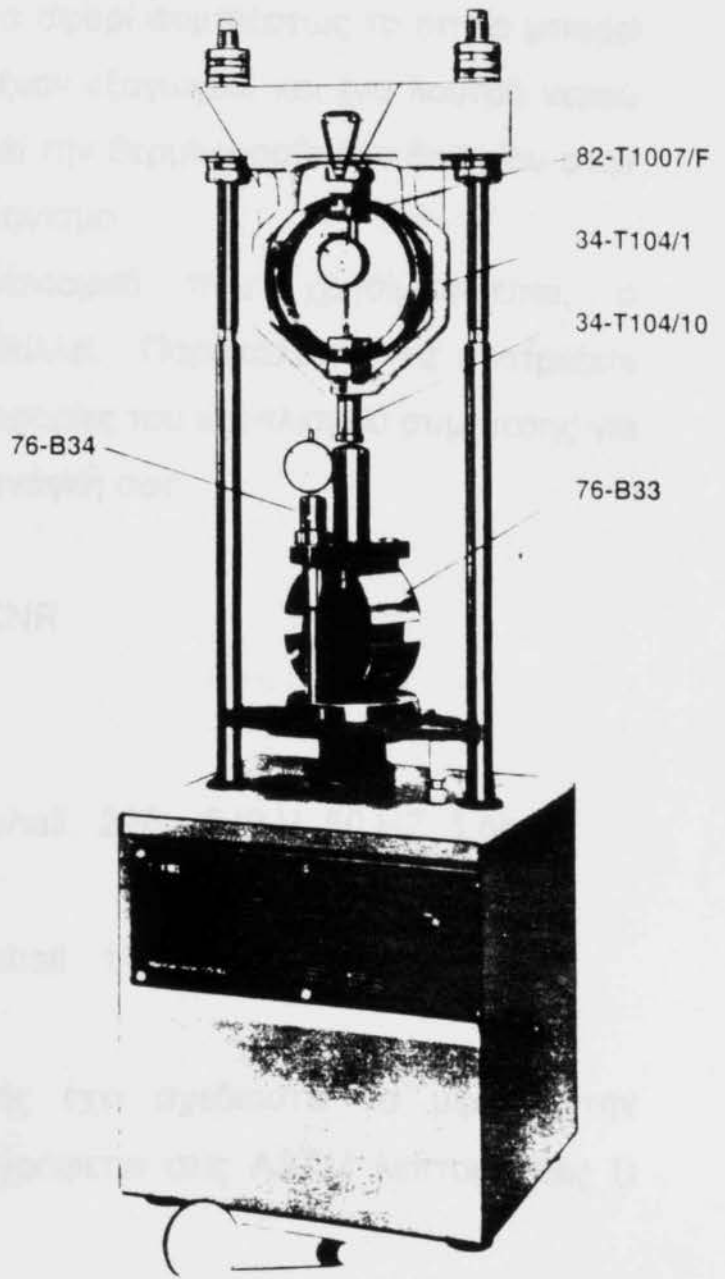
Όλοι οι δακτύλιοι φόρτισης, οι βαθμονομημένοι σωλήνες, οι κυψέλες κ.λπ., πρέπει να παραγγελθούν ξεχωριστά, παρακαλείσθε να ανατρέξετε στα σχετικά τμήματα αυτά του καταλόγου για περισσότερες πληροφορίες.

Αντικαθιστούμενα Μέρη

34-T108/K. Συνιστάται ανταλλακτικά σετ 34-T108 και 34-T108/Z αποτελούμενα από κεντρικό διακόπτη, διακόπτες ορίου, σωληνάκια και λαστιχάκια.



34-T108 with accessories for CBR and Marshi



76-B29/A with accessories

Προετοιμασία δοκιμών Marshall

Εισαγωγή

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την προετοιμασία κυλινδρικών δοκιμών για δοκιμή σταθερότητας Marshall αποτελείται βασικά από ένα μίξερ, μήτρα συμπίεσεως, ένα σφυρί συμπίεσεως το οποίο μπορεί να είναι χειροκίνητο ή μηχανικό, έναν εξαγωγέα, και ένα λουτρό νερού το οποίο απαιτείται για να διατηρεί την θερμοκρασία του δοκιμίου στην 60°C σύμφωνα με τον σχετικό κανονισμό.

Αναλόγως του διεθνούς κανονισμού που χρησιμοποιείται, ο συνδυασμός του εξοπλισμού ποικίλλει. Παρακαλείσθε να ανατρέξετε στα παρακάτω τμήματα για πληροφορίες του εξοπλισμού συμπίεσης για να ταιριάζει με την συγκεκριμένη ανάγκη σας.

Αυτόματοι συμπιεστές. ASTM – CNR

Μοντέλα

76-B42

ASTM Αυτόματοι συμπιεστές Marshall. 220 – 240 V, 50 HZ, 1 ph

76 – B42/Z

ASTM Αυτόματοι συμπιεστές Marshall. 110 V, 60 HZ, 1ph

Εφαρμογή

Αυτός ο καινούργιος συμπιεστής έχει σχεδιαστεί να μιμείται την συμπίεση του χεριού όπως περιγράφεται στις ASTM λεπτομέρειες D 1559.

Πρότυποι κανονισμοί

ASTM D 1559 CNR a.VII No.30

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτή η συσκευή αυτόματα συμπιέζει το δείγμα και σταματά μετά από ένα προκαθο

Οι μήτρες κρατούνται σταθερές από μια γρήγορη συσφικτική μηχανή και τοποθετούνται ή αφαιρούνται εύκολα από τον συμπιεστή. Ο μηχανισμός μετακίνησης είναι τοποθετημένος έτσι ώστε το 4,53 kg ολισθαίνον σφυρί να πέφτει στην ίδια απόσταση για κάθε πλήγμα. Ο συμπιεστής είναι προμηθευμένος εξολοκλήρου με μια ξύλινη βάση.

Ο 76-B42 συμπιεστής έχει τις ακόλουθες συσκευές ασφαλείας.

Μια συσκευή κλειδώματος που εισαγοποιείται από έναν μικροδιακόπτη που εμποδίζει την πτώση του σφυριού και την εκκίνηση της μηχανής όταν η μήτρα πρέπει να τοποθετηθεί ή να αφαιρεθεί από τη μηχανή.

Το ολισθαίνον σφυρί δεν μπορεί να σηκωθεί από τον μηχανισμό όταν τοποθετείται απευθείας στην βάση (χωρίς την μήτρα συμπίεσεως), έτσι ώστε να αποφευχθεί το χτύπημα της βάσης και να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στη μηχανή.

Έναν μικροδιακόπτη, ο οποίος εμποδίζει την εκκίνηση της μηχανής όταν η πόρτα είναι ανοιχτή.

Βάρος σφύρας: 4,535 kg (10 lb).

Διάμετρος σφύρας: 98,5 mm (3,8 in).

Ύψος πτώσης: 457 mm (18 in)

Ταχύτητα πτώσης: 60 ± 5 χτύποι το λεπτό.

Ισχύς: 25 W

Γενικές διαστάσεις: 540 x 470 x 1500 mm ακριβώς.

Ακριβές βάρος

Καθαρό: 92 kg, μεικτό 180 kg

Αντικαθιστούμενα μέρη

76-B42/K

Συνιστώνται σετ ανταλλακτικών συμπεριλαμβανομένων μικροδιακόπτη, ελατηρίων, ηλεκτρομηχανικού μετρητή και κλίμακα.

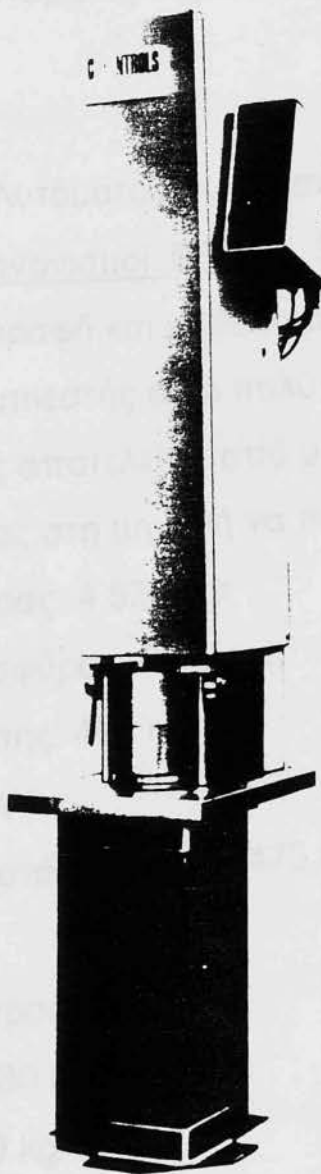
220-240 V, 50 HZ

76-B42/KZ

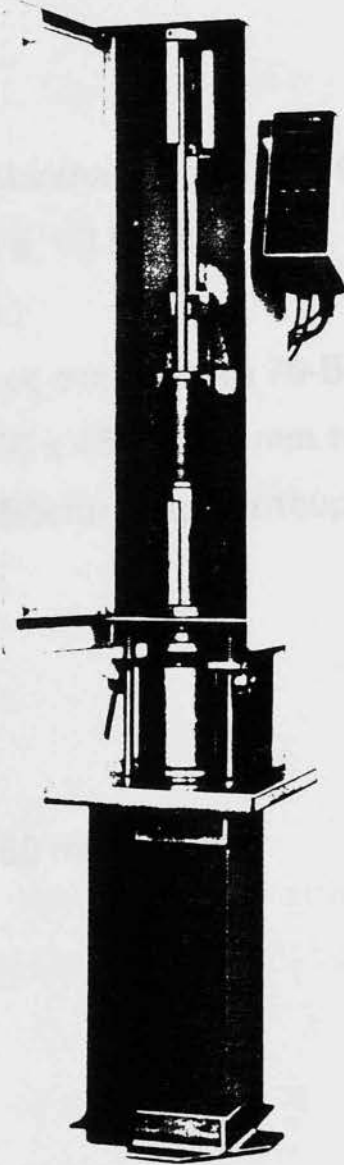
Συνιστώνται σετ ανταλλακτικών συμπεριλαμβανομένων μικροδιακόπτη, ελατηρίων, ηλεκτρομηχανικού μετρητή και κλίμακα.

110 V, 60 HZ





76-B42 with 76-B57



76-B42 open with 76-B57

Αυτόματος συμπιεστής, BS

Μοντέλα

76-B42/A Αυτόματος συμπιεστής Marshall κατά BS. 220-240 V, 50 HZ, 1ph

76-B42/AZ Αυτόματος συμπιεστής Marshall κατά BS. 110V, 60 HZ, 1 ph

Πρότυποι κανονισμοί: BS 598, CNR a. VII No 30

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτός ο συμπιεστής είναι πολύ όμοιος στο μοντέλο 76-B42 αλλά η βάση συμπίεσεως αποτελείται από μια 450 x 450 x 200 mm τσιμεντένια βάση επιτρέποντας στη μηχανή να παραδίδεται έτοιμη λειτουργία.

Βάρος σφύρας: 4,535 kg

Διάμετρος σφύρας: 98,5 mm

Ύψος πτώσης: 457 mm

Ισχύς: 250 W

Γενικές διαστάσεις: 540 x 470 x 1760 mm ακριβώς

Ακριβές βάρος:

Καθαρό: 230 kg

Μεικτό: 350 kg

Αξεσουάρ

76-B42/X Καμπίνα μείωσης θορύβου για τα 76-B42 και 76-B42/A κατασκευασμένη από φύλλο ατσαλιού επενδεδυμένο εσωτερικά με ηχομονωτικό υλικό για μείωση του θορύβου κάτω από 75 dB.

Αντικαθιστούμενα μέρη

Συνιστάται σετ ανταλλακτικών αποτελούμενο από μικροδιακόπτη, ελατήρια, ηλεκτρομηχανικό μετρητή και κλίμακα. 110 V, 60 HZ

Αυτόματος Συμπιεστής DIN

Μοντέλα

76-B42/D

Αυτόματος συμπιεστής Marshall κατά DIN. 220 V, 50 HZ, 1ph

76-B42/PZ

Αυτόματος συμπιεστής Marshall κατά DIN. 110V, 60 HZ, 1ph

Πρότυποι κανονισμοί

DIN 1996

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτός ο συμπιεστής είναι σχεδόν όμοιος με τον 76-B42 με τις ακόλουθες διαφορές:

Διάμετρος ποδιού ρυπάνσεως: 100,5 mm

Βάρος βάσης ποδιών: 1800 g \pm 20 g

Αντικαθιστούμενα Μέρη

76-B42/K

Συνιστάται σετ ανταλλακτικών, αποτελούμενο από μικροδιακόπτη, ελατήρια, ηλεκτρομηχανικό μετρητή και κλίμακα. 220-240 V, 50 HZ

76-B42/KZ

Συνιστάται σετ ανταλλακτικών, αποτελούμενο από μικροδιακόπτη, ελατήρια, ηλεκτρομηχανικό μετρητή και κλίμακα. 110 V, 60 HZ

76-B57/2 Μήτρα

76-B57/3 Κολάρο γέμισης

Μοντέλα:

76-B57/B5 Βάση εξαγωγής

Εφαρμογή: Χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του δείγματος από τη μήτρα.

Ακριβές βάρος: 1,5 kg

Μοντέλα

76-B58 Σφύρα σταθερότητας και συμπίεσης

Εφαρμογή Για την ρύπανση των δοκιμών Marshall. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με βάση, οδηγό και μήτρα.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Μια σφύρα 10 lb είναι στερεωμένη σε έναν κορμό. Κατασκευασμένη από ατσάλι και πατιναρισμένο κατά της οξειδωσης.

Ακριβές βάρος: Καθαρό 9 kg

Μοντέλα

76-B59

Βάση συμπύκνωσης

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αποτελείται από ένα ξύλινο πλαίσιο 200 x 200 x 450 mm σκεπασμένο από μια ατσάλινη βάση 300 x 300 x 25 mm. Η βάση είναι εφοδιασμένη με κοχλιοφόρες τρύπες για την τοποθέτηση του 76-B56 σταθεροποιητή μήτρας και του 76-B59/1 οδηγού σφύρας.

Μοντέλα

76-B59/1

Οδηγός μήτρας

Εφαρμογή Αυτό είναι ένα προαιρετικό κομμάτι που μπορεί να τοποθετηθεί στην βάση συμπύκνωσης κάνοντας ευκολότερη την διαδικασία συμπύκνωσης.

Ακριβές βάρος: Καθαρό 4,5 kg

Μοντέλα

76-B56/B

Σταθεροποιητής μήτρας συμπυκνώσεως.

Εφαρμογή Χρησιμοποιείται για να συγκρατεί την μήτρα στη βάση.

Ακριβές βάρος: Καθαρό 1,2 kg

Τεστ σταθεροποίησης Marshall

Εξοπλισμός συμπυκνώσεως BS-DIN

Εξοπλισμός συμπυκνώσεως BS

Μοντέλα

76-B57

Βασική μήτρα συμπυκνώσεως

Πρότυποι κανονισμοί: BS 598

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Κατασκευασμένη από ατσάλι και πατιναρισμένη κατά της οξειδωσης

Ακριβές βάρος: Καθαρό 3,3 kg

Αντικαθιστούμενα μέρη

76-B57/1 Βάση στήριξης

76-B57/2 Μήτρα

76-B57/3 Κολάρο γέμισης

Μοντέλα

76-B57/B5

Βάση εξαγωγής

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για την εξαγωγή των δοκιμών από τις μήτρες

Ακριβές βάρος: Καθαρό 1,5 kg

Μοντέλα

76-B58/BS

Σετ σφύρας συμπακνώσεως

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Το σετ αποτελείται από τα παρακάτω κομμάτια:

76-B58/B Σφύρα συμπακνώσεως 4,53 kg, 457 mm πτώσης

76-B59/B Βάση συμπακνώσεως αποτελούμενο από ξύλινο πλαίσιο 200 x 200 x 450 mm και 300 mm² x 25mm χοντρή ατσάλινη βάση

76-B59/1 Οδηγό σφύρας

76-B56/B Σταθεροποιητής μήτρας συμπακνώσεως

Ακριβές βάρος: Ολικό καθαρό βάρος 50 kg

Εξοπλισμός Συμπακνώσεως DIN

Μοντέλα

76-B57/B

DIN μήτρα συμπακνώσεως

Πρότυποι κανονισμοί

DIN 1996

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Κατασκευασμένη από ατσάλι και πατιναρισμένη κατά της οξειδωσης

Ακριβές βάρος: Καθαρό 3,3 kg

Αντικαθιστούμενα μέρη

76-B57/B1 Βάση στήριξης

76-B57/B2 Μήτρα

76-B57/B3 Κολάρο γέμισης

Μοντέλα

76-B57/B5

Βάση εξαγωγής

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για την εξαγωγή των δοκιμίων από τις μήτρες

Ακριβές βάρος: Καθαρό 3,3 kg

Μοντέλα

76-B58/D

DIN Σετ σφύρας συμπυκνώσεως

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Το σετ αποτελείται από τα παρακάτω κομμάτια:

76-B58/D1 Σφύρα συμπυκνώσεως 4,53 kg, 457 mm πτώση με «πόδι»
ρύπανσης 100,5 mm και βάρος «ποδιού» 1800 ± 20 g

76-B59/B Βάση συμπυκνώσεως αποτελούμενη από ξύλινο πλαίσιο 200
x 200 x 450 mm και μεταλλική βάση 300 mm² πάχους.

76-B59/1 Οδηγός σφύρας

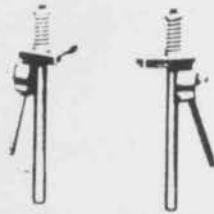
76-B58



76-B59/1



76-B56/B



CONTROLS

76-B59



76-B57



76-B57/B5



76-B56/B Σταθεροποιητής μήτρας συμπυκνώσεως

Ακριβές βάρος: Ολικό καθαρό βάρος 50 kg

76. Δοκιμή σταθερότητας Marshall

Υδατόλουτρα

Μοντέλα

20 λίτρα υδατόλουτρο (βλέπε 86-D!407/A)

35 λίτρα υδατόλουτρο (βλέπε 86-D!407/B)

Εφαρμογή

Για γενική εργαστηριακή χρήση συμπεριλαμβανομένης της δοκιμής Marshall.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Εσωτερικές επιφάνειες γυαλισμένου ανοξείδωτου ατσάλιου και τοποθετημένο σε εξωτερική θήκη από ανοξείδωτο ατσάλι με μόνωση. Μπορεί να δεχθεί τον θερμοστή διευθύσεως, το ράφι και ανοξείδωτο κάλυμα. Για περισσότερες πληροφορίες στο κεφάλαιο 86.

Μοντέλα

76-B66/S

Υδατόλουτρο 20 λίτρων, 220 -240 V, 50 HZ, 1ph

Μοντέλα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

76-B66/SZ

Υδατόλουτρο 20 λίτρων, 110 V, 60 HZ, 1ph

Εφαρμογή

Για την μεταχείριση των δοκιμών ασφάλτου Marshall.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Κατασκευή ανοξείδωτου ατσαλιού, σχεδιασμένο, τα κρατά έως 8 δοκίμια Marshall. Εφοδιασμένο με σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας και σκέπασμα.

Διακύμανση θερμοκρασίας: έως 100^oC

Εσωτερικές διαστάσεις: 300 x 320 x 200 mm

Ισχύς: 150 W

Ακριβές βάρος: Καθαρό βάρος 8 kg

Μοντέλα

Θερμανστής διευθύσεως: 220 -240 V, 50 HZ, 1ph (βλέπε 86-D1408/A)

Θερμανστής διευθύσεως: 110 V, 60 HZ, 1ph (βλέπε 86-D1408/AZ)

Εφαρμογή

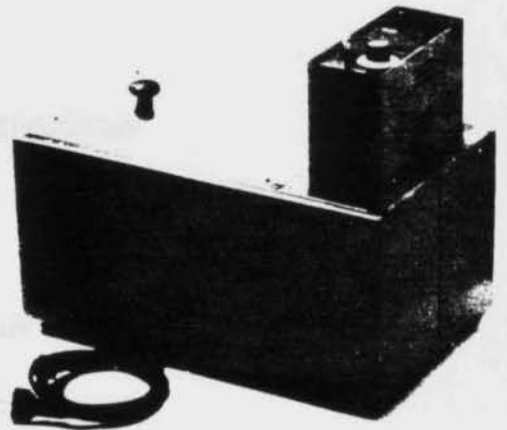
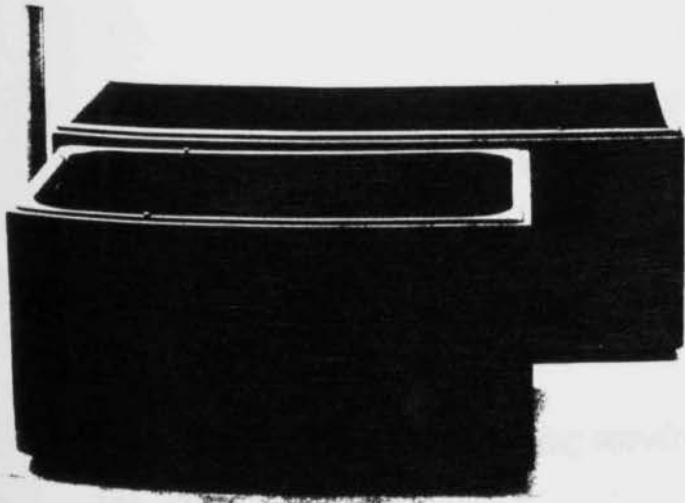
Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του νερού στα υδατόλουτρα.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

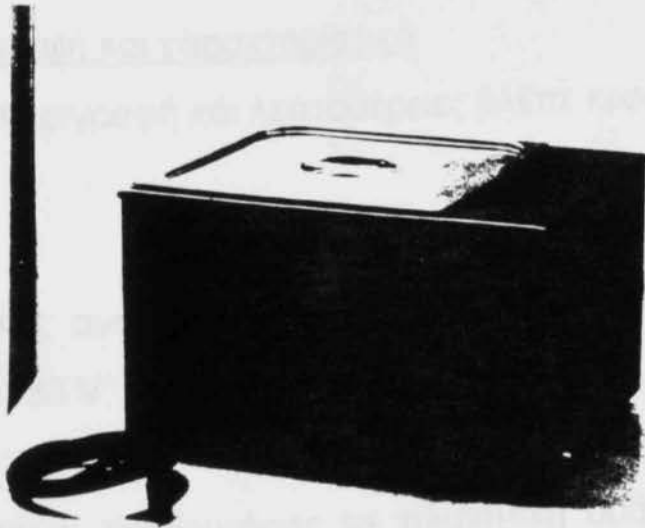
Μπορεί να τοποθετηθεί στα περισσότερα υδατόλουτρα. Συμπεριλαμβάνει θερμοστάτη, αναδευτήρα και σωλήνα ψύξης για σύνδεση στο κυρίως νερό. Μπορεί να ζεστάνει 50160 λίτρα νερού έως 95^oC. Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε κεφάλαιο 6.

86-D1407/A ενσωματωμένο με 86-D1407/A θερμαστή

86-D1407/A καλυπτόμενου και 86-D1407/A1 ράφι (εσωτερικά)



86-D1407/A fitted with 86-D1408/A heater,
86-D1407/A2 cover and 86-D1407/A1 shelf (inside)



76-B66/S

76. Δοκιμή Σταθερότητας Marshall

Εργαστηριακοί Αναδευτήρες / Διεθνής εξολκέας δειγμάτων

Εργαστηριακοί Αναδευτήρες

Μοντέλα

Εργαστηριακός αναδευτήρας ικανότητας 10 λίτρων 220 -240 V, 50 HZ, 1ph (βλέπε 16-B72)

Εφαρμογή

Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το 16-B72 isomantle θερμαστή, αυτός ο αναδευτήρας είναι ιδανικός για την ανάμειξη ασφαλτικών μειγμάτων. Η πλανητική μείξη ενισχύει την ομοιόμορφη ανάμειξη.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

(Για πλήρη περιγραφή και λεπτομέρειες βλέπε κεφάλαιο 16)

Μοντέλα

Εργαστηριακός αναδευτήρας 20 λίτρων με ενσωματωμένο θερμαστή αερίου 220 -380 V, 50 HZ, 3ph (βλέπε 16-B75)

Εφαρμογή

Ένας 20 λίτρων αναδευτήρας με πλανητική δράση ανάμειξης για να ενισχύει ακόμη την διανομή υλικών κοντά στη μείξη.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

(Για πλήρη περιγραφή και λεπτομέρειες βλέπε κεφάλαιο 16)

Διεθνής εξολκέας δειγμάτων

Μοντέλα

Διεθνής εξολκέας (Για πλήρη περιγραφή και λεπτομέρειες βλέπε κεφάλαιο 16-T80)

Εφαρμογή

Επιτρέπει στο δοκίμιο τύπου Marshall να αφαιρεθεί ευκολότερα από τη μήτρα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για μήτρες Proctor και CBR.

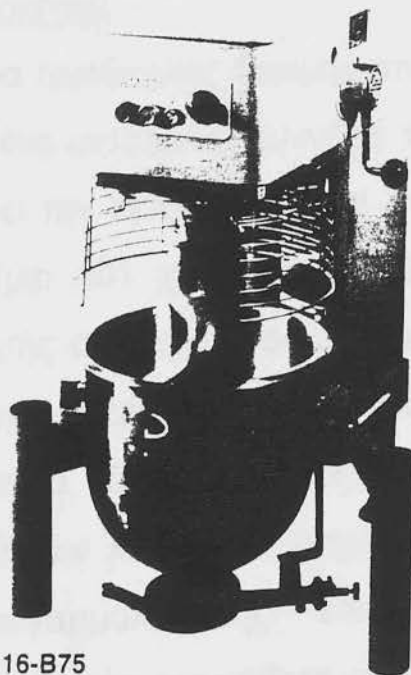
Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Κομπλέ με μετασχηματιστές και υδραυλικό γρύλο.

Ζυγίζει ακριβώς:

Καθαρό: 25 kg

Μεικτό: 35 kg



16-B75

Ασφαλτικά Μείγματα / Hveem σταθερότητα / Συνοχή

Hveem δοκιμή σταθερότητας

Εισαγωγή

Αυτή η δοκιμή πραγματοποιείται για τον προσδιορισμό της αντίστασης σε παραμόρφωση συμπυκνωμένων ασφαλτομειγμάτων μετρώντας την πλευρική πίεση, αναπτυσσόμενη από την εφαρμογή ενός κάθετου φορτίου με τη βοήθεια του Hveem μετρητή σταθερότητας και επίσης την συνοχή των συμπυκνωμένων ασφαλτομειγμάτων μετρώντας τη δύναμη που χρειάζεται να σπάσει ή λυγίσει το δείγμα σαν προέχουσα δοκό με τη βοήθεια του μετρητή συνοχής Hveem.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

77-B70/A

Ηνεεμ μετρητή σταθερότητας, προσαρμοζόμενου επιπέδου, σετ δοκιμής

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση δοκιμής σταθερότητας

Πρότυποι κανονισμοί

ASTM D 1560, AASHTO T190, T246

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Η συσκευή είναι βασικά μονάδα τριαξονικής δοκιμής αποτελούμενη από ένα λαστιχένιο μανίκι μέσα σ' ένα μεταλλικό κύλινδρο που περιέχει ένα υγρό το οποίο αντιπροσωπεύει την οριζόντια πίεση που αναπτύσσετε από ένα συμπυκνωμένο δοκίμιο 101 χιλ. διάμετρο όταν ένα κάθετο φορτίο εφαρμόζεται. Ο μετρητής σταθερότητας είναι εφοδιασμένος με πιστόνι διαφραγματικής φόρτισης, σταθερό ή προσαρμοζόμενο επίπεδο για δείγματα 101 mm διάμετρο, 50 mm ύψος, πρότυπο δείγμα, λαστιχένια λάμπα, σετ υδραυλικών λάστιχων, έξτρα διάφραγμα, λάδι, κλειδιά Allen, εργαλείο συναρμολόγησης και οδηγίες. Το προσαρμοζόμενο μοντέλο απλουστεύει τον κάθετο κανονισμό.

Βάρος ακριβές:

Καθαρό: 23 kg

Συνοχή ασφαλτομειγμάτων

Μοντέλα

77-B71

Σετ μετρητής συνεκτικότητας 220 -240 V, 50 HZ, 1ph

77-B71/Z

Σετ μετρητής συνεκτικότητας 110 V, 60 HZ, 1ph

Εφαρμογή

Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συνοχής ασφαλτικών μειγμάτων, ή συμπυκνωμένων εδαφικών μειγμάτων αποτελούμενα είτε από υγρή άσφαλο, υγροποιημένο ασβέστη ή τσιμέντο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πρότυποι κανονισμοί

ASTM D 1560, AASHTO T246

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Αυτή η συσκευή διατηρεί τις βασικές αρχές του μοντέλου που αναπτύχθηκε από τον διαζωρισμό των Αυτοκινητόδρομων της California. Θα χρησιμοποιηθούν συμπυκνωμένα δοκίμια έως 152 mm διάμετρο x 152 mm ύψος και τιμές μετρητή συνοχής άνω των 3,000.

Γρήγορης δράσης παξιμάδι για γρήγορη φόρτιση του δοκιμίου .

Συσφικτική βίδα σε κάθε άκρη λειτουργεί διαμέσου ενός συστήματος καλυπτόμενης μπάλας για να εξασφαλίσει πραγματική συσφικτική πίεση για όλη την εφαρμοζόμενη στρέψη.

Λευκός χώρος θερμομονωτικού υλικού θερμαίνεται ομοιόμορφα από στοιχείο 600 W, κυκλοφορική αέρα και ανακλαστή. Ρυθμιζόμενο θερμοστάτη στους 60^oC. Ακρίβεια θερμοκρασίας $\pm 2^{\circ}\text{C}$

Το φορτίο εφαρμόζεται ύστερα από πτώση, από ένα τεπόζιτο ικανότητας 10 kg περιλαμβάνει ένα στήριγμα μετρητή (όχι συμπεριλαμβανομένου) για την μέτρηση της απόκλισης της δοκού ύστερα από αποκοπή ή προγραμματίζοντας το σύστημα ελέγχου όταν η δοκός έχει ανακλάσει το επιθυμητό ποσό. Εφοδιασμένο με 12 kg επαναχρησιμοποιούμενο σύστημα πτώσης.

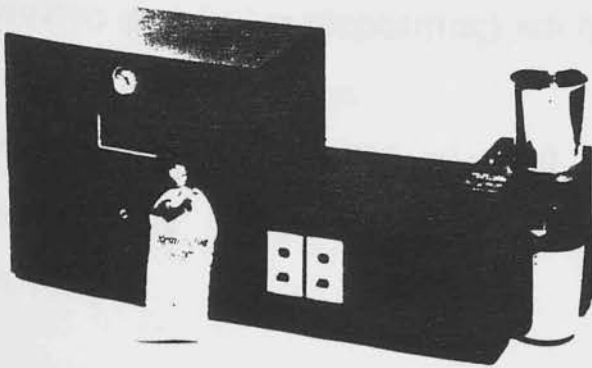
Ισχύς: 1000 W

Βάρος ακριβές:

Καθαρό: 61 kg

Οι μέθοδοι των δοκιμών που υπόκεινται στις διάφορες καλύπτουν τις μετρήσεις των ασφαλειών μειγμάτων όταν δοκιμάζονται σ' ένα πλαίσιο τακτοποιήσεως φορτίων.

Τα δοκίμια παράγονται χρησιμοποιώντας τα απαραίτητα υλικά (ενσωματωμένα) στο μείγμα με μια σειρά συνδετικών περιεχομένων



77-B71



77-B70/A

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

χρησιμοποιώντας τον βαθμό σύνδεσης που απαιτείται για το πραγματικό μείγμα.

Τα δείγματα ελέγχονται στη συσκευή σε ταχύτητα 50,8 χιλ/λεπτό. Το μέγιστο φορτίο (σταθερότητας) και η παραμόρφωση (ροή) του δοκιμίου καταγράφονται εξίσου.

Μια πλήρης σειρά εξοπλισμού για την πραγματοποίηση των διαδικασιών δοκιμών για τα δοκίμια καταγράφονται στις παρακάτω σελίδες.

Τακτοποιούμενα πλαίσια συμπίεσεως

Μια μεγάλη σειρά πλαισίων συμπίεσης και μηχανές είναι διαθέσιμα όπως:

Οι συγκεκριμένες μηχανές μιας ταχύτητας: 76 – B29/A έως 76 – B38/A

Τα διπλής ταχύτητας CBR/Marshall μοντέλα: 34 – T107 έως 34 – T107/B

Το ηλεκτρονικό διεθνές πλαίσιο δοκιμών: 34 – T109

Για πλήρης χαρακτηριστικά (προσδιορισμούς) παρακαλείστε να ανατρέξετε στα απαραίτητα τμήματα.

Μοντέλα → 76-B29/A και 76-B29AZ

Εφαρμογή

Αυτό το πλαίσιο είναι ακριβώς σχεδιασμένο για να καθορίζει την σταθερότητα ενός ασφαλικού δείγματος σε σχέση με τους απαραίτητους κανονισμούς και χαρακτηριστικά.

Νόρμες → BS 598 κ.λπ.

Γενική περιγραφή και χαρακτηριστικά

Ένα αναρριχόμενο πλαίσιο από ένα «πάγκο» με μοτέρ και βιδωτή ταχύτητα ενσωματωμένη στο τμήμα της βάσης, παράγει ταχύτητα πίεσης 50,8 χιλ/λεπτό.

Η μηχανή είναι κατασκευασμένη για χονδρική και ακριβή μέτρηση εξίσου. Δύο διακόπτες ασφαλείας υπάρχουν για το άνω και κάτω όριο μετακίνησης. Ένας διακόπτης τριών θέσεων επιτρέπει την κίνηση του

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

κάτω δακτυλίου και στις δύο κατευθύνσεις, και ένα χερούλι υπάρχει για χειροκίνητη λειτουργία κατά την βαθμονόμηση κ.λπ.

Ταχύτητα κυκλικής πιέσεως: 50,8 χιλ/λεπτό.

Ικανότητα: 30 KN

Μοτέρ: 550 W

Ακριβείς διαστάσεις: 460 x 400 x 1200 χιλ.

Ακριβές βάρος:

Καθαρό: 80 kg

Μεικτό: 140 kg

Έξτρα εξοπλισμός για την παρουσίαση της δοκιμής με την σειρά B29/A

34-T104/11 Αντιολισθητικός οδηγός

82T1007 30 KN δακτύλιος φορτίου, ή εναλλακτικά

82T1007/F 30 KN δακτύλιος φορτίου με παξιμάδι φρένου

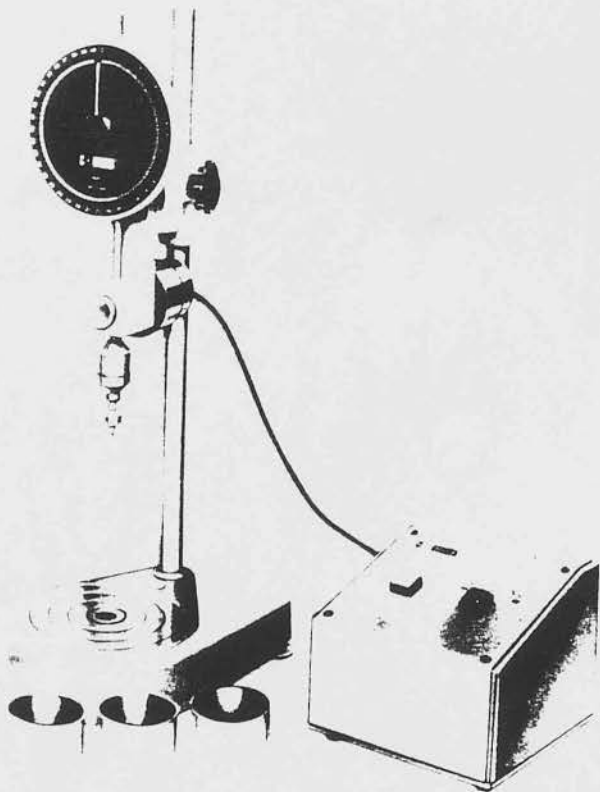
34-T104/10 Συσκευή συμπίεσεως

76-1333 Μήτρα σταθεροποίησης, ASTM D 1559, ή εναλλακτικά

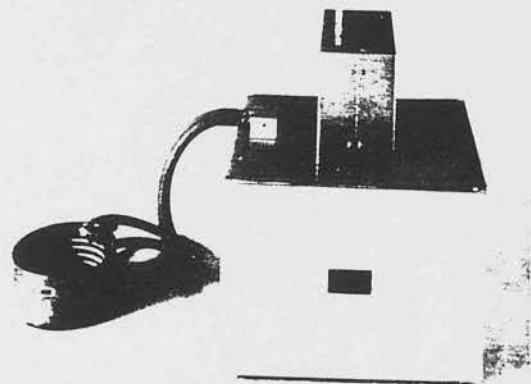
76-1331/2 Μήτρα σταθεροποίησης, B5 598, DIN 1996

76-B34 Ρούμετρο

Αντικαθιστούμενα τμήματα : 76-B29/AK. Συνιστώνται ανταλλακτικά σέτ που αποτελούνται από σωληνάκια, στηρίγματα για σωληνάκια, διακόπτες «ζωής» καθοδηγήσεως 76-B29/AKZ. Όπως παραπάνω αλλά για μοντέλο 110 V.



81-B101/A with 81-B113 and 3 No. 81-B110



81-B102