

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**<<ΜΕΘΟΔΟΙ, ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ
ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ ΕΔΡΑΣΗΣ
ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ>>**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΡΕΑΣ

ΚΩΣΤΑΛΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ - 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μας και λίγο πριν ξεκινήσει η επαγγελματική μας σταδιοδρομία καλούμαστε να ετοιμάσουμε την Πτυχιακή μας εργασία. Οφείλουμε να παραδεχτούμε ότι η εύρεση θέματος και εποπτεύων Καθηγητή ήταν δύσκολη για τους λόγους ότι θέλαμε να ασχοληθούμε με ένα αντικείμενο που μας κεντρίζει το ενδιαφέρον αλλά ταυτόχρονα θα μας παρέχει αρκετά σημαντικές πληροφορίες για την μετέπειτα επαγγελματική μας καριέρα. Έτσι επιλέξαμε θέμα στην επιστήμη της «Εδαφομηχανικής», την οποία μελετήσαμε και διδαχθήκαμε κατά την διάρκεια των σπουδών μας σε μεγάλο βαθμό και με ποικίλο τρόπο.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον Εποπτεύων Καθηγητή μας Σαραντόπουλο Ανδρέα για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με ένα θέμα που μας ενδιαφέρει και που ήταν καθόλη την διάρκεια της σύνταξης της δίπλα μας, παρέχοντας μας γνώσεις και υποδεικνύοντας μας σημεία εύρεσης πληροφοριών.

Ασφαλώς δεν ξεχνάμε την υπόλοιπη ομάδα καθηγητών στον Τομέα της «Εδαφομηχανικής» που ήταν δίπλα μας όλη αυτή την περίοδο σύνταξης της εργασίας και χωρίς αυτούς θα είχαμε υποπέσει σε μεγάλα σφάλματα διατύπωση και παρουσίασης των περιεχομένων της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της Πτυχιακής εργασίας είναι οι «ΜΕΘΟΔΟΙ, ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΔΡΑΣΗΣ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ». Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε τρία μέρη :

Το πρώτο μέρος της πτυχιακής εργασίας αποτελείται από τα απαραίτητα εισαγωγικά στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε όπως τι είναι οδόστρωμα , από τι αποτελείται , τι είδη οδοστρωμάτων υπάρχουν , τρόποι σταθεροποίησης του εδάφους , υπολογισμός πάχους οδοστρώματος.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας περιγράφει και αναλύει όλες τις δοκιμές , επιτόπου και εργαστηριακές που είναι απαραίτητες ούτως ώστε να επιτευχθεί η σωστή κατασκευή ενός οδοστρώματος, ακόμα έχουμε συγκεντρώσει τα έντυπα καταγραφής και παρουσίασης των δοκιμών .

Στο τρίτο μέρος της εργασίας επισημαίνουμε τα αποτελέσματα μιας κακής συμπύκνωσης - κακής κατασκευής ενός οδοστρώματος με αποτέλεσμα τον κίνδυνο που υπεισέρχεται στους οδηγούς κατά την διέλευσης τους από το συγκεκριμένο σημείο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

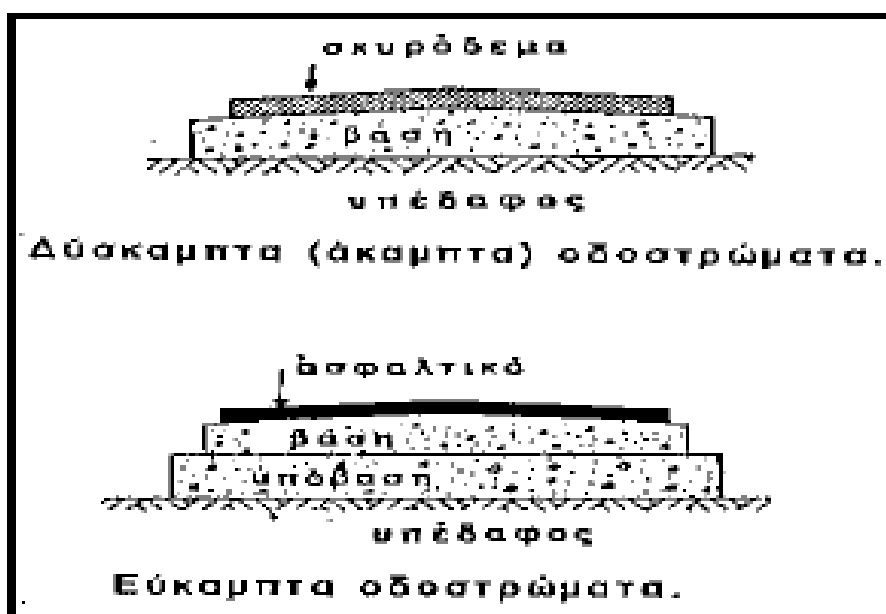
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ	6
ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	15
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	27
ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ).....	57
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ (ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ).....	69
ΕΝΤΥΠΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ	130
ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑΣ.....	140
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ	144
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	144
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	148
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	150
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΩΝ ΠΛΑΚΩΝ	152
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	154
Αυλάκωση και Αλλοίωση της Υφής του Οδοστρώματος	154
Ρηγματώσεις Τύπου "Αλιγάτορα"	155
Διαμήκεις Ρηγματώσεις.....	159
Διαμήκεις Ρωγμές που δεν Σχετίζονται με τη Διέλευση Οχημάτων	161
Αποκόλληση Αδρανών και Γήρανση του Οδοστρώματος	167
Εκχείλιση / Εφίδρωση του Ασφαλτικού Τάπητα.....	169

Τοπικές Επισκευές (Μπαλώματα) του Οδοστρώματος	172
Αρχικές Τοπικές Επισκευές Οδοστρώματος.....	174
Εγκάρσια Αυλάκωση και Κυματισμοί του Οδοστρώματος	177
Κοιλώματα και Κυρτώματα του Οδοστρώματος.....	179
Ρηγμάτωση κατά Τεμάχη (Block Cracking)	181
Φθορές στις Ακμές του Οδοστρώματος (Pavement Edge Condition)	183
Φθορές στο Σφραγιστικό Υλικό των Ρωγμών (Crack Seal Condition)	185
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	187
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	190

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ

Οδοστρώμα ονομάζεται το σύνολο των επαλλήλων στρώσεων που είναι τοποθετημένες πάνω από το φυσικό έδαφος για τη δημιουργία της οδού. Είναι μια σύνθετη κατασκευή που επιτελεί διάφορες λειτουργίες ανάμοιες μεταξύ τους, έχει δε να διανέμει τις πιέσεις από τα φορτία της κυκλοφορίας έτσι ώστε η καταπόνηση του εδάφους θεμελίωσης να μην υπερβαίνει τα όρια (Νικολαΐδης Α., 1996). Ανάλογα με την ελαστικότητά τους τα οδοστρώματα διακρίνονται στα δύσκαμπτα και στα εύκαμπτα.

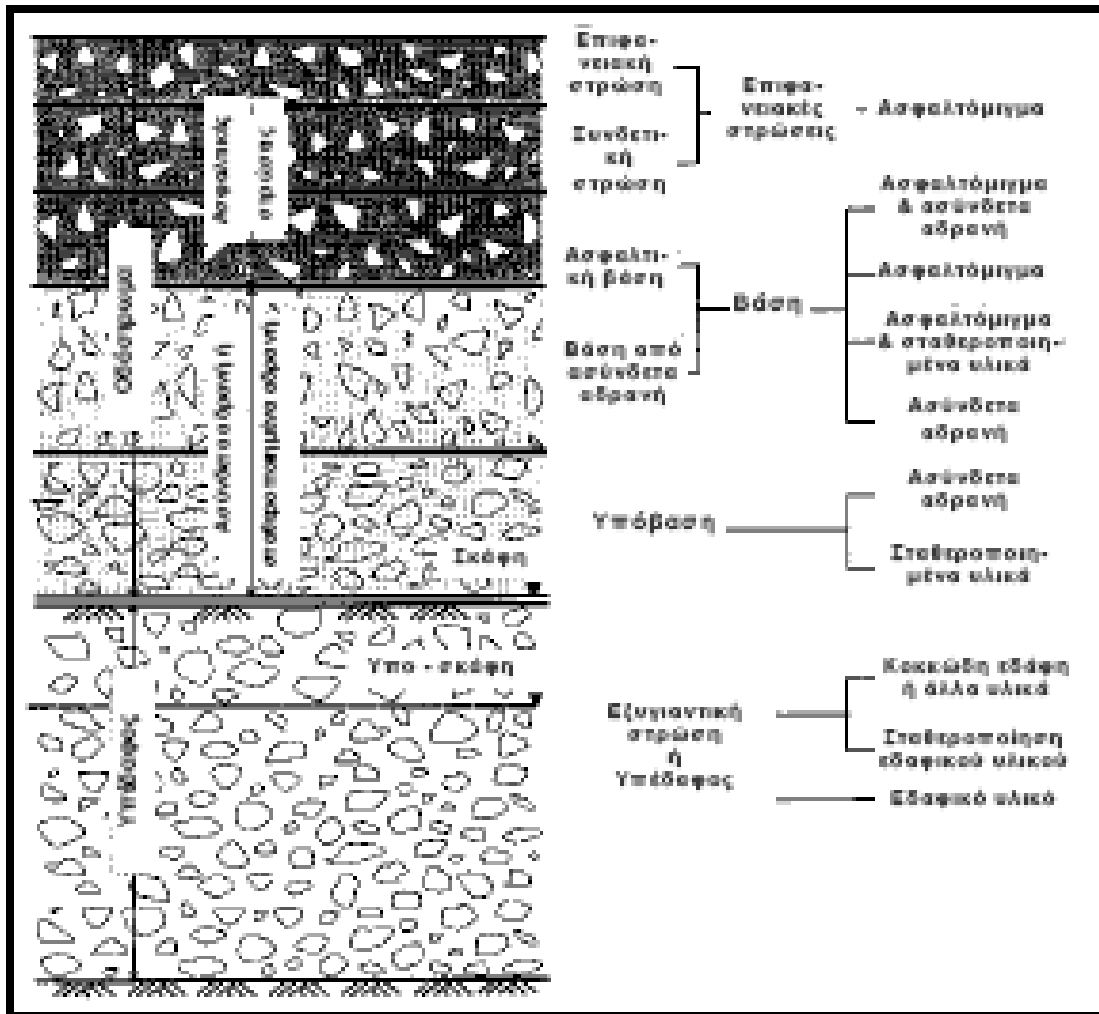
Δύσκαμπτα οδοστρώματα. Παρουσιάζουν μεγάλη ακαμψία και κατασκευάζονται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα από σκυρόδεμα (Νικολαΐδης Α., 1996) (άοπλο, οπλισμένο ή προεντεταμένο) (Κοφίτσας Ι., 1997). Λόγω της μεγάλης ακαμψίας που διαθέτουν, οι τοπικές καθιζήσεις που πιθανόν να εμφανισθούν κάτω από αυτά δεν αντανακλώνται στην επιφάνεια κύλισης (Σχήμα 2.1) (Εσκίογλου Π., 1991). Τα οδοστρώματα αυτά δεν έχουν ευρεία εφαρμογή στη Δασική πράξη, χαρακτηρίζονται όμως από τη μεγάλη διάρκεια ζωής, την μηολισθηρή επιφάνεια, την ομοιόμορφη διανομή των φορτίων κυκλοφορίας και την ελάχιστη



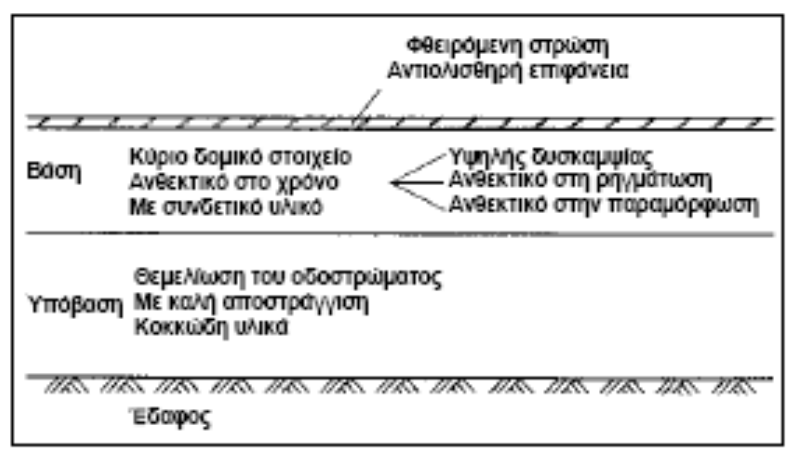
Εικόνα 1. Διατομές δύσκαμπτων (άκαμπτων) και εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Σαββίδη)

δαπάνη συντήρησης. Αντίθετα μειονεκτούν λόγω έλλειψης ελαστικότητας και συμπαγής επιφάνειας καθώς επίσης και από την αρνητική επίδραση των μεταβολών της θερμοκρασίας. Τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα έχουν τύχει μιας σημαντικής εφαρμογής σε διάφορες χώρες (Τσώχος Γ., 1985). Στην Ελλάδα έχουν γίνει λίγες παρεμβάσεις μέχρι σήμερα, σε μικρά τμήματα δρόμων, εθνικής ή δασικής οδοποιίας, σε ανωφέρειες όπου δεν είναι δυνατόν να διαστρωθεί το θερμό ασφαλτόμιγμα και ορισμένες φορές σε γέφυρες (Νικολαΐδης Α., 1996). Γενικά όμως δεν έχουν ευρεία εφαρμογή στη Δασική πράξη.

Εύκαμπτα οδοστρώματα. Η μεταφορά των φορτίων στο έδαφος γίνεται διαμέσου των στρώσεων του (εικόνα 2). Κατασκευαστικά το εύκαμπτο οδόστρωμα διακρίνεται σε τρεις ομάδες στρώσεων την υπόβαση, τη βάση και την επιφανειακή στρώση (ή στρώσεις). Κάτω από ειδικές συνθήκες μπορεί να κατασκευασθεί και μια εξυγιαντική στρώση μεταξύ του υπεδάφους και της υπόβασης όταν έχουμε πολύ ασθενές υπέδαφος. Το ολικό πάχος του εύκαμπτου οδοστρώματος πρέπει να είναι τόσο, ώστε οι δυνάμεις που μεταβιβάζονται σε μεγαλύτερη συνεχώς επιφάνεια να μειωθούν μέχρι να γίνουν ανεκτές από το έδαφος έδρασης του οδοστρώματος. Οι Brown και Barksdale (1987) διακρίνουν ουσιαστικά τρία βασικά στοιχεία σε ένα εύκαμπτο οδόστρωμα, με βάση την νεότερη θεώρηση της δομής και λειτουργίας του οδοστρώματος 1) τη φθειρόμενη (επιφανειακή) στρώση, 2) το κύριο δομικό στοιχείο (βάση), 3) τη θεμελίωση του οδοστρώματος (υπόβαση). Η ανωτέρω διάταξη ονομάσθηκε «ιδανικό» οδόστρωμα (εικόνα 3) .



Εικόνα 2. Τυπική κατασκευαστική διατομή εύκαμπτου οδοστρώματος (κατά Νικολαΐδη)



Εικόνα 3. Τυπική διατομή «ιδανικού» οδοστρώματος (κατά Brown και Barksdale)

Σαν ασφαλτικό υλικό για τις διάφορες επαλείψεις χρησιμοποιούνται ασφαλτικά γαλακτώματα ή ασφαλτικά διαλύματα ή καθαρή άσφαλτος.

Στα εύκαμπτα οδοστρώματα οι στρώσεις της βάσης και υπόβασης κατασκευάζονται διότι αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα, συντελούν στην αποστράγγιση, αποτρέπουν την άνοδο του νερού λόγω τριχοειδών, προσθέτουν προστασία από τον παγετό και βοηθούν στην κατανομή των φορτίων με το σύστημα των στρώσεων (Κοφίτσας Ι., 1997).

Οι κυριότεροι παράγοντες για τον υπολογισμό του πάχους των εύκαμπτων οδοστρωμάτων είναι η φύση του εδάφους έδρασης του οδοστρώματος, ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι κλιματολογικές συνθήκες και τα διαθέσιμα υλικά.

1) Υπόβαση

Είναι η πρώτη στρώση που κατασκευάζεται από τον οδοποιό, όταν αυτή κρίνεται αναγκαία, επάνω στο υπέδαφος ή την εξυγιαντική στρώση και η κατασκευή της εξυπηρετεί την μεταβίβαση των φορτίων της κίνησης των οχημάτων στο υπέδαφος και βοηθάει στην άνετη κυκλοφορία των μηχανημάτων έργου στο οδόστρωμα. Ακόμη χρησιμεύει ως αντιπαγετική προστατευτική στρώση σε περίπτωση που το έδαφος της περιοχής είναι παγοπληκτικό, προστατεύει τα υλικά της βάσης από «μόλυνσή» τους από το εδαφικό υλικό (άργιλος, ιλύς, οργανικά υλικά κλπ.) και τέλος λειτουργεί ως στρώση αποστράγγισης των υδάτων που πιθανόν να διαπεράσουν τις υπερκείμενες στρώσεις προστατεύοντας το υπέδαφος από διάβρωση (Νικολαΐδης Α., 1996).

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της υπόβασης πρέπει να είναι κατάλληλα, ανάλογα με την κάθε περιοχή από οικονομικής και ανθεκτικής πλευράς. Συνήθως επιλέγονται κοκκώδη υλικά (αμμοχάλικα) προερχόμενα από φυσικές πηγές ή από λατομεία της εκάστοτε περιοχής κατασκευής της οδού, τα οποία πληρούν την Π.Τ.Π. 0 – 150 (Πρότυπος Τεχνική Προδιαγραφή 0 – 150, 1966) . Αν διαπιστωθεί ότι η υπόβαση δεν επαρκεί για την αντοχή του οδοστρώματος τότε κατασκευάζεται και μια εξυγιαντική στρώση, από κοκκώδη εδαφικά υλικά ή σταθεροποιείται με τσιμέντο ή ασβέστη. Εξυγιαντική στρώση συνήθως χρησιμοποιείται όταν το CBR του υπεδάφους είναι μικρότερο του 5%, ενώ όταν το CBR είναι μικρότερο του 2,5%, τότε είναι απολύτως απαραίτητη η κατασκευή της.

2) Βάση

Η βασικότερη στρώση ενός εύκαμπτου οδοστρώματος από τη σκοπιά της δομής του είναι η βάση η οποία κατασκευάζεται μεταξύ της υπόβασης και των επιφανειακών στρώσεων (Νικολαΐδης Α., 1996) .

Οι λειτουργίες που επιτελεί είναι να παραλαμβάνει και να κατανέμει τα φορτία της κυκλοφορίας στις υποκείμενες στρώσεις, να παρέχει στο οδόστρωμα τη υσκαμψία και την αντοχή αυτού στην κόπωση, να μειώνει τις κάθετες θλιπτικές τάσεις που εξασκούνται στο υπέδαφος σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορούν να ληφθούν από τη φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους για να μην προκαλούν μεγάλες παραμορφώσεις. Οι στρώσεις της βάσης από ασύνδετα ή σταθεροποιημένα αδρανή βοηθούν στη συμπύκνωση των υπερκείμενων ασφαλικών στρώσεων. Στη σύγχρονη δασική οδοποιία κύριος στόχος είναι η κατασκευή ανθεκτικών και οικονομικών βάσεων με διάφορα δομικά υλικά, με ή χωρίς συνδετικά μέσα, που πληρούν την Π.Τ.Π. 0 – 155, (1966), όπως ο ασβέστης και το τσιμέντο. Για την οικονομικότητα του έργου έχουν γίνει πολλές κατασκευές με εναλλακτικά δομικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή βάσεων οδοστρωμάτων τα οποία είναι:

- 1) Σκωρία σκουπιδιών μετά από καύση = σκωρία, μεταλλικά, γυάλινα και κεραμικά συστατικά, καθώς και ιπτάμενη τέφρα.
- 2) Γεωυφάσματα = διαθέτουν μηχανικές και υδραυλικές ιδιότητες ανάλογες τουοπλισμένου σκυροδέματος. Βασικές του λειτουργίες είναι η ενίσχυση της αντοχής και της παραμορφωσιμότητας, ο διαχωρισμός, το φιλτράρισμα και η αποστράγγιση (Στεργιάδης Χ., 2000).
- 3) Τέφρα ή τέφρες ηλεκτροπαραγωγών σταθμών, η τεφροκονία: Όταν αντικαθιστά το τσιμέντο ή τον ασβέστη σε ποσοστό από 17 έως 50% μειώνεται σημαντικά η πλαστικότητα των εδαφών και ακόμη μειώνονται τα φορτία που μεταβιβάζονται στην επιφάνεια έδρασης των επιχωμάτων (Geotechnical special publication Number 79, 1998)
- 4) Σκωρίες χαλυβουργίου = χρησιμοποίηση χωρίς περαιτέρω επεξεργασία σαν υλικό για επιχωμάτωση. Μίγμα σκωρίας με τέφρα χρησιμοποιείται για την υποδομή και την ανωδομή δρόμων.

- 5) Ερυθρά ιλύς = Ανάμειξη της με φυσικό έδαφος παρατηρήθηκε με αύξηση της μηχανικής αντοχής του εδάφους. Η αύξηση είναι μεγαλύτερη σε μίγματα 50% εδάφους και 50% ερυθρά ιλύς.
- 6) Οικοδομικά απορρίμματα (μπάζα) (Geotechnical special publication Number 79, 1998)
- 7) Γυαλί
- 8) Ελαστικά οχημάτων (Geotechnical special publication Number 79, 1998)
- 9) Μολυσματικά απόβλητα ως υλικά οδοστρώματος (Geotechnical special publication Number 79, 1998)
- 10) Ανακύκλωση των ιδίων υλικών = Οικονομία του έργου
- 11) Παραπροϊόντα ορυχείων
- 12) Απορρίμματα και τέφρα καύσης τους
- 13) Παραπροϊόντα χημικών /ΤΤ1 βιομηχανιών
- 14) Προϊόντα κατεδαφίσεων οδών
- 15) Υπολείμματα εγκαταστάσεων παραγωγής τσιμέντων.

3) Επιφανειακή στρώση ή στρώση κυκλοφορίας

Η κατασκευή της επιφανειακής στρώσης στο οδόστρωμα χρησιμεύει στο να παρέχει μια λεία και ασφαλή επιφάνεια κυκλοφορίας, να είναι αντισθητική, να παρουσιάζει αντοχή σε ρηγματώσεις λόγω των φορτίων που κυκλοφορούν, να αντιστέκεται στις μόνιμες παραμορφώσεις (Yoder E. – Witczak M., 1987), να συνεισφέρει στην αντοχή του οδοστρώματος και τέλος να είναι όσο το δυνατόν μη διαπερατή από το νερό έτσι ώστε να μην επιτρέπεται η διείσδυσή του στις υποκείμενες στρώσεις (ασφαλτικές επιφανειακές στρώσεις) (Νικολαΐδης Α., 1996).

Τα εύκαμπτα οδοστρώματα χωρίζονται στις πέντε ακόλουθες κατηγορίες.

Ασφαλτικά οδοστρώματα

Στην οδοποιία τα ασφαλτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι υδρογονανθρακούχα υλικά φυσικής ή πυρογενούς προέλευσης, τα οποία

έχουν συγκολλητικό χαρακτήρα. Στα υδρογονανθρακούχα αυτά υλικά περιλαμβάνεται η άσφαλτος και η πίσσα. Η άσφαλτος για να διατηρεί τις συνδετικές της ιδιότητες πρέπει να παραμένει πλαστική. Σε περιοχές με ψυχρό κλίμα χρησιμοποιείται μαλακή άσφαλτος για την οδοστρωσία ενώ σε θερμότερες περιοχές χρησιμοποιείται σχετικά σκληρή άσφαλτος. Η άσφαλτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη σε μορφή διαλύματος ή γαλακτώματος (Κοφίτσας Ι., 1997).

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα αποτελούνται από θραυστό υλικό λατομείου αναμιγμένο με ασφαλτικό υλικό το οποίο σταθεροποιείται με συμπίκνωση με τη βοήθεια οδοστρωτήρα (Εσκίογλου Π., 1991).

Στην Ελλάδα ο τύπος που χρησιμοποιείται για την κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας είναι το ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου (Νικολαΐδης Α., 1996).

Κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα

Τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα περιλαμβάνουν την κατασκευή της στρώσης κυκλοφορίας χωρίς ασφαλτική επάλειψη. Κατασκευάζονται σε μία ή δύο στρώσεις σύμφωνα με την Π.Τ.Π.- 0184. Οι στρώσεις μπορεί να εφαρμόζονται ως αυτοδύναμο οδόστρωμα επιφανειών κυκλοφορίας σε μικρού μήκους και πλάτους οδοστρώματα, όπου δεν ενδείκνυται η χρησιμοποίηση οδοστρωτήρων, λόγω της μικρής έκτασης του έργου ή της φύσεως αυτού ή της θέσεώς του (Στεργιάδη Γ., 1989).

Από τη σκοπιά της εξυπηρέτησης της κυκλοφορίας στην οδό, τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα κατατάσσονται μαζί με τα οδοστρώματα με ασφαλτική επάλειψη και επιπλέον είναι και πιο οικονομικά στην κατασκευή τους (Κοφίτσας Ι., 1997).

Σκυρωτά οδοστρώματα

Στην κατηγορία των σκυρωτών οδοστρωμάτων ανήκουν τα:

1) Τα υδατόπηκτα σκυρωτά

Το οδόστρωμα αυτό χρησιμοποιείται ως βάση και αποτελείται από σκύρα και θραυστά συντρίμια. Μπορεί να εδράζεται στο υπέδαφος ή υπόβαση ή σε σταθεροποιημένη βάση.

Όταν εδράζεται στο υπέδαφος δεν χρειάζεται να κατασκευαστεί υπόβαση (καθαρό βραχώδες ή αμμοχαλικώδες υπέδαφος) (Εσκίογλου Π., 1991). Το σκυρωτό δεν αποτελεί στρώση κυκλοφορίας και έτσι θα πρέπει να προστατεύεται με ασφαλική στρώση κυκλοφορίας. Η κατασκευή του θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της ΠΤΠ - 0180.

2) Τα εμποτισμένα σκυρωτά με τσιμέντο

Στο οδόστρωμα αυτό χρησιμοποιείται ως συνδετική ύλη μίγμα τσιμέντου, άμμου και νερού. Αποτελείται από μια στρώση αδρανών υλικών (καθαρών και σκληρών) με διαστάσεις 2,5 - 7,5 cm τα οποία διαστρώνονται στη σκάφη ή στη θεμελίωση. Το μίγμα (τσιμεντοκονία) εκτοξεύεται στο οδόστρωμα από την αντλία του αναμικτήρα (Κοφίτσας Ι., 1997).

Τα εμποτισμένα σκυρωτά με τσιμέντο οδοστρώματα χρησιμοποιούνται για στρώσεις βάσης. Το πάχος της σε περίπτωση ελαφρής κυκλοφορίας είναι 10 cm ενώ σε μέση κυκλοφορία το πάχος ανεβαίνει στα 12 cm.

Ανασφάλτιστα κυλινδρούμενα οδοστρώματα

Το οδόστρωμα αυτό κατασκευάζεται χωρίς ασφαλτο στην στρώση κυκλοφορίας του αφού προηγουμένως προετοιμάζεται η επιφάνεια εδράσεώς του με διάφορα αδρανή υλικά σταθεροποιημένου τύπου όπως είναι θραυστά ή φυσικά αμμοχάλικα ή αργιλοαμμώδη εδάφη (Στεργιάδης Γ., 1989). Το οδόστρωμα αυτό κατασκευάζεται σε μία ή δύο στρώσεις σύμφωνα με την πρότυπη τεχνική προδιαγραφή του ΥΠΕΧΩΔΕ ΠΤΠ - 0182. Οι στρώσεις μπορεί να εφαρμόζονται είτε ως αυτοδύναμο οδόστρωμα (ελαφρά κυκλοφορία

οχημάτων) είτε ως καλή υποδομή για την έδραση υπερκείμενων στρώσεων οδοστρώματος.

Σταθεροποιημένα οδοστρώματα με διάφορα υλικά

Κάθε μηχανική, φυσική, ή φυσικοχημική επεξεργασία που χρησιμοποιείται για την βελτίωση των μηχανικών και γεωτεχνικών ιδιοτήτων των εδαφών ορίζεται ως «σταθεροποίηση του εδάφους». Στο γενικό αυτό ορισμό περιλαμβάνονται όλα τα είδη σταθεροποίησης όπως με συμπύκνωση, μηχανική σταθεροποίηση με ανάμιξη υλικών, χημική σταθεροποίηση, θερμικές και ηλεκτρικές επεξεργασίες κλπ. Στην οδοποιία ορίζουμε σαν «σταθεροποίηση» την επεξεργασία του εδαφικού υλικού με άλλα εδαφικά ή πρόσθετα υλικά που ονομάζονται σταθεροποιητές έτσι ώστε η στρώση που θα δημιουργηθεί να έχει αυξημένη ευστάθεια (μικρή παραμόρφωση από τα φορτία κυκλοφορίας και από τις καιρικές συνθήκες).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των μεθόδων σταθεροποίησης είναι ότι έχουμε τη δυνατότητα χρησιμοποίησης υλικών, που στη φυσική τους κατάσταση θα ήταν ακατάλληλα για έργα οδοποιίας (Τσώχος Γ., 1985) (εικόνα 4).

Είδος σταθεροποιήσεως	Επηρεαζόμενες εδαφικές ιδιότητες	Αποτελέσματα της σταθεροποίησης	Θέση σταθεροποιημένης στρώσεως στο οδόστρωμα
Μηχανική Σταθεροποίηση	1. Κοκκομετρική διαβάθμιση 2. Πλαστικότητα 3. Περιεχόμενη υγρασία	Βελτίωση της ικανότητας για συμπύκνωση και άλλων ιδιοτήτων του μείγματος που, εξαρτώνται από τις αρχικές ιδιότητες των αναμιχθέντων υλικών.	Βάση – Υπόβαση (Ανεπαρκής ως βάση οδών βαρείας κυκλοφορίας)
Σταθεροποίηση δι' άσβεστου	1. Περιεχόμενη υγρασία 2. Όρια ATTERBERG 3. Δομή του εδάφους 4. Αντοχή	Δυνατότητα συμπύκνωσης με αυξημένη υγρασία. Μόνιμη ελάττωση της ευπάθειας στις επιδράσεις του νερού και του παγετού. Αύξηση της αντοχής.	Υπέδαφος - Υπόβαση Σπανιότερα ως βάση οδών ελαφράς κυκλοφορίας.
Σταθεροποίηση με άσφαλο	Αντοχή	Δημιουργία στρώσεως εύκαμπτης, αυξημένης φέρουσας ικανότητας ανθεκτικής στις επιδράσεις του νερού και του παγετού.	Κυρίως ως βάση Σπανιότερα ως υπόβαση
Σταθεροποίηση με τσιμέντο	1. Αντοχή 2. Δομή του εδάφους	Δημιουργία στρώσεως αυξημένης φέρουσας ικανότητας ανθεκτικής στις επιδράσεις του νερού και του παγετού.	Βάση, Υπόβαση, υπέδαφος. Αυτοδύναμα οδοστρώματα ελαφράς κυκλοφορίας φέροντα λεπτή ασφαλτική επίστρωση

Εικόνα 4. Επίδραση του είδους του σταθεροποιητή στις ιδιότητες του εδάφους (κατά Τσώχο)

ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Μηχανική σταθεροποίηση του εδάφους

Η μηχανική σταθεροποίηση του εδάφους επιδιώκει την βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους όπως είναι η διατμητική αντοχή και η διαπερατότητα (Stiegler W., 1977), με τη μεταβολή της κοκκομετρικής του σύνθεσης. Η μεταβολή επιτυγχάνεται με μηχανική κατεργασία ή με προσθήκη νέου υλικού κατάλληλης κοκκομετρικής διαβάθμισης, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα μίγμα ανθεκτικό στην κυκλοφοριακή φόρτιση και στις καιρικές επιδράσεις (Στεργιάδης Γ., 1985).

Σταθεροποίηση του εδάφους με τσιμέντο

Η μέθοδος αυτή επιδιώκει την κονιορτοποίηση των μη συνεκτικών κυρίως εδαφών με την προσθήκη τσιμέντου. Η εδαφική στρώση που δημιουργείται με την ανάμιξη θρυμματισμένου εδαφικού υλικού και καθορισμένων ποσοτήτων τσιμέντου και ύδατος είναι ομοιογενής, σκληρή και ανθεκτική σε βάθος χρόνου και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Στεργιάδης Γ., 1985). Είναι η περισσότερο διαδεδομένη τεχνική για τη σταθεροποίηση των εδαφικών υλικών και την ενίσχυση της αντοχής των τριών στρώσεων κυκλοφορίας, της υπόβασης, της βάσης και της στρώσης κυκλοφορίας (Νικολαΐδης Α., 1996).

Η σταθεροποίηση με τσιμέντο είναι δυνατή σε όλα τα εδάφη που υπάρχουν στη φύση τα οποία δεν περιέχουν υλικά τα οποία επηρεάζουν τη σκληρότητα του τσιμέντου (π.χ. τύρφη, χούμος) με αποτέλεσμα να επέρχεται ο θρυμματισμός του. Κατάλληλα για σταθεροποίηση με τσιμέντο εδάφη θεωρούνται σύμφωνα με την ΠΤΠ - 0164 (Πρότυπος Τεχνική Προδιαγραφή 0164, 1966) αυτά που τηρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Κοκκομετρική διαβάθμιση: Τα εδαφικά δείγματα θα πρέπει να εμπίπτουν στην περιοχή των στοιχείων που αναγράφονται στη εικόνα 5.

Αριθμός κοσκίνου (Αμερικ. Πρότυπα κόσκινα τετράγωνης οπής AASHTO: M – 92)		Διερχόμενο % (κατά βάρος)
Ανοιγμα βροχίδας		
Σε ίντσες	Σε χιλιοστά	
No 4	4,76	35 – 100
No 40	0,42	15 – 100
No 200	0,074	0 – 30

Εικόνα 5. Απαιτούμενη κοκκομετρική διαβάθμιση(ΠΤΠ-0164)

2. Όρια Atterberg. Το εδαφικό υλικό το οποίο διέρχεται από το κόκκινο No 40 πρέπει να δίνει τιμές:

- α) Όριο υδαρότητας WL μικρότερο του 40%
- β) Όριο πλαστικότητας WP μεγαλύτερο του 25%
- γ) Δείκτης πλαστικότητας IP μικρότερος του 15%
- δ) Η μέγιστη διάσταση των κόκκων θα πρέπει να είναι 7,5 cm.

Η επιτυχία της εφαρμογής της σταθεροποίησης με τσιμέντο εξαρτάται τόσο από τον τρόπο της κατασκευής όσο και από τους ελέγχους που γίνονται προ και κατά τη διάρκειά της.

Για το λόγο αυτό ελέγχονται τα ακόλουθα:

1. Καταλληλότητα του εδάφους.
2. Η αναγκαία ποσότητα τσιμέντου.

Ο Kuonen (1983) αναφέρει στη εικόνα 6 ποιες είναι οι απαιτούμενες ποσότητες τσιμέντου που μπορούν να δώσουν καλά αποτελέσματα στη σταθεροποίηση διαφόρων τύπων εδαφών.

Απαιτούμενη ποσότητα τσιμέντου για τη σταθεροποίηση εδαφών (κατά Kuonen)

Είδη εδαφών	Ποσότητες τσιμέντου σε μάζα %
- Χαλικώδη: GW, GP, GM, GC, GM – ML, GC – CL	3 – 5
- Αμμώδη: SW, SP	5 – 8
- Πηλώδη, πηλοαμμώδη: SM, SM – ML	8 – 12
- Αμμοαργιλώδη και αργιλοπηλώδη: SC, SC – CL, CL	12 – 20

Εικόνα 6.

3. Η απαιτούμενη ποσότητα νερού.
4. Ο βαθμός συμπύκνωσης του σταθεροποιημένου εδάφους.

Διάφοροι ερευνητές διατύπωσαν την εξίσωση 1 που δείχνει τη σχέση μεταξύ της πυκνότητας και της αντοχής του σταθεροποιημένου με τσιμέντο δείγματος (Εσκίογλου Π., 1991) :

$$\sigma = Aeb \cdot D \quad (1)$$

όπου

σ = η αντοχή του δείγματος

D = η πυκνότητα και

A, b = σταθερές

Το τσιμέντο γενικά επιφέρει ελάττωση του ορίου υδαρότητας και αύξηση του ορίου πλαστικότητας, με συνέπεια τη μείωση του δείκτη πλαστικότητας.

γ) Σταθεροποίηση του εδάφους με ασβέστη

Η μέθοδος αυτή επιδιώκει τη σταθεροποίηση των εδαφών με την πρόσμιξη ασβέστη και τη συμπύκνωση του μίγματος εδάφους – ασβέστη με συνθήκες άριστης υδατοχωρητικότητας, με σκοπό τη βελτίωση του εδάφους για μια επιφάνεια κυκλοφορίας. (Στεργιάδης Γ., 1985)

Σαν υλικό χρησιμοποιείται συνήθως υδροξείδιο της ασβέστου $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (σβησμένος ασβέστης σε μορφή σκόνης). Σε πολύ υγρά εδάφη χρησιμοποιείται το οξείδιο του ασβέστη CaO . Η πρόσμιξη της ασβέστου προκαλεί μια σειρά από πολύπλοκα φυσικοχημικά φαινόμενα, όπως ανταλλαγή κατιόντων, ποζολανικές αντιδράσεις κλπ. τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταβολή των ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού (Τσώχος Γ., 1985).

Η προσθήκη ασβέστου σε ένα έδαφος προκαλεί γενικά ελάττωση της πυκνότητας του εδάφους, μεταβολή των ιδιοτήτων πλαστικότητας του εδάφους και ακόμη αύξηση της αντοχής του εδάφους.

Μια ακόμη αλλαγή που επιφέρει η άσβεστος στο έδαφος είναι η συσσωμάτωση των σωματιδίων του εδάφους. Η ποσότητα ασβέστου που χρησιμοποιείται κανονικά στις κατασκευές (5 έως 10%) κατά βάρος, προξενεί μια συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου μεγαλύτερη από αυτήν που απαιτείται.

Η άσβεστος επηρεάζει το έδαφος ακόμη αντιδρώντας με τα συστατικά του για το σχηματισμό νέων χημικών ενώσεων. Τα κύρια συστατικά του εδάφους που αντιδρούν με την άσβεστο (ποζολανική ενέργεια) είναι η αλουμίνα και το πυρίτιο.

Οι μεταβολές των ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού μετά από τη σταθεροποίηση με ασβέστη είναι:

- 1) Μείωση της υδατοχωρητικότητας
- 2) Μεταβολή των ιδιοτήτων πλαστικότητας. Η προσθήκη ασβέστη σε αργιλώδη εδάφη αυξάνει τα όρια πλαστικότητας (Εσκίογλου Π., 1998). Η μεταβολή των ορίων πλαστικότητας μειώνει αντίστοιχα τον δείκτη πλαστικότητας έτσι ώστε να επιτυγχάνεται βελτίωση της δυνατότητας για ταχύτερη επεξεργασία (Στεργιάδης Γ., 1985).
- 3) Μεταβολή των χαρακτηριστικών συμπύκνωσης. Η αύξηση των δόσεων του ασβέστη στην άριστη συμπύκνωση των εδαφών εμφανίζει μεταβολές τόσο

στην ξηρά πυκνότητα Y_d που μειώνεται σε ποσοστό 3 – 10%, όσο και στην άριστη υδατοχωρητικότητα W_{opt} η οποία αυξάνεται σε ποσοστό 20 – 30% (Μουρατίδης Α., 1994α).

4) Μεταβολή της σταθερότητας στο νερό και στον παγετό. Η χρησιμοποίηση του ασβέστη στο μίγμα έδαφος – ασβέστης στα αργιλώδη κυρίως υλικά προκαλεί το σχηματισμό μιας τσιμεντοειδούς ουσίας, η οποία έχει την ικανότητα να συνδέει σε μεγάλο βαθμό τους εδαφικούς κόκκους για μεγάλο χρονικό διάστημα και να αυξάνει την αντοχή και τη σταθερότητα του μείγματος. Το στρώμα αυτό που δημιουργείται είναι σταθερό και ανθεκτικό στις επιδράσεις του νερού και του παγετού (Στεργιάδης Γ., 1985) καθώς ακόμη και σε αντοχή σε θλίψη.

Μια πιο σύγχρονη σταθεροποίηση είναι και η πρόσμειξη ασβέστη και ιπτάμενης τέφρας.

$CaO(OH)_2$ – ιπτάμενη τέφρα

Η ιπτάμενη τέφρα είναι λεπτή διαμερισμένη σκόνη καπνοδόχου, πουζολανικού χαρακτήρα. Παίρνεται από εργοστάσιο που χρησιμοποιούν για ενέργεια καιόμενο άνθρακα σε αιώρηση.

Στα αργιλώδη εδάφη, που δε μπορούν να αντιδράσουν μόνα τους με την άσβεστο, προσθέτουμε αναλογία ιπτάμενης τέφρας με αποτέλεσμα την πρόκληση αντίδρασης όμοια με εκείνη της ασβέστου και των αργιλωδών εδαφών.

Οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται από 4 – 8% $CaO(OH)_2$ και 8 – 20% ιπτάμενης τέφρας κατά βάρος για μίγματα υψηλής ανθεκτικότητας (Κοφίτσας Ι., 1997).

Η σταθεροποίηση του εδάφους με ασβέστη εγγυάται από τη μια άποψη τη διεξαγωγή της κατασκευής και από την άλλη μια μείωση των εξόδων κατασκευής και συντήρησης της οδού λόγω της αυξημένης φέρουσας αντοχής της.

δ) Σταθεροποίηση του εδάφους με ασφαλτικά υλικά

Η σταθεροποίηση με άσφαλτο, πίσσες και ασφαλτικά γαλακτώματα δίνει πολύ καλά αποτελέσματα για χονδρόκοκκα ή κοκκώδη εδάφη. Στα πλαστικά εδάφη όμως είναι περιορισμένη λόγω δυσκολιών ανάμειξης και κατασκευής. Ένας από τους κύριους λόγους χρησιμοποίησης της ασφάλτου στο έδαφος είναι για να ελαττωθεί ο ρυθμός απορρόφησης του νερού.

Στην εικόνα 7 οι Yoder E. – Witczak M (1987) δίνουν τους τύπους των υλικών και της ασφάλτου για σταθεροποίηση του εδάφους.

Τύπος υλικού	Μέγιστες τιμές επαρκούς σταθεροποίησης	Τύποι ασφάλτου και διαβαθμίσεις	Κατά προσέγγιση ποσότητα ασφάλτου (%)
Λεπτόκοκκα εδάφη	Max LL = 40% Max PI = 15%	MC & SC Γαλακτώματα RT 3 – 6	4 – 8
Άμμοι	Μέγιστο ποσοστό που περνάει το No. 200=25% Max PI = 12%	AC Pen 85 – 100 & 120 – 150 RC 1 – 3 Γαλακτώματα RT 6 – 10	4 – 10
Χαλίκι και αμμώδες χαλίκι	Μέγιστο ποσοστό που περνάει το No. 200 =15% Max PI = 12%	RC 1 – 3 RT 4,5 AC	2 – 6

Εικόνα 7. Σύνοψη τύπων υλικού και ασφάλτου για σταθεροποίηση(κατά Yoder / Witczak)

Η χρησιμοποίηση της ασφάλτου ως σταθεροποιητή, βασίζεται στα ακόλουθα (ΤσώχοςΓ., 1985):

- 1) Σε εδάφη που παρουσιάζουν συνοχή βελτιώνεται η κατάσταση συνοχής με αποτέλεσμα τη βελτίωση από την άποψη αντοχής.
- 2) Εδάφη που παρουσιάζουν εσωτερική τριβή, η προσθήκη της ασφάλτου επιτρέπει την ανάπτυξη δυνάμεων συνοχής χωρίς απώλεια της φυσικής αντοχής λόγω τριβής.

Το είδος και ο τύπος της ασφάλτου για σταθεροποίηση εξαρτάται από το είδος του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες καθώς και τα μέσα που θα

χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή. Το ποσοστό της ασφάλτου που χρησιμοποιείται κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 4 - 7% του βάρους του υλικού (Κόλιας Σ., 1979).

Ο Κοφίτσας αναφέρει ότι η ποσότητα του συνδετικού υλικού είναι 6 – 10% του βάρους των χωμάτων, ενώ σε περίπτωση χρησιμοποίησης ασφαλτικών γαλακτωμάτων η ποσότητα αυτή αυξάνεται σε ποσοστό 12 – 14% του βάρους (Κοφίτσας Ι., 1997).

Ο Νικολαΐδης αναφέρει ότι η ποσότητα του ασφαλτικού γαλακτώματος που προστίθεται είναι τόση όση να δώσει περίπου 2,5 – 3,5% άσφαλο στο μίγμα (Νικολαΐδης Α., 1996) .

ε) Σταθεροποίηση του εδάφους με χημικά μέσα

Μερικές χημικές ουσίες αυξάνουν την απορρόφηση του νερού. Περιλαμβάνουν λωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο νάτριο. Τα υλικά αυτά ελαττώνουν την πίεση των υδρατμών του εδαφικού νερού και υποβιβάζουν το σημείο παγετού. Με τον τρόπο αυτό καθυστερούν την εξάτμιση του εδαφικού νερού κατά τη συμπύκνωση ή εμποδίζουν την πήξη του εδαφικού νερού (Yoder E. – Witczak M., 1987) (εικόνα 8).

ΤΥΠΟΣ	ΠΡΟΣΜΙΞΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΑ ΕΔΑΦΗ	ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
ΟΥΣΙΕΣ Συγκράτησης νερού	Χλωριούχο ασβέστιο	Υγραποητικές ιδιότητες, υποβιβασμός του σημείου παγετού	Συμφέρουσα κατασκευή	Διαβαθμισμένα αδρανή	½ - 1½%	γ Μικρή αύξηση LL Μικρή μείωση PL Καθόλου
	Χλωριούχο κάλιο	Υγραποητικές ιδιότητες, υποβιβασμός του σημείου παγετού	Συμφέρουσα κατασκευή	Διαβαθμισμένα αδρανή	½ - 1½%	γ Μικρή αύξηση LL Μικρή μείωση PL Καθόλου

Εικόνα 8. Χημικές ουσίες που βοηθούν στην συγκράτηση του νερού (κατά Yoder / Witczak)

Άλλες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση είναι πυριτικό νάτριο και διάφορα οξέα όπως φωσφορικό οξύ για λεπτόκοκκα πλαστικά εδάφη (Κοφίτσας Ι., 1997).

Οι ουσίες αυτές περιλαμβάνουν ενώσεις οι οποίες μετατρέπουν το έδαφος σε υδρόφοβο (Stiegler W., 1977) με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούν

το ρυθμό απορρόφησης του νερού, όμως, λόγω του ακριβού του κοστολογίου περιορίζεται η χρήση τους σημαντικά όπου κρίνεται αναγκαία (Yoder E. – Witczak M., 1987).

στ) Σταθεροποίηση του εδάφους με διάφορα παραπροϊόντα

Τα εναλλακτικά υλικά (παραπροϊόντα) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις στην οδοποιία, είναι τα υποπροϊόντα ορυχείων, τα αστικά απορρίμματα και τα βιομηχανικά και οικοδομικά παραπροϊόντα.

Χώρες όπως η Αυστρία (A), Αυστραλία (AUS), Αγγλία (GB), Βέλγιο (B), Βουλγαρία (BG), Γαλλία (F), Γερμανία (D), Ελβετία (CB), Ελλάδα (GR), ΕΣΣΔ (USSR), ΗΠΑ (USA), Ιταλία (I), Ισπανία (E), Ολλανδία (NL), Τσεχοσλοβακία (CS), Φινλανδία (SF), έκαναν έρευνες στην εναλλακτική οδοποιία ανάλογα με τις πλεονάζουσες ποσότητες υλικών που διέθετε η κάθε μία από αυτές.

Στην Ελλάδα από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 άρχισαν οι έρευνες με εναλλακτικά υλικά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην οδοστρωσία των δασικών δρόμων. Ο Στεργιάδης Γ. (1977-1978) ήταν ο πρώτος που ασχολήθηκε με παραπροϊόντα βιομηχανίας για τη σταθεροποίηση δασικών οδοστρωμάτων. Πειραματίστηκε με ιπτάμενη τέφρα των λιγνιτορυχείων της Πτολεμαΐδας για την κατασκευή υποθεμελίωσης και υπόβασης στους δασικούς δρόμους του πανεπιστημιακού δάσους Περγουλίου χωρίς να χρησιμοποιήσει ασφαλική στρώση ή σταθεροποιημένη. Διαπίστωσε ότι αυτή η κατασκευή δεν παρέμεινε σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Το οργανικό πολυμερές RRP-235 σταθεροποιεί επιτυχώς τα εδάφη, αλλά η χρησιμοποίησή του δεν είναι συμφέρουσα λόγω του υψηλού του κόστους (Στεργιάδης Γ., Εσκίογλου Π. 1989).

Η σταθεροποίηση με ιπτάμενη τέφρα δίνει παραμορφώσεις σε σχετικά στενό αριθμητικό φάσμα (Εσκίογλου Π., Hirt R., Burlet E., 1995). Η προσθήκη τέφρας και υδράσβεστου στο υπάρχον οδόστρωμα αυξάνει την αντοχή των εδαφικών μειγμάτων μέχρι και 4,5 φορές (Εσκίογλου Π., 2004). Τα πλαστικά εδάφη μπορούν επιτυχώς να βελτιωθούν με τη βοήθεια ασβέστη, τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας (Εσκίογλου Π., Ευθυμίου Π., 1996). Η μαρμαρόσκονη

σταθεροποιεί ικανοποιητικά τα πλαστικά εδάφη. Η χρήση της είναι οικονομική σε περιοχές κοντά σε λατομεία μαρμάρου με αποτέλεσμα να αποτελεί μια φιλοπεριβαλλοντική μέθοδο σταθεροποίησης (Εσκίογλου Π., 2000). Η σταθεροποίηση των δασικών δρόμων με παραπρωϊόντα, αυξάνει την αντοχή τους, ενώ δραστικά μειώνει την παραμορφωσιμότητά τους. Η μείωση αυτή κυμαίνεται από 12%, όταν χρησιμοποιείται με 50% ερυθρά ιλύ σε αμμοχαλικοστρωμένο δρόμο ή 8% μαρμαρόσκονη σε σκυρόστρωτο με 3Α δρόμο, μέχρι 25% όταν σταθεροποιήθηκε φυσικά αμμοχαλικοστρωμένος δρόμος με 50% τέφρα Πτολεμαϊδας (Εσκίογλου Π., 2002). Η χρήση ερυθράς ιλύος σε οδικές κατασκευές δεν προσφέρει u953 ιδιαίτερες τεχνικές λύσεις, αλλά ως βιομηχανικό παραπρωϊόν είναι καλό να χρησιμοποιείται, διότι έτσι προφυλάσσονται τα διαθέσιμα αποθέματα αδρανών υλικών (Εσκίογλου Π., 2001). Η σταθεροποίηση των εδαφών με τρίμματα ελαστικού μειώνει την αντοχή τους (Εσκίογλου Π., 2004).

Τα εναλλακτικά υλικά στην οδοποιία χρησιμοποιούνται σε όλες σχεδόν τις χώρες του ανεπτυγμένου κόσμου, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε στην εικόνα 9 αλλά η εφαρμογή ποικίλλει εξαιτίας της διαφορετικής χημικής σύστασης των υλικών και του τρόπου παραγωγής τους σε κάθε χώρα. Οι ιδιαιτερότητες των εκάστοτε χρησιμοποιηθέντων εναλλακτικών υλικών στις κατασκευές οδών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, αφού προηγουμένως γίνουν δοκιμές εργαστηριακές, όπου θα προσδιορίζονται οι ιδιότητες του υλικού για επιτυχείς εφαρμογές.

Στην εικόνα 10 παρατηρούμε ότι όλα τα υλικά δεν έχουν το ίδιο εύρος εφαρμογής, γιατί άλλα απ' αυτά έχουν πρακτική εφαρμογή, ενώ άλλα βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Στην εικόνα 11 βλέπουμε ότι το πεδίο εφαρμογής των εναλλακτικών υλικών και των απορριπτέων υλικών μπορούν θεωρητικά να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις κατασκευές.

A/A	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑ	ΧΩΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ
1.	Σκωρίες μεταλλουργικές ή χαλυβουργείου	A, AUS, B, CH, D, I, E, F, GB, SF, USSR
2.	Τέφρες ή τέφρες ηλεκτροπαραγωγών σταθμών	AUS, B, D, E, I, GB, NL, GR
3.	Ερυθρά ιλύς	USA, GR
4.	Οικοδομικά απορρίμματα (μπάζα)	D, F, NL
5.	Γυαλί	D, CH, USA
6.	Ελαστικά σχημάτων	D, USA, GR
7.	Μολυσματικά απόβλητα	USA
8.	Παραπροϊόντα ορυχείων	D, CS, E, GB, USSR, GR
9.	Απορρίμματα και τέφρα καύσης τους	D, E, GB
10.	Προϊόντα κατεδαφίσεων οδών	B, D, F, NL
11.	Παραπροϊόντα χημικών βιομηχανιών	D, USA, GR
12.	Υπολείμματα εγκαταστάσεων παραγωγής τσιμέντου	B, G, NL

Εικόνα 9. Εναλλακτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία

a/a	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΕΔΙΟ	ΥΛΙΚΟ
1.	Ευρεία κατ' εξαίρεση	Επιχώματα & υποβάσεις στρώσεις κυκλοφορίας	Σκωρίες
2.	Ευρεία	Υποβάσεις	Τέφρα καύσεως
3.	Ευρεία	Επιχώματα	Υπολείμματα υψικαμίνων
4.	Ευρεία	Επιχώματα βάσεις	Τέφρες
5.	Ευρεία	Επιχώματα βάσεις	Οικοδομικά απορρίμματα (μπάζα)
6.	Ευρεία	Επιχώματα βάσεις	Προϊόντα κατεδαφίσεως οδών
7.	Ευρεία	Στρώσεις κυκλοφορίας	Αστικά απορρίμματα, πλαστικά και ελαστικά
8.	Ευρεία	Στρώσεις κυκλοφορίας	Παραπροϊόντα ορυχείων άνθρακος
9.	Περιορισμένη (εργαστηριακές έρευνες)	Στρώσεις βάσεις	Παραπροϊόντα ορυχείων βωξίτη
10.	Περιορισμένη (εργαστηριακές έρευνες)	Βάσεις	Γυαλί
11.	Περιορισμένη (εργαστηριακές έρευνες)	Στρώσεις κυκλοφορίας	Τέφρες ενεργειακών σταθμών
12.	Περιορισμένη υπό έρευνα	Στρώσεις κυκλοφορίας	Τέφρα καύσης

Εικόνα 10. Πεδία εφαρμογής των εναλλακτικών υλικών και η συχνότητα χρήσης τους

ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
	Παραπροϊόντα
Επιχώματα, αγροτική οδοποιία, υποβάσεις και βάσεις σταθεροποιημένες και μη, αντιπαγετική στρώση, επιφανειακές ασφαλτικές στρώσεις	Σκωρίες (υψικαμίνων, μεταλλουργικές)
Επιχώματα, επιφανειακές στρώσεις, βάσεις και υποβάσεις ασφαλτοσκυρόδεμα	Τέφρες θερμοηλεκτρικών εγκαταστάσεων
Υποβάσεις, βάσεις	Υπόλειμμα εγκαταστάσεων παραγωγής τσιμέντου
Ασφαλτομίγματα (αντικαθιστώντας το φίλλερ)	Παραπροϊόντα χημικών βιομηχανιών
Επιχώματα, αγροτική οδοποιία, σταθεροποιημένες βάσεις και μη, ασφαλτομίγματα	Παραπροϊόντα ορυχείων
	Υλικά απορριπτέα
Ασφαλτομίγματα (με πλαστικό υλικό), επιχώματα, σταθεροποιημένες βάσεις (με πλαστικό υλικό)	Απορρίμματα και τέφρα καύσης τους
Ελαστικά οχημάτων	Επιφανειακές στρώσεις και υποβάσεις
Γυαλί	Ασφαλτικές στρώσεις
Προϊόντα κατεδαφίσεων κτιρίων και οδοστρωμάτων (τούβλα, σκυρόδεμα κλπ.)	Χωματοουργικά, υποβάσεις, βάσεις

Εικόνα 11. Πεδίο εφαρμογής των εναλλακτικών υλικών στις οδικές κατασκευές

Στην Ελλάδα τα παραγόμενα εναλλακτικά υλικά σε ικανές ποσότητες είναι:

- α) σκωρίες (υψικαμίνων, μεταλλουργικές)
- β) ιπτάμενες τέφρες ηλεκτροπαραγωγών σταθμών
- γ) παραπροϊόντα βωξίτη (βωξιτικά, ασβεστολιθικά αδρανή και ερυθρά ιλύς)
- δ) προϊόντα λατομείων (δουνίτες, λευκόλιθοι, μαρμαρόσκονη)

Βιομηχανίες που παράγουν τα ανωτέρω προϊόντα στην Ελλάδα είναι στη Θεσσαλονίκη (ΒΙΟΧΑΛΚΟ, ΣΙΔΕΝΟΡ), στην Ελευσίνα (ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ), στη Λάρυμνα (ΛΑΡΚΟ), στο Βόλο (ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΧΑΛΥΨ).

Η βιομηχανία Αλουμίνιο Ελλάδος παράγει περίπου 500.000 τόνους ερυθράς ιλύος ετησίως. ΔΕΗ και ΑΗΣ κατά την καύση λιγνίτη παράγουν 7.500.000 τόνους ετησίως ιπτάμενη τέφρα που αποτελείται από οξειδία μετάλλων, ενώ η ΕΚΟ, ΕΛΔΑ κατά την επεξεργασία πετρελαιοειδών παράγει στερεά και ημίρευστα κατάλοιπα, περίπου 20.000 τόνους το χρόνο, όπου

περιέχονται σημαντικά ποσοστά αδρανών υλικών, οξειδίων και ενώσεων υδραργύρου. Στα προϊόντα λατομείων, η παραγωγή υλικού προέρχεται από θραυστό υλικό πολλαπλής θραύσης.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Ο υπολογισμός του πάχους των οδοστρωμάτων γίνεται με τις ακόλουθες μεθόδους:

Αναλυτικές ή θεωρητικές. Χαρακτηρίζονται οι μεθοδολογίες κατά τις οποίες ο μελετητής υπολογίζει τις αναπτυσσόμενες τάσεις και παραμορφώσεις σε διάφορα κρίσιμα σημεία της δομής του οδοστρώματος και στη συνέχεια τις συγκρίνει με τα αντίστοιχα μέγιστα επιτρεπτά μεγέθη που καθορίζονται από τη μηχανική συμπεριφορά των υλικών που θα ενσωματωθούν στο οδόστρωμα. Για τον καθορισμό των αναπτυσσόμενων τάσεων και παραμορφώσεων χρησιμοποιείται η θεωρία για τα πολυστρωματικά συστήματα.

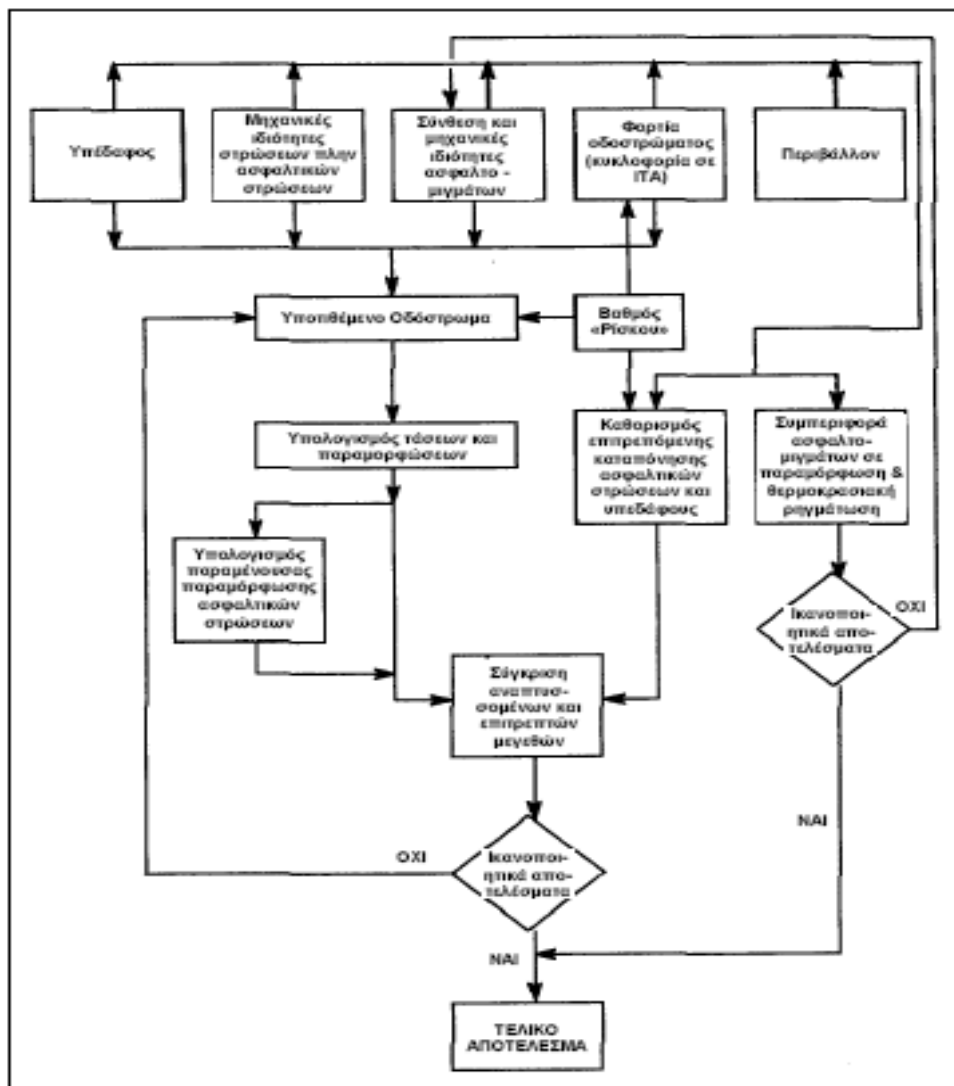
Οι μέγιστες επιτρεπτές τάσεις ή παραμορφώσεις που μπορούν να αναπτυχθούν καθορίζονται κατά κανόνα στο εργαστήριο από δοκιμές επί των υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Τέλος, ο καθορισμός του πάχους του οδοστρώματος επιτυγχάνεται από την ικανοποίηση της απαίτησης ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις ή παραμορφώσεις δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες των μέγιστων επιτρεπτών, για τα προτεινόμενα πάχη των στρώσεων (Νικολαΐδης Α., 1996).

Πολλοί ερευνητές, ήδη από τα τέλη του προηγούμενου αιώνα, Hertz (1884) και Boussinésq (1885), είχαν μελετήσει τη συμπεριφορά της ελαστικότητας των σωμάτων κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες φόρτισης και έδρασης (Τσώχος Γ., 1984). Το 1925 ο Westergaard έδωσε τις πρώτες ολοκληρωμένες λύσεις για εφαρμογή στα προβλήματα των οδοστρωμάτων. Ακολούθησαν πολλοί ερευνητές, όπως οι Pickett και Ray (1951) που εισήγαγαν τη χρήση διαγραμμάτων επιρροής (Τσώχος Γ., 1984), ο Jones (1962), ο Huang (1969), οι Jelinck και Ranke (1970) και άλλοι οι οποίοι πρότειναν θεωρίες υπολογισμού τάσεων και παραμορφώσεων σε εύκαμπτα οδοστρώματα (Νικολαΐδης Α., 1996).

Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν συστήματα τριών ή και περισσότερων στρώσεων τα οποία προσομοιάζουν επακριβώς την πραγματική κατάσταση των εύκαμπτων οδοστρωμάτων. Η αύξηση του

αριθμού των στρώσεων πολλαπλασιάζει τις δυσκολίες υπολογισμού των τάσεων και παραμορφώσεων με αποτέλεσμα να είναι σχεδόν αδύνατη η ύπαρξη νομογραφημάτων ή πινάκων που να καλύπτουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μεταβολής των χαρακτηριστικών των στρώσεων (εικόνα 12). Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν ειδικά προγράμματα σε Η/Υ. Τέτοια είναι α) το BISAR, το οποίο αναπτύχθηκε από τη SHELL στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και β) το DAMA το οποίο αναπτύχθηκε από το Asphalt Institute των ΗΠΑ.



Εικόνα 12. Γενικό λογικό διάγραμμα αναλυτικής μεθόδου διαστασιολόγησης εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Νικολαΐδη)

Εμπειρικές ή ημιεμπειρικές μέθοδοι. Χαρακτηρίζονται οι μεθοδολογίες αυτές όπου τα πάχη των στρώσεων καθορίζονται εύκολα από διαγράμματα ή νομογραφήματα.

Τα διαγράμματα ή νομογραφήματα εξήχθησαν είτε από αναλυτικούς υπολογισμούς, είτε από το συνδυασμό αναλυτικών υπολογισμών και αποτελεσμάτων από την πράξη (πειράματα κυρίως σε οδοστρώματα μεγάλης κλίμακας και παρακολούθηση της συμπεριφοράς αυτών κάτω από πραγματικές συνθήκες).

Στις σύγχρονες μεθοδολογίες ο κυκλοφοριακός φόρτος εκφράζεται συναρτήσει των ισοδύναμων τυπικών αξόνων και όχι συναρτήσει του αριθμού των οχημάτων. Η φέρουσα ικανότητα ή αντοχή του υπεδάφους εκφράζεται συναρτήσει του CBR, ενώ ως θεμελιώδης μηχανική ιδιότητα όλων των στρώσεων λαμβάνεται το μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο δυσκαμψίας όταν πρόκειται για ασφαλτικές στρώσεις.

Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα δεν έχει αναπτυχθεί ή υιοθετηθεί, αλλά και δυστυχώς δεν απαιτείται να εφαρμόζεται καμία σύγχρονη μεθοδολογία διαστασιολόγησης. Ο καθορισμός του πάχους των στρώσεων βασίζεται ακόμα σε μια εγκύκλιο του Υπουργείου Συγκοινωνιών και Δημοσίων Έργων του 1961 η οποία βασίζεται σε τεχνολογία και μεθοδολογία της δεκαετίας του 1950.

Έτσι δε μπορεί να αντιμετωπίσει επιτυχώς τις ιδιόζουσες συνθήκες κάθε έργου, τις υψηλές ποιοτικές απαιτήσεις της κατασκευής και την ορθολογιστική χρήση νέων υλικών και τεχνολογιών.

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι στη μελέτη των οδοστρωμάτων είναι του Asphalt Institute και του AASHTO. Οι μέθοδοι της SHELL, CBR, Kentucky, Wyoming, Steel, NCSA και η Βρετανική Μέθοδος σπάνια χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη μεθοδολογία διαστασιολόγησης.

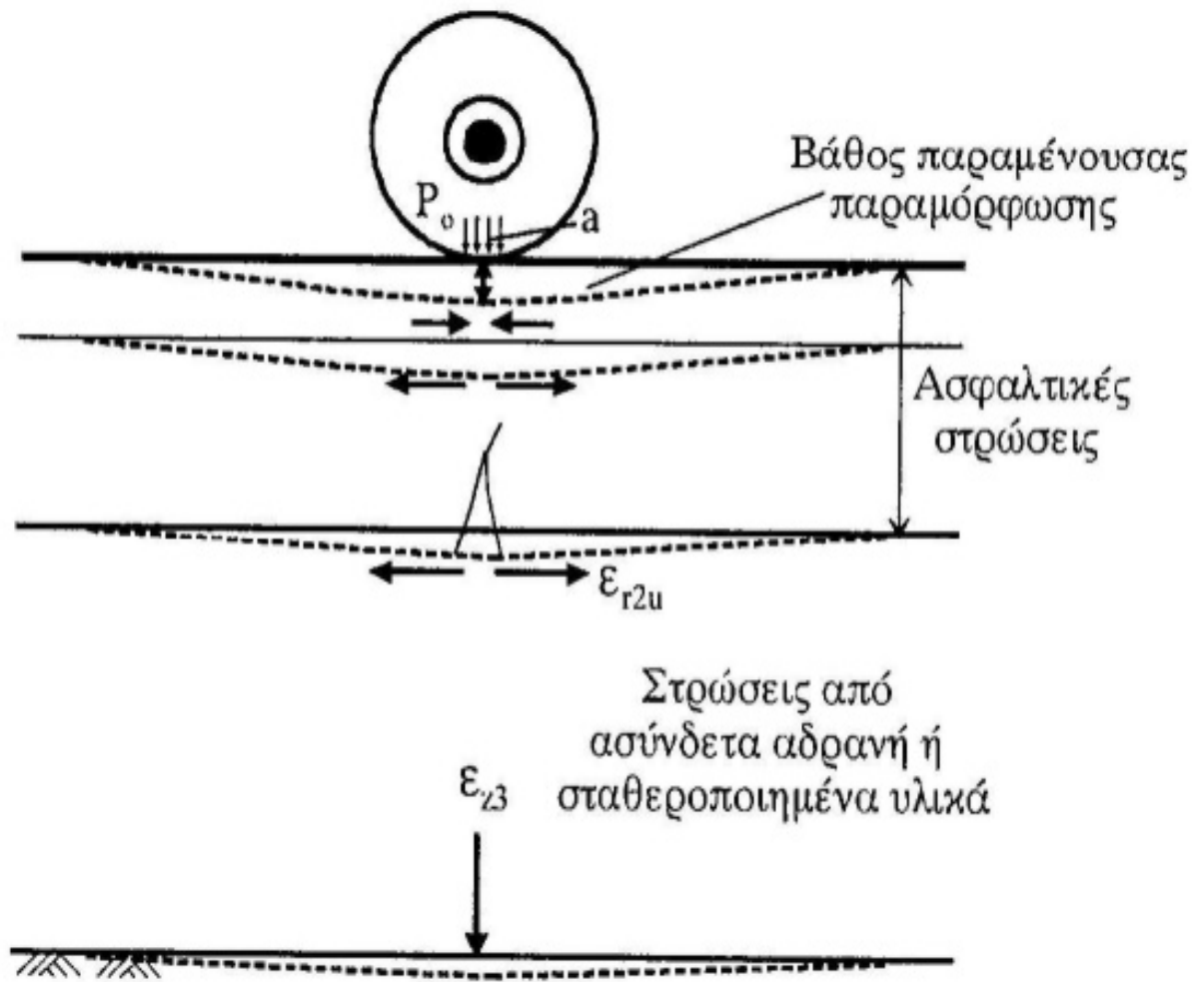
Μέθοδος του Asphalt Institute

Η μέθοδος αρχικά προτάθηκε το 1981 σε αντικατάσταση της παλιάς μεθόδου του ίδιου Ινστιτούτου, συμπληρώθηκε το 1984 και έλαβε τη σημερινή της μορφή το 1991 (Asphalt Institute, 1991). Η μέθοδος χρησιμοποιεί την ελαστική θεωρία σε πολυστρωματικό σύστημα και ως κριτήρια σχεδιασμού θεωρεί τη ρηγμάτωση και την παραμένουσα παραμόρφωση του οδοστρώματος (Νικολαΐδης Α., 1996) (εικόνα 13).

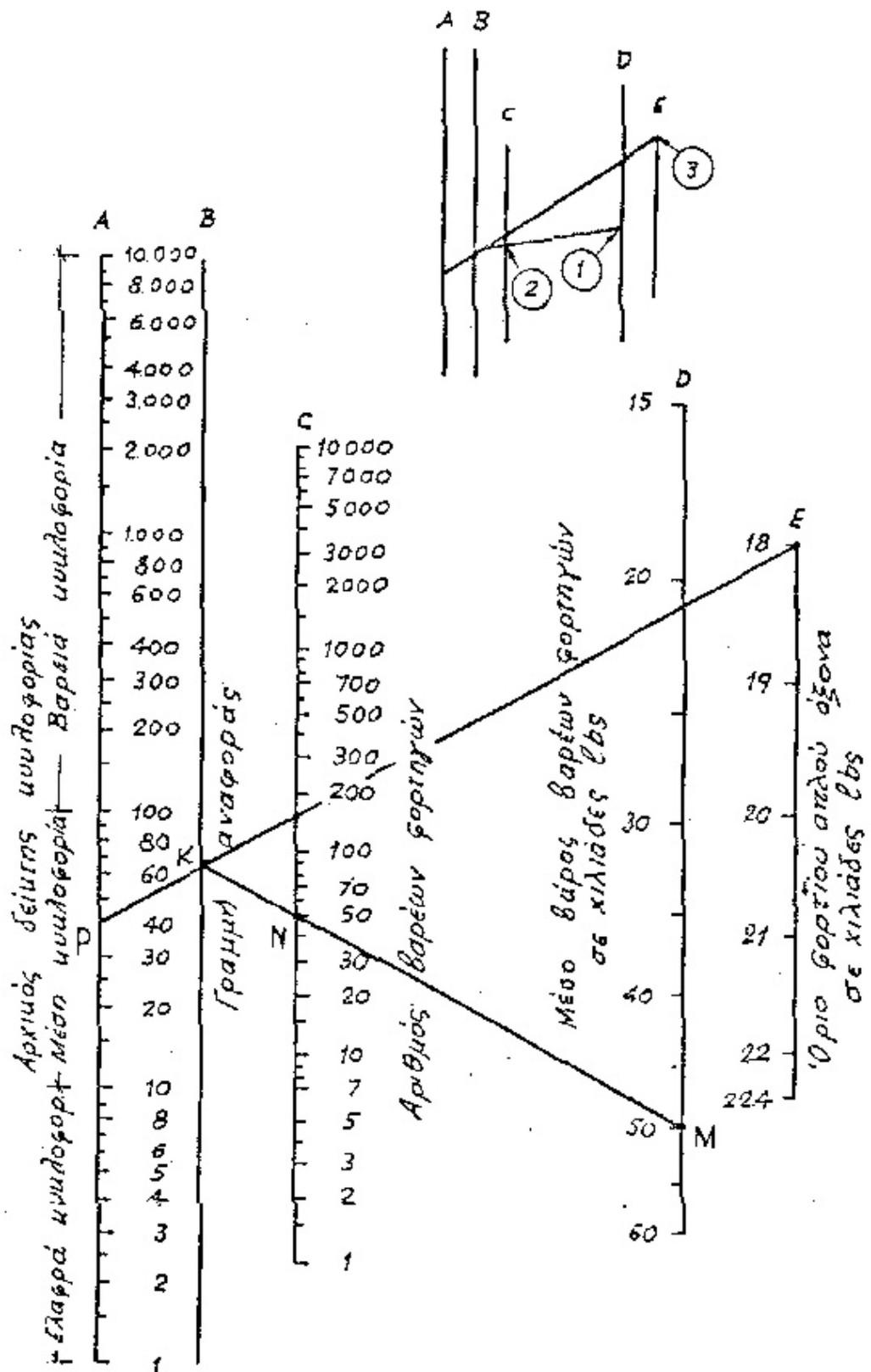
Με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται τόσο το πάχος εύκαμπτου οδοστρώματος που αποτελείται από βάση (και υποβάση) με ασύνδετα αδρανή και ασφατικές στρώσεις, όσο και το πάχος οδοστρώματος του οποίου όλες οι στρώσεις είναι από ασφαλτόμιγμα. Τα πάχη των στρώσεων καθορίζονται από νομογραφήματα (Νικολαΐδης Α., 1996). Η μέθοδος υπολογίζει το πάχος λαμβάνοντας υπόψη:

- α) την κυκλοφορία των οχημάτων στην οδό
- β) την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την οδοστρωσία τόσο του οδοστρώματος όσο και του εδάφους.

Για να λάβουμε υπόψη την κυκλοφορία χρειάζεται να προσδιορίσουμε τον αριθμό μελέτης της κυκλοφορίας DTN (Design Traffic Number). Για τον υπολογισμό του DTN καταρχήν προσδιορίζεται ο αρχικός δείκτης κυκλοφορίας ITN (Initial Traffic Number) που γίνεται με τη βοήθεια του νομογραφήματος (Τσώχος Γ., 1984) (εικόνα 14).



Εικόνα 13. Σχηματική παράσταση σχεδιαστικών κριτηρίων εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Νικολαΐδη)



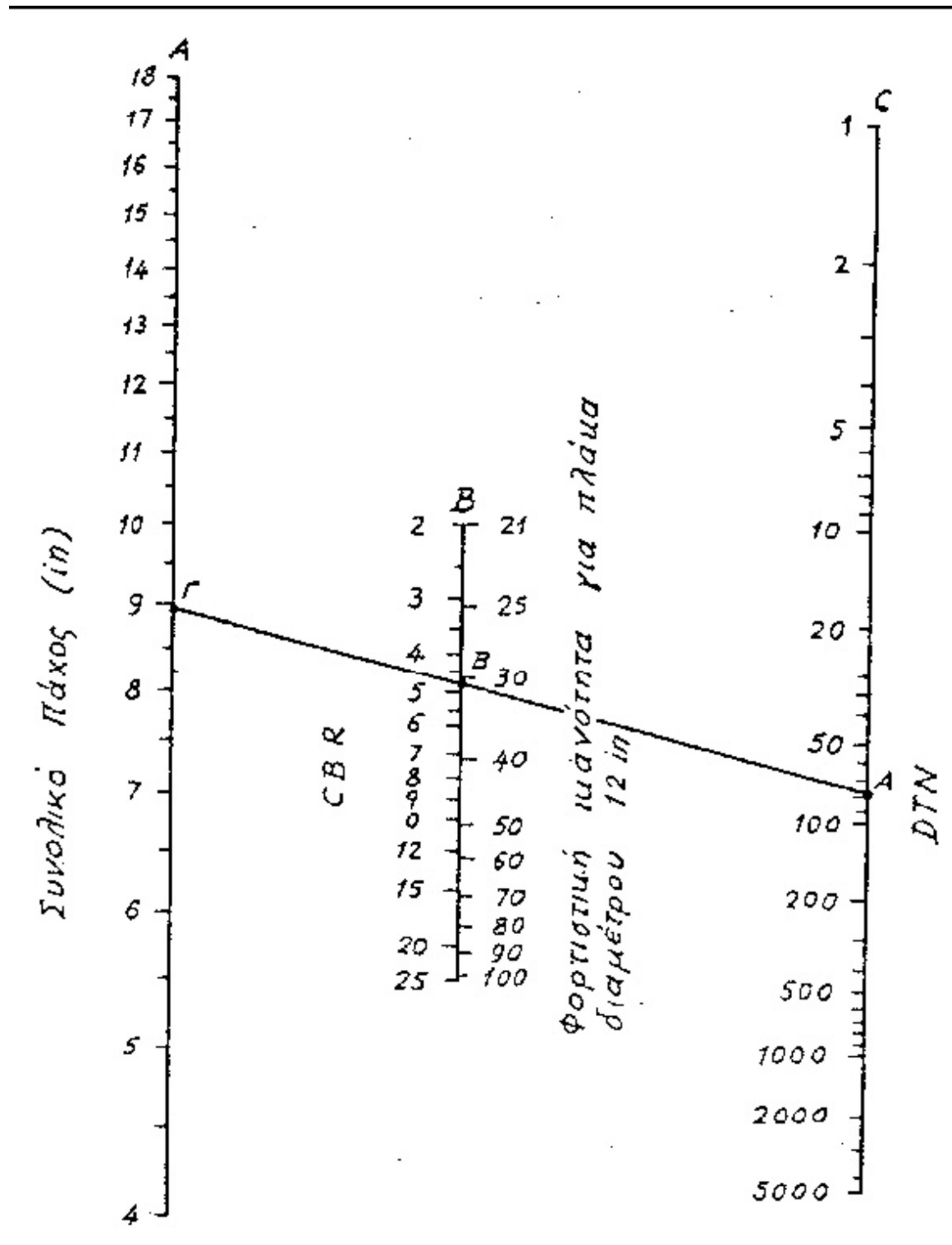
Εικόνα 14. Υπολογισμός δείκτη ITN κυκλοφορίας με τη μέθοδο Asphalt Institute (κατά Στεργιάδη)

Η τιμή του ITN επιδέχεται μια διόρθωση με συντελεστές που εκφράζουν την πιθανή ετήσια αύξηση της κυκλοφορίας. Οι διορθωτικοί αυτοί συντελεστές δίνονται στην εικόνα 15.

περίοδος μελέτης (έτη)	Συντελεστής ετήσιας αύξησης (Γ)				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.80	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22
35	2.50	3.68	5.57	8.62	13.55

Εικόνα 15. Διορθωτικοί συντελεστές για ITN λόγω αύξησης της κυκλοφορίας(κατά Στεργιάδη)

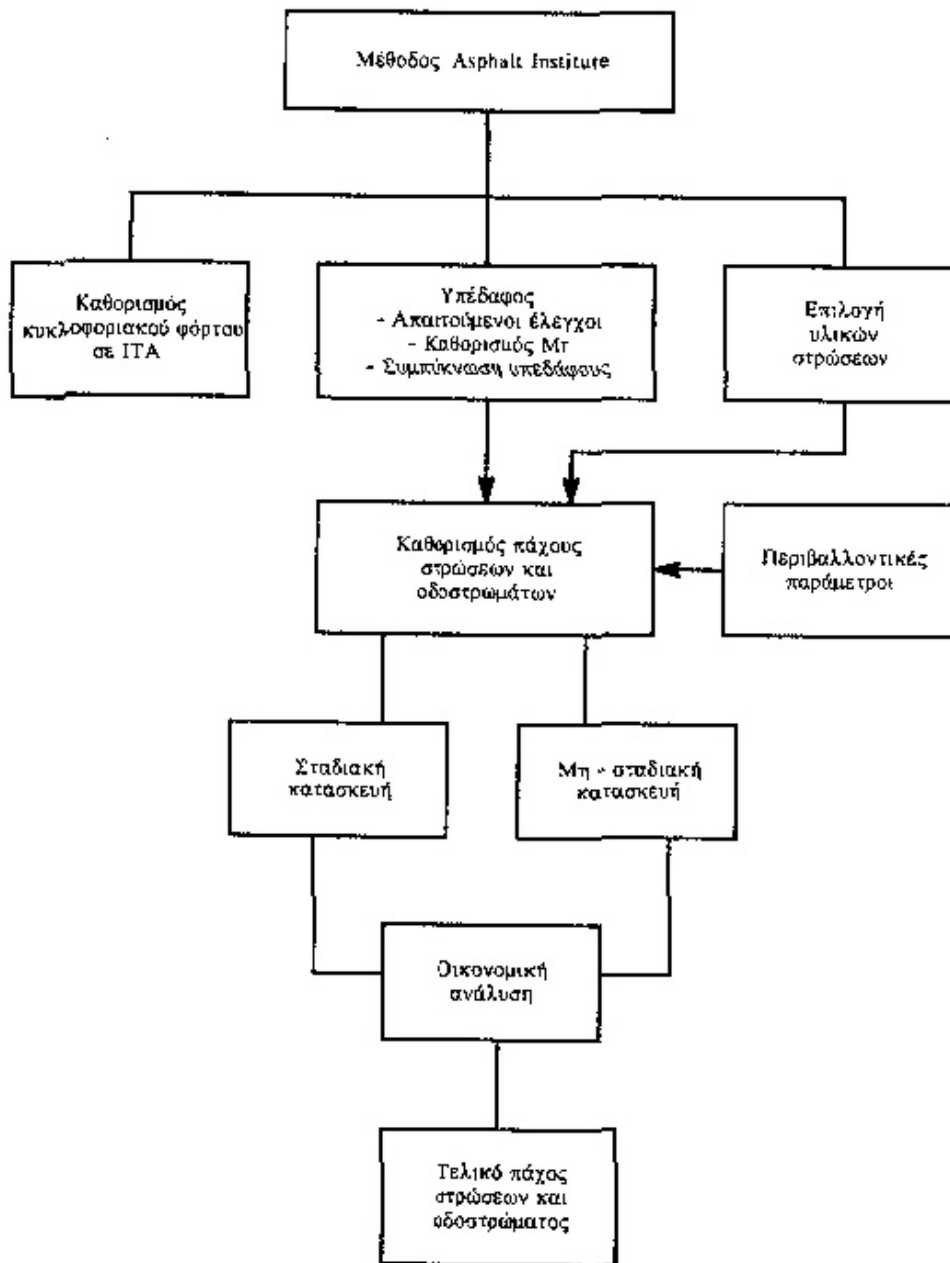
Με βάση το συντελεστή διόρθωσης r και την τιμή ITN, υπολογίζεται η τιμή του δείκτη $DTN = ITN \cdot r$ (Στεργιάδης Γ., 1989).



Εικόνα 16. Νομογράφημα προσδιορισμού οδοστρώματος κατά τη μέθοδο Asphalt Institute

Με βάση τα ανωτέρω και γνωρίζοντας την τιμή του δείκτη CBR (California Bearing Ratio), μπορούμε να προσδιορίσουμε το συνολικό πάχος του οδοστρώματος από το νομογράφημα της εικόνας 16.

Στο λογικό διάγραμμα της εικόνας 17 (Νικολαΐδης Α., 1996) βλέπουμε τη διαδικασία και τα στάδια των υπολογισμών για τη μεθοδολογία της διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων κατά Asphalt Institute.



Εικόνα 17. Λογικό διάγραμμα μεθοδολογίας διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων κατά Asphalt Institute

Λόγω της μεγάλης ανταπόκρισης που έτυχε από τους ερευνητές η μέθοδος αυτή

εφαρμόστηκε με επιτυχία σε πολλά κράτη.

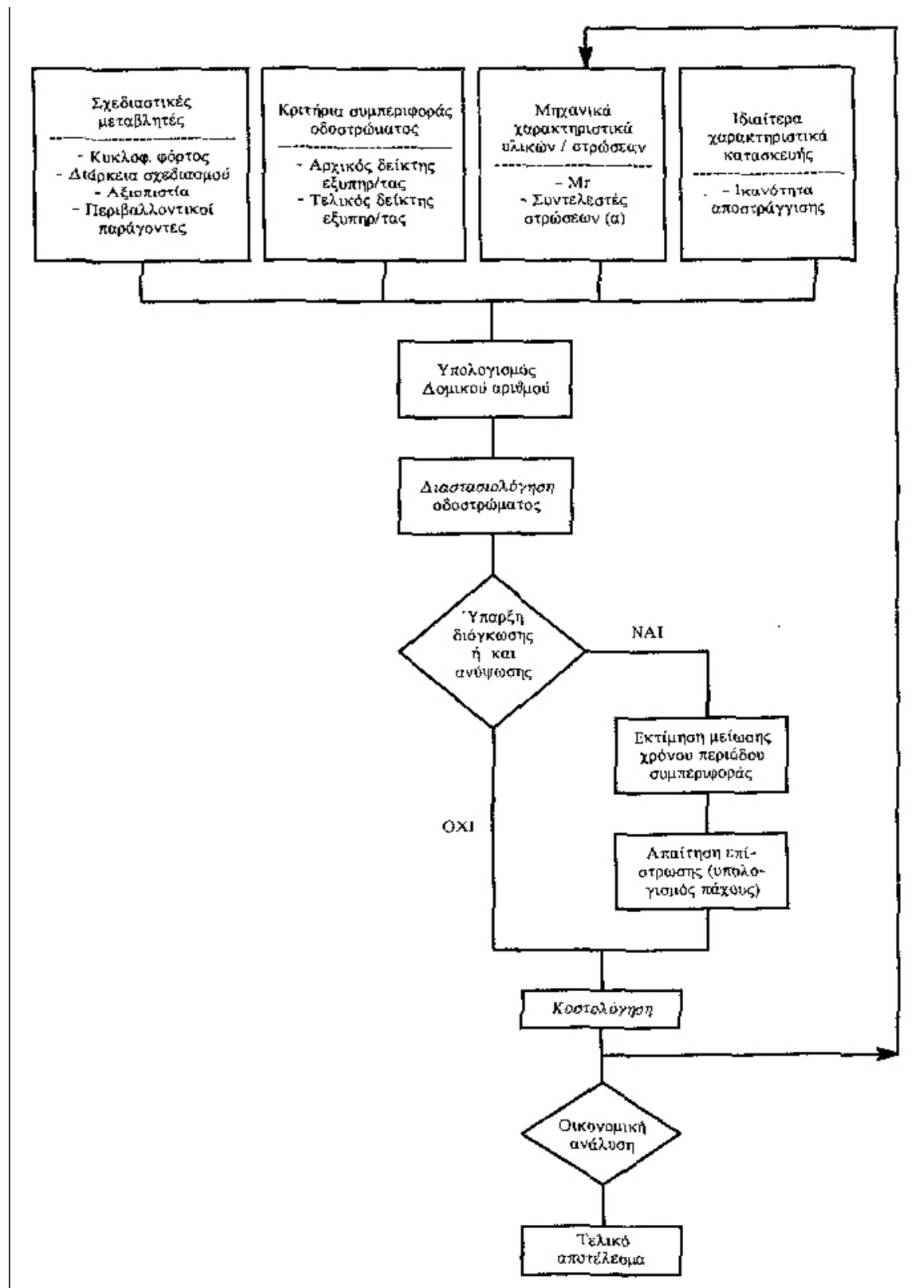
Μέθοδος AASHTO

Η νεότερη μεθοδολογία του AASHTO βασίζεται στην αρχική μεθοδολογία που προτάθηκε από τον ίδιο οργανισμό το 1972. Η αρχική μεθοδολογία ήταν απόρροια του μεγάλου πειράματος του AASHTO (Highway Research Board, 1962) το οποίο ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 και διεξήχθη στην Ottawa του Illinois των ΗΠΑ. Η μέθοδος αναθεωρήθηκε μια φορά το 1981 και στη συνέχεια τροποποιήθηκε το 1986, οπότε και έλαβε τη σημερινή της μορφή (AASHTO, 1986α).

Οι βασικές διαφορές μεταξύ της παλαιάς και της νέας έκδοσης για τα εύκαμπτα οδοστρώματα είναι οι ακόλουθες (Νικολαΐδης Α., 1996) :

- α) Για πρώτη φορά χρησιμοποιείται ο όρος αξιοπιστία (Reliability) έτσι ώστε ο μελετητής να μπορεί να χρησιμοποιήσει την έννοια του «ρίσκου» στη μελέτη.
- β) Η «εδαφική υποστήριξη – s ». Είναι μια παράμετρος καθαρά αυθαίρετη και βασιζόμενη στην εμπειρία του μηχανικού, αντικαθίσταται με το μέτρο επανάκτησης M_r (ή ελαστικότητας), μια καθαρά θεμελιώδης ιδιότητα του υπεδάφους, η οποία καθορίζεται αντικειμενικά μετά από εργαστηριακούς ελέγχους.
- γ) Οι συντελεστές των στρώσεων που κατασκευάζονται από διάφορα υλικά, καθορίζονται σε σχέση με το μέτρο επανάκτησης M_r , καθώς επίσης και με την τιμή CBR ή τιμή αντίστασης – R . Το CBR ή η τιμή – R , χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις που οι στρώσεις είναι από ασύνδετα υλικά.
- δ) Ο τοπικός συντελεστής (R) που έχει εισαχθεί για να καλύπτει τις περιπτώσεις που οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής διαφέρουν από αυτές στις οποίες εκτελέσθηκαν τα πειράματα, αντικαθίσταται με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία και η αποστράγγιση της περιοχής για την οποία σχεδιάζεται το οδόστρωμα, η υγρασία και ο παγετός.
- ε) Εισάγεται μεθοδολογία σταδιακής κατασκευής (ή προσχεδιασμένης αποκατάστασης) του νέου οδοστρώματος.

Αντίθετα με όλες τις άλλες νεότερες μεθοδολογίες εύκαμπτων οδοστρωμάτων, ο AASHTO δε χρησιμοποιεί την παραμόρφωση και την κόπωση (ρηγμάτωση) ως σχεδιαστικά κριτήρια για αστοχία του οδοστρώματος. Η αστοχία συνδυάζεται με τη λειτουργικότητα του οδοστρώματος και ειδικότερα με το επίπεδο εξυπηρέτησης που παρέχει το οδόστρωμα στο χρήστη τη συγκεκριμένη στιγμή και εκφράζεται με το δείκτη Παρούσας Εξυπηρετικότητας (PSI). Με τον τρόπο αυτό το οδόστρωμα σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε στο τέλος της σχεδιαστικής διάρκειας ζωής του, οι διάφορες φθορές που πιθανόν να παρουσιαστούν στο οδόστρωμα, όπως είναι οι παραμορφώσεις, ρηγματώσεις, μπαλώματα ή άλλες επιφανειακές ανωμαλίες, να είναι σε ανεκτή κατάσταση και το οδόστρωμα να μπορεί να προσφέρει ένα ανεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης. Η διαδικασία διαστασιολόγησης ενός εύκαμπτου οδοστρώματος με τη μέθοδο του AASHTO, δίνεται περιγραφικά στο λογικόδιάγραμμα της εικόνας 18 (Νικολαΐδης Α., 1996) .



Εικόνα 18. Λογικό διάγραμμα μεθοδολογίας διαστασιολόγησης εύκαμπτων οδοστρωμάτων κατά AASHTO

Ο δείκτης εξυπηρητικότητα προσδιορίζεται από τη σχέση (Τσώχος Γ., 1984):

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 1.38 RD^2 - 0.01(C + P)^{\frac{1}{2}}$$

όπου SV είναι το μέτρο ανωμαλίας κατά μήκος του οδοστρώματος και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$SV = \frac{\sum y^2 - \frac{1}{M} (\sum y)^2}{n - 1}$$

y = είναι η μεταβολή του υψομέτρου δύο διαδοχικών σημείων που απέχουν μεταξύ τους 1 Ft

RD = είναι ο βαθμός αυλακώσεων εγκάρσια στον άξονα (σε ίντσες) ανάμεσα στις

τροχιές των δύο τροχών ενός οχήματος.

n = είναι ο αριθμός των μετρήσεων

C = είναι το μήκος των ρηγμάτων (σημαντικών) ανά μονάδα επιφανείας (σε Ft/1000 Ft²)

P = είναι η επιφάνεια ρηγματωμένου ασφαλτικού (κατά μήκος και εγκάρσια ρήγματα) ανά μονάδα επιφανείας (σε Ft 2/1000 Ft²).

Η κυκλοφορία στη μέθοδο AASHTO υπολογίζεται σαν συνολικός αριθμός ισοδύναμων αξόνων 18.000lbs για τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος (περίπου 20 χρόνια). Για διαφορετική χρονικά διάρκεια ζωής του οδοστρώματος (t) μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό διελεύσεων ισοδύναμων αξόνων με την ακόλουθη σχέση (Yoder E. – Witczak M., 1987):

$$\log W_{ts} = 9,36(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log[(4,2 - P_1)/(4,2 - 1,5)]}{0,40 + [1094/(SN + 1)^{5,19}]}$$

όπου,

Wt18 – είναι ο αριθμός εφαρμογών απλού φορτίου 18 kips μέχρι χρόνου t και
Pt είναι το τελικό Psi

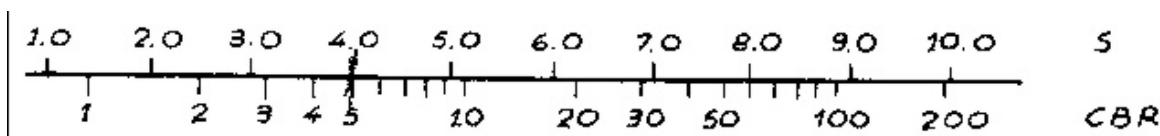
SN – είναι ο αρχικός δείκτης κατασκευής (από πίνακες)

Ο οποιοσδήποτε άξονας μετατρέπεται σε ισοδύναμους άξονες όπως φαίνεται στην εικόνα 19 (Στεργιάδης Γ., 1989).

Τόνοι φορτία (tn)	Ισοδύναμοι άξονες
0,9	0,00015
1,8	0,0024
3,6	0,039
7,2	0,62
8,2	1,00
10,0	2,20
11,8	4,4

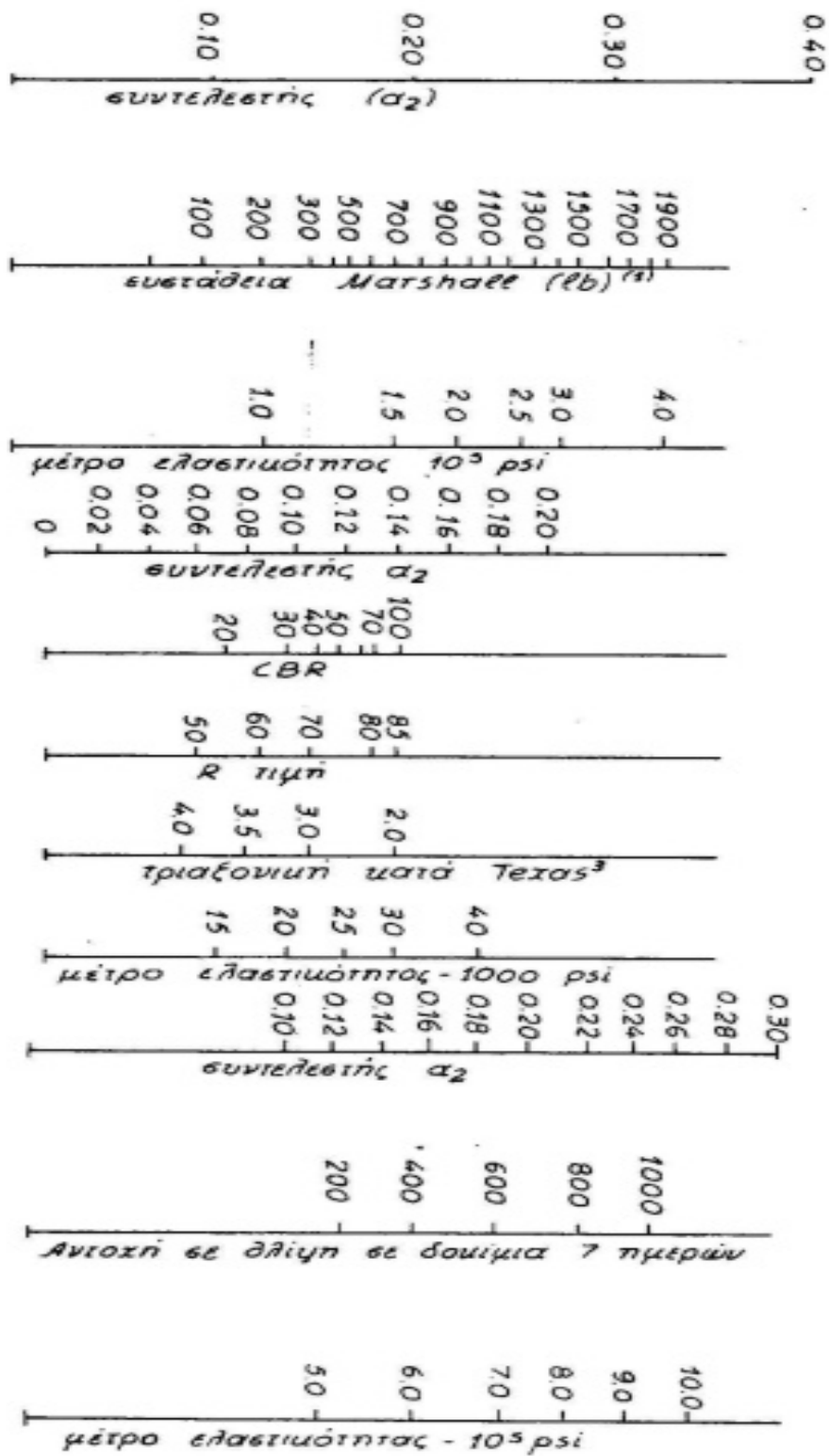
Εικόνα 19. Μετατροπή αξόνων σε ισοδύναμους άξονες(κατά Στεργιάδη)

Η ποιότητα του εδάφους προσδιορίστηκε εισάγοντας την έννοια της φέρουσας αντοχής(S) η οποία μετριέται με μια κλίμακα από το 1,0 έως το 10,0. Η τιμή S προσδιορίστηκε πειραματικά και έγινε συσχέτισή της με μετρήσιμες εδαφικές παραμέτρους όπως είναι το CBR (εικόνα 20).

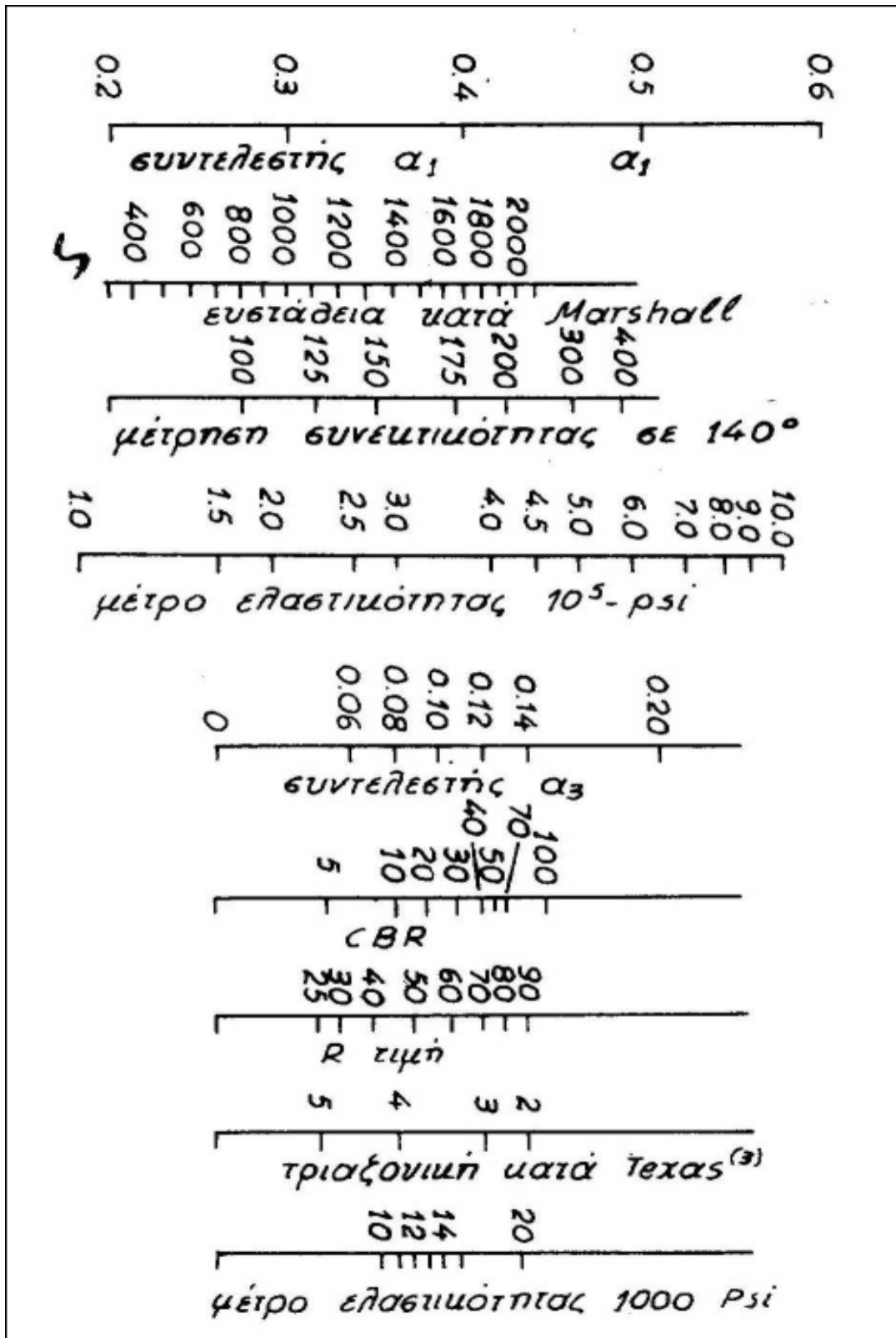


Εικόνα 20. Συσχέτιση τιμών CBR και S (κατά Τσώχο)

Εκτός από την ποιότητα του εδάφους θα πρέπει να γνωρίζουμε και ορισμένους συντελεστές οι οποίοι θα εκφράζουν την ποιοτική και την ποσοτική συμβολή κάθε στρώσης που χρησιμοποιείται (υπόβαση – βάση – ανωδομή) για τη δημιουργία του οδοστρώματος. Μετά από μεγάλη πειραματική διερεύνηση προέκυψαν τα ακόλουθα νομογραφήματα που επιτρέπουν τον άνετο υπολογισμό (εικόνα 21 & 22) (Τσώχος Γ., 1984).



Εικόνα 21. Νομογράφημα προσδιορισμού τιμών a_2 σε συνάρτηση με την ποιότητα χρησιμοποιηθησομένων υλικών (κατά Τσόχο)



Εικόνα 22. Νομογράφημα προσδιορισμού α_1 σε συνάρτηση με την ποιότητα του χρησιμοποιηθησομένου υλικού (κατά Τσόχο)

Η επιρροή των κλιματικών παραγόντων όπως είναι η βροχή, ο δυνατός άνεμος, ο παγετός κλπ. είναι εξαιρετικά σημαντική και έντονη πάνω στο οδόστρωμα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής περιοχής (R) (εικόνα 23) (Τσώχος Γ., 1984).

Συνθήκες	Τιμές (R)
Έδαφος παγόπληκτο σε βάθος 15 εκ. ή περισσότερο	0.2 – 1.0
Έδαφος ξερό (το καλοκαίρι και το φθινόπωρο)	0.3 – 1.5
Έδαφος υγρό (την άνοιξη)	4.0 – 5.0
*Οι τιμές του πίνακα ισχύουν στις ΗΠΑ και θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτική χρήση για τις ελληνικές συνθήκες	

Εικόνα 23. Συντελεστές περιοχής (R)* (κατά Τσώχο)

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΥΠΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Οι παράγοντες που υπεισέρχονται στη μελέτη των οδοστρωμάτων είναι:

- α) Η κυκλοφορία
- β) Τα φορτία των οχημάτων. Κυκλοφοριακός φόρτος
- γ) Οι συνθήκες του περιβάλλοντος (κλίμα)
- δ) Το έδαφος - Συστήματα κατάταξης εδαφών
- ε) Τα υλικά του οδοστρώματος

Η κυκλοφορία

Κατά το σχεδιασμό μιας οδού, μια από τις βασικές παραμέτρους είναι η αποτίμηση της κυκλοφορίας. Η κυκλοφορία στις οδούς ποικίλλει τόσο στον αριθμό, όσο και στο μέγεθος (βάρος) των οχημάτων. Ο σωστός υπολογισμός ενός οδοστρώματος είναι απόρροια του υπολογισμού του αριθμού των οχημάτων που θα χρησιμοποιήσουν την οδό στη διάρκεια της ζωής της. Η μελλοντική κυκλοφορία μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$Q_v = Q_0 (1 + \varepsilon)^v$$

όπου:

Q_v – είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος σε v χρόνο

Q_0 – είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος στην αρχή της λειτουργίας της οδού

ε – είναι η ετήσια αύξηση της κυκλοφορίας

v – είναι η διάρκεια ζωής του οδοστρώματος σε χρόνο

Τα φορτία των οχημάτων. Κυκλοφοριακός φόρτος




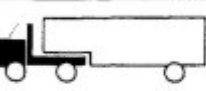
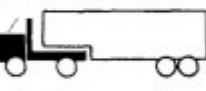
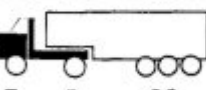
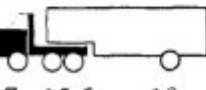
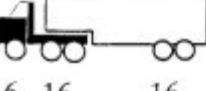
Το φορτίο των οχημάτων ποικίλλει τόσο ανάμεσα στις διάφορες χώρες όσο και στα διάφορα οχήματα που κυκλοφορούν στην ίδια χώρα. Τα οχήματα που κυκλοφορούν σε μια οδό είναι ένα μίγμα από επιβατικά οχήματα, λεωφορεία, φορτηγά, ρυμουλκά, νταλίκες (συρμοί) κλπ. Το φορτίο του οχήματος και η κατανομή αυτού μέσω των αξόνων και ελαστικών είναι άμεσα συνυφασμένο με την καταστροφική ικανότητα του κάθε οχήματος. Για την προστασία των οδοστρωμάτων όλες οι χώρες έχουν θεσπίσει μέγιστα επιτρεπτά βάρη ανά τύπο οχήματος και κυρίως ανά είδος άξονα (εικόνα 24) (OECD, 1988) .

Χώρα	Μέγιστα επιτρεπτά αξονικά φορτία (τόνοι)		
	Μονός άξονας		Δίδυμος
	Δίχως κίνηση	Με κίνηση	
Αγγλία	9 - 10 ^(α)		16 ή 20 - 26 ^(α)
Αυστραλία	4.6 - 9 ^(α)		9 - 16.5 ^(α)
Αυστρία	10	10	16
Βέλγιο	10	13	20
Γαλλία	13	13	21
Γερμανία	10	10	16
Γουγκοσλαβία	10	10	16
Δανία	10	10	16
Ελλάδα	10	13	20
Ελβετία	10 - 12 ^(α)		18
ΗΠΑ ^(β)	9	9	15.6
Ιαπωνία	-	10	20
Ιρλανδία	10	10.5	11-20
Ισπανία	13	13	21
Ιταλία	12	12	19
Καναδάς	4.5 - 10 ^(α)		16 - 20 ^(α)
Λουξεμβούργο	10	13	20
Νορβηγία	10	10	16
Ολλανδία	10	10	18
Πορτογαλία	-	10	16
Σουηδία	10	10	16
Τουρκία	13	13	19
Φινλανδία	10	10	16
Ευρωπαϊκή Ένωση	10	11.5	18

Δεν καθορίζονται όρια

Εικόνα 24. Μέγιστα αξονικά φορτία σε διάφορες χώρες (Κατά OECD)

Στις εικόνες 25 & 26 μπορούμε να δούμε τυπικές κατηγορίες οχημάτων και κατανομή του φορτίου τους.

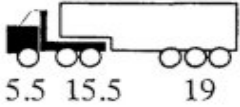
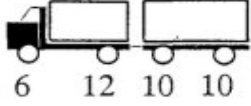
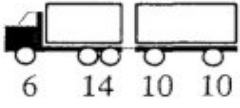
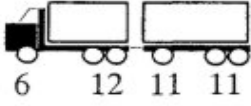
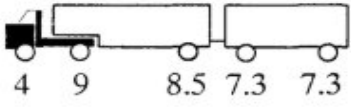
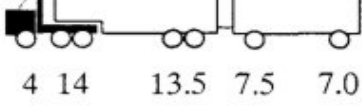
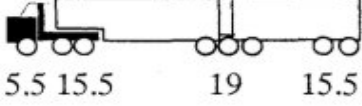
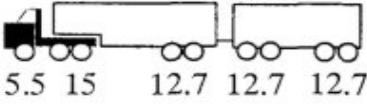
Τύπος οχήματος	Κατανομή βάρους & σχηματική παράσταση οχήματος(τόννοι)	Μεγ. μικτό βάρος ^(α)
Φορηγό 2-αξόνων (Τύπος 2) ^(β)	 6 13	(τόννοι) 19 GR 16.3 GB
Φορηγό 3-αξόνων (Τύπος 3) ^(β)	 6 20	26 GR 24.4 GB 22 USA
Φορηγό 4-αξόνων (Τύπος 4) ^(β)	 7.3 18.3	25.5 USA 30.5 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλικά) 3-αξόνων (Τύπος 2-S1) ^(β)	 6 13 10	29 GR 24.4 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλικά) 4-αξόνων (Τύπος 2-S2) ^(β)	 8 10 20	38 GR 32.5 GB 35 E.E.
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλικά) 5-αξόνων (Τύπος 2-S3) ^(β)	 7 9 22	38 GB 40 E.E.
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλικά) 4-αξόνων (Τύπος 3-S1) ^{(β)(γ)}	 7 15.5 10	32.5 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλικά) 5-αξόνων (Τύπος 3-S2) ^{(β)(γ)}	 6 16 16	38 GB 36.5 USA 42 E.E

Εικόνα 25. Τυπικές κατηγορίες εμπορικών οχημάτων και κατανομή Φορτίου (Κατά Cronney D. and Cronney P., IRF, TRB)

(α) Ενδεικτικό μέγιστο μικτό βάρος, εξαρτάται από τους κανονισμούς της κάθε χώρας.

(β) Εντός παρενθέσεως δηλώνεται ο τύπος του οχήματος συναρτήσει του αριθμού των αξόνων που έχει. Το γράμμα «S» δηλώνει την ύπαρξη ημιρυμουλκούμενου (semitrailer).

(γ) Το συνολικό βάρος και η κατανομή αυτού εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των αξόνων και από το εάν ο άξονας ή το σύστημα αξόνων έχει κινητήριο δύναμη.

Τύπος οχήματος	Κατανομή βάρους & σχηματική παράσταση οχήματος (τόννοι)	Μέγ. μικτό βάρος ^(α)
Ρυμουλκό με ημιρυμουλκούμενο (νταλικά) 6-αξόνων (Τύπος 3-S3) ^{(β)(γ)}	 5.5 15.5 19	(τόννοι) 40 GR 38 GB 44 E.E.
Φορηγό με ένα ρυμουλκούμενο (συρμός) 4-αξόνων (2-2) ^{(β)(γ)}	 6 12 10 10	38 (32 - 40)
Φορηγό με ένα ρυμουλκούμενο (συρμός) 5-αξόνων (3-2) ^{(β)(γ)}	 6 14 10 10	40 (38 - 44)
Φορηγό με ένα ρυμουλκούμενο (συρμός) 6-αξόνων (3-3) ^{(β)(γ)}	 6 12 11 11	40 (38 - 44)
Νταλικά με ρυμουλκούμενο (συρμός) 5-αξόνων (2-S1-2) ^{(β)(γ)}	 4 9 8.5 7.3 7.3	36.1 USA
Νταλικά με ρυμουλκούμενο (συρμός) 7-αξόνων (3-S2-2) ^{(β)(γ)}	 4 14 13.5 7.5 7.0	46 USA
Νταλικά με ρυμουλκούμενο (συρμός) 8-αξόνων (3-S3-2) ^{(β)(γ)}	 5.5 15.5 19 15.5	55.5 USA
Νταλικά με ρυμουλκούμενο (συρμός) 9-αξόνων (3-S2-4) ^{(β)(γ)}	 5.5 15 12.7 12.7 12.7	58.6 USA

Εικόνα 26. Κατηγορίες εμπορικών οχημάτων και κατανομή φορτίου (Κατά FHWA, Μήντισης Γ., Νικολαΐδης Α., Τσόχος Γ.)

(α) Ενδεικτικό μέγιστο μικτό βάρος, εξαρτάται από τους κανονισμούς της κάθε χώρας.

(β) Εντός παρενθέσεως δηλώνεται ο τύπος του οχήματος συναρτήσεως του αριθμού των αξόνων που έχει. Το γράμμα «S» δηλώνει την ύπαρξη ημιρυμουλκούμενου (semitrailer). (γ) Το συνολικό βάρος και η κατανομή αυτού εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των αξόνων και από το εάν ο άξονας ή το σύστημα αξόνων έχει κινητήριο δύναμη.

Για τον καλύτερο απολογισμό ενός οδοστρώματος, το φορτίο των οχημάτων έχει μετατραπεί σε φορτίο του άξονα. Το πείραμα του AASHO (1962) όρισε (σχεδόν αυθαίρετα) έναν άξονα με δίδυμους τροχούς και φορτίο 18.000 lb (8.16 τόνων), ως το αντιπροσωπευτικό αξονικό φορτίο για την εποχή εκείνη (1961). Για τον άξονα αυτό θεωρήθηκε ότι με μια διέλευσή του επέρχεται καταστροφή του οδοστρώματος ίση με τη μονάδα. Ο άξονας αυτός ονομάστηκε τυπικός άξονας. Η καταστρεπτική επίδραση των αξονικών φορτίων με μικρότερο ή με μεγαλύτερο φορτίο από αυτό των 18.000 lb εκφράστηκε με ισοδύναμους συντελεστές μικρότερους ή μεγαλύτερους της μονάδας αντίστοιχα. Με τον καθορισμό των συντελεστών αυτών, δόθηκε η δυνατότητα της έκφρασης και μετατροπής του κυκλοφοριακού φορτίου με τα διαφορετικά αξονικά φορτία σε μια και μοναδική μεταβλητή, του ισοδύναμου τυπικού άξονα (ITA) (Νικολαΐδης Α., 1996).

Για τον καθορισμό των συντελεστών ισοδυναμίας χρησιμοποιήθηκε η θεμελιώδης

εξίσωση ισοδύναμου καταστροφής μεταξύ φορτίων. Η εξίσωση αυτή είναι:

$$\frac{N_j}{N_i} = \left(\frac{P_j}{P_i} \right)^\gamma \quad \text{ή} \quad N_T = \alpha N_j$$

όπου:

N_j = είναι ο αριθμός διελεύσεων αξόνων με φορτίο P_j για να προκαλέσει καταστροφή του οδοστρώματος

N_i = είναι ο αριθμός διελεύσεων αξόνων με φορτίο P_i (= 8.16 τόνους) για να επιφέρει ισοδύναμη καταστροφή του οδοστρώματος.

γ = είναι αριθμητική μεταβλητή

N_T = είναι ο αριθμός ισοδύναμων διελεύσεων τυπικού άξονα

α = είναι συντελεστής ισοδυναμίας [$= (P_j/P_i)^\gamma$]

Η εξίσωση θεωρεί ότι σε σχέση με την ισοδύναμη καταστροφή που επιφέρουν δύο διαφορετικά αξονικά φορτία, ο λόγος του αριθμού των διελεύσεων δύο διαφορετικών φορτίων είναι ανάλογος του λόγου των

φορτίων αυτών, ή αλλιώς η επερχόμενη καταστροφή του οδοστρώματος μετά από N διελεύσεις τυχόντος αξονικού φορτίου, είναι ισοδύναμη της καταστροφής που επέρχεται μετά από NT διελεύσεις του ΙΤΑ.

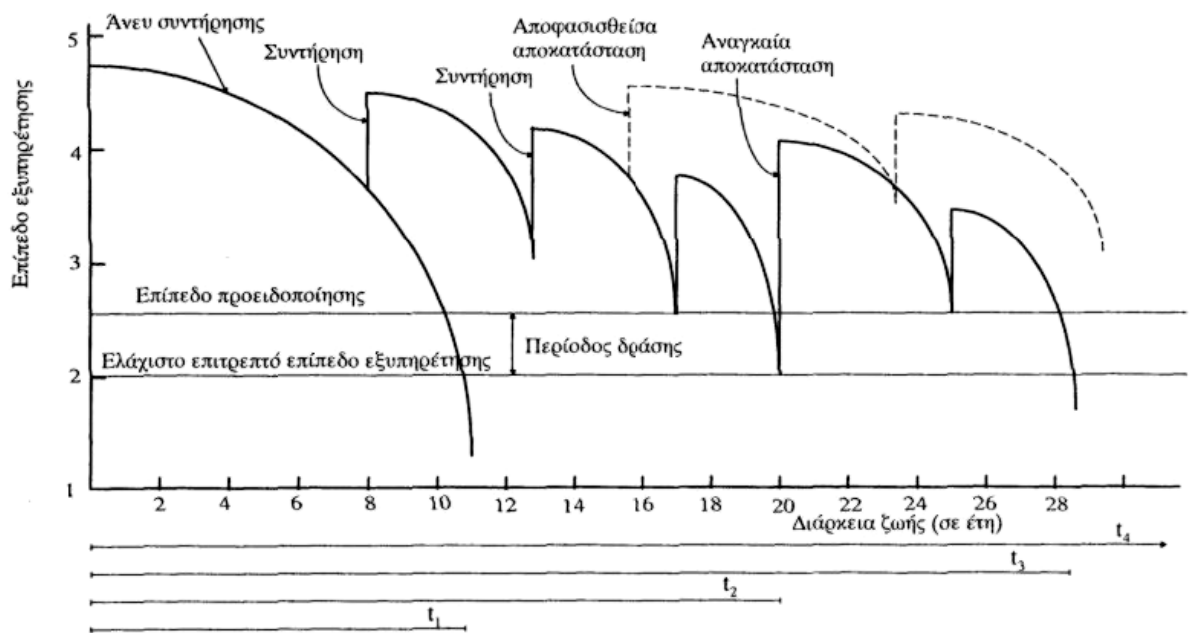
Στον πίνακα 4.4 φαίνονται οι συντελεστές ισοδυναμίας που εξήχθησαν από το πείραμα του AASHTO (1986α) για τη μετατροπή μονών, δίδυμων και τρίδυμων αξόνων σε ισοδύναμους τυπικούς άξονες (ΙΤΑ).

Βάρος άξονα		Συντελεστές ισοδυναμίας ανά τύπο άξονα		
kN	kips	Μονός	Δίδυμος	Τρίδυμος
4.45	1	0.00002	0.0000	0.0000
8.9	2	0.00018	0.0000	0.0000
17.8	4	0.00209	0.0003	0.0000
26.7	6	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8	0.0343	0.003	0.001
44.5	10	0.0877	0.007	0.002
53.4	12	0.189	0.014	0.003
62.3	14	0.360	0.027	0.006
71.2	16	0.623	0.047	0.010
80.0	18	1.000	0.077	0.017
89.0	20	1.510	0.121	0.027
97.8	22	2.160	0.018	0.040
106.8	24	3.030	0.260	0.057
115.6	26	4.090	0.364	0.080
124.5	28	5.390	0.495	0.109
133.5	30	7.000	0.658	0.145
142.3	32	8.880	0.857	0.191
151.2	34	11.18	1.095	0.246
160.0	36	13.93	1.380	0.313
169.0	38	17.20	1.700	0.393
178.0	40	21.08	2.080	0.487
187.0	42	25.64	2.510	0.597
196.7	44	31.00	3.000	0.723
204.5	46	37.24	3.550	0.868
213.5	48	44.50	4.170	1.033
222.4	50	52.88	4.860	1.220
231.3	52		5.630	1.430
240.2	54		6.470	1.660
249.0	56		7.410	1.910
258.0	58		8.450	2.220
267.0	60		9.659	2.510
275.8	62		10.84	2.850
284.5	64		12.22	3.220
293.5	66		13.73	3.620
302.5	68		15.38	4.050
311.5	70		17.19	4.520
320.0	72		19.16	5.030
329.0	74		21.32	5.570
338.0	76		23.66	6.150
347.0	78		26.22	6.780
356.0	80		29.00	7.450
364.7	82		32.00	8.200
373.6	84		35.30	8.900
382.5	86		38.80	9.800
391.4	88		42.60	10.60
400.3	90		46.80	11.60

Εικόνα 27. Συντελεστές ισοδυναμίας για τη μετατροπή αξόνων σε Ισοδύναμους Τυπικούς Άξονες (ΙΤΑ) (Κατά AASHTO)

Κάθε οδόστρωμα σχεδιάζεται για ένα συγκεκριμένο αριθμό ετών ή καλύτερα για να παραλάβει ένα συγκεκριμένο αριθμό αξονικών φορτίων μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Με την απόδοση του οδοστρώματος στην κυκλοφορία, η ποιότητα του οδοστρώματος, εκφραζόμενη με το επίπεδο εξυπηρέτησης, είναι μέγιστη. Το επίπεδο εξυπηρέτησης μειώνεται συνεχώς και για να βελτιωθεί ή να διατηρηθεί σε κάποιο επιθυμητό επίπεδο χρειάζεται συντήρηση της οδού. Εάν δε συντηρηθεί πιθανόν το οδόστρωμα να μη μπορεί να εξυπηρετεί τους χρήστες επαρκώς για όλο το διάστημα που απαιτείται. Ο χρόνος διάρκειας της καλής ως ανεκτής λειτουργίας του οδοστρώματος χωρίς συντήρηση (t_1) είναι πάντα πιο μικρός από το χρόνο όταν το οδόστρωμα συντηρείται συστηματικά (t_2) (Νικολαΐδης Α., 1996) (εικόνα 28).



Εικόνα 28. Επίδραση συντήρησης και αποκατάστασης οδοστρώματος στο επίπεδο εξυπηρέτησης και στη διάρκεια ζωής αυτού(κατά Νικολαΐδη)

Σε κάποια χρονική στιγμή η αποκατάσταση του οδοστρώματος είναι αναγκαία με σκοπό τη βελτίωση της κατάστασής του και τη δυνατότητα παραλαβής μεγαλύτερου αριθμού αξονικών φορτίων ή ακόμη την αύξηση της διάρκειας ζωής του. Έτσι η καινούργια διάρκεια ζωής του οδοστρώματος είναι t_3 . Εάν η συντήρηση γίνει νωρίτερα από τη χρονική στιγμή κατά την οποία το

οδόστρωμα θα λάβει την ελάχιστη επιτρεπτή τιμή του επιπέδου εξυπηρέτησης τότε, με μικρότερο κόστος αποκατάστασης, το οδόστρωμα θα παρέχει τις υπηρεσίες του για μεγαλύτερο διάστημα $t_4 > t_3$. Συμπεραίνουμε ότι η έγκαιρη συντήρηση είναι αναγκαία και η αποκατάσταση είναι προτιμότερο να γίνεται πριν το επίπεδο εξυπηρέτησης λάβει την ελάχιστη επιτρεπτή τιμή.

Οι απόψεις των ειδικών για το χρόνο απόσβεσης δίστανται, αφού προτείνουν χρόνους που κυμαίνονται ανάλογα με την κατηγορία δασικού δρόμου από 10 μέχρι 100 χρόνια. Στο εξωτερικό ο Wiedmer (1961) καθόρισε τους παρακάτω χρόνους απόσβεσης:

α) για υπόβαση με πλακόστρωση 100 χρόνια

β) για χαλικόστρωση 100 χρόνια με την προϋπόθεση ότι μαζί με την πλακόστρωση αποτελεί τη φέρουσα κατασκευή και οι μετέπειτα χαλικοστρώσεις αποτελούν τη δαπάνη συντήρησης.

Ο Mayer (1969) εκτιμά για την Αυστρία ένα μέσο χρόνο 15 – 25 έτη (Εσκίογλου Π., 1991). Ο Abegg (1978) θεωρεί ως χρόνο απόσβεσης τα 50 χρόνια. Όπως επίσης και οι Kuonen και Burlet στην Ελβετία (Εσκίογλου Π., 1991).

Στην Ελλάδα ο Οικονομόπουλος (1964) θεωρεί χρόνο απόσβεσης για χωματοδρόμους 7 χρόνια (Καραγιάννης Κ., 2001). Το Υπουργείο Γεωργίας (1966) καθορίζει τα 20 χρόνια για δασικούς δρόμους Β΄ κατηγορίας (Εσκίογλου Π., 1991). Ο Γ. Στεργιάδης (1973) για τους ελληνικούς δασικούς δρόμους Α΄, Β΄ και Γ΄ κατηγορίας εκτιμά 40, 30 και 20 χρόνια αντίστοιχα (Καραγιάννης Ε., 1991). Για τον καλύτερο υπολογισμό της κυκλοφορίας που αναμένουμε να χρησιμοποιήσει την οδό κατά την περίοδο σχεδιασμού της, βασιζόμεστε σε μετρήσεις της υπάρχουσας κυκλοφορίας οι οποίες αναλύονται σε αριθμό διέλευσης ανά αξονικό φορτίο και παράλληλα γίνεται εκτίμηση του ρυθμού της ετήσιας αύξησης της κυκλοφορίας. Στους ελληνικούς δασικούς δρόμους κινούνται κατά το πλείστον τα φορτηγά που μεταφέρουν ξυλεία και διάφορα υλικά, καθώς επίσης και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε χωματοουργικές εργασίες (εκσκαφή, φόρτωση, μεταφορά, εκβραχισμοί) (Καραρίζος Πλ., 1992), σε οδοστρώσεις (διαμορφωτής γαιών, προωθητής γαιών,

οδοστρωτήρας), πυροσβεστικά οχήματα, αγροτικοί ελκυστήρες (τρακτέρ) και επιβατικά οχήματα.

Οι συνθήκες του περιβάλλοντος (κλίμα)

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την επίδοση των

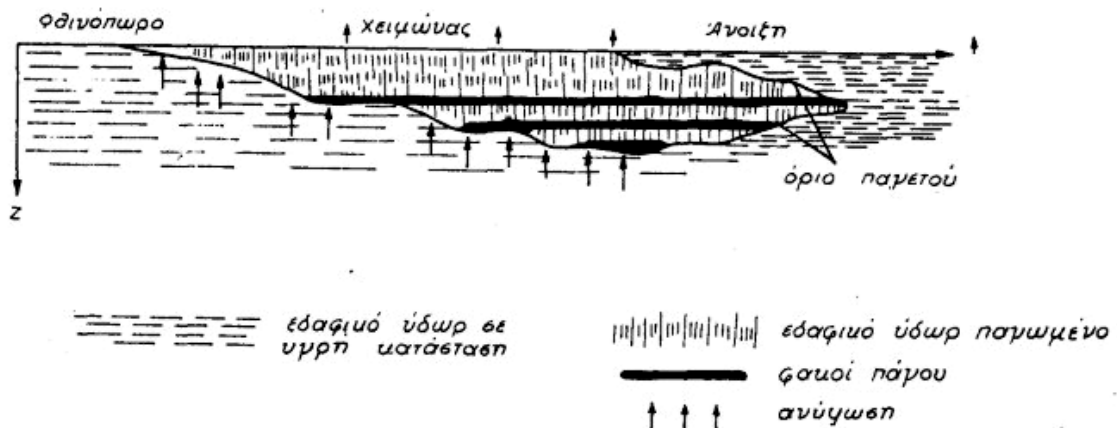
οδοστρωμάτων είναι το κλίμα, στο οποίο περιλαμβάνονται:

α) οι έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές. Αποτελούν αιτία καταστροφής του οδοστρώματος. Τα ασφαλικά υλικά επηρεάζονται σημαντικά από τις μεταβολές αυτές, αφού οι χαμηλές θερμοκρασίες τα κάνουν να συμπεριφέρονται ως ψαθυρά υλικά με συνέπεια την εμφάνιση ρωγμών. Αντιθέτως οι υψηλές θερμοκρασίες τα οδηγούν σε ρευστοποίηση με αποτέλεσμα, επιπυονούμενα από τα φορτία κυκλοφορίας να παρουσιάζουν μόνιμες παραμορφώσεις (Μουρατίδης Α., 1994β).

β) η παρουσία του ύδατος (βροχοπτώσεις). Το νερό επιταχύνει σημαντικά τη φθορά του οδοστρώματος σε όλες τις στρώσεις του. Η διαβρωτική επίδρασή του γίνεται αισθητή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της κατασκευής και για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η εκτέλεση προστατευτικών έργων αποστράγγισης και αποχέτευσης. Στα εύκαμπτα οδοστρώματα η αύξηση της ποσότητας του νερού στις βάσεις και στις υποβάσεις είναι υπεύθυνη για την ελάττωση της φέρουσας ικανότητας και για την αύξηση του βαθμού απώλειας της εξυπηρετικής ικανότητας των οδοστρωμάτων (Μουρατίδης Α., 1994β). Το νερό ευθύνεται ακόμη για τη δημιουργία υπερβολικών τάσεων στο υπέδαφος, για τη συνεισφορά του στη ρηγμάτωση από συστολή, στην οξειδωση και στη μείωση της ευκαμψίας του οδοστρώματος.

Στα δύσκαμπτα οδοστρώματα που περιέχουν ελεύθερο νερό η πρώτη κίνηση για την αποβολή λεπτόκοκκου υλικού στην επιφάνειά τους είναι η διάρρηξη των αρμών, των άκρων της συνεχόμενης πλάκας καθώς επίσης και η απώλεια επαφής ανάμεσα στα ελεύθερα άκρα του οδοστρώματος και των ερεισμάτων (Κοφίτσας Ι., 1997).

γ) η επίδραση του φαινομένου του παγετού. Με τον όρο παγοπληξία εννοούμε τις συνέπειες που έχει στο οδόστρωμα η εμφάνιση παγετού κατά την περίοδο του χειμώνα αλλά και η τήξη αυτού κατά την περίοδο της άνοιξης (Τσώχος Γ., 1984). Λόγω του σχηματισμού πάγου (εικόνα 29) παρατηρείται μια ανύψωση του οδοστρώματος που μπορεί να είναι αρκετά σημαντική.



Εικόνα 29. Δημιουργία φακών πάγου στο οδόστρωμα (κατά Τσώχο)

Σε κράτη όπου επικρατεί πολύ ψυχρό κλίμα (Σκανδιναβικές Χώρες) έχει αναφερθεί ανύψωση μέχρι και 60 εκατοστά (Oglesby C.H., 1975) .

Το Σύμμα των Μηχανικών συνέταξε έναν πίνακα ο οποίος περιλαμβάνει τα ευαίσθητα σε παγετό εδάφη. Σε αυτά περιλαμβάνονται όλα τα ανόργανα εδάφη που περιέχουν κόκκους λεπτότερους από 0,02 mm σε αναλογία μεγαλύτερη από 3% (Yoder E. – Witczak M., 1987) (εικόνα 30).

Ομάδα	Περιγραφή
F1	Χαλικώδη εδάφη με περιεκτικότητα βάρους μεταξύ 3% και 20% υλικών λεπτότερων από 0,02 mm
F2	Άμμοι με περιεκτικότητα βάρους μεταξύ 3% και 15% υλικών λεπτότερων από 0,02 mm
F3	(α) Χαλικώδη εδάφη με περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 20% κατά βάρος υλικών λεπτότερων από 0,02 mm και άμμοι, εκτός από ιλυώδεις άμμους, με περιεκτικότητα περισσότερη από 15% κατά βάρος υλικών λεπτότερων από 0,02 mm. (β) Άργιλοι με δείκτες πλαστικότητας μεγαλύτερους από 12, εκτός από (c) στρωματικές άργιλοι κάτω από ομοιόμορφες συνθήκες
F4	(α) Όλες οι ιλύες, καθώς και οι αμμώδεις ιλύες. (β) Λεπτές ιλυώδεις άμμοι με περιεκτικότητα περισσότερη από 15% κατά βάρος υλικών λεπτότερων από 0,02 mm. (c) Ισχνές άργιλοι με δείκτες πλαστικότητας κάτω του 12. (d) Στρωματικές άργιλοι με μη ομοιόμορφο υπέδαφος.

^a Από το Σύμα των Μηχανικών.

Εικόνα 30. Εδάφη ευαίσθητα σε παγετό (κατά Yoder / Witczac)

Στην εικόνα 31 (Μουρατίδης Α., 1994β) μπορούμε να δούμε τις επιπτώσεις των κλιματικών παραγόντων στα οδοστρώματα.

ΣΤΡΩΣΗ	ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ						
		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ		ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΠΑΓΕΤΟΣ	
		ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΙΣΟΖΥΓΙΟ	ΥΓΡΑΣΙΑ		ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΑΓΕΤΟΥ	ΚΥΚΛΟΙ/ΕΤΟΣ
Επιφανειακές Στρώσεις	Ασφαλτικά	*	*		*	*		*
	Σκυρόδεμα		*		*	*		*
Βάση και Υπόβαση	Θραυστά			*			(*)	
	Ασφαλτικά	*				*		
	Σταθεροποιημένα		*					
Υπέδαφος				*			*	

Εικόνα 31. Επιπτώσεις κλιματικών παραγόντων στα οδοστρώματα (Κατά Μουρατίδη)

δ) Η επίδραση του ανέμου. Η συμβολή του ανέμου στις κλιματικές συνθήκες που επιδρούν στα οδοστρώματα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Εξαιτίας της

τριβής του ανέμου πάνω στην επιφάνεια (Φλόκας Α., 1990) του οδοστρώματος πιθανόν να επέρχεται κάποιο είδος φθοράς. Το θετικό στοιχείο του ανέμου είναι ότι συμβάλλει στην εξάτμιση του ύδατος από το οδόστρωμα προσφέροντας στη γρηγορότερη αποστράγγισή του (Εσκίογλου Π., 1991).

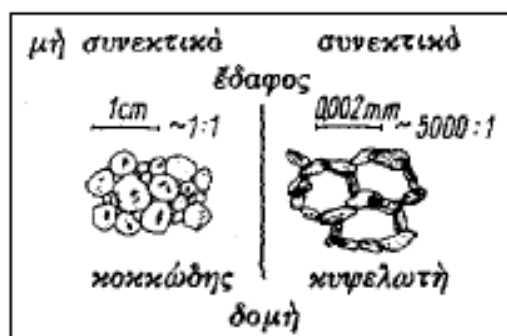
Το έδαφος.

Έδαφος χαρακτηρίζεται το θεμελιακό υλικό των οδοστρωμάτων όπως και των περισσοτέρων δομικών έργων που κατασκευάζονται από τον άνθρωπο, ή ακόμη, έδαφος είναι όλα εκείνα τα υλικά, ανόργανα και οργανικά, που περιβάλλουν τον πετρώδη φλοιό της γης υπό μορφή χαλαρών ή μαλακών εναποθέσεων. Τα εδάφη όλου του πλανήτη προέρχονται από αποσάθρωση των πετρωμάτων ή από σήψη και αποσύνθεση της βλάστησης (Νικολαΐδης Α., 1996).

Το κύριο γνώρισμα για την κατάταξη των εδαφών με κριτήρια της Εδαφομηχανικής και της Τεχνικής των κατασκευών, είναι το μέγεθος και το σχήμα του κόκκου. Έτσι διακρίνουμε μη συνεκτικά και συνεκτικά εδάφη.

Μη συνεκτικά εδάφη ονομάζονται τα εδάφη εκείνα τα οποία σε ξηρή κατάσταση αποτελούν μίγμα σωματιδίων χωρίς συνοχή, που εφάπτονται μόνο σε μικρές επιφάνειες (κοκκώδη δομή) χωρίς δυνάμεις αμοιβαίας έλξης (συνοχή).

Συνεκτικά εδάφη ονομάζονται τα εδάφη εκείνα τα οποία σχηματίζουν ακόμη και σε ξηρή κατάσταση μια συνεκτική μάζα με δυνάμεις συνοχής και εμφανίζουν κυψελωτή δομή (Stiegler W., 1977) (εικόνα 32).



Εικόνα 32. Δομή του εδάφους, μέγεθος και σχήμα κόκκων (Κατά STIEGER)

Τα φυσικά εδάφη ταξινομούνται σε βασικές γενικές ομάδες ή υποομάδες, συναρτήσει του μεγέθους του κόκκου. Οι βασικές ομάδες εδαφών κατά φθίνουσα σειρά είναι: λίθοι, κροκάλες, χαλίκια, άμμος, ιλύς και άργιλος (Νικολαΐδης Α., 1996). Στην εικόνα 33 φαίνονται οι διαστάσεις των κόκκων ανά ομάδες και υποομάδες κατά AASHTO (1980) και ASTM (1969).

Γενικές Ομάδες/ υποομάδες	Κατά AASHTO	Κατά ASTM
	Διαστάσεις κόκκων σε mm	
Κροκάλες (λίθοι)	> 75.0	> 75
Χαλίκια	75.0 - 2.00	75.0 - 4.75
- χονδρόκοκκα	75.0 - 25.0	75.0 - 19.0
- μεσαία	25.0 - 9.5	-
- λεπτόκοκκα	9.5 - 2.00	19.0 - 4.75
Άμμος	2.00 - 0.075	4.75 - 0.075
- χονδρόκοκκη	2.00 - 0.075	4.75 - 2.00
- μεσαία	2.00 - 0.475	2.00 - 0.475
- λεπτόκοκκη	0.475 - 0.075	0.475 - 0.075
Ιλύς	0.075 - 0.002	< 0.075
Άργιλος	< 0.002	-
Κολλοειδές	< 0.001	-

Εικόνα 33. Γενικές ομάδες εδαφών συναρτήσει του μεγέθους του κόκκου (Κατά AASHTO, ASTM)

Οι κροκάλες, τα χαλίκια και η άμμος είναι κοκκώδη εδάφη των οποίων οι κόκκοι δεν έχουν καθόλου ή σχεδόν καθόλου συνοχή μεταξύ τους. Η ιλύς είναι έδαφος με λεπτούς κόκκους οι οποίοι έχουν κάποια συνοχή. Η άργιλος είναι πολύ λεπτόκοκκο έδαφος κολλοειδούς μορφής.

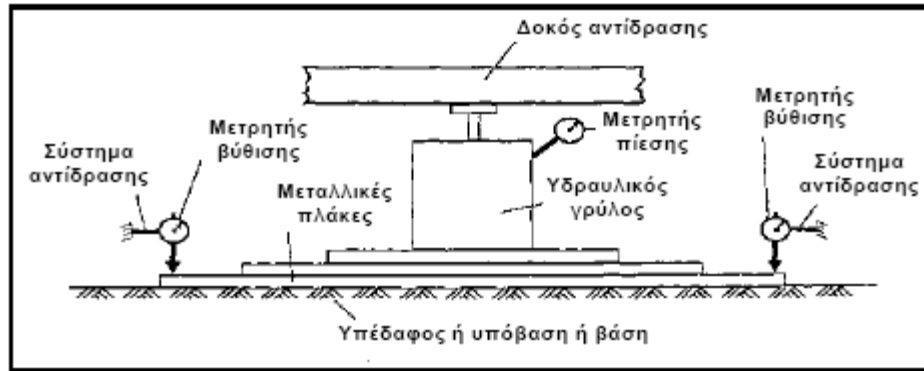
Σε ένα έδαφος θα πρέπει να προηγείται πάντα της κατασκευής του οδοστρώματος εδαφομηχανική μελέτη. Η εδαφομηχανική μελέτη κατά Στεργιάδη (1989) περιλαμβάνει την αναγνώριση του εδάφους με εργασίες συλλογής στοιχείων, γεωτεχνικές έρευνες, εργαστηριακές έρευνες και δοκιμές επί του εδάφους.

1) Μέθοδος μέτρησης Καλιφορνιακού δείκτη (CBR) «επί του έργου». Η Διεύθυνση Οδοποιίας της Καλιφόρνιας ανέπτυξε τη δεκαετία του 1930 τη μέθοδο μέτρησης στο εργαστήριο τον δείκτη CBR και από τότε εφαρμόστηκε από όλες τις υπηρεσίες σε ολόκληρο τον κόσμο.

Ορισμένοι οργανισμοί τροποποίησαν ελαφρώς την αρχικώς προταθείσα μέθοδο, κυρίως ως προς την υγρασία του συμπυκνωμένου εδαφικού υλικού κατά τη δοκιμή και την ενέργεια συμπύκνωσης που επιβάλλεται στο δοκίμιο, πλην όμως η μεθοδολογία καθορισμού του CBR παρέμεινε η ίδια. Στην Ελλάδα ο καθορισμός του CBR γίνεται σύμφωνα με τις αμερικανικές προδιαγραφές (AASHTO T193 – 81, 1983) και αναλυτικά η μεθοδολογία δίνεται στις εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής E – 105 – 86 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1986).

2) Δοκιμή φορτιζόμενης πλάκας – μέτρο αντίδρασης. Για τον καθορισμό της φέρουσας ικανότητας του εδάφους συναρτήσει του μέτρου αντίδρασης (K) χρησιμοποιείται η δοκιμή της φορτιζόμενης πλάκας (Νικολαΐδης Α., 1996) (εικόνα 34).

Σήμερα στη διαστασιολόγηση των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων συναντάται αποκλειστικά και μόνο η έκφραση της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους συναρτήσει του (K). Για τάσεις και παραμορφώσεις σε πλάκες σκυροδέματος, ο καθορισμός του μέτρου αντίδρασης βασίζεται στη θεωρία του Westergaard, όπου η ελαστική αντίδραση του υπεδάφους σε κατακόρυφα φορτιζόμενη πλάκα με πίεση (P) θεωρείται ότι είναι κάθετη και ανάλογη της κάθετης υποχώρησης (παραμόρφωσης) του υπεδάφους, σε όλα τα επίπεδα φόρτισης. Η σταθερά της αναλογικότητας μεταξύ ασκούμενης πίεσης (P) και αντίστοιχης υποχώρησης (δz) ορίζεται ως το μέτρο αντίδρασης του υπεδάφους (K), δηλαδή $P = K \cdot \delta z$.



Εικόνα 34. Σχηματική παράσταση δοκιμής φορτισμένης πλάκας (Κατά Νικολαΐδη)

Η εξασκούμενη πίεση με την επιβολή του φορτίου στο υπέδαφος προκαλεί αντίστοιχη υποχώρηση η οποία μετράται με δύο ή τρία ή τέσσερα μηκυσιόμετρα.

Από την πίεση που επιβάλλεται από κάθε φορτίο λαμβάνεται ο μέσος όρος των αντίστοιχων υποχωρήσεων και έτσι ορίζεται η καμπύλη πίεσης (kPa)/υποχώρηση (mm). Η καμπύλη που λαμβάνεται θα έπρεπε θεωρητικά να είναι ευθεία, αλλά ποτέ δε συμβαίνει αυτό, λόγω του ότι δεν είναι πλήρως ελαστική η συμπεριφορά του εδάφους, για το λόγο αυτό ο καθορισμός του (k) γίνεται από ένα σημείο της καμπύλης, το οποίο ορίζεται από τις προδιαγραφές. Χρησιμοποιώντας πλάκα διαμέτρου 762 mm συνήθως λαμβάνεται είτε η πίεση που αντιστοιχεί σε υποχώρηση 1.25 mm, είτε η υποχώρηση που προκαλείται από πίεση 68.94 kPa, έτσι το μέτρο αντίδρασης υπολογίζεται από μια από τις σχέσεις (British Standard Institute, 1990, ASTM 1195, 1986) :

$$K = p/1.25, \text{ (kPa/mm)}$$

$$\text{ή} \quad K = 68.94/\delta z, \text{ (kPa/mm)}$$

όπου,
P = επιβαλλόμενη πίεση, kPa

δz = προκαλούμενη υποχώρηση (παραμόρφωση), mm

Κατά τον έλεγχο θα πρέπει να καθορίζεται και το ποσοστό φυσικής υγρασίας του εδάφους και να αναφέρεται εάν αυτή ήταν αντιπροσωπευτική. Σε περίπτωση που το έδαφος, κάποιες χρονικές περιόδους θα φθάνει σε κατάσταση κορεσμού, τότε η τιμή (K) θα πρέπει να υποστεί την κατάλληλη διόρθωση.

Εφ' όσον υπάρχει ομοιομορφία σύνθεσης και πάχους της εδαφικής στρώσης, βρέθηκε ότι μεταξύ του CBR και του K, ισχύει η εξής σχέση (The Department of Transport, 1994):

$$\text{CBR} = 6.1 \times 10^{-3} \times (K_{762})^{1.733}, (\%)$$

όπου,

K_{762} = μέτρο αντίδρασης μετρούμενο με πλάκα διαμέτρου 762 mm

3) Διεισδυσιόμετρο κώνου (πενετρόμετρο). Το διεισδυσιόμετρο κώνου χρησιμοποιείται για τον γρήγορο καθορισμό, επί του έργου, της φέρουσας ικανότητας των μαλακών εδαφικών υλικών. Η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για υλικά CBR ως 15%. Η συσχέτιση των αποτελεσμάτων με αυτά που λαμβάνονται από τον κανονικό έλεγχο CBR, είναι καλή μόνο για εδαφικά υλικά με CBR μικρότερο του 7%.

Με αυτή τη συσκευή πολύ γρήγορα εντοπίζεται η ανομοιομορφία της φέρουσας ικανότητας του εδαφικού υλικού (Νικολαΐδης Α., 1996) .

4) Τιμή αντίστασης R. Η τιμή αντίστασης (R) ως παράμετρος φέρουσας παραμόρφωσης του υπεδάφους, δε χρησιμοποιείται σήμερα από τους διάφορους οργανισμούς οδοποιίας. Σχετικές πληροφορίες για τη μέθοδο της έχει αναπτύξει το Asphalt Institute των ΗΠΑ .

5) Συμπύκνωση εδαφών επί του έργου. Βασική προϋπόθεση για την αποφυγή πρόωρης καθίζησης και άλλων αρνητικών επιπτώσεων στο οδόστρωμα είναι η επαρκής συμπύκνωση των εδαφικών υλικών αφενός στην

περίπτωση επιχώματος και αφετέρου στην περίπτωση ορύγματος ή ακόμη και μετά την απομάκρυνση της φυτικής ύλης.

Η σχέση για συγκεκριμένο πάχος στρώσης καθορίζεται μεταξύ αριθμού διελεύσεων και της επιτευχθείσας ξηρής πυκνότητας μετά από δοκιμές επί του έργου. Ικανοποιητικός είναι ο αριθμός των διελεύσεων όταν η επιτευχθείσα ξηρή πυκνότητα είναι ίση ή λίγο μικρότερη της μέγιστης ξηρής πυκνότητας, που επιτυγχάνεται στο εργαστήριο, και τα επιζητούμενα ποσοστά είναι συνήθως από 95% ως και 100%.

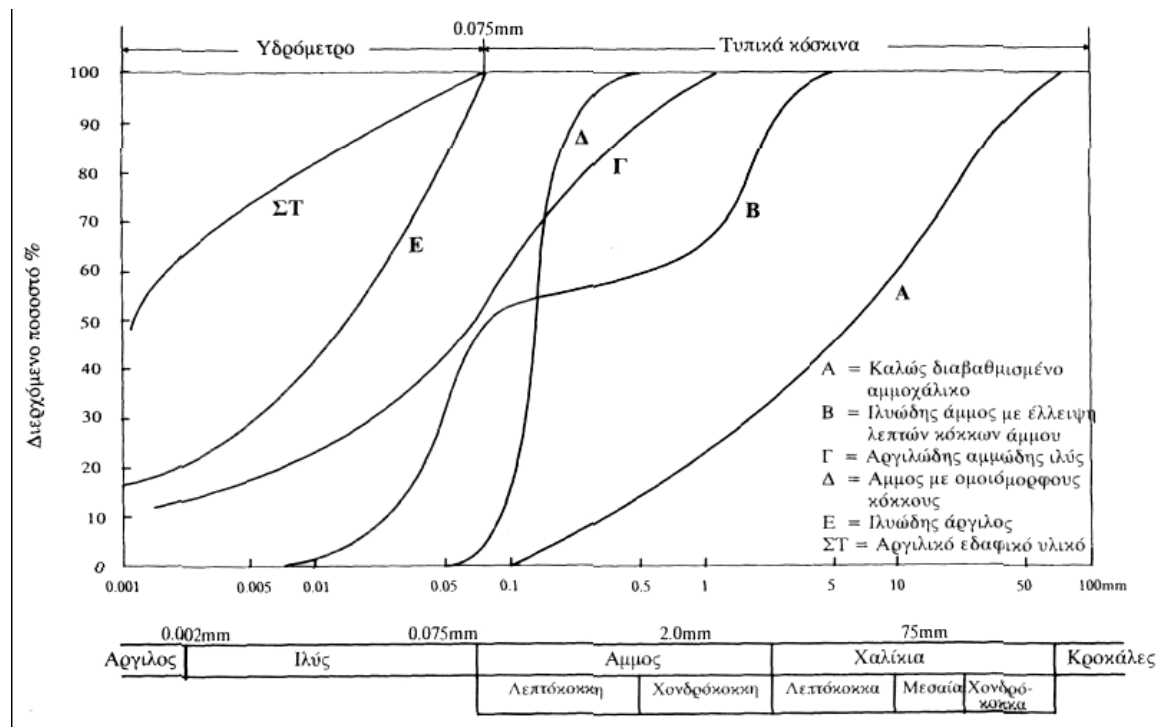
Οι εργαστηριακές έρευνες κατά Στεργιάδη (1989) έχουν σαν σκοπό τους να κατατάξουν τα εδάφη ανάλογα με τη συμπεριφορά τους και σύμφωνα με έναν αριθμό χαρακτηριστικών στοιχείων τους. Οι έρευνες αυτές γίνονται στο εργαστήριο και αναφέρονται κυρίως στην:

1) κοκκομετρική σύνθεση και κατανομή (κοκκομετρική διαβάθμιση). Κοκκομετρική σύνθεση είναι ο καθορισμός επί τοις εκατό της κατανομής του μεγέθους των κόκκων που εμπεριέχονται στο έδαφος. Η διαδικασία περιλαμβάνει δύο αναλύσεις: με κόσκινα και με υδρόμετρο. Το AASHTO (1986β) προτείνει τις ελάχιστες ποσότητες προς ανάλυση ως ακολούθως στην εικόνα 35.

Ονομαστική μέγιστη διάσταση κόκκου εδαφικού υλικού		Ελάχιστο βάρος δείγματος (kg)
mm	in	
9.5	3/4	0.5
25.0	1	2
50	2	4
75	3	5

Εικόνα 35. Προτεινόμενες ελάχιστες ποσότητες εδαφικού υλικού για κοκκομετρική ανάλυση (Κατά AASHTO)

Η εικόνα 36 δείχνει τις τυπικές κοκκομετρικές καμπύλες εδαφικών υλικών.



Εικόνα 36. Κοκκομετρικές καμπύλες τυπικών εδαφών (Κατά Νικολαΐδη)

2) ορυκτολογική σύσταση. Βασική είναι η σημασία των ορυκτών και των πετρωμάτων στο σχηματισμό των εδαφών. Πολλές φυσικές, χημικές αλλά και μηχανικές ιδιότητες του εδάφους καθορίζονται ή επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό, από την ορυκτολογική σύσταση του πετρώματος ή του μητρικού υλικού από το οποίο σχηματίζεται το έδαφος (Παπαμίχος Ν., 1991).

Με τη μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης του εδάφους επιτυγχάνεται, η επίλυση ειδικών μηχανικών προβλημάτων που δημιουργούνται από τη χρησιμοποίηση των εδαφών, η ενημέρωση και εξακρίβωση για τα βασικά αίτια των μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους και η προφύλαξη από ανεπιθύμητες αποτυχίες στην κατασκευή των εδαφοτεχνικών έργων (Στεργιάδης Γ., 1989).

3) φυσική υγρασία. Το όριο υδαρότητας του εδάφους είναι η περιεκτικότητα σε νερό στο όριο μεταξύ υδαρούς (ρευστής) και στερεής κατάστασης. Στα αργιλικά εδάφη όταν η περιεκτικότητα σε νερό είναι χαμηλή, τότε συμπεριφέρονται ως στερεά, ενώ όταν η περιεκτικότητα αυξάνεται σταδιακά, τότε η κατάστασή τους μεταπίπτει σε ημιστερεά, πλαστική και ρευστή.

Οι τέσσερις προαναφερθείσες καταστάσεις αντιστοιχούν σε ορισμένες τιμές περιεκτικότητας σε νερό, διαφορετικές από έδαφος σε έδαφος και ονομάζονται όριο υδαρότητας (WL ή LL), όριο πλαστικότητας (WP ή LP) και όριο συρρίκνωσης (WR ή SL). Τα τρίτα όρια ορίστηκαν και προτάθηκαν από τον Σουηδό γεωεπιστήμονα Atterberg και για το λόγο αυτό φέρουν και το όνομά του (Τσότσος Στ., 1991).

Στην οδοποιία έχει μεγάλη σημασία η συμπύκνωση του εδάφους, της υποδομής και των στρωμάτων σταθεροποίησης (Στεργιάδης Γ., 1989). Η μεγαλύτερη συμπύκνωση ενός εδάφους επιτυγχάνεται μόνο με μια ορισμένη υδατοχωρητικότητα η οποία υπολογίζεται με το πείραμα Proctor. Το πείραμα αναπτύχθηκε το 1933 από τον R.R. Proctor και εφαρμόστηκε στις ΗΠΑ. Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (1986) ενέκρινε την εφαρμογή του πειράματος Proctor στα δημόσια έργα. Το πείραμα Proctor εφαρμόζεται με δύο μεθόδους, την πρότυπη που έχει σαν σκοπό της τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της πυκνότητας των εδαφών με συμπύκνωση αυτών μέσα σε τύπο ορισμένου μεγέθους με κόπανο βάρους 2,49kg που πέφτει από ύψος 304,8mm, και την τροποποιημένη όπου το βάρος του κόπανου διαφοροποιείται σε 4,549kg και πέφτει από ύψος 457,2mm Στην εικόνα 37 (Transport and Road Research Laboratory, 1974) μπορούμε να δούμε τις τυπικές διαφορές μεταξύ των δύο δοκιμών για διαφορετικά εδαφικά υλικά (Νικολαΐδης Α., 1996).

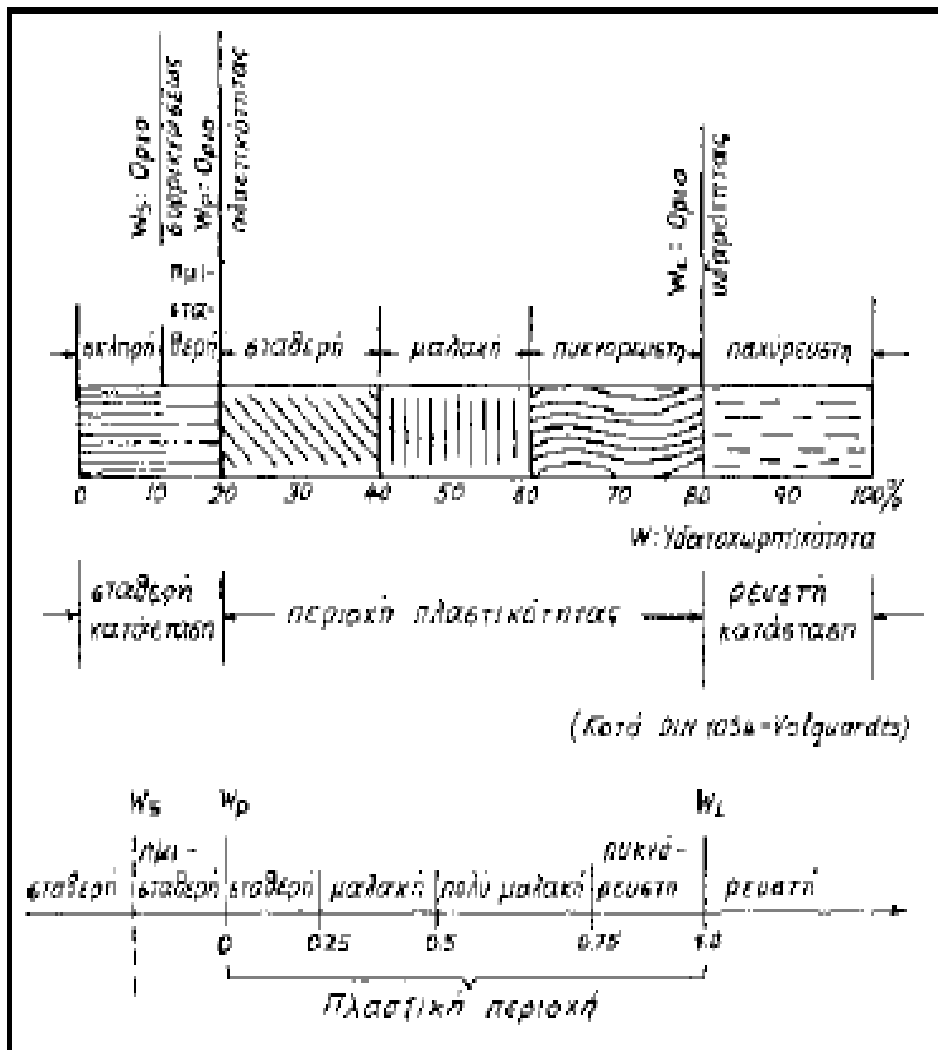
Είδος εδαφικού υλικού	Τροποποιημένη μέθοδος Proctor		Πρότυπη μέθοδος κατά Proctor	
	Μέγιστη ξηρή πυκνότητα (kg/m ³)	Βέλτιστη υγρασία (%)	Μέγιστη ξηρή πυκνότητα (kg/m ³)	Βέλτιστη υγρασία (%)
Αργιλικό	1875	18	1555	28
Ιλυώδης άργιλος	1945	12	1670	21
Αμμώδης άργιλος	2055	11	1840	14
Άμμος	2085	9	1940	11
Μίγμα χαλικιών, άμμου και αργίλου	2200	8	2070	9

Εικόνα 37. Τυπικές τιμές βέλτιστης υγρασίας με την πρότυπη τροποποιημένη μέθοδο συμπύκνωσης κατά Proctor

4) χαρακτηριστικά της πλαστικότητας. Η μορφή της κατάστασης των συνεκτικών εδαφών μεταβάλλεται με την υδατοχωρητικότητα. Για τον

προσδιορισμό της μεταβολής της κατάστασης του εδάφους ή για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της πλαστικότητας του εδάφους, χρησιμοποιούνται τα όρια Atterberg. Τα όρια αυτά μας δίνουν τις συμβατικές φυσικές σταθερές που διαχωρίζουν την κατάσταση του εδάφους ανάλογα με τη διακύμανση της υγρασίας που εμπεριέχεται σ' αυτό.

Το όριο υδαρότητας W_L δείχνει την τιμή της υδατοχωρητικότητας $W\%$, κατά τη στιγμή που το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στη ρευστή κατάσταση ή και αντίστροφα.



Εικόνα 38. Λεπτομερής διαίρεση των μορφών κατάστασης (κατά Kuonen)

Το όριο πλαστικότητας W_p εκφράζεται με την τιμή της υδατοχωρητικότητας W_h ενός εδάφους κατά τη στιγμή που το εδαφικό υλικό

μεταβαίνει από την ημισταθερή στην πλαστική κατάσταση ή και αντίστροφα (εικόνα 38).

Το όριο συρρίκνωσης WS ανταποκρίνεται στην υδατοχωρητικότητα όπου το έδαφος δεν υφίσταται πια άλλη μείωση του όγκου του (όταν ένα υγρό, συνεκτικό έδαφος ξηρανθεί, μειώνεται ο όγκος του, δηλαδή συρρικνώνεται).

Το όριο συρρίκνωσης χαρακτηρίζεται συχνά και σαν μετάβαση από την ημιστερεά στη στερεά κατάσταση (Στεργιάδης Γ., 1989).

Κατάταξη εδαφών.

Τα εδάφη παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ποικιλία στις τιμές των ιδιοτήτων τους και τα χαρακτηριστικά της μηχανικής συμπεριφοράς τους (Τσότσος Στ., 1991). Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν από διάφορους ερευνητές τα συστήματα κατάταξης των εδαφών. Ο McCarthy (1977) αναφέρει ότι ένα σύστημα κατάταξης θα πρέπει να έχει περιορισμένο αριθμό κατηγοριών των οποίων η περιγραφή να είναι απλή και εύκολα κατανοητή καθώς επίσης κάθε κατηγορία να διακρίνεται από κοινά χαρακτηριστικά στα τρία κύρια στοιχεία μηχανικής συμπεριφοράς, δηλαδή τη διατμητική αντοχή, τη συμπιεστότητα και τη διαπερατότητα. Μεταξύ των πολλών συστημάτων που έχουν κατά καιρούς προταθεί, το ενιαίο σύστημα κατάταξης εδαφών του ASTM D – 2487 (1986), έχει επικρατήσει παγκοσμίως.

Το AASHTO (1982α) προτείνει ένα διαφορετικό σύστημα κατάταξης των εδαφών. Αντικείμενο του συστήματος είναι ο χαρακτηρισμός της καταλληλότητας των εδαφών ως υλικών κατασκευής των αυτοκινητοδρόμων (εικόνα 39).

Γενική κατάταξη	Κακώδη (ή χονδρόκοκα) εδαφικά υλικά, διερχόμενο % από κόσκινο 0.075mm: < 35				Λεπτόκοκα εδαφικά υλικά (Μεσο-αργιλύδη), διερχόμενο % από κόσκινο 0.075mm: > 35			
	A-1	A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7
Ομάδα Κατάταξης	A-1-α	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-7-5	A-7-6	
Υποομάδες								
Διερχ. % από κόσκινο: 2.00 mm 0.425 mm 0.075 mm	50 max 30 max 15 max	51 min 10 max	35 max	35 max	3 max	36 min	36 min	36 min
Χαρακτηριστικά (διερχ. του 0.425mm) Όριο υδαρότητας Δείκτης Πλαστικότητας	8 max	N.P.						
Συνήθεις τύποι εδαφικών υλικών	Χαλίκια, άμμος και αμμοχάλικα	Λεπτή άμμος	Πλυώδη ή αργιλύδη αμμοχάλικα		Πλυώδη εδαφικά	Αργιλύδη εδαφικά		
Καταλληλότητα ως υπεδάφος	Εξαιρετικά έως καλά							

^αΟ Δείκτης Πλαστικότητας των υλικών της κατηγορίας A-7-6 είναι μικρότερος ή ίσος του (LL - 30)

^βΟ Δείκτης Πλαστικότητας των υλικών της κατηγορίας A-7-6 είναι μεγαλύτερος του (LL - 30). LL = όριο υδαρότητας

Εικόνα 39. Κατάταξη εδαφών (κατά AASHTO)

Τα υλικά του οδοστρώματος.

Μεγάλη σημασία για την κατασκευή της οδού έχουν τα υλικά που θα χρησιμοποιήσει ο μελετητής. Το έδαφος ενδιαφέρει τόσο σαν υλικό πάνω στο οποίο θα εδρασθεί το οδόστρωμα όσο και σαν υλικό κατασκευής του ίδιου του οδοστρώματος. Τα υλικά θα πρέπει να πληρούν δύο προϋποθέσεις: α) να είναι ανθεκτικά στη χρήση και σε βάθος χρόνου και β) να είναι οικονομικά τόσο στην αγορά τους όσο και κατά το κόστος μεταφοράς τους. Τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα ακόλουθα.

Αδρανή υλικά.

Για την κατασκευή εύκαμπτων οδοστρωμάτων χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά τα οποία προέρχονται κυρίως από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων ή από φυσικές αποθέσεις ποταμών, χειμάρρων, θαλάσσης ή ορυχείων με ή χωρίς θραύση. Εφόσον πληρούνται οι απαιτούμενες μηχανικές και φυσικές ιδιότητες, τα αδρανή υλικά μπορεί να προέρχονται και από απορρίμματα ορυχείων ή από υλικά κατεδαφίσεων κλπ. Επίσης χρησιμοποιούνται ως αδρανή και υλικά παλαιών οδοστρωμάτων κατασκευασμένων από ασφαλτόμιγμα ή από σκυρόδεμα ύστερα από την ανακύκλωσή τους με διάφορα μηχανήματα. Τα χαλίκια, τα αμμοχάλικα ή η φυσική άμμος, ορίζονται ως αδρανή υλικά φυσικών αποθέσεων και χρησιμοποιούνται ευρέως ως υλικά υποβάσεων και βάσεων. Είναι μίγμα διάφορων πετρωμάτων κυρίως ασβεστολιθικών, ψαμμιτικών και γρανιτικών. Τα θραυστά αδρανή παράγονται σε λατομεία από διάφορα πετρώματα και έχουν καλύτερες μηχανικές ιδιότητες από τα αδρανή υλικά φυσικών αποθέσεων. Το σύνολο των αδρανών υλικών διακρίνεται σε χονδρόκοκκο υλικό, λεπτόκοκκο υλικό και παιπάλη ή φίλλερ. Χονδρόκοκκο αδρανές ορίζεται αυτό του οποίου οι κόκκοι συγκρατούνται από κόσκινο των 4,75mm (No 4), κατά τις αμερικάνικες προδιαγραφές AASHTO (1982β) ή στο κόσκινο των 5,00mm κατά τις βρετανικές προδιαγραφές (BS 812,1989) . Λεπτόκοκκο αδρανές ορίζεται αυτό του οποίου οι κόκκοι διέρχονται από το κόσκινο των 4,75mm ή 5,00mm (ανάλογα με τις προδιαγραφές) και συγκρατούνται στο κόσκινο των 75μm (κόσκινο No 200). Το λεπτόκοκκο έχει κοινώς διαστάσεις

άμμου. Παιπάλη ή φίλλερ ορίζεται το αδρανές υλικό που διέρχεται από το κόσκινο των 75μm, έχει δηλαδή μορφή σκόνης (Νικολαΐδης Α., 1996).

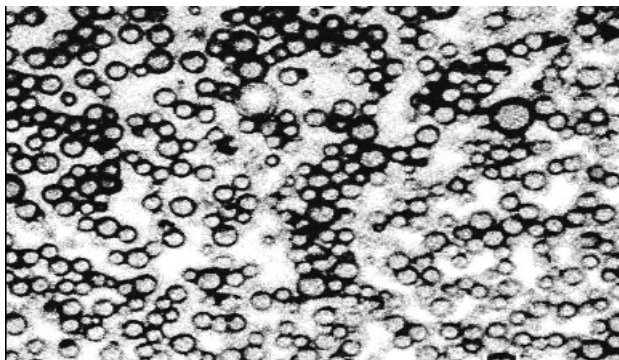
Ασφαλτικά υλικά.

Η άσφαλτος είναι ένα από τα πλέον παλαιά και διαδεδομένα δομικά υλικά. Χρησιμοποιείται εδώ και 600 χρόνια ως άριστης ποιότητας μονωτικό και συνδετικό υλικό (Νικολαΐδης Α., 1996). Ανάλογα με τη χρήση τους οι διάφοροι τύποι ασφάλτων που υπάρχουν στο εμπόριο σήμερα, χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες, στις ασφάλτους οδοστρωσίας και στις ασφάλτους για βιομηχανική χρήση (οξειδωμένες άσφαλτοι).

Οι άσφαλτοι οδοστρωσίας ταξινομούνται συναρτήσει του βαθμού διεισδυτικότητας αυτών (penetration grade), όπου η μονάδα μέτρησης είναι το "pen" (1 pen = 0,1mm). Στην Ελλάδα οι ιδιότητες των ασφάλτων οδοστρωσίας καθορίζονται από την Πρότυπη Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΤΠ) Α 200 (1966) και από την απόφαση 2481/80/81 του Υπουργείου Δημοσίων Έργων (1981).

Τα ασφαλτικά διαλύματα είναι προϊόντα ανάμιξης ασφάλτου και διαλυτών (βενζίνη, νάφθα, κηροζίνη κλπ.). Στην Ελλάδα τα ασφαλτικά διαλύματα κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες, ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους. Οι ιδιότητες των διαλυμάτων αυτών προδιαγράφονται από την ΠΤΠ Α – 201 (1996).

Λόγω του ότι τα διαλύματα αυτά είναι ενεργειακά ασύμφορα και επιβλαβή για το περιβάλλον, η χρήση τους τα τελευταία χρόνια περιορίζεται και τείνει προς την απαγόρευση. Τα ασφαλτικά γαλακτώματα είναι προϊόντα γαλακτωματοποίησης της ασφάλτου με νερό. Τα σωματίδια της ασφάλτου βρίσκονται σε μόνιμη αιώρηση μέσα στο νερό (εικόνα 40).



Εικόνα 40. Ασφαλτικό γαλάκτωμα – φωτογραφία από μικροσκόπιο (κατά Νικολαΐδη)

Η αιώρηση των σωματιδίων επιτυγχάνεται με την ομοιόμορφη φόρτιση αυτών κατά το στάδιο της γαλακτωματοποίησης με την προσθήκη χημικού προσθέτου που ονομάζεται γαλακτωματοποιητής.

Η αναλογία είναι 60% άσφαλτος και 40% νερό. Ανάλογα με την επιφανειακή φόρτιση των σωματιδίων, τα ασφατικά γαλακτώματα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τα κατιονικά (ή όξινα) (φορτισμένα θετικά) και τα ανιονικά (ή αλκαλικά) (φορτισμένα αρνητικά). Οι γαλακτωματοποιητές για τα κατιονικά γαλακτώματα είναι συνήθως μονοαμίνες, διαμίνες, αμιδοαμίνες, πολυαμίνες κλπ. που διαλύονται με υδροχλωρικά οξέα (Hoiberg A.J., 1965) , ενώ για τα ανιονικά γαλακτώματα είναι λιπαρά οξέα που σαπωνοποιούνται αντιδρώντας με το υδροξείδιο του νατρίου ή καλίου.

Στην Ελλάδα εφαρμόσθηκαν για πρώτη φορά το 1954 και προδιαγράφονται από την ΠΤΠ Α – 202 (1996) για ανιονικού τύπου και ΠΤΠ – 203 για κατιονικού τύπου (1996).

Υλικά σταθεροποίησης αδρανών.

Τα υλικά σταθεροποίησης αδρανών βοηθούν στην κατασκευή στρώσεων αυξημένης φέρουσας ικανότητας. Ευρεία αναφορά έχει ήδη γίνει.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ Ε 105-86

παραγρ. 5

Εισαγωγή

Το όριο υδαρότητας εδάφους αντιστοιχεί εξ ορισμού στην υγρασία στην οποία το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή κατάσταση, όπως αυτή προσδιορίζεται από τη δοκιμή του ορίου υδαρότητας.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

- Ø Κάψα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120 mm.
- Ø Σπαθίδα ή μικρό μαχαίρι με λεπίδα μήκους περίπου 80 mm και πλάτους 20 mm.
- Ø Συσκευή ορίου υδαρότητας. Μηχανική συσκευή που συνίσταται από ένα ορειχάλκινο κύπελλο και μία βάση που είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με το σχέδιο και τις διαστάσεις που φαίνονται στο Σχ. 1.
- Ø Όργανο χαράξεως συνδυασμένο με μετρητή στο πίσω μέρος σύμφωνα με τα όσα φαίνονται στο Σχ. 1
- Ø Υποδοχείς γυάλινοι που παρεμποδίζουν την απώλεια υγρασίας κατά την ζύγιση.
- Ø Ζυγός με ακρίβεια 0,01 gr.

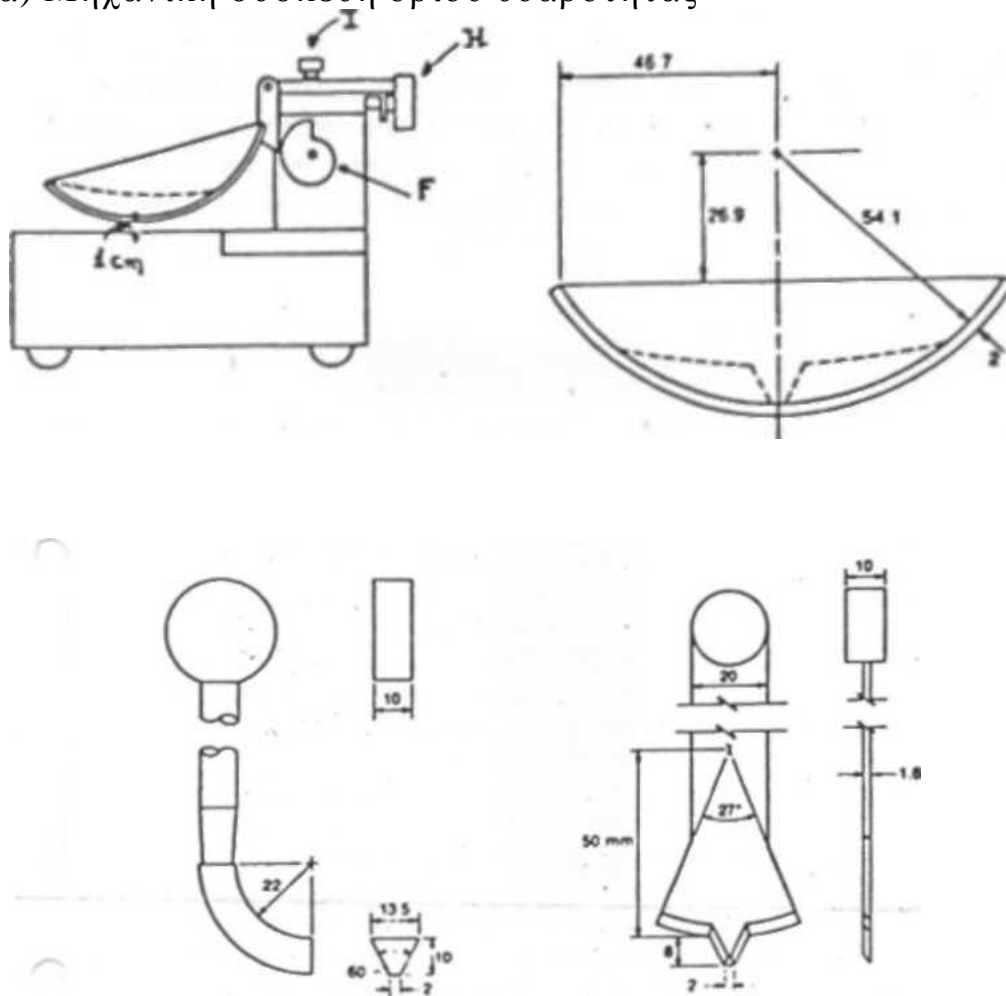
Μηχανική μέθοδος

Προκαταρκτικές εργασίες

Παίρνουμε δείγμα βάρους περίπου 100 % από το κλάσμα του υλικού, που έχει καλά αναμιχθεί και διέρχεται από το κόσκινο Νο 40.

Η συσκευή του ορίου υδαρότητας πρέπει να επιθεωρείται για να διαπιστωθεί ή καλή κατάσταση λειτουργίας της , ότι δεν έχει απέλθει φθορά στον πείρο που συγκρατεί το κύπελλο, ότι είναι σφιγμένοι

α) Μηχανική συσκευή ορίου υδαρότητας



Σημείωση: Οι παραπάνω διαστάσεις είναι σε mm . Σχήμα 1

οι κοχλίες σύνδεσης του κύπελλου και επιπλέον ότι δεν έχει χαραχτεί το κύπελλο λόγω μακράς χρήσης.

Με τον μετρητή που υπάρχει στο πίσω μέρος του οργάνου χαράξεως ρυθμίζουμε το ύψος στο οποίο θα ανυψώνεται το κύπελλο έτσι ώστε το σημείο του κύπελλου που έρχεται σ' επαφή με την βάση της συσκευής να είναι ακριβώς 1 εκατ. πάνω από τη βάση. Στη συνέχεια σταθεροποιούμε την πλάκα ρυθμίσεως Η (Σχ. 2) σφίγγοντας τους κοχλίες Ι (Σχ. 2). Με τον μετρητή ακόμη στη θέση ελέγχουμε την ρύθμιση περιστρέφοντας τον στρόφαλο μερικές φορές. Εάν η ρύθμιση είναι καλή θα ακούγεται ένας ελαφρύς ήχος, όταν η προεξοχή του στροφάλου εφάπτεται της προεξοχής του κύπελλου. Εάν το κύπελλο ανυψώνεται ή δεν ακούγεται ο ελαφρύς ήχος πρέπει να γίνει ξανά η ρύθμιση.

Τρόπος εργασίας

Τοποθετούμε το δείγμα εδάφους μέσα σε μια κάψα και ρίχνουμε 15-20 cm^3 απεσταγμένου νερού. Ανακατεύουμε πάρα πολύ καλά με την σπαθίδα (σπάτουλα) μέχρις ότου κατανεμηθεί ομοιόμορφα το νερό στο δείγμα. Παραπάνω προσθήκη νερού γίνεται σε ποσότητα 1-3 cm^3 και επακολουθεί η ανάμιξη ως ανωτέρω, πριν προστεθεί, αν χρειαστεί, άλλη ποσότητα νερού. Κατόπιν το δείγμα τοποθετείται στον υγραντήρα επί 30 min για ωρίμανση. Στην συνέχεια παίρνουμε μέρος της ομοιόμορφης πηκτής μάζας και την τοποθετούμε στο κύπελλο της συσκευής και στο μέρος πάνω από το σημείο που ακουμπά το κύπελλο στη βάση της συσκευής. Απλώνεται το υλικό με τη βοήθεια της σπάτουλας καταβάλλοντας προσπάθεια να μη εγκλείσουμε φυσαλίδες μέσα στο δείγμα. Μετά την ισοπέδωση το μεγαλύτερο βάθος του δείγματος πρέπει να είναι 1 cm. Το επί πλέον έδαφος απομακρύνεται. Το εντός του κύπελλου έδαφος διαιρείται με μια σταθερή διαδρομή του οργάνου

χαράξεως κατά μήκος της διαμέτρου που διέρχεται από το μέσο του στηρίγματος του κυπέλλου, έτσι ώστε να σχηματιστεί καθαρή και απότομη χαραγή κατάλληλων διαστάσεων.

Προς αποφυγή δημιουργίας σχισμών επί των πλευρών της χαραγής ή ολισθήσεως του εδάφους, επιτρέπονται μέχρι έξη (6) τέτοιοι χειρισμοί. Το βάθος της χαραγής πρέπει να αυξάνει με κάθε χειρισμό, στο τέλος δε πρέπει να φαίνεται ο πυθμένας του κυπέλλου.

Με περιστροφή του στροφάλου P (σχ. 1) με ταχύτητα δύο στροφών ανά δευτερόλεπτο, ανυψώνεται και πέφτει το κύπελλο με το παρασκεύασμα, μέχρις ότου οι δύο πλευρές του δείγματος ενωθούν στον πυθμένα της χαραγής και σε μήκος 12,7 mm περίπου. Αναγράφεται ο αριθμός των κτύπων που χρειάστηκαν για να κλείσει έτσι η χαραγή. Όταν περιστρέφεται ο στρόφιλος η συσκευή πρέπει να κρατιέται με το άλλο χέρι.

Τμήμα εδάφους, ίσο περίπου με το πλάτος της σπαθίδος εκτεινόμενο από άκρο σε άκρο του πλακούντος του εδάφους, κάθετα προς την χαραγή και περιλαμβάνοντας το μέρος της χαραγής που ενώθηκε το έδαφος, τοποθετείται σε κατάλληλο γυάλινο υποδοχέα ζυγίζεται και ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε κλίβανο θερμοκρασίας 110°C και ζυγίζεται πάλι. Καταγράφεται το ξηρό βάρος ως επίσης και το νερό που έχασε κατά την ξήρανση.

Η πιο πάνω διαδικασία, επαναλαμβάνεται σε δύο τουλάχιστον επί πλέον τμήματα του δείγματος, στα οποία έχει προστεθεί αρκετό νερό για να γίνει το δείγμα περισσότερο ρευστό.

Ο σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι η επίτευξη δειγμάτων τέτοιας συστάσεως ώστε να γίνεται τουλάχιστον ένας προσδιορισμός σε κάθε μια από τις ακόλουθες τρεις περιοχές κτύπων: 25-35, 20-30, 15-25.

Τήρηση στοιχείων

Η περιεκτικότητα σε νερό βρίσκεται όπως αναφέρεται στην προδιαγραφή προσδιορισμού φυσικής υγρασίας του εδάφους. Στη συνέχεια επί ημιλογαριθμικού διαγράμματος σχηματίζεται η καμπύλη ροής, που παριστά την σχέση μεταξύ περιεχόμενης υγρασίας και αντίστοιχου αριθμού κτύπων, με τα ποσοστά υγρασίας σαν τετμημένες στην γραμμική κλίμακα και των αριθμών κτύπων ως τεταγμένες, στην λογαριθμική κλίμακα. Η καμπύλη ροής θα σχεδιάζεται ως ευθεία γραμμή όσον δυνατόν πλησιέστερα προς τα τρία αποτυπωθέντα σημεία. Το ποσοστό υγρασίας που αντιστοιχεί στην καμπύλη ροής με την τεταγμένη των 25 κτύπων λαμβάνεται σαν όριο υδαρότητας.

Μηχανική μέθοδος (εναλλακτική)

Το δείγμα και ο τρόπος εργασίας είναι ίδιος με την προηγούμενη μέθοδο εκτός του ότι το υγρό δείγμα που παίρνουμε για ζύγιση πρέπει να λαμβάνεται μόνο από μία αποδεκτή δοκιμή.

Για ακρίβεια ίση μ' αυτή που έχουμε με την μέθοδο των τριών σημείων, ο αποδεκτός αριθμός κτύπων για κλείσιμο χαραγής πρέπει να περιορίζεται μεταξύ 20 και 30 κτύπων.

Κατά την εκτέλεση δοκιμών ελέγχου, πρέπει να χρησιμοποιείται η Μηχανική μέθοδος τριών σημείων.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Το όριο υδαρότητας αναφέρεται σε ακέραιες μονάδες (στρογγυλεμένο στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό). Για υλικά με δείκτη πλαστικότητας μικρότερο του 10 το όριο υδαρότητας εκφράζεται με ακρίβεια 0.1.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Ε 105-86 παραγρ.6

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το όριο πλαστικότητας εδάφους αντιστοιχεί, εξ ορισμού, στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας, στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεά κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3mm χωρίς ο ραβδίσκος να θραύεται.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός θα αποτελείται:

- Ø Κάψα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120mm.
- Ø Σπαθίδα ή σπάτουλα με λεπίδα μήκους 80mm περίπου και πλάτους 20mm περίπου.
- Ø Επιφάνεια για την κυλίνδρωση: Γυάλινη πλάκα συμυριδωμένη ή κομμάτι ομαλού και αστίλβωτου χαρτιού για κυλίνδρωση του δείγματος.
- Ø Υποδοχείς. Κατάλληλοι υποδοχείς, για την πρόληψη απώλειας υγρασίας κατά την διάρκεια της ζυγίσεως.
- Ø Κλίβανος θερμοκρασίας 110°C
- Ø Ζυγός ευαισθησίας 0,001 gr

ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Λαμβάνεται ποσότητα εδάφους περίπου 20g από μέρος του υλικού που έχει αναμιχθεί καλά, του διερχομένου από το κόσκινο Νο 40 (425 μικρά).

Τοποθετείται το έδαφος, που έχει ξηρανθεί στον αέρα, μέσα σε κάψα από πορσελάνη και αναμιγνύεται καλά με απεσταγμένο νερό μέχρι που η μάζα καταστεί αρκετά πλαστική ώστε να μορφώνεται εύκολα σε βόλο. Σαν δείγμα δοκιμής λαμβάνεται μέρος του βόλου αυτού βάρους 8g περίπου.

Συμπιέζεται και μορφώνεται το δείγμα δοκιμής των 8g σε μάζα ελλειψοειδούς σχήματος. Η μάζα αυτή κυλινδρώνεται μεταξύ των δακτύλων και της σφυριδωμένης γυάλινης πλάκας ή του κομματιού χαρτιού που βρίσκεται πάνω σε ομαλή οριζόντια επιφάνεια, με την ακριβώς απαιτούμενη πίεση ώστε να κυλινδρωθεί η μάζα σε ραβδίσκο ομοιόμορφης διαμέτρου σε όλο το μήκος του. Ο αριθμός κυλίνδρωσης πρέπει να είναι μεταξύ 80-90 κινήσεων ανά λεπτό, υπολογιζόμενης της κίνησης σαν μία πλήρη κίνηση του χεριού προς τα εμπρός και προς τα πίσω στη θέση εκκινήσεως.

Όταν η διάμετρος του ραβδίσκου καταστεί 3mm ο ραβδίσκος θραύεται ξανά σε έξη ή οκτώ τεμάχια. Συμπιέζονται τα τεμάχια μαζί μεταξύ των αντιχείρων και των δακτύλων και των δύο χεριών προς ομοιόμορφη μάζα, χονδρικά ελλειψοειδούς σχήματος και επαναλαμβάνεται η κυλίνδρωση. Η εναλλαγή συνεχίζεται με κυλίνδρωση σε ραβδίσκο διαμέτρου 3mm με συλλογή (συνένωση), με αναζύμωση και επανακυλίνδρωση, μέχρι που ο ραβδίσκος θρυμματισθεί με την απαιτούμενη για την κυλίνδρωση πίεση και το έδαφος δεν μπορεί πλέον να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο. Ο θρυμματισμός μπορεί να επέλθει όταν ο ραβδίσκος έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 3mm. Αυτό πρέπει να θεωρηθεί ικανοποιητικό σημείο περατώσεως, με τον όρο ότι το έδαφος κυλινδρώθηκε προηγουμένως σε ραβδίσκο διαμέτρου 3mm.

Συγκεντρώνονται μαζί τα μέρη του θραυσθέντος εδάφους και τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλο προζυγισμένο υποδοχέα. Ο υποδοχέας με το έδαφος ζυγίζεται και καταγράφεται το βάρος. Το έδαφος

που είναι μέσα στον υποδοχέα, ξηραίνεται σε κλίβανο μέχρι σταθερού βάρους, σε θερμοκρασία 110°C και ζυγίζεται. Το βάρος αυτό καταγράφεται. Η απώλεια βάρους αναφέρεται στο βάρος ύδατος.

Ο προσδιορισμός του ορίου υδαρότητας προκύπτει σαν ο μέσος όρος τριών (3) δοκιμών.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Το όριο πλαστικότητας υπολογίζεται σαν το ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νερού, κατά βάρος, που περιέχεται στους ραβδίσκους των 3mm που ξηράνθηκαν στον κλίβανο μέχρι σταθερού βάρους, ως εξής:

Όριο πλαστικότητας = Βάρος Νερού/Βάρος εδάφους που ξηράνθηκε στον κλίβανο x100

Ο δείκτης πλαστικότητας εδάφους υπολογίζεται σαν η διαφορά μεταξύ του ορίου υδαρότητας και του ορίου πλαστικότητας, ως εξής:

Δείκτης πλαστικότητας = Όριο Υδαρότητας.— Όριο Πλαστικότητας

Η διαφορά που αναγράφεται από τον υπολογισμό της παραγρ. 4.2. αναφέρεται ως «δείκτης πλαστικότητας», με εξαίρεση τις εξής περιπτώσεις:

Όταν το όριο υδαρότητας ή το όριο πλαστικότητας δεν μπορούν να προσδιοριστούν, αναφέρεται ο δείκτης πλαστικότητας σαν NP (μη πλαστικό).

Όταν το έδαφος είναι εξαιρετικά αμμώδες, η δοκιμή για το όριο πλαστικότητας πρέπει να εκτελείται πριν από το όριο υδαρότητας. Αν το όριο πλαστικότητας δεν μπορεί να προσδιοριστεί, αναφέρονται και το όριο υδαρότητας και το όριο πλαστικότητας σαν NP (μη πλαστικό).

Όταν το όριο πλαστικότητας είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το όριο υδαρότητας, αναφέρεται ο δείκτης πλαστικότητας σαν NP. Το όριο πλαστικότητας και ο δείκτης πλαστικότητας εκφράζονται στρογγυλεμένοι στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό. Για υλικά με δείκτη πλαστικότητας μικρότερο του 10 εκφράζονται με ακρίβεια 0.1.

**ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ
ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΚΑΙ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΩΝ
ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (ΞΗΡΗ ΜΕΘΟΔΟΣ) Ε 105-86 παραγρ. 7**

Σκοπός

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την διαδικασία για τον προσδιορισμό της κατανομής των διαφόρων μεγεθών κόκκων σε λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα αδρανή υλικά, με τη χρησιμοποίηση κοσκίνων τετραγωνικών οπών. Επίσης η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη και για τη χρησιμοποίηση Εργαστηριακών κόσκινων κυκλικών οπών. Η μέθοδος αυτή, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών, που ανακτήθηκαν από ασφαλικά μίγματα ή για την κοκκομετρική ανάλυση ορυκτής παιπάλης.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω:

- Ø Ζυγός. Ο ζυγός πρέπει να είναι ακρίβειας 0.1% του βάρους του δείγματος που εξετάζεται.
- Ø Κόσκινα. Τα πλέγματα των κόσκινων τετραγωνικών οπών πρέπει να είναι προσαρμοσμένα σε στερεά πλαίσια κατασκευασμένα κατά τρόπο, που να αποφεύγεται η απώλεια υλικού κατά το κοσκίνισμα. Πρέπει επίσης να εκλέγονται κόσκινα κατάλληλων διαστάσεων, για την παροχή των πληροφοριών που απαιτούνται από τις προδιαγραφές που αναφέρονται στο υλικό που εξετάζεται. Τα κόσκινα με συρμάτινο πλέγμα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις Πρότυπες Προδιαγραφές κόσκινων για δοκιμές (Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο. Μ-92).

Σημείωση: Αν χρησιμοποιούνται κόσκινα κυκλικών οπών από διάτρητα ελάσματα, τα ανοίγματα πρέπει να συμφωνούν με τις διαστάσεις που εφαρμόζονται και τις ανοχές που περιγράφονται στις Πρότυπες Προδιαγραφές κόσκινων για δοκιμές (A.A.S.H.T.O. L.-92).

Ø Κλίβανος. Ο κλίβανος πρέπει να είναι ικανός να διατηρεί σταθερή θερμοκρασία 110°C

Δείγματα

Τα δείγματα για κοκκομετρική ανάλυση πρέπει να παίρνονται από τα προς εξέταση υλικά με τη χρησιμοποίηση συσκευής διαχωρισμού δειγμάτων ή με τη μέθοδο του τετραμερισμού. Λεπτόκοκκο αδρανές υλικό που παίρνεται σαν δείγμα με τη μέθοδο του τετραμερισμού, πρέπει να αναμιγνύεται καλά και να είναι ελαφρώς υγρό. Το δείγμα που εξετάζεται πρέπει να έχει κατά προσέγγιση το επιθυμητό βάρος και να είναι το τελικό αποτέλεσμα εφαρμογής της μεθόδου της δειγματοληψίας. Η εκλογή δειγμάτων με βάρος που να καθορίζεται με ακρίβεια από προηγούμενα, πρέπει να αποφεύγεται.

Τα δείγματα λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού, για κοκκομετρική ανάλυση, πρέπει μετά την ξήρανση να έχουν κατά προσέγγιση τα βάρη που αναφέρονται πιο κάτω.

Υλικό με κατ' ελάχιστο 95% διερχόμενο του κοσκίνου Νο8 (2380 μ.): 500g.

Υλικό με κατ' ελάχιστο 90% διερχόμενο του κοσκίνου Νο4 (4760 μ.) και περισσότερο του 5% συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 8: 500g.

Τα δείγματα χονδρόκοκκου αδρανούς υλικού για κοκκομετρική ανάλυση

Ονομαστικό Μέγιστο Μέγεθος Κόκκου σε cm	Ελάχιστο Βάρος Δείγματος σε gr (I)
0,965	1.000
1,270	2.500
1,930	5.000
2,540	10.000
3,810	15.000
5,080	20.000
6,350	25.000
7,620	30.000
8,890	35.000

(I): Για δείγματα που ζυγίζουν 5000 g ή περισσότερο, συνιστάται η χρησιμοποίηση κόσκινων που έχουν διάμετρο πλαισίου (περίπου 40 cm) ή μεγαλύτερη.

πρέπει να έχουν βάρος, μετά την ξήρανση, όχι μικρότερο από:

Στην περίπτωση μιγμάτων λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων αδρανών, το υλικό πρέπει να διαχωρίζεται με το κόσκινο No 4 (4760 μ.) σε δύο μεγέθη και τα δείγματα λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων αδρανών υλικών πρέπει να προετοιμάζονται σύμφωνα με τις παραγράφους 3.2 και 3.3.

Στην περίπτωση λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού, το υλικό που είναι λεπτότερο του κόσκινου No 200 (74 μ.) πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με τη Πρότυπη Μέθοδο Προσδιορισμού της Ποσότητας Υλικού Λεπτότερου του Κοσκινού No 200 σε Αδρανή Υλικά και η κοκκομετρική ανάλυση πρέπει να εκτελείται στο υλικό που είναι χονδρότερο του κοσκινού No 200 (74 μ.).

Προετοιμασία του δείγματος

Τα δείγματα πρέπει κατ' αρχήν να εξετάζονται σύμφωνα με την Πρότυπη Μέθοδο Προσδιορισμού υλικού λεπτότερου του Κόσκινου Νο 200 στα Αδρανή με πλύση. Η διαδικασία αυτή μπορεί να παραληφθεί με την προϋπόθεση ότι δεν απαιτείται η συνολική ποσότητα του υλικού του λεπτότερου του κοσκινού Νο 200, και ότι οι απαιτήσεις ακριβείας της κοκκομετρικής αναλύσεως δεν απαιτούν πλύση των κόκκων. Όλα τα δείγματα πρέπει να ξηραίνονται ουσιαστικά, μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία που να μην υπερβαίνει τους 110°C.

Τρόπος εργασίας

Το δείγμα πρέπει να διαχωρίζεται σε σειρά μεγεθών με τη χρησιμοποίηση εκείνων των κόσκινων τα οποία είναι αναγκαία για να διαπιστωθεί κατά πόσο το υλικό που εξετάζεται είναι μέσα στις Προδιαγραφές. Το κοσκίνισμα πρέπει να γίνεται με πλευρικές και κατακόρυφες κινήσεις του κοσκίνου, και να συνοδεύεται από τραντάγματα, ώστε το δείγμα να είναι σε συνεχή κίνηση, πάνω στην επιφάνεια του κοσκίνου.

Σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται τεμάχια του δείγματος να περιστρέφονται ή να πιέζονται στο κόσκινο με τα χέρια.

Το βάρος κάθε κλάσματος πρέπει να προσδιορίζεται με ζυγό σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παραγράφου 2.1. Αν ζητείται η ολική ποσότητα του υλικού του λεπτότερου του κοσκινού Νο200, αυτή πρέπει να προσδιορίζεται και με την πρόσθεση του βάρους του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο Νο 200, κατά το ξηρό κοσκίνισμα στο ποσοστό που διέρχεται με την πλύση όπως προσδιορίζεται με την υγρά μέθοδο.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης πρέπει να αναφέρονται ως εξής: (α) με τα ολικά % ποσοστά που διέρχονται από κάθε κόσκινο, ή (β) με τα ολικά % ποσοστά που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο, ή (γ) με τα % ποσοστά που συγκρατούνται μεταξύ των διαδοχικών κοσκίνων, ανάλογα με τον τύπο των προδιαγραφών για τη χρησιμοποίηση του υλικού που εξετάζεται. Τα ποσοστά πρέπει να αναφέρονται στρογγυλεμένα με τον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό, με εξαίρεση το ποσοστό που διέρχεται από το κόσκινο No 200, το οποίο πρέπει να αναφέρεται με προσέγγιση 0,1%. Τα ποσοστά πρέπει να υπολογίζονται με βάση το ολικό βάρος του δείγματος, συμπεριλαμβανομένου και του υλικού του λεπτότερου του κόσκινου No 200.

**ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ
ΛΕΠΤΟΤΕΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΚΙΝΟΥ Νο 200 ΣΕ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ Ε
105-86 Παραγρ.8**

Σκοπός

Η μέθοδος αυτή περιγράφει την διαδικασία προσδιορισμού της ολικής ποσότητας υλικού λεπτότερου του προτύπου κοσκίνου Νο 200 (74μ) σε αδρανή υλικά (Σημείωση Ι).

Σημείωση Ι. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ολική ποσότητα του υλικού λεπτότερου του κοσκινού Νο 200 μπορεί να μην προσδιορισθεί με τη διαδικασία αυτή. Τέτοιος προσδιορισμός μπορεί να εκτελεσθεί με το συνδυασμό υγρού και ξηρού κοσκινίσματος.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω:

- Ø Κόσκινα. Συνδυασμός δύο κόσκινων, εκ των οποίων το κατώτερο είναι το κόσκινο Νο 200 (74 μ.) και το ανώτερο το κόσκινο Νο 16 (1180 μ.) ή παραπλήσιο και τα δύο πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Πρότυπης Προδιαγραφής κοσκίνων για δοκιμές (Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο. Μ-92).
- Ø Υποδοχέας. Υποδοχέας ικανού μεγέθους, ώστε να χωράει το δείγμα βυθισμένο όλο μέσα στο νερό και να επιτρέπει δυνατή ανατάραξη χωρίς απώλειες από απροσεξία.
- Ø Ζυγός. Ο ζυγός πρέπει να είναι ευαισθησίας μέχρι 0,1% του βάρους του δείγματος που εξετάζεται.

Ø Κλίβανος. Ο κλίβανος πρέπει να είναι ικανός να διατηρεί θερμοκρασία σταθερή 110°C.

Δείγμα Δοκιμής

Το δείγμα της δοκιμής πρέπει να προέρχεται από υλικό που αναμίχθηκε καλά και το οποίο περιέχει αρκετή υγρασία, ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός. Πρέπει να λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα, αρκετό για να δώσει ξηρό βάρος υλικού όχι λιγότερο εκείνου που απαιτείται για τη δοκιμή, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Ονομαστικό Μέγιστο Μέγεθος κοσκινού	Κατά προσέγγιση ελάχιστο βάρος δείγματος σε Kg
No 4 (4,75 mm)	0,5
9,5 mm	1,0
19,0 mm	2,5
37,5 mm	5,0
ή μεγαλύτερο	

Τρόπος εργασίας

Το δείγμα για τη δοκιμή ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους, σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 110°C, και ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1%.

Το δείγμα της δοκιμής μετά την ξήρανση και τη ζύγιση, τοποθετείται μέσα στον υποδοχέα και καλύπτεται με αρκετό νερό, ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης διαχωρισμός του υλικού του λεπτότερου του κοσκινού No 200, από τα χονδρότερα τεμάχια.

Το περιεχόμενο του υποδοχέα αναταράσσεται ισχυρά και το νερό πλύσεως χύνεται αμέσως μέσα στα συνδυασμένα δύο κόσκινα, διευθετημένα με το χονδρότερο κόσκινο επάνω. Η χρησιμοποίηση κουτάλας για την ανατάραξη του υλικού μέσα στο νερό πλύσεως αποδείχθηκε ικανοποιητική.

Η ανατάραξη πρέπει να είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να επιτυγχάνεται ο πλήρης διαχωρισμός των κόκκων που διέρχονται από το κόσκινο Νο 200 (74 μ.) από τους χονδρότερους και να προκαλεί αιώρηση του λεπτού υλικού, για να απομακρύνεται με στράγγιση του νερού πλύσεως. Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται όσο απαιτείται, ώστε το νερό πλύσεως να γίνει διαυγές.

Όλο το υλικό που συγκρατήθηκε στα κόσκινα επαναφέρεται στο δείγμα που πλύθηκε. Το πλυμένο αδρανές υλικό ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους, σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 110°C και ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1%.

Υπολογισμοί

Τα αποτελέσματα υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

Ποσοστό υλικού λεπτότερου του κόσκινου

$$\text{No 200} = \left[\frac{\text{Αρχικό Ξηρό Βάρος} - (\text{ξηρό βάρος με πλύση})}{\text{Αρχικό Ξηρό Βάρος}} \right] \times 100$$

Προσδιορισμοί επαληθεύσεως

Όταν είναι επιθυμητή η εκτέλεση Προσδιορισμού επαληθεύσεως, το νερό πλύσεως, είτε εξατμίζεται μέχρι ξηρού είτε διηθείται σε προζυγισμένο διηθητικό χαρτί το οποίο στη συνέχεια ξηραίνεται, το υπόλειμμα ζυγίζεται, και το % ποσοστό υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Ξηρό Βάρος υπολείμματος} / \text{Ξηρό Βάρος αρχικού δείγματος} \times 100$$

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΧΕΣΕΩΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ - ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΠΑΝΟΥ ΒΑΡΟΥΣ 2,5Kg ΚΑΙ ΥΨΟΥΣ ΠΤΩΣΕΩΣ 305mm (PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ) Ε 105-86 Παραγρ. 10

Εισαγωγή

Οι δοκιμές αυτές έχουν σαν σκοπό τον προσδιορισμό της σχέσεως μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της πυκνότητας των εδαφών με συμπίκνωση αυτών μέσα σε τύπο ορισμένου μεγέθους με κόπανο βάρους 2,49 kg που πέφτει από ύψος 304,8mm.

Προβλέπονται τέσσερις διαφορετικές διαδικασίες, οι ακόλουθες:

ΜΕΘΟΔΟΣ Α. Τύπος διαμέτρου 101,6mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο Νο 4. (4,75mm)

ΜΕΘΟΔΟΣ Β. Τύπος διαμέτρου 152,4mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο Νο 4. (4,75mm)

ΜΕΘΟΔΟΣ Γ. Τύπος διαμέτρου 101,6mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο (19,0mm)

ΜΕΘΟΔΟΣ Δ. Τύπος διαμέτρου 152,4mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο (19,0mm).

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος θα πρέπει να καθορίζεται στις προδιαγραφές για το προς δοκιμή υλικό. Αν δεν προδιαγράφεται μέθοδος θα εφαρμόζεται η μέθοδος Α.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Ø Οι τύποι θα είναι κυλινδρικού σχήματος, κατασκευασμένοι από μέταλλο και θα έχουν χωρητικότητα και διαστάσεις που δίνονται

παρακάτω. Αυτοί θα έχουν ένα πρόσθετο δακτύλιο ύψους περίπου 60,3mm. Ο τύπος και ο πρόσθετος δακτύλιος μαζί θα είναι έτσι κατασκευασμένοι, ώστε να μπορούν να συνδέονται σταθερά με την ανεξάρτητη πλάκα βάσεως. Η χωρητικότητα και οι διαστάσεις των τύπων θα είναι οι ακόλουθες:

A) Τύπος με χωρητικότητα: $(943\pm 8)\times 103\text{ mm}^3$

Εσωτερικής διαμέτρου: $101,6\pm 0,406\text{ mm}$ και ύψους: $116,4\pm 0,127\text{ mm}$

B) Τύπος με χωρητικότητα: $(2124\pm 21)\times 103\text{ mm}^3$

Εσωτερικής διαμέτρου: $152,4\pm 0,66\text{ mm}$ και ύψους: $116,4\pm 0,127\text{ mm}$

- Ø Κόπανος. Ένας μεταλλικός κόπανος με κυκλική διατομή διαμέτρου $50,8\pm 0,127\text{ mm}$ και βάρους $2,49\pm 0,01\text{ kg}$. Ο κόπανος θα είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο οδηγό (διάταξη) για τον έλεγχο του ύψους πτώσεως, ώστε να πέφτει ελεύθερα από ύψος $304,8 \pm 1,524\text{ mm}$ από τη στάθμη του εδαφικού δοκιμίου.
- Ø Εξολκέας δείγματος (προαιρετικά): Μία κατάλληλη συσκευή για την εξαγωγή των συμπυκνωθέντων δοκιμίων από τον τύπο.
- Ø Ζυγοί: Ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 10kg και ακριβείας ως 5g και ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 1g και ακριβείας ως 0,1g.
- Ø Κλίβανος ξηράνσεως: Ένας θερμοστατικά ελεγχόμενος κλίβανος ξηράνσεως ικανός για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε $110\pm 5^\circ\text{C}$ για την ξήρανση υγρών δειγμάτων.
- Ø Κανόνας: Ένας χαλύβδινος κανόνας μήκους περίπου 300 mm που έχει τη μια πλευρά λοξά κομμένη.
- Ø Κόσκινα: Κόσκινα 50 mm, 19 mm και No 4. (4.75 mm).

- Ø Εργαλεία αναμίξεως. Διάφορα εργαλεία όπως λεκάνη αναμίξεως, κουτάλα, μυστρί, σπάτουλα κλπ., η κατάλληλη μηχανική συσκευή για την καλή ανάμιξη του δείγματος του εδάφους με τα προστιθέμενα ποσοστά του ύδατος.

Περιγραφή εργασίας

Α' Μέθοδος

Εάν το δείγμα του εδάφους, όταν λαμβάνεται από το έργο, είναι υγρό, ξηραίνεται μέχρι που να γίνει εύθρυπτο. Η ξήρανση μπορεί να γίνει με τον αέρα ή μέσα σε συσκευή ξηράνσεως τέτοια ώστε η θερμοκρασία του δείγματος να μην υπερβαίνει τους 60°C. Μετά θραύονται καλά τα συσσωματώματα με τρόπο που επιτρέπει να αποφευχθεί η ελάττωση του φυσικού μεγέθους (θραύση) των κόκκων.

Κοσκινίζεται επαρκής ποσότητα αντιπροσωπευτικού κοινοποιηθέντος εδάφους με το κόσκινο Νο 4. Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό που συγκρατήθηκε στο κόσκινο Νο 4, αν υπάρχει.

Σημείωση 1: Σε περίπτωση που το ποσοστό του υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο Νο 4 είναι μεγαλύτερο από 7% τότε, συνίσταται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Γ.

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους περίπου 3kg ή και περισσότερο, από το έδαφος που παρασκευάστηκε.

Το αντιπροσωπευτικό δείγμα που πάρθηκε αναμιγνύεται καλά με επαρκή ποσότητα νερού, για να υγρανθεί, κατά 4 περίπου μονάδες, (επί τοις % του βάρους), κάτω από τη βέλτιστη υγρασία.

Σχηματίζεται ένα δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους μέσα στον τύπο των 101,6 mm (με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο), σε τρεις ίσες στρώσεις για την παρασκευή ενός υλικού

συμπυκνωμένου βάθους περίπου 127 mm. Συμπυκνώνεται κάθε στρώση με 25 ομοιόμορφα διανεμημένους κτύπους με τον κόπανο. (Κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης, ο τύπος θα πρέπει να στηρίζεται σε σταθερό βάθρο). Μετά τη συμπύκνωση, απομακρύνεται από τον τύπο ο δακτύλιος, περικόπτεται με τον κανόνα με προσοχή το συμπυκνωμένο έδαφος μέχρι τα χείλη του τύπου και ζυγίζεται. Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπυκνωμένου δοκιμίου μαζί με τον τύπο, μείον το βάρος του τύπου, (σε kg), επί 1059. Αναφέρεται το αποτέλεσμα ως το υγρό φαινόμενο βάρος συμπυκνωμένου εδάφους σε kg/ m³.

Εξάγεται το δοκίμιο από τον τύπο και αποκόπτεται κάθετα με ένα επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο του. Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα του υλικού από μία από τις δύο επιφάνειες της τομής. Ζυγίζεται αμέσως και ξηραίνεται μέσα σε κλίβανο σε θερμοκρασία $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ επί δώδεκα τουλάχιστον ώρες ή μέχρι σταθερού βάρους για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας. Το βάρος του υγρού δείγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 100g.

Το υπόλοιπο υλικό θραύεται τελείως μέχρι που να διέρχεται αυτό από το κόσκινο No 4. Προστίθεται νερό σε επαρκή ποσότητα ώστε να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος του εδάφους κατά μία ή δύο μονάδες επί τοις % και επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για κάθε νέα αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας. Συνεχίζεται η σειρά αυτή των προσδιορισμών μέχρι που να ελαττωθεί ή δεν μεταβληθεί το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωθέντος εδάφους.

Στις περιπτώσεις που το εδαφικό υλικό είναι εύθραυστο και θα ελαττωθεί σημαντικά το μέγεθος των κόκκων λόγω των επαναλαμβανόμενων συμπυκνώσεων και στις περιπτώσεις όπου το έδαφος είναι αργιλώδες υλικό, εντός του οποίου είναι δύσκολο να ενσωματωθεί το νερό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ξεχωριστό και νέο δείγμα για κάθε δοκιμή συμπύκνωσης. Στις περιπτώσεις αυτές,

ξεχωριστά δείγματα αναμιγνύονται καλά με επαρκή ποσά νερού, για να προσδώσουν περιεχόμενες υγρασίες στα δείγματα, που διαφέρουν κατά περίπου 2 μονάδες επί τοις %.

B' Μέθοδος

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα σύμφωνα προς τα ανωτέρω με τη διαφορά, ότι αυτό θα πρέπει να έχει βάρος περίπου 7kg.

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως περιγράφηκε για την Α' Μέθοδο εκτός από τα ακόλουθα: σχηματίζεται δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους στον τύπο των 152,4 mm σε 3 ίσες στρώσεις για απόκτηση ενός υλικού συμπυκνωθέντος βάθους περίπου 127 mm, με κάθε στρώση να συμπυκνώνεται, με 56 ομοιόμορφες διανεμημένες κρούσεις με τον κόπανο. Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπυκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο, μείον το βάρος του τύπου, (σε kg) επί 471. Αναφέρεται το αποτέλεσμα ως το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωμένου εδάφους, σε kg/ m³.

Σημείωση 2: Σε περίπτωση που ποσοστό μεγαλύτερο από 7% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο Νο 4. τότε συνίσταται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Δ'.

Γ' Μέθοδος

Εάν το δείγμα του εδάφους είναι υγρό, ξηραίνεται όπως στην Α' Μέθοδο. Κοσκινίζεται μια επαρκής ποσότητα αντιπροσωπευτικού κονιοποιημένου εδάφους με το κόσκινο (19,0 mm). Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό, το συγκρατημένο στο κόσκινο (19,0 mm), αν υπάρχει.

Σημείωση 3: Σε περίπτωση που περισσότερο από 10% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο (19,0 mm), τότε είναι σκόπιμο να διατηρηθεί

το ίδιο ποσοστό % χονδρόκοκκου υλικού, (διερχόμενου από το κόσκινο (50 mm) και συγκροτούμενο στο κόσκινο Νο 4), στο δείγμα υγρασίας - πυκνότητας όπως στο αρχικά ληφθέν από το έργο δείγμα. Το υλικό το συγκροτούμενο στο κόσκινο (19,0mm) θα πρέπει να αντικατασταθεί με τον ακόλουθο τρόπο: κοσκινίζεται επαρκής ποσότητα από το αντιπροσωπευτικό κονιοποιημένο έδαφος με τα κόσκινα (50 mm) και (19,0 mm). Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό που συγκρατείται στο κόσκινο (50 mm). Ζυγίζεται το υλικό το διερχόμενο από το κόσκινο (50 mm) και συγκροτούμενο στο κόσκινο (19,0 mm) και αντικαθίσταται αυτό με ένα ίσου βάρους υλικό διερχόμενο από το κόσκινο (19,0 mm) και συγκροτούμενο στο κόσκινο Νο 4. Το προς αντικατάσταση υλικό λαμβάνεται από το εναπομείναν μέρος του δείγματος.

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους περίπου 5,5kg περισσότερο, από το έδαφος που παρασκευάσθηκε όπως περιγράφεται πιο πάνω.

Το αντιπροσωπευτικό δείγμα που έχει ληφθεί, αναμιγνύεται καλά με αρκετό νερό για να υγρανθεί κατά 4 περίπου μονάδες, (επί τοις % του βάρους), κάτω από την βέλτιστη υγρασία.

Σχηματίζεται ένα δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους, μέσα στον τύπο των 101,6 mm, (με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο), σε τρεις στρώσεις ίσες για την παρασκευή ενός υλικού συμπυκνωμένου βάθους περίπου 127 mm. Συμπυκνώνεται κάθε στρώση με 25 ομοιόμορφα διανεμημένους κτύπους με τον κόπανο. Κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης ο τύπος θα πρέπει να στηρίζεται σε σταθερό βάθρο. Μετά τη συμπύκνωση, απομακρύνεται από τον τύπο ο δακτύλιος και περικόπτεται με τον κανόνα με προσοχή το συμπυκνωμένο έδαφος, μέχρι τα χείλια του τύπου. Οι σχηματιζόμενες οπές στην επιφάνεια λόγω της απομάκρυνσης χονδρών κόκκων, συμπληρώνονται με λεπτότερο υλικό. Ζυγίζεται ο τύπος με το υγρό έδαφος. Πολλαπλασιάζεται το βάρος

του συμπυκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου (σε kg επί 1059 και αναφέρεται το αποτέλεσμα ως το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωμένου εδάφους σε kg/ m³.

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως περιγράφεται για την Α' Μέθοδο.

Δ' Μέθοδος

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα, όπου θα πρέπει να ζυγίζει περίπου 11,5kg

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία που περιγράφεται για τη Γ' Μέθοδο εκτός από τα ακόλουθα: σχηματίζεται δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασμένου εδάφους στον τύπο των 152,4 mm, (με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο), σε 3 ίσες στρώσεις προς απόκτηση ενός υλικού συμπυκνωμένου βάρους περίπου 127mm, κάθε στρώσης συμπυκνωμένης για 56 ομοιόμορφα διανεμημένων κρούσεων με τον κόπανο. Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπυκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου, (σε kg επί 471). Αναφέρεται το αποτέλεσμα σαν το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωμένου εδάφους, σε kg/ m³.

Σημείωση 4: Εάν παραπάνω από 30% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο (19,0 mm) τότε συνιστάται να μην ακολουθείται καμιά από τις παραπάνω μεθόδους, για τον προσδιορισμό της μέγιστης πυκνότητας και της βέλτιστης υγρασίας.

Υπολογισμοί — Τήρηση στοιχείων

Υπολογίζεται η περιεχόμενη υγρασία και το ξηρό βάρος του εδάφους, όπως αυτό συμπυκνώθηκε για κάθε δοκιμή με τον ακόλουθο τρόπο:

$$W=[(A-B)/(B-\Gamma)]x100$$

Και $\gamma_d = [(\gamma)/(W+100)] \times 100$

όπου:

w = % περιεχόμενη υγρασία στο δοκίμιο, βασιζόμενη στο βάρος εδάφους, που ξηράνθηκε σε κλίβανο.

A = Βάρος υποδοχέα και υγρού εδάφους.

B = Βάρος υποδοχέα και ξηρού εδάφους.

Γ = Βάρος υποδοχέα.

γ_d = Ξηρό φαινόμενο βάρος, σε kg/ m³ συμπυκνωμένου εδάφους και

γ = Υγρό φαινόμενο βάρος, σε kg/ m³ συμπυκνωμένου εδάφους.

Σχέση υγρασίας πυκνότητας

Οι υπολογισμοί θα γίνονται για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας και του ξηρού φαινόμενου βάρους που αντιστοιχεί σ' αυτήν, για κάθε ένα από τα συμπυκνωμένα δείγματα εδάφους. Τα ξηρά βάρη από κλίβανο ανά κυβικό μέτρο, (πυκνότητες), του εδάφους θα σημειώνονται σε σχετικό διάγραμμα, σαν τεταγμένες και οι αντίστοιχες περιεχόμενες υγρασίες, σαν τετμημένες

Βέλτιστη περιεχόμενη υγρασία

Όταν έχουν προσδιορισθεί και σχεδιαστεί, οι πυκνότητες και οι αντίστοιχες περιεχόμενες υγρασίες, παρατηρείται ότι, με σύνδεση των σχεδιασμένων σημείων με ομαλή γραμμή, σχηματίζεται μια καμπύλη.

Η περιεχόμενη υγρασία που αντιστοιχεί στο ανώτατο σημείο της καμπύλης ορίζεται σαν «βέλτιστη υγρασία» του εδάφους για την ανωτέρω συμπύκνωση.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Το δελτίο θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Τη χρησιμοποιηθείσα μέθοδο, (Μέθοδος Α, Β, Γ ή Δ).

Τη βέλτιστη περιεχόμενη υγρασία %.

Τη μέγιστη ξηρά πυκνότητα, kg/ m^3 με προσέγγιση χιλιοστού και στις Μεθόδους Γ και Δ, αν το επί του κόσκινου 19,0 mm συγκρατούμενο υλικό, απομακρύνθηκε ή αντικαταστάθηκε.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑΚΟΥ ΛΟΓΟΥ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ (CBR) ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ Ε 105-86 παραγρ.12

Σκοπός

Η Προδιαγραφή αυτή έχει σκοπό να περιγράψει τη μέθοδο προσδιορισμού της τιμής του Καλιφορνιακού Λόγου Φέρουσας Ικανότητας (C.B.R.) των εδαφών και των οδοστρωμάτων στη φυσική τους κατάσταση, χωρίς διατάραξη και με τη φυσική υγρασία.

Η δοκιμή είναι χρήσιμη για την εκτίμηση του υπεδάφους καθώς και των παλαιών βάσεων στις περιπτώσεις όπου χρειάζεται να ενισχυθούν.

Συσκευές

- Ø Μηκυσιόμετρα. Δύο μηκυσιόμετρα που έχει καθένα ικανότητα μετρήσεως μέχρι 2.54cm και ακρίβειας 0,02mm .
- Ø Βάρη επιφορτίσεως. Ένα δακτυλιοειδές μεταλλικό φορτίο με κυκλική οπή στο μέσο, διαμέτρου 54 mm και μερικά μεταλλικά φορτία με εγκοπή ή διαιρούμενα, όλα διαμέτρου 149,2 mm και βάρους $2,27 \pm 0,04$ kg το καθένα.
- Ø Έμβολο διεισδύσεως. Μεταλλικό έμβολο κυκλικής διατομής με διάμετρο 49,63 mm, εμβαδό διατομής 1935 mm και μήκος όχι λιγότερο από 102 mm.
- Ø Συσκευή φορτίσεως. Μία συσκευή θλίψεως που έχει την ικανότητα να εξασκεί φόρτιση ομοιόμορφα όταν το φορτίο αυξάνεται μέχρι 44,5 KN και με ταχύτητα φορτίσεως 1,3 mm ανά

min. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται για να εξαναγκάσει το έμβολο να διεισδύσει στο δοκίμιο. Η συσκευή φορτίσεως πρέπει να έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται κατάλληλα σε αυτοκίνητο ή πλατφόρμα.

- Ø Αντίβαρο. Φορητό αυτοκίνητο ή μικρή πλατφόρμα. Τα φορτία τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αντίβαρα για την επιβολή των φορτίων στο έμβολο διεισδύσεως.

Διείσδυση εμβόλου

Επιπεδώνεται η επιφάνεια στην οποία πρόκειται να γίνει η δοκιμή και φέρεται σε επαφή το έμβολο διεισδύσεως με την επιφάνεια, με φορτίο 4,54 kg, στη συνέχεια μηδενίζονται οι ενδείξεις των οργάνων μετρήσεως του φορτίου και των διεισδύσεων του εμβόλου.

Πριν από την διείσδυση του εμβόλου, τοποθετούνται πάνω στο έδαφος επαρκή δακτυλιοειδή βάρη για την πραγματοποίηση της φόρτισης ,τιμής ίσης προς το βάρος των στρώσεων υπόβασης, της βάσεως και της επιφάνειας κλίσεως ή τιμής ίσης προς το βάρος των υπερκείμενων γαιών πάνω από τη στάθμη της δοκιμής. Η διακύμανση του φορτίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,54 kg αλλά σε καμία περίπτωση αυτή η επιφόρτιση δεν θα είναι μικρότερη από 2,26 kg.

Εφαρμογή του φορτίου διεισδύσεως. Τα φορτία στο έμβολο εξασκούνται κατά τρόπο ομοιόμορφο ώστε να εξασφαλίζουν ομοιόμορφη ταχύτητα διείσδυσης 1,3mm/min

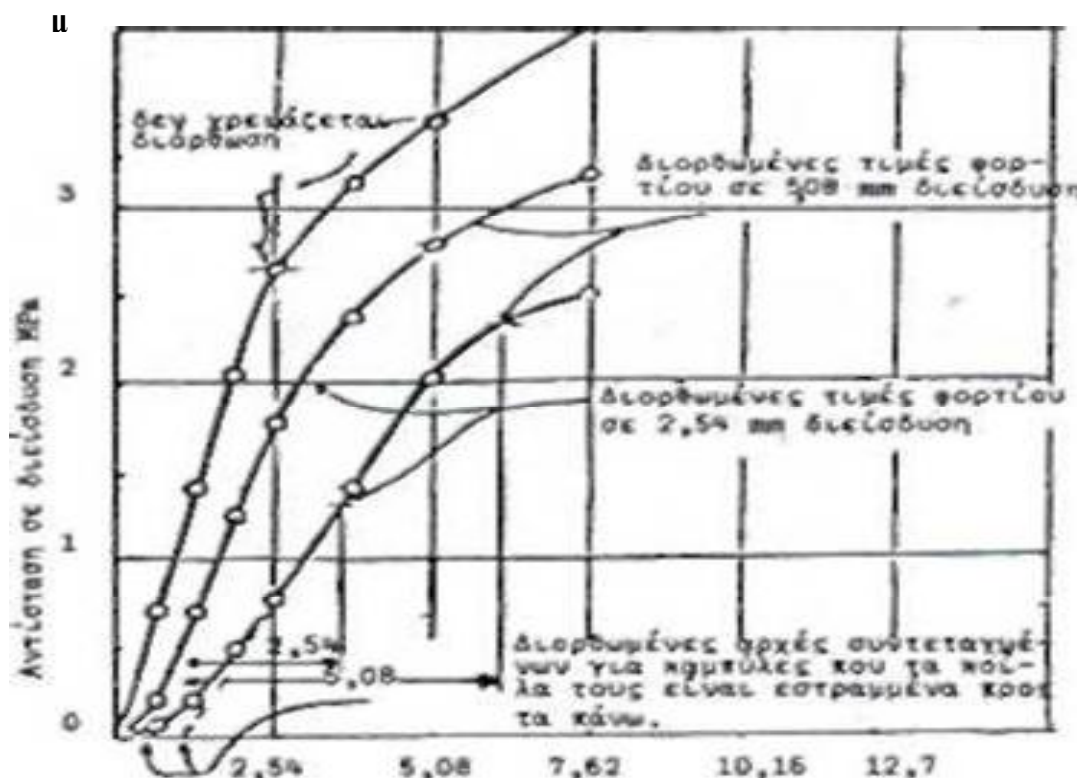
Καταγράφονται τα φορτία που αντιστοιχούν σε διείσδυση: 0.64 mm - 1.27 mm - 1,91 mm — 2,54 mm — 3,81 mm — 5,08 mm και 7,62 mm.

Αν είναι επιθυμητό μπορεί να ληφθούν αναγνώσεις για διείσδυση 10,16 mm και 12,70 mm.

Υπολογισμοί

Καμπύλη τάσεων παραμορφώσεων. Για κάθε δοκιμή σχεδιάζεται η καμπύλη τάσεων-παραμορφώσεων, (αντίσταση σε διείσδυση-βάθος διείσδυσης), όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η αρχική διείσδυση λαμβάνει χώρα χωρίς αναλογική αύξηση της αντίδρασης σε διείσδυση και η καμπύλη πιθανόν να είναι κοίλη προς τα πάνω. Για να λάβουμε την πραγματική σχέση τάσεων-παραμορφώσεων, διορθώνουμε την καμπύλη που έχει τα κοίλα στραμμένα προς τα πάνω και στο τμήμα της που είναι κοντά στην αρχή, αναπροσαρμόζοντας τη θέση της αρχής όπως φαίνεται στο σχήμα 1 που ακολουθεί.



Σχήμα 1. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ.

Η νέα θέση της αρχής καθορίζεται με προέκταση του ευθύγραμμου τμήματος της καμπύλης τάσεων-παραμορφώσεων μέχρι να τμήσει τον άξονα των τεταγμένων, (βλ. διακεκομμένη γραμμή).

Λόγος Καλιφορνιακού Δείκτη Φέρουσας Ικανότητας. Οι διορθωμένες τιμές φορτίου θα καθορισθούν για κάθε δοκιμή από τις διεισδύσεις 0.254 cm και 0.508 cm. Οι λόγοι του Καλιφορνιακού δείκτη φέρουσας ικανότητας λαμβάνονται σε ποσοστό %, με διαίρεση δια των προτύπων φορτίων 6,9 MPa και 10,35 MPa, των διορθωμένων τιμών φορτίων που αντιστοιχούν στις διεισδύσεις των 0.254 cm και 0.508 cm αντίστοιχα. Ο λόγος αυτός πρέπει να πολλαπλασιασθεί επί 100.

$C.B.R = (\text{Διορθωμένες τιμές φορτίου} / \text{Πρότυπο φορτίο}) \times 100$

Ως τιμή του Καλιφορνιακού Λόγου Φέρουσας Ικανότητας εκλέγεται η αντιστοιχούσα σε διείσδυση 0.254 cm. Εάν ο λόγος της φέρουσας ικανότητας που αντιστοιχεί σε διείσδυση 0.508 cm είναι μεγαλύτερος, η δοκιμή θα επαναληφθεί.

Εάν η δοκιμή επαληθεύσεως δώσει όμοια αποτελέσματα, θα χρησιμοποιηθεί ο λόγος που αντιστοιχεί σε διείσδυση 0.508 cm.

Μετά το τέλος της δοκιμής διείσδυσης προσδιορίζεται στη θέση της δοκιμής η ξηρά πυκνότητα του εδάφους και η φυσική του υγρασία.

Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Η έκθεση θα πρέπει να περιλαμβάνει την ξηρά πυκνότητα του εδάφους, τη φυσική του υγρασία καθώς και την τιμή του C.B.R.

ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ. Προσδιορισμός της αντίστασης σε φθορά (micro Deval) EN 1097.01 (12-07-1996)

Γενικά

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1097.01 εγκρίθηκε από την CEN στις 12-07-1996. Τα μέλη της CEN είναι αναγκασμένα να συμμορφωθούν με τους εσωτερικούς κανονισμούς , που ορίζουν τους όρους για τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τη θέση των εθνικών προτύπων χωρίς καμία αλλαγή.

Οι ενημερωμένοι κατάλογοι και οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με τα εν λόγω εθνικά πρότυπα μπορούν να ληφθούν από την κεντρική γραμματεία ή από οποιοδήποτε μέλος της CEN.

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα υπάρχουν σε τρεις επίσημες εκδόσεις (Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά).

Μια έκδοση σε οποιαδήποτε άλλη γλώσσα θα μεταφράζεται κάτω από την ευθύνη ενός μέλους CEN και θα δηλώνεται στην κεντρική γραμματεία ως επίσημη έκδοση .

Τα μέλη της CEN είναι οι εθνικοί φορείς τυποποίησης της Αυστρίας, του Βελγίου, της Δανίας, της Φιλανδίας, της Γαλλίας, της Γερμανίας, της Ελλάδας, της Ισλανδίας, της Ιρλανδίας , της Ιταλίας, του Λουξεμβούργου, της Ολλανδίας, της Νορβηγίας, της Πορτογαλίας, της Ισπανίας, της Σουηδίας, της Ελβετίας και του Ηνωμένου Βασιλείου.

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο συντάχθηκε από την Τεχνική Επιτροπή CEN / TC 154 ,για τα αδρανή υλικά , την γραμματεία της οποίας κατέχει η BSI .

Το παρόν ευρωπαϊκό πρότυπο πρέπει να δοθεί στο καθεστώς του εθνικού προτύπου, είτε με δημοσίευση ταυτόσημου κειμένου ή με θεώρηση, το αργότερο έως τον Ιανουάριο του 1997 και τα αντικρουόμενα εθνικά πρότυπα πρέπει να αποσυρθούν το αργότερο μέχρι τον Ιανουάριο 1997.

Το πρότυπο αυτό εντάσσεται σε μια σειρά δοκιμών για τις μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των αδρανών υλικών. Μέθοδοι δοκιμής για άλλες ιδιότητες των αδρανών υλικών θα πρέπει να καλύπτονται από τα ακόλουθα ευρωπαϊκά πρότυπα:

- EN 932 :Δοκιμές για τα γενικά χαρακτηριστικά των μεγεθών
- EN 933 :Δοκιμές για τις γεωμετρικές ιδιότητες των μεγεθών
- EN 1367 :Δοκιμές για τις θερμικές ιδιότητες των μεγεθών στις καιρικές συνθήκες
- EN 1744 :Δοκιμές για τις χημικές ιδιότητες των αδρανών υλικών

Τα άλλα τμήματα του προτύπου EN 1097 θα είναι:

1. Μέρος 2: Οι μέθοδοι για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κατακερματισμό
2. Μέρος 3: Προσδιορισμός του ειδικού βάρους και των κενών
3. Μέρος 4: Προσδιορισμός του κενού σε ένα ξηρό συμπιεσμένο υλικό πληρώσεως

4. Μέρος 5: Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε νερό με ξήρανση σε κλίβανο αεριζόμενο
5. Μέρος 6: Προσδιορισμός της πυκνότητας των σωματιδίων - απορρόφηση του νερού
6. Μέρος 7: Προσδιορισμός του υλικού (πυκνότητα πλήρωσης – πυκνομετρική μέθοδος) Μέρος 8: Προσδιορισμός των κατεργασμένων υλικών
7. Μέρος 9: Μέθοδος για τον προσδιορισμό της αντίστασης στη φθορά (από την τριβή- Σκανδιναβική δοκιμή)
8. Μέρος 10: Νερό- ύψος αναρρόφησης

Σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό, τα εθνικά πρότυπα οργανώνονται από τις παρακάτω χώρες: Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φιλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισλανδία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Νορβηγία, Πορτογαλία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Πεδίο εφαρμογής

Αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο καθορίζει μια διαδικασία για τη μέτρηση της αντοχής σε φθορά, σε δείγμα ορισμένου μεγέθους. Το δείγμα κατά κανόνα δοκιμάζεται σε υγρή κατάσταση, αλλά η δοκιμή μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί σε ξηρή κατάσταση. Επιπλέον αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ισχύει και για τα φυσικά ή τεχνητά αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή έργων πολιτικών μηχανικών.

Κανονιστικές αναφορές

Το παρόν Ευρωπαϊκό Πρότυπο ενσωματώνει με ημερομηνία ή χωρίς ημερομηνία, αναφορές και διατάξεις από άλλες δημοσιεύσεις. Οι εν λόγω τροποποιητικές αναφορές παρατίθενται σε κατάλληλα σημεία στο κείμενο και οι εκδόσεις αυτές αναφέρονται στη συνέχεια. Όσον αφορά τις αναφορές, οι μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις οποιουδήποτε από τα εν λόγω δημοσιεύματα ισχύουν και για το παρόν ευρωπαϊκό πρότυπο, μόνο εφόσον ενσωματωθούν σ' αυτό με τροποποίηση ή αναθεώρηση.

Για αχρονολόγητες αναφορές, ισχύει η τελευταία έκδοση.

- prEN 932-2 Δοκιμές γενικών ιδιοτήτων των αδρανών υλικών. Μέρος 2: Μέθοδοι για τη μείωση των εργαστηριακών δειγμάτων για τη δοκιμή
- prEN 932-5 Δοκιμές για τις γενικές ιδιότητες των υλικών Μέρος 5: Κοινός εξοπλισμός και βαθμονόμηση
- prEN 933-1:1992 Δοκιμές για τις γεωμετρικές ιδιότητες των μεγεθών Μέρος 1: Προσδιορισμός της κατανομής μεγέθους σωματιδίων – κοκκομετρική μέθοδος .
- ISO 3290:1975 Αναφέρεται σε υλικά που μπορούν να ληφθούν
- ISO 4788:1980 Αναφέρεται σε εργαστηριακά υλικά - Βαθμονομημένες φιάλες μέτρησης
- ISO 5725:1986 Αναφέρεται στην ακρίβεια των μεθόδων δοκιμής –Στον προσδιορισμό της επαναληψιμότητας και

αναπαραγωγικότητας για μια τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής από εργαστηριακά υπόλοιπα

Ορισμοί

Για τους σκοπούς του παρόντος προτύπου, ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

Έλεγχος Παρτίδας: Είναι το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ως σύνολο σε μια ενιαία δοκιμή.

Δείγμα δοκιμής : Είναι το δείγμα που χρησιμοποιείται σε μια μόνο δοκιμή.

Εργαστηριακό δείγμα: Είναι το δείγμα το οποίο προήλθε από ένα μαζικό δείγμα για την εργαστηριακή δοκιμή. **Σταθερή μάζα:** Διεξάγονται διαδοχικές ζυγίσεις μετά την ξήρανση τουλάχιστον 1 ώρα (h) εκτός αν οι ζυγίσεις δεν διαφέρουν περισσότερο από 0,1%.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Σε πολλές περιπτώσεις η σταθεροποίηση του βάρους μπορεί να επιτευχθεί μετά την ξήρανση του δείγματος της δοκιμής για μία προκαθορισμένη περίοδο σε ένα προδιαγεγραμμένο φούρνο στους (110 ± 5) οC. Τα εργαστήρια δοκιμών μπορούν να προσδιορίσουν τον χρόνο που απαιτείται για την επίτευξη σταθερού βάρους ,για ειδικούς τύπους και μεγέθη δειγμάτων που εξαρτώνται από την δυνατότητα ξήρανσης του φούρνου που χρησιμοποιείται.

Η δοκιμή καθορίζει τον συντελεστή *micro-Deval* που είναι το ποσοστό του αρχικού δείγματος που μειώνεται σε ένα μέγεθος μικρότερο από 1,6 mm, κατά τη διάρκεια της λείανσης.

Όταν η κυλίνδρωση είναι πλήρης, το ποσοστό που διατηρείται από το κόσκινο διαμέτρου 1,6 mm χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το συντελεστή *micro-Deval*.

Η μέθοδος δοκιμής που περιγράφεται σε αυτά τα ευρωπαϊκά πρότυπα είναι μέθοδος αναφοράς και πραγματοποιείται με το ξηρό σύνολο και με την προσθήκη του ύδατος για να δώσει μια τιμή M_{DE} .

Παράρτημα Α: Δίνει λεπτομέρειες για το πώς η δοκιμή μπορεί να εκτελεστεί χωρίς την προσθήκη νερού, για να δώσει μια τιμή M_{DS} .

*ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η χαμηλότερη τιμή του συντελεστή *micro-Deval* δηλώνει καλύτερη αντοχή στη φθορά.*

Συσκευές

Εάν δεν ορίζεται διαφορετικά, όλες οι συσκευές πρέπει να είναι σύμφωνες με τις γενικές απαιτήσεις του prEN 932-5.

- Ø Τυποποιημένες συσκευές
- Ø Ζυγός, για την ακρίβεια 0,1% της μάζας του δοκιμίου.
- Ø Ορισμός των κοσκίνων: 1,6 mm, 8 mm, 10 mm, 11,2 mm, 12,5 mm και 14 mm.

- Ø Αεριζόμενος φούρνος, για να διατηρήσει μια ελεγχόμενη θερμοκρασία (110 ± 5) °C της συνθήκης EC.
- Ø Συσκευές για τον καθαρισμό του κοσκινισμένου δείγματος
- Ø Εξοπλισμός για τη μείωση των εργαστηριακών δειγμάτων σε ένα δοκίμιο, όπως περιγράφεται στο prEN 932-2.
- Ø Βαθμονομημένος γυάλινος ογκομετρικός κύλινδρος ή άλλοι τρόποι μέτρησης $(2,5 \pm 0,05)$ lt του νερού , με βάση το πρότυπο ISO 4788:1980

Ειδικές συσκευές

Μια συσκευή micro-Deval θα έχει τα ακόλουθα ουσιαστικά χαρακτηριστικά όπως διευκρινίζονται παρακάτω:

Θα αποτελείται από ένα έως τέσσερα κούφια τύμπανα, κλειστά στο ένα άκρο, με εσωτερική διάμετρο (200 ± 1) mm και εσωτερικό μήκος (154 ± 1) mm, που μετράται από τη βάση προς το εσωτερικό του καπακιού του. Τα τύμπανα θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα τουλάχιστον 3 mm με πάχος που διατίθεται σε δύο άξονες που περιστρέφονται σε οριζόντιο άξονα.

Τα εσωτερικά των τυμπάνων θα είναι χωρίς προεξοχές ως αποτέλεσμα της συγκόλλησης ή της μεθόδου σύνδεσης. Τα τύμπανα θα απέχουν από τα επίπεδα καπάκια τουλάχιστον 8 mm. Θα κλείσουν και θα εγκατασταθούν με τις υδατοστεγείς και αδιαπέραστες από τη σκόνη σφραγίδες.

Το φορτίο τριβής θα αποτελείται από σφαίρες χάλυβα διαμέτρου $(10 \pm 0,5)$ mm, σύμφωνα με το ISO 3290:1975.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η διάμετρος των σφαιρών μπορεί να ελεγχθεί γρήγορα για να περάσει από τους παράλληλους φραγμούς 9,5mm.

Μια κατάλληλη μηχανή (με ικανότητα περίπου 1 KW είναι χαρακτηριστική) για να οδηγήσει τα τύμπανα με κανονική ταχύτητα περιστροφής (100 ± 5) r/min.

Ένας μετρητής ή άλλη συσκευή θα εγκατασταθεί, η οποία θα σταματά αυτόματα τη μηχανή μετά από το διευκρινισμένο αριθμό περιστροφών.

Προετοιμασία του δείγματος για τη δοκιμή

Η μάζα του δείγματος που στέλνεται στο εργαστήριο θα έχει τουλάχιστον μάζα 2 kg.

Η δοκιμή θα πραγματοποιηθεί στο σύνολο των κόκκων που διέρχονται από το κόσκινο διαμέτρου 14 mm και θα διατηρηθούν στο κόσκινο 10 mm. Επιπλέον, η βαθμολόγηση της παρτίδας θα συμμορφωθεί με μια από τις ακόλουθες απαιτήσεις:

α) Μεταξύ 30% και 40% η διέλευση από το κόσκινο 11,2 mm.

β) μεταξύ 60% και 70% τη διέλευση από το κόσκινο 12,5 mm.

Το εργαστηριακό δείγμα κοσκινίζεται χρησιμοποιώντας κόσκινα 10 mm, 11,2 mm (ή 12,5 mm) και 14 mm. Κάθε μέρος πλένεται σύμφωνα με την παρ7.1 του prEN 933-1: 1992, και ξηραίνεται στο

φούρνο σε θερμοκρασία $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ μέχρις ότου αποκτήσει σταθερή μάζα.

Έπειτα το δείγμα πρέπει να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τα δύο μέρη αναμειγνύονται ώστε να παρέχουν ένα τροποποιημένο εργαστηριακό δείγμα το οποίο είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις ταξινόμησης που αναφέρονται στην παράγραφο 2 της παρούσας προδιαγραφής.

Η μείωση του τροποποιημένου εργαστηριακού δείγματος που παρασκευάζεται από τα μικτά κλάσματα (με μέγεθος δείγματος δοκιμής), πρέπει να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του prEN 932-2. Το δοκίμιο αποτελείται από δύο δοκίμια, που έχουν μάζα (500 ± 2) g.

Διαδικασία δοκιμής

Κάθε δείγμα τοποθετείται σε ξεχωριστό δοχείο. Προστίθενται αρκετά χαλύβδινα σφαιρίδια σε κάθε τύμπανο ώστε να δώσουν στο τέλος ένα δείγμα (5000 ± 5) g. Επιπλέον προστίθενται $(2,5 \pm 0,05)$ lt νερού σε κάθε δοχείο. Κάθε τύμπανο πρέπει να έχει ένα καπάκι και εφόσον το καπάκι εγκατασταθεί το τύμπανο τοποθετείται στους δύο άξονες.

Μετά από τη δοκιμή, συλλέγετε το σύνολο του δείγματος και οι σφαίρες χάλυβα σε ένα δοχείο με προσοχή ώστε για αποφευχθεί η απώλεια οποιουδήποτε συνόλου. Χρησιμοποιώντας ένα μπουκάλι πλύσης, πλένετε το εσωτερικό του τυμπάνου προσεχτικά και διατηρούνται τα βρώμικα ύδατα.

Το κενό υλικό και όλα τα βρώμικα ύδατα τοποθετούνται στο κόσκινο 1,6 mm επιπλέον τα υλικά πλένονται σε καθαρό νερό. Προσεκτικά πρέπει να διαχωρίζεται το δείγμα που διατηρείται στο κόσκινο διαμέτρου 8 mm. Τα αδρανή μπορούν να διαλεχτούν με το χέρι, ή οι σφαίρες μπορούν να αφαιρεθούν από το κόσκινο χρησιμοποιώντας έναν μαγνήτη.

Οι κόκκοι που διατηρούνται στο κόσκινο 8 mm τοποθετούνται επάνω σε ένα δίσκο. Στην συνέχεια προστίθεται στον δίσκο το υλικό που διατηρείται στο κόσκινο 1,6 mm. Το περιεχόμενο του δίσκου ξηραίνεται στο φούρνο σε θερμοκρασία $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Ο προσδιορισμός της μάζας που διατηρείται στο κόσκινο 1,6 mm γίνεται σύμφωνα με το prEN 933-1.

Τέλος καταγράφεται η μάζα (μ) που διατηρείται επί του κοσκίνου 1,6 mm στο πλησιέστερο γραμμάριο.

Υπολογισμός και Έκφραση των αποτελεσμάτων

Για κάθε δείγμα δοκιμής υπολογίζετε ο micro-Deval συντελεστής, M_{DE} , χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$$

όπου:

M_{DE} : είναι ο micro-Deval συντελεστής (σε υγρή κατάσταση).

m : είναι η μάζα του υπερμεγέθους κλάσματος που διατηρείται σε ένα κόσκινο 1,6 mm.

Χρησιμοποιώντας τις τιμές που λαμβάνονται για τα δύο δοκίμια, υπολογίζεται η μέση τιμή του micro -Deval συντελεστή. Ο micro -Deval συντελεστής ,για το δείγμα ,υποβάλλεται προς το εργαστήριο και εκφράζεται η μέση τιμή προς τον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η δήλωση για την ακρίβεια των micro -Deval συντελεστών της δοκιμής αναφέρεται στο Παράρτημα Β.

Έκθεση δοκιμής

Η έκθεση της δοκιμής πρέπει να επιβεβαιώνει την micro -Deval τιμή που προσδιορίζεται σύμφωνα με αυτό το Ευρωπαϊκό Πρότυπο.

Η έκθεση της δοκιμής πρέπει να περιέχει τουλάχιστον τις ακόλουθες πληροφορίες:

- α) το όνομα και την πηγή του δείγματος
- β) την κατάταξη της κατηγορίας του δείγματος που υποβάλλεται σε δοκιμή
- γ) το είδος της δοκιμής (υγρή ή ξηρά)
- δ) το αποτέλεσμα της δοκιμής ,συμπεριλαμβανομένης της τιμής για κάθε δοκίμιο και τη μέση τιμή
- ε) την ημερομηνία της δοκιμής.

Παράρτημα Α (πληροφοριακό)

Καθορισμός των *micro -Deval* συντελεστών σε ξηρή κατάσταση

Εισαγωγή

Το παρόν παράρτημα περιγράφει μια παραλλαγή της μεθόδου που προβλέπει το παρόν πρότυπο, το οποίο πραγματοποιείται χωρίς την προσθήκη νερού σε κάθε δοχείο, για να δώσει μια τιμή

M_{DS} . Η μέθοδος αυτή μπορεί να παρέχει πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δοκιμίου, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση της μεθόδου αναφοράς.

*ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο προσδιορισμός του συντελεστή *micro -Deval* σε ξηρή κατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα με τη μέθοδο αναφοράς, εάν οι άξονες που περιγράφονται στην παράγραφο 5.2.1 είναι επαρκείς για να κρατήσουν τέσσερα τύμπανα .*

Συσκευές

Η συσκευή που περιγράφεται στο σημείο 5 πρέπει να χρησιμοποιείται, εκτός αν τα μέσα για την μέτρηση του όγκου του νερού δεν απαιτούνται.

Προετοιμασία του δείγματος για τη δοκιμή.

Δύο ξηρά δοκίμια θα πρέπει να είναι έτοιμα, το καθένα με μάζα (500 ± 2) g, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 6.

Διαδικασία δοκιμής.

Η δοκιμή που περιγράφεται στο άρθρο 7 θα πρέπει να διεξαχθεί, εκτός αν το νερό δεν έχει προστεθεί στην εν λόγω ποσότητας σε κάθε τύμπανο.

Υπολογισμός και έκφραση των αποτελεσμάτων.

Ο micro -Deval συντελεστής, όπως περιγράφεται στο σημείο 8 θα πρέπει να υπολογίζετε, εκτός από την αντικατάσταση M_{DE} και με M_{DS} , για τον συνολικό συντελεστή σε ξηρή κατάσταση.

Έκθεση

Η έκθεση της δοκιμής πρέπει να είναι σύμφωνη με την παράγραφο 9 και θα πρέπει να αναφέρει ότι η δοκιμή έγινε με το συνολικό δείγμα σε ξηρή κατάσταση.

Παράρτημα Β (πληροφοριακό)

Η επαναληψιμότητα και η αναπαραγωγικότητα R έχουν καθοριστεί με βάση δύο επαναλήψεις των δοκιμών για κάθε υλικό σε 18 εργαστήρια.

Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων έχει ως εξής: βασίζεται σε ενιαία τιμή ανά δοκιμή .

- Επανάληψη $\tau = 1 + 0,11 \chi$
- Δυνατότητα αναπαραγωγής $R = 1.1 + 0,25 \chi$

Όπου χ : είναι το επίπεδο της τιμής.

Τα αποτελέσματα ερμηνεύθηκαν σύμφωνα με το ISO 5725:1986.

ΠΡΟΤΥΠΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ 0 150 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΒΑΣΕΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

Περιγραφή

Η Προδιαγραφή αυτή άφορα την προμήθεια και την μεταφορά επί τόπου του έργου αμμοχάλικου, θραυστού ή μη, από ποταμούς, χείμαρρους, και ορυχεία ή θραυστού υλικού από λίθους λατομείου, χειμάρρων ή θαλάσσης ή άλλων πηγών, κατάλληλων για την κατασκευή υποβάσεων οδών, αεροδρομίων κλπ.

την κατασκευή των υποβάσεων συμπεριλαμβάνονται και οι ισοπεδωτικές στρώσεις. Όπου σε ειδικές περιπτώσεις κατασκευάζονται από το προδιαγραφόμενο στην παρούσα περίπτωση υλικό.

Υλικά

Το θραυστό ή φυσικό υλικό θα αποτελείται από σκληρά, υγιά, ανθεκτικά τεμάχια της προσδιοριζόμενης εκάστοτε κοκκομετρικής σύνθεσης. Το κλάσμα του υλικού, το οποίο συγκρατείται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 4,76 χλστ. (No. 4), θα ονομάζεται χονδρόκοκκο υλικό και το διερχόμενο από το κόσκινο τετραγωνικής οπής ,πλευράς 4,76 χλστ.(No 4) θα ονομάζεται λεπτόκοκκο υλικό ή άμμος.

Επιπλέον το υλικό πρέπει να είναι καθαρό , ομοιόμορφης ποιότητας και συμπαγές.

Απαλλαγμένο από φυτικές ή άλλες προσμίξεις π.χ. χώματα ή κομμάτια αργίλου, περιβλήματα οποιασδήποτε φύσεως (ιδιαίτερα αργιλούχων), πλακοειδών, αποσαθρωμένων και σχιστολιθικών τεμαχίων.

Οι κόκκοι καλό είναι να είναι κατά το δυνατόν κυβικής μορφής.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού θα πρέπει να ανταποκρίνεται στον πίνακα 1.0 οποίος περιέχει τα όρια διαβαθμίσεως. Η διαβάθμιση του υλικού πρέπει επίσης να είναι ομαλή, έτσι ώστε το σχετικό διάγραμμα να μη παρουσιάζει απότομες διακυμάνσεις. Ο έλεγχος της κοκκομετρικής διαβάθμισης θα γίνεται σύμφωνα με τις Πρότυπες Μεθόδους A.A.S.H.O.:T—11 και A.A.S.H.O.:T-27. Ο Ανάδοχος οφείλει να εκτελεί καθημερινά αναλύσεις για να ελέγχει την ομοιομορφία και τυχόν άλλες απαιτήσεις του χρησιμοποιούμενου υλικού.

Η φθορά σε τριβή και κρούση προσδιοριζόμενη κατά την Πρότυπη Μέθοδο Los Angeles A.A.S.H.O.:T — 96 (διαβάθμιση A, 500 στροφές) του χονδρόκοκκου υλικού

δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50 %.

Για την επίτευξη ομοιογενούς ποιότητας υλικού λατομείου, ορυχείου, χειμάρρου κλπ., Ο Ανάδοχος υποχρεούται να παραλάβει το υλικό από κατάλληλες περιοχές ούτως ώστε ο συντελεστής αυτών σε τριβή και κρούση κατά την δοκιμασία **Los Angeles** να είναι περίπου μέσα στις προδιαγραφές.

Το ποσό του κλάσματος του διερχομένου από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 0,074 χλστ. (No 200) θα πρέπει να είναι λιγότερο του μισού του διερχομένου από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 0,42 χλστ. (No 40).

Το διερχόμενο από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 0,42 χλστ. (No 40) υλικό πρέπει να έχει όριο υδαρότητας (Liquid Limit) όχι μεγαλύτερο του είκοσι πέντε (25) και δείκτη πλαστικότητας (Plasticity Index) όχι

μεγαλύτερο του τέσσερα (4), όπως αυτά προσδιορίζονται από τις Πρότυπες Μεθόδους A.A.S.H.O.:T—89 και A.A.S.H.O.:T—91 αντιστοίχως με προσέγγιση ακεραίας μονάδος. Σε ειδικές όμως περιπτώσεις όπου η περιοχή του έργου δεν είναι κατάλληλη για δοκιμές. Είναι δυνατόν να γίνουν κάποιες δοκιμές μετά από απόφαση του Υπουργείου. Και μετά από προηγούμενη λεπτομερή εργαστηριακή έρευνα της ποσότητας και της ποιότητας των υλικών, να επιτραπεί προς χρησιμοποίηση υλικό κατασκευής υπόβασης με δείκτη πλαστικότητας μέχρι πέντε (5).

Το διερχόμενο από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 4,76 χλστ. (No 4) υλικό πρέπει να έχει ισοδύναμη άμμο, (Sand Equivalent) όχι μικρότερη του 40 το οποίο προσδιορίζεται κατά την Πρότυπη Μέθοδο A.A.S.H.O.:T—176.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται θραυστό αμμοχάλικο, ποσοστό τουλάχιστον 50 % από τα τεμάχια που συγκρατούνται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 4,76 χλστ. (No. 4) πρέπει να αποτελούνται από κόκκους, οι οποίοι έχουν τουλάχιστον μία επιφάνεια η οποία προέρχεται από θραύση.

Η ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (δοκιμή υγείας) θα εκτελείται σύμφωνα με την Πρότυπη Μέθοδο A.A.S.H.O.: T—104. Η απώλεια βάρους σε πέντε κύκλους πρέπει να μην υπερβαίνει το 12 %.

Στην περίπτωση όπου οι πηγές λήψεως του υλικού καθορισθούν από την Υπηρεσία, ο Ανάδοχος υποχρεούται να αναφέρει αν το υλικό είναι κατάλληλο προς εκμετάλλευση ή όχι. Δηλαδή αν πληροί τις προδιαγραφές.

Μηχανικός εξοπλισμός

Ο Ανάδοχος, για την εκτέλεση διαφόρων πρέπει να χρησιμοποιεί με δικές του δαπάνες τα κατάλληλα μηχανήματα και εργαλεία. Αυτά πρέπει να

είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας και να συντηρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα κατά την εκτέλεση του έργου.

Μεταξύ των απαραίτητων μηχανημάτων περιλαμβάνονται Προωθητήρες, Εκσκαφείς, αεροσυμπιεστές, πολλαπλά θραυστικά συγκροτήματα, Διαστρωτήρες, μηχανικοί Διανομείς, Διαμορφωτήρες, μηχανήματα διαβροχής, μηχανήματα συμπυκνώσεως (π.χ. στατικοί οδοστρωτήρες αυτοκινούμενοι βάρους τουλάχιστον 12 τόνων, αυτοκινούμενοι οδοστρωτήρες—διαξονικοί, τουλάχιστον 9 ελαστικών, με τους τροχούς να τοποθετούνται έτσι ώστε οι εμπρόσθιοι να μην συμπίπτουν με τους οπίσθιους. Για να μπορούν να επιτυγχάνουν τον απαιτούμενο βαθμό συμπύκνωσης—αυτοκινούμενοι δονητικοί Οδοστρωτήρες, κλπ.).

Ο Ανάδοχος υποχρεούται μετά την προσφορά του να υποβάλει πίνακα με την απόδοση και τον αριθμό των μηχανημάτων που απαιτούνται για την εκτέλεση των εργασιών μέσα σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Ο Ανάδοχος με δικές του δαπάνες πρέπει να διατηρεί εργοταξιακό εργαστήριο για την συνεχή εξέταση των υλικών και την εκτέλεση των εργασιών κάτω από ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης Προδιαγραφής.

Εφ' όσον πρόκειται για μικρή έκταση έργο είναι δυνατό να περιληφθεί στους όρους Δημοπρατήσεως ο όρος για την μη υποχρεωτική εγκατάσταση Εργαστηρίου, (από τον ανάδοχο). Με την υποχρέωση όμως ο ανάδοχος να εξετάζει με δικές του δαπάνες σε άλλα ιδιωτικά εργαστήρια τα προς εξέταση υλικά.

Παραγωγή του υλικού

Το θραυστό υλικό θα παράγεται ύστερα από πολλαπλή θραύση. Για την επίτευξη αυτού θα χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση τα κατάλληλα

πολλαπλά θραυστικά συγκροτήματα, ανάλογα με την προέλευση του αδρανούς υλικού, της ορυκτολογικής και πετρογραφικής σύστασης αυτού, της σκληρότητας, της αντοχής σε τριβή και κρούση, της αρχικής κοκκομετρικής διαβαθμίσεως αυτού, καθώς και της επιδιωκόμενης διαβάθμισης.

Η τροφοδότηση του θραυστικού συγκροτήματος πρέπει να γίνεται με καθαρό υλικό, απαλλαγμένο από κόκκους αργίλου καθώς και κάθε άλλης ξένης προσμίξεως. Του οποίου ποσοστό τουλάχιστον 90 % να συγκρατείται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 6,35mm (No 3). Η δε μέγιστη διάσταση των προς θραύση τεμαχίων να μην υπερβαίνει τα 25cm. Η διαλογή του καθαρού υλικού θα γίνεται υποχρεωτικά με τα χέρια, καθώς η χρήση μηχανημάτων καθιστά αβέβαια την εκτέλεση αυτή.

Στην περίπτωση όπου το παραγόμενο θραυστό υλικό ή το φυσικό υλικό, δεν απέκτησε την απαιτούμενη κοκκομετρική διαβάθμιση, θα πρέπει το υλικό να διαχωρίζεται σε κλάσματα και να επανασυντίθεται κατά την απαιτούμενη αναλογία, την καθοριζόμενη από την επιδιωκόμενη κοκκομετρική διαβάθμιση. Εμπλουτίζοντας το υλικό εάν απαιτείται με παιπάλη. Η ανώτερο εργασία θα εκτελείται σε μόνιμη βάση, ώστε να επιτυγχάνεται καλή ανάμιξη του υλικού και ομοιόμορφη κοκκομετρική διαβάθμιση.

Στην περίπτωση όπου τα προς θραύση τεμάχια του υλικού ή οι κόκκοι του φυσικού υλικού περιβάλλονται από ισχυρά συγκολλημένη άργιλο (μη δυνατόν να αποχωρισθεί με μηχανικά μέσα) ή δεν θα χρησιμοποιείται το υλικό ή θα υποβάλλεται σε πλύση σε ειδική εγκατάσταση.

Το παραγόμενο υλικό φυσικό ή θραυστό θα ελέγχεται από τον Ανάδοχο συνεχώς σε όλα τα στάδια της παραγωγής, έτσι ώστε να πληροί όλους τους όρους της συγκεκριμένης Προδιαγραφής. Καμία ποσότητα υλικού δεν επιτρέπεται να μεταφερθεί στην οδό, εφ' όσον δεν πληρούνται όλοι οι όροι της προδιαγραφής. Επιπλέον οποιοδήποτε υλικό δεν πληροί όλους τους όρους της

προδιαγραφής θα απορρίπτεται και θα συντάσσεται σχετικό πρωτόκολλο κακοτεχνίας.

Προπαρασκευή της επιφάνειας έδρασης

Πριν την τοποθέτηση υλικού υποβάσεως στην επιφάνεια έδρασης, πρέπει να μεριμνήσει ο Ανάδοχος για αναπασσάλωση του άξονα της οδού, χωροστάθμηση και λήψη εγκάρσιων διατομών των χωματοουργικών. Προς έλεγχο της επακριβούς εφαρμογής των στοιχείων της μελέτης.

Επιπλέον εκτός από τον έλεγχο -του ακριβούς γεωμετρικού σχήματος της οδού πρέπει να έχει καθαρισθεί ο βαθμός συμπύκνωσης και λοιπές άλλες απαιτήσεις.

Μετά την διαπίστωση ότι τηρούνται οι απαιτήσεις της προδιαγραφής χαράσσεται ο νέος άξονας της οδού νέος ή τμήμα αυτής. Εξασφαλίζονται οριζοντιογραφικά τα σημεία ,λαμβάνονται διατομές και χωροσταθμούνται αυτές με διπλή γεωμετρική χωροστάθμηση με εξάρτηση από μόνιμες χωροσταθμικές αφετηρίες. Εκλεγόμενες σε τεχνικά έργα κατά τρόπο ώστε η μεταξύ τους απόσταση να μην υπερβαίνει τα 100 μέτρα. Υποχρεωτικά επισημαίνονται και λαμβάνονται διατομές σε χαρακτηριστικά σημεία των καμπυλών καθώς και σε αυτά που αντιστοιχούν στην αρχή και στο τέλος των αποσβενυμένων επικλίσεων. Τα ανωτέρω στοιχεία λαμβάνονται με την παρουσία του Αναδόχου ή του ειδικά εξουσιοδοτημένου πληρεξούσιου και του Επιβλέποντος Μηχανικού. Τα στοιχεία συμπεριλαμβάνονται σε πρωτόκολλο και συνιστούν βασικό στοιχείο επιμετρήσεως των υπερκείμενων στρώσεων.

Στην περίπτωση όπου τα στοιχεία αυτά δεν ανταποκρίνονται στην μελέτη, τότε πρέπει να γίνει απισωτική στρώση, ώστε η επιφάνεια του καταστρώματος ν' ανταποκρίνεται πλήρως προς το προγραμματισμένο γεωμετρικό σχήμα της διατομής της οδού.

Η απισωτική αυτή στρώση θα εκτελεσθεί ως κάτωθι :

- Ø Πλήρωση των λάκκων του καταστρώματος με το επιφανειακό στρώμα της οδού υλικό, με μέγιστο κόκκο 25mm.
- Ø Γενική ελαφρά αναμόχλευση της επιφάνειας του καταστρώματος σε βάθος 5 cm περίπου.
- Ø Προσθήκη επί του καταστρώματος της απαιτούμενης συμπληρωματικής ποσότητας του ρηθέντος νέου αργού υλικού, διαβροχή μέχρι της κατωτάτης επιφανείας του αναμοχλεύσαντες και στη συνέχεια ανάμιξη, διάστρωση, μόρφωση και συμπύκνωση μέχρι να επιτευχθεί πυκνότητα τουλάχιστον ίση με το 95 % της μέγιστης εργαστηριακώς επιτυγχανόμενης κατά την μέθοδο A.A.S.H.O.:T-180 Μέθοδος D, (Τροποποιημένη Μέθοδος A.A.S.H.O.).
- Ø Εάν απαιτηθεί, θα εκτελεσθούν συμπληρωματικές διαστρώσεις αργού υλικού κατά τα ανωτέρω, ώστε να επιτευχθούν κανονικές επικλήσεις.

Όταν η επιφάνεια του καταστρώματος της οδού είναι έτοιμη , (και αυτό επιβεβαιωθεί με πρωτόκολλο μεταξύ της Υπηρεσίας και του Αναδόχου) θα κατασκευασθεί η υπόβαση. Όπως φαίνεται στην τυπική διατομή .Η στρώση έδρασης είναι δυνατό να είναι και η προηγούμενη στρώση υποβάσεως, θα πρέπει όμως αυτή να μην παραμορφώνεται από τα χρησιμοποιούμενα μέσα διαστρώσεως και μεταφοράς.

τα βραχώδη τμήματα της οδού που βρίσκονται σε όρυγμα και σε επίχωμα συνηθίζεται η ανωτέρα στρώση του επιχώματος ή και ολόκληρο το επίχωμα να κατασκευάζεται με αμμοχάλικο. Και από την εδαφοτεχνική έρευνα προκύπτει ότι δεν απαιτείται υπόβαση. Η στρώση της υπόβασης παραλείπεται εξολοκλήρου ή εν μέρει εφόσον το νέο οδόστρωμα εδράζεται επί βάσεων ή υποβάσεων της παλαιάς οδού. Και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει ως υπόβαση της νέας οδού κατόπιν εδαφοτεχνικής μελέτης.

Διάστρωση των αδρανών υλικών

Το υλικό της υπόβασης θα τοποθετηθεί επί της προπαρασκευασθείσας επιφάνειας έδρασης και θα συμπτυκνωθεί σε στρώσεις πάχους καθοριζόμενες από την μελέτη. Το συμπτυκνωμένο πάχος της κάθε στρώσης δεν είναι δυνατό να υπερβεί τα 12 cm. Σε ειδικές περιπτώσεις στις οποίες το ολικό πάχος της υπόβασης δεν υπερβαίνει τα 15 cm είναι δυνατό, εφ' όσον αναγράφεται στα Συμβατικά Τεύχη, να κατασκευασθεί η υπόβαση σε μια στρώση ή οποία έχει όμως τον απαιτούμενο βαθμό συμπίκνωσης.

Όταν απαιτούνται περισσότερες από μια στρώση ,κάθε στρώση θα διαστρωθεί, θα μορφωθεί, και θα συμπτυκνωθεί πριν την διάστρωση του υλικού της επόμενης στρώσης.

Η τοποθέτηση του υλικού ξεκινάει από σημείο καθορισμένο από την Υπηρεσία επιβλέψεως. Η τοποθέτηση του υλικού θα γίνεται με ειδικούς διαστρωτήρες ή οχήματα με κατάλληλη διάταξη για την διανομή του υλικού.

Σε δευτερευούσης σημασίας οδούς και κατά την κρίση της Υπηρεσίας αυτό συμπεριλαμβάνεται στα Συμβατικά Τεύχη είναι δυνατόν να επιτραπεί η εναπόθεση του υλικού επί της οδού με συνήθη οχήματα. Υπό την προϋπόθεση ότι ο Ανάδοχος θα αναλάβει την ευθύνη για την ομοιόμορφη ανάμιξη του υλικού. Με δεδομένο ότι αυτό κατά την εκφόρτωση υφίσταται μερικό διαχωρισμό.

Μετά την τοποθέτηση του υλικού υποβάσεως κάθε στρώσης ,αυτό αναμιγνύεται καλά με διαμορφωτήρα (grader) ή άλλο κατάλληλο μηχάνημα αναμίξεως .Κατά την διάρκεια της αναμίξεως προστίθεται η αναγκαία ποσότητα νερού μέχρι το υλικό να αποκτήσει υγρασία ίση με την βέλτιστη .Μετά την ανάμιξη το μίγμα διαστρώνεται σε προγραμματισμένη πάχους στρώση.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να προγραμματίζει τις εργασίες του ώστε να εξασφαλιστεί η συμπλήρωση της διαστρώσεως του υλικού εντός 48 ωρών από την έναρξη της ανάμειξης.

Συμπύκνωση

Αμέσως μετά την τελική διάστρωση και μόρφωση, η κάθε στρώση θα συμπυκνωθεί σε ολόκληρο το πλάτος της με στατικούς οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους που ζυγίζουν τουλάχιστον 12 τόνους.

Η κυλίνδρωση αρχίζει παράλληλα με τον άξονα της οδού σε ευθυγραμμία από τα άκρα προς το κέντρο της, από τις καμπύλες του χαμηλότερου, στο ψηλότερο άκρο. Σε κάθε διαδρομή του οδοστρωτήρα οι πίσω τροχοί πρέπει να καλύπτουν επαρκώς κάθε ίχνος της προηγούμενης διέλευσης. Οποιαδήποτε ανωμαλία ή μετατόπιση του υλικού πρέπει να διορθώνεται με χαλάρωση του υλικού (αναμόχλευση, κλπ.) στις θέσεις αυτές, με προσθήκη ή αφαίρεση νέου υλικού όπου απαιτείται. Μέχρις ότου η επιφάνεια καταστεί λεία και ομοιόμορφη. Όπου δεν είναι δυνατή η χρήση του οδοστρωτήρα, το υλικό υποβάσεως θα συμπυκνώνεται με άλλα μηχανικά μέσα (π.χ βατράχων κλπ.) με ισοδύναμη απόδοση συμπυκνώσεως με τους οδοστρωτήρες.

Η κυλίνδρωση θα συνεχίζεται με τον ανωτέρω τρόπο μέχρι την επίτευξη πυκνότητας τουλάχιστον ίσης προς το 95 % της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται εργαστηριακά με την Μέθοδο A.A.S.H.O.:T—180, Μέθοδος D, (Τροποποιημένη Μέθοδος A.A.S.H.O.). Κατά την διάρκεια της εργασίας, πρέπει να εκτελούνται έλεγχοι συμπύκνωσης σύμφωνα με την Πρότυπη Μέθοδο A.A.S.H.O.: T-147 και από τα αποτελέσματα να ορίζεται η διάρκεια της κυλίνδρωσης.

Η εργαστηριακή πυκνότητα που θα βρίσκεται με την μέθοδο D θα διορθώνεται με το % ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού P (το οποίο

συγκρατείται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 19,1 χλστ. (3/4"), βάση του τύπου.

$$\gamma = [100 / (\rho / \varepsilon + (100 - \rho) / \gamma_s)]$$

όπου:

γ = η διορθωμένη ξηρά πυκνότητα του μίγματος, (λεπτόκοκκου και χονδρόκοκκου υλικού)

γ_s = η μέγιστη ξηρά εργαστηριακή πυκνότητα του υλικού το οποίο διέρχεται από το κόσκινο 3/4".

P = το % ποσοστό χονδρόκοκκου υλικού το οποίο συγκρατείται από το κόσκινο 3/4" και

ε = το ειδικό βάρος του χονδρόκοκκου υλικού (το οποίο συγκρατείται από το κόσκινο 3/4").

Όταν το συγκρατούμενο από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 4,76 mm (No 4) υλικό είναι περισσότερο από το 60% δεν είναι δυνατό να εφαρμοσθεί η Μέθοδος A.A.S.H.O.: T—180, Μέθοδος D. Τότε θα εκτελείται πρότυπη κυλίνδρωση του υλικού και δοκιμαστική φόρτιση, σύμφωνα με αυτά που ορίζονται στην Π.Τ.Π. «Εκτέλεση Χωματοργικών Έργων Οδοποιίας και Επενδύσεων-Φυτεύσεων αυτών».

Η συμπίκνωση μπορεί να εκτελεσθεί και με άλλους τύπους μηχανημάτων εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν, μετά από έγγραφη άδεια της Υπηρεσίας και εφ' όσον με τα μηχανήματα αυτά επιτυγχάνεται ο προδιαγραφόμενος βαθμός συμπίκνωσης.

Τελικός έλεγχος στρώσεων υποβάσεων

Μετά την συμπίκνωση η στρώση της υποβάσεως πρέπει να πληροί τις ακόλουθες απαιτήσεις.

Απαιτήσεις πάχους στρώσεως

Το πάχος της στρώσης υποβάσεως καθώς και το ολικό πάχος της υποβάσεως δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από 10 mm του συμβατικού πάχους.

- Ø Αμέσως μετά την τελική συμπύκνωση της υπόβασης ,το πάχος θα μετριέται σε ένα ή περισσότερα σημεία ανά 100 μέτρα μήκους υποβάσεως. Οι μετρήσεις θα γίνονται με διανοίξεις δοκιμαστικών οπών ή με άλλες κατάλληλες μεθόδους.
- Ø Τα σημεία για τις μετρήσεις θα εκλέγονται από την Υπηρεσία σε τυχαίες θέσεις εντός τμήματος το οποίο έχει μήκος περίπου 100 μέτρα. Έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνονται διάφορα σημεία της διατομής της οδού.
- Ø Όταν μία μέτρηση δείχνει απόκλιση μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη ανοχή, τότε θα εκτελούνται επιπρόσθετες μετρήσεις σε τμήματα 7,5 μέτρων περίπου.
- Ø Μέχρις ότου οι μετρήσεις να δείξουν ότι το πάχος είναι το απαιτούμενο. Λαμβάνοντας υπόψη την επιτρεπόμενη ανοχή. Όποιο τμήμα παρουσιάσει απόκλιση θα διορθώνεται με αφαίρεση ή προσθήκη υλικού, μορφώσεως και συμπυκνώσεως.
- Ø Η διάνοιξη των οπών και η επαναπλήρωση αυτών με υλικό κατάλληλα συμπυκνωμένο θα εκτελείται με δαπάνες του Αναδόχου και υπό την επίβλεψη της Υπηρεσίας.
- Ø Ο ανωτέρω έλεγχος θα εκτελείται κάθε μέρα μετά την αποπεράτωση οποιουδήποτε τμήματος και έχει σκοπό την κατασκευή της κάθε στρώσης ώστε να πληροί τις απαιτήσεις ανάλογα με το πάχος της και να διορθώνεται αμέσως εφόσον δεν πληροί τις προδιαγραφές. Όστε να αποφευχθούν κατά την τελική επιμέτρηση οι αποκλίσεις στο πάχος της.

Απαιτήσεις επιφανείας

Οι προκύπτουσες επιφάνειες ,μετά την κατασκευή ολόκληρης της υποβάσεως ,δεν πρέπει να διαφέρουν περισσότερο του +1 από τα αντίστοιχα υψόμετρα της μελέτης.

Ο έλεγχος της επιφανείας θα εκτελείται αφενός μεν με ράβδο-οδηγό, σχήματος ανάλογα με την ημιδιατομή της οδού, και αφετέρου με ευθύ κανόνα μήκους μέτρων. Τα ανωτέρω θα εφαρμόζονται αντίστοιχα κάθετα και παράλληλα προς τον άξονα της οδού. Σε κάθε επαφή ελέγχου της ράβδου – οδηγού ή του κανόνος και στις δύο διευθύνσεις δεν πρέπει να σχηματίζονται στην επιφάνεια έδρασης κυματισμοί εύρους μεγαλύτερου των 10 κ των 12 mm αντιστοίχως.

Η μη τήρηση του παραπάνω όρου συνιστά κακοτεχνία για την οποία ευθύνεται ο Ανάδοχος.

Έλεγχος συμπίκνωσης

Μετά την αποπεράτωση κάθε στρώσης ή τμήματος αυτής θα εκτελείται έλεγχος συμπτκνώσεως για την εξακρίβωση του βαθμού της επιτευχθείσας συμπίκνωσης. Ο έλεγχος θα εκτελείται σύμφωνα με την Πρότυπη Μέθοδο A.A.S.H.O. : T - 147.

Σε περίπτωση κατά την οποία ή περιεκτικότητα χονδρόκοκκου υλικού (συγκρατούμενου από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 4,76 χλστ. (No 4) είναι μεγαλύτερο του 60%, ο έλεγχος της συμπίκνωσης θα εκτελείται με πρότυπη κυλίνδρωση του υλικού καθώς και με δοκιμαστικές φορτίσεις κατά τα οριζόμενα στην Π.Τ.Π. «Εκτέλεση Χωματοουργικών Έργων Όδοποιίας κλπ».

Ο έλεγχος με την πρότυπη κυλίνδρωση συνίσταται στην παρακολούθηση της τηρήσεως του καθορισθέντος συστήματος εργασίας, χωρίς αυτό να απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την ευθύνη για την επίτευξη της απαιτούμενης συμπύκνωσης.

Ο Ανάδοχος του Έργου είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για την ποιότητα και την αντοχή των έργων.

Ποιότητα των υλικών

Έγκριση των υλικών

Καταρχήν όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο έργο πρέπει να υπόκεινται σε έλεγχο (πριν την χρησιμοποίησή τους) για να ελεγχθεί η ποιότητά τους. Δηλαδή ότι πληρούν τις προδιαγραφόμενες απαιτήσεις.

Τα υλικά θα χρησιμοποιηθούν στο έργο μόνο μετά την εξέταση τους από την Υπηρεσία και κατόπιν έγγραφης εγκρίσεώς τους. Ο έλεγχος που θα ασκηθεί από την υπηρεσία και η προσωρινή έγκριση αποδοχής τους δεν απαλλάσσει τον ανάδοχο από την ευθύνη της ποιότητας των υλικών . Με δεδομένο ότι αυτός είναι υπεύθυνος για την επιλογή των υλικών ,την χρησιμοποίησή τους και την εκτέλεση της εργασίας. Σύμφωνα με τους όρους της παρούσας Πρότυπης Τεχνικής Προδιαγραφής.

Ο αριθμός των ληπτέων δειγμάτων και η συχνότητα των δειγματοληψιών, εκτός των προδιαγραφών εναπόκειται και στην κρίση της Υπηρεσίας Επιβλέψεως.

Δοκιμές

Οι δοκιμές θα εκτελούνται σύμφωνα με τις παρακάτω μεθόδους.

Δοκιμές επί των αδρανών υλικών

- Δειγματοληψία **A.A.S.H.O. : T- 2**
- Κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών **A.A.S.H.O. : T - 27**
- Ισοδύναμο άμμου **A.A.S.H.O. : T - 176**
- Φθορά κατά **Los Angeles A.A.S.H.O. : T - 96**
- Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση αδρανών υλικών **A.A.S.H.O. : T - 104**
- Τελικό διερχόμενο από το κόσκινο **No 200** (παιπάλη) **A.A.S.H.O. : T - 11**
- Όριο υδαρότητας **A.A.S.H.O. : T - 89**
- Όριο πλαστικότητας **A.A.S.H.O. : T - 90**
- Δείκτης πλαστικότητας **A.A.S.H.O. : T - 91**
- Σχέση υγρασίας - πυκνότητας
(Μέθοδος **D**) **A.A.S.H.O. : T - 180**

Δοκιμές επί του οδοστρώματος

- Έλεγχος συμπύκνωσης **A.A.S.H.O. : T - 104**
- Δοκιμαστική φόρτιση
(Μέθοδος φορτιζόμενης πλάκας)

Επιμέτρηση και πληρωμή

Ο τρόπος Επιμετρήσεως και πληρωμής καθορίζεται στο κάθε έργο από τα οικεία Συμβατικά Τεύχη. Εάν ο τρόπος επιμετρήσεως και πληρωμής δεν περιλαμβάνεται στα συμβατικά τεύχη τότε θα ισχύουν τα ακόλουθα:

Η απισωτική στρώση, στις περισσότερες περιπτώσεις ή κάτω από την υπόβαση κατασκευή εφόσον δεν κατασκευασθεί από τον ίδιο των Ανάδοχο, δεν περιλαμβάνεται στην συγκεκριμένη Προδιαγραφή και θα πληρωθεί ο Ανάδοχος με ιδιαίτερη τιμή μονάδος, εφ' όσον είναι εντολή της Υπηρεσίας.

Επιμέτρηση του πάχους στρώσεως της υποβάσεως

Εκτός από όσα αναφέρονται στην παράγραφο 8 το συμπυκνωμένο πάχος της κάθε στρώσης καθώς και το συνολικό θα εξακριβώνονται και με γεωμετρική χωροστάθμιση τριών σημείων σε κάθε διατομή, το οποίο αντιστοιχεί στο πλάτος του οδοστρώματος δύο τροχών.

Μετά την διαπίστωση από τον Ανάδοχο του νέου ακριβούς γεωμετρικού σχήματος, του καθορισθέντος βαθμού συμπύκνωσης κλπ., το συμπυκνωμένο πάχος επιμετρείται με την αναπασσάλωση των συγκεκριμένων σημείων του άξονα της οδού ή τμήματος αυτής. Η μεταξύ των διατομών απόσταση πρέπει να είναι μικρότερη των 100 μέτρων. Εφόσον ο έλεγχος που θα γίνει θα δείξει αποκλίσεις (στο πάχος) αυτό θα ελαττώνεται.

Σαν πάχος στην συγκεκριμένη διατομή θα λαμβάνεται το μικρότερο (βέβαια δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια), εφ' όσον αυτό περιλαμβάνεται στα όρια της αντοχής της παραγράφου 8.1. Στην περίπτωση που το πάχος βρεθεί εκτός από τα όρια των ανοχών διατάσσεται με δαπάνες του Αναδόχου, ανακατασκευή της στρώσεως της υποβάσεως.

Επιμέτρηση κατά κυβικό μέτρο πλήρους κατασκευής (εργασία και υλικά)

Στην περίπτωση των ισοπεδωτικών στρώσεων ή πλήρης κατασκευή θα επιμετρηθεί σε κυβικά μέτρα, υλικού μη συμπυκνωμένου όγκου.

Επιμέτρηση κατά τετραγωνικό μέτρο κλπ.

Πλήρης κατασκευή (εργασία και υλικά)

Κατά τον τρόπο αυτής της επιμέτρησης η κάθε στρώση πλήρους κατασκευής της υποβάσεως (εργασία και υλικά) θα επιμετρηθεί κατά τετραγωνικό μέτρο συμπυκνωμένου πάχους.

Εργασία κατασκευής και υλικά .(πλην μεταφοράς)

Κατά τον τρόπο αυτό της επιμέτρησης ο οποίος γίνεται σε ειδικές περιπτώσεις ,ιδιαίτερα στις Ισοπεδωτικές στρώσεις, καθώς επιβάλλεται για τεχνικούς λόγους

η πληρωμή της μεταφοράς, η εργασία κατασκευής των στρώσεων, η παραγωγή των χρησιμοποιούμενων υλικών και η φορτοεκφόρτωση αυτών θα επιμετρείται σε κυβικά μέτρα υλικού .

Ε ρ γ α σ ί α κ α τ α σ κ ε υ ή ς υ π ο β ά σ ε ω ς

Κατά τον τρόπο αυτής της επιμέτρησης η εργασία της κάθε στρώσης υποβάσεως θα επιμετρείται κατά τετραγωνικό μέτρο συμπυκνωμένου πάχους, της οποίας το πλάτος υπολογίζεται ίσο με την πραγματική απόσταση των ακμών της ανώτερης επιφάνειας αυτής .

Π α ρ α γ ω γ ή κ α ι φ ο ρ τ ο ε κ φ ό ρ τ ω σ η μ ε π ρ ο σ θ ή κ η τ ο υ (α π ο λ υ μ έ ν ο υ χ ρ ό ν ο υ) τ ω ν μ ε τ α φ ο ρ ι κ ώ ν μ έ σ ω ν

Το υλικό θα παραλαμβάνεται, μετά την εναπόθεση του επί της οδού από Επιτροπή Παραλαβής η οποία θα συντάσσει σχετικό πρωτόκολλο παραλαβής του υλικού υποβάσεως.

Μ ε τ α φ ο ρ ά

Η μεταφορά του παραληφθέντος υλικού γίνεται από την αρμόδια Επιτροπή υλικού.

Πληρωμή

Π λ ή ρ η ς κ α τ α σ κ ε υ ή (ε ρ γ α σ ί α κ α ι υ λ ι κ ά)

Η πληρωμή του Αναδόχου για την πλήρη κατασκευή της στρώσεως της υπόβασης, περιλαμβάνει οποιαδήποτε δαπάνη για την εξεύρεση των κατάλληλων πηγών για την λήψη των υλικών.

Σε ειδικές περιπτώσεις οι πηγές λήψεως των υλικών δεν παρέχονται από την Υπηρεσία, (από την οποία παράγεται το απαιτούμενο αργό υλικό) το είδος του οποίου καθορίζεται από τους όρους δημοπρατήσεως του κάθε έργου .

Εργασία κατασκευής και υλικά (πλην μεταφοράς)

Η πληρωμή του Αναδόχου για την εργασία της κατασκευής της ισοπεδωτικής στρώσης ,την παραγωγή του υλικού ώστε να πληροί τους όρους της συγκεκριμένης προδιαγραφής περιλαμβάνονται στις παραπάνω παραγράφους.

Εργασία κατασκευής της υποβάσεως

Η πληρωμή του Αναδόχου για την ανά τετραγωνικό μέτρο εργασία κατασκευής της στρώσεως της υποβάσεως περιλαμβάνει τα όσα αναφέρονται παραπάνω.

Παραγωγή και φορτοεκφόρτωση με προσθήκη του (απολυμένου χρόνου) των μεταφορικών μέσων.

Μεταφορά.

Η πληρωμή του Αναδόχου για την μεταφορά του υλικού περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες δαπάνες για την μεταφορά του υλικού στον τόπο της χρησιμοποίησής του. Εκτός από τις δαπάνες για την φορτοεκφόρτωση.

ΕΝΤΥΠΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΕΡΓΟ: ΑΝΑΔΟΧΟΣ: Κ.Τ.Ε.:	Α Έκδοση Ημερομηνία: Α/Α:
---------------------------------------	---

ΔΟΚΙΜΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΑΜΜΟΥ

SAND EQUIVALENT (ASTM D2419, AASHTO T-176)

ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:	ΗΜ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:	ΗΜ/ΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ:

ΔΕΙΓΜΑ	Α	Β	Γ
Ανάγνωση άμμου (h)			
Ανάγνωση αργίλου (H)			
Ισοδύναμο άμμου (h/H * 100)			
Μ.Ο. ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΑΜΜΟΥ %:	ΤΙΜΗ		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

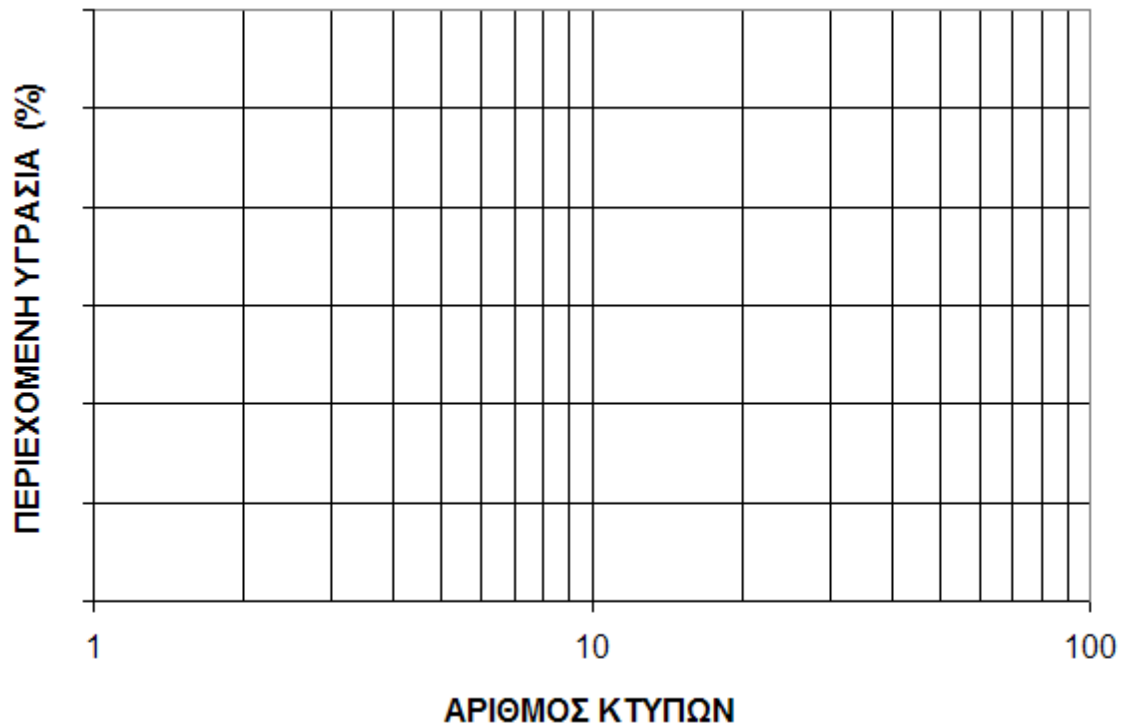
Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ	ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ

ATTEBERG LIMITS (AASHTO T89, T90)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:	ΘΕΣΗ:	ΗΜ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜ/ΑΣ:	ΗΜ/ΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ:
---------------------------	--------------	-------------------------	------------------------

Δ Ο Κ Ι Μ Η		Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας				Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας			
Αριθμός Δοκιμής		1	2	3	4	1	2	3	4
	Αριθμός υποδοχέα								
	Αριθμός κτύπων					/	/	/	/
A	Βάρος υγρού δείγμ. + υποδοχέα (g)								
B	Βάρος ξηρού δείγμ. + υποδοχέα (g)								
Γ	Βάρος ύδατος (Γ=A-B) (g)								
Δ	Βάρος υποδοχέα (g)								
E	Βάρος ξηρού δείγματος (E=B-A) (g)								
Z	Περιεχόμενη υγρασία % (Z=Γ*100/E)								
H	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ %	/							



Όριο Υδαρότητας $W_L =$	Όριο πλαστικότητας $W_p =$	Δείκτης πλαστικότητας $I_p = W_L - W_p =$
-----------------------------------	--------------------------------------	---

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ		ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ**MOISTURE CONTENT (ASTM D2216)**

ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :	ΗΜ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ :	ΗΜ/ΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ :
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ :	ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :	

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		1	2	3
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ		No :	No :	No :
Α	Βάρος υποδοχέα (gr)			
Β	Βάρος υποδοχέα + υγρού δείγματος (gr)			
Γ	Βάρος υποδοχέα + ξηρού δείγματος (gr)			
Δ	Βάρος νερού $\Delta = B - \Gamma$ (gr)			
Ε	Βάρος ξηρού δείγματος $E = \Gamma - A$ (gr)			
Ζ	Υγρασία (επί ξηρού) $Z = (\Delta/E) * 100$ (%)			
Μέσος όρος (%)				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ		ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔ ΒΑΡΟΥΣ & ΑΠΟΡ/ΤΑΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ				
SPECIFIC GRAVITY & ABSORPTION OF FINE AGGREGATES (ASTM C128)				
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ :		ΗΜ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ :		ΗΜ/ΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ :
ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :			ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		1	2	3
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟΥ		No :	No :	No :
Γ	Βάρος πυκνόμετρου & νερού (gr)			
Δ	Βάρος πυκνόμετρου, επιφ.ξηρού υλικού & νερού (gr)			
Α	Βάρος ξηρού υλικού (gr)			
Β	Βάρος κορεσμένου υλικού, επιφανειακώς ξηρού (gr)			
Μικτό φαινόμενο βάρος [A/(B+Γ-Δ)]				
Μικτό φαινόμενο ειδικό βάρος κορεσμένο επιφανειακώς ξηρού [B/(B+Γ-Δ)]				
Φαινόμενο ειδικό βάρος [A/(A+Γ-Δ)]				
Απορροφητικότητα [(B-A)/A x 100%]				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

--

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ		ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔ ΒΑΡΟΥΣ & ΑΠΟΡ/ΤΑΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ		
SPECIFIC GRAVITY & ABSORPTION OF COARSE AGGREGATES (ΣΚ-301, ASTM C127)		
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ :	ΗΜ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ :	ΗΜ/ΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ :
ΕΙΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :	ΑΡ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ :	

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		1	2	3
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ		No :	No :	No :
Βάρος υποδοχέα	(gr)			
Βάρος υποδοχέα + ξηρού δείγματος	(gr)			
A Βάρος ξηρού δείγματος	(gr)			
B Βάρος κορεσμένου υλικού, επιφανειακώς ξηρού	(gr)			
Γ Βάρος κορεσμένου υλικού στο νερό	(gr)			
Μικτό φαινόμενο βάρος [A/(B-Γ)]				
Μικτό φαινόμενο ειδικό βάρος κεκορεσμένο επιφανειακώς ξηρού [B/(B-Γ)]				
Φαινόμενο ειδικό βάρος [A/(A-Γ)]				
Απορροφητικότητα [(B-A)/A x 100%]				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ο ΕΚΤΕΛΕΣΑΣ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ		ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ:	ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΥΛΙΚΩΝ / ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ / ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ:	

ΠΡΟΣ :
ΥΠΟΨΗ :
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ :
ΤΗΛ. :
FAX :
Σας αποστέλλουμε τα κατωτέρω περιγραφόμενα υλικά / δείγματα /δοκίμια έλεγχο.

Α/Α	ΥΛΙΚΟ/ΔΕΙΓΜΑ / ΔΟΚΙΜΙΟ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΑΠΑΙΤ/ΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ / ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΟΝΟΜΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

Προτείνονται Φύλλα Ελέγχου Εργασιών (Φ.Ε.Ε) για χωματουργικές εργασίες:

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΡΓΟΥ: _____

ΘΕΣΗ (Χ.Θ.): _____

ΣΧΕΔΙΑ: _____

ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ

ΤΜΗΜΑ οδού: _____ ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ (ΣΕΟ), ΣΤΡΩΣΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ (ΣΣΟ), ΥΠΟΒΑΣΗ (ΥΠ), ΒΑΣΗ (Β)

Α. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Γεωμετρικός έλεγχος : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ - (επισυνάπτεται φύλλο αποτελεσμάτων <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ)	Χωροσταθμικός έλεγχος: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ (επισυνάπτεται φύλλο αποτελεσμάτων <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ)
--	---

Α1. ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ – ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

- Δειγματοληψία/ες, για εκτέλεση δοκιμών:	Τμήμα Οδού	Προέλευση Υλικού	Δειγμ/ψία	Κατηγορία
Συμπύκνωση επιφάνειας Σ.Σ.Ε. <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ				

Δοκιμές επι τόπου πυκνότητας, Αριθμός:			ΟΔΟ-.....
Έλεγχος μηχανικών χαρακτηριστικών υλικών <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<i>No δοκιμών:</i>,,			

A2 Έλεγχοι στη στάθμη έδρασης του Οδοστρώματος /
χ.θ. _____ έως χ.θ. _____

Εκτέλεση δοκιμής κατάταξης	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	(No δοκιμής/ών αναφοράς) :
Εκτέλεση δοκιμής Προσδιορισμού επί τόπου πυκνότητας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	(No δοκιμής/ών αναφοράς):

A3. ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΣΗΣ

- Δειγματοληψία/ες, για εκτέλεση δοκιμών:	Τμήμα Οδού	Προέλευση Υλικού	Δειγματολ.	Κατηγορία

Συμπύκνωση επιφάνειας Σ.Ε.Ο. <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ				
Δοκιμές επι τόπου πυκνότητας, Αριθμός:			ΟΔΟ-.....
Έλεγχος μηχανικών χαρακτηριστικών υλικών <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<i>No δοκιμών:</i>,,			

A4. ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΒΑΣΗΣ

- Δειγματοληψία/ες, για εκτέλεση δοκιμών:	Τμήμα <i>Οδού</i>	Πρόελευση Υλικού	Δειγματολ.	<i>Κατηγορία</i>
Συμπύκνωση επιφάνειας βάσης: <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ				
Δοκιμές επι τόπου πυκνότητας, Αριθμός:			ΟΔΟ-.....	
Έλεγχος μηχανικών χαρακτηριστικών υλικών <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<i>No δοκιμών:</i>,,			

Εξοπλισμός:.....ΕΓΚΕΚΡΙ

ΜΕΝΟΣ : ΜΗ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΣ:

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΣΤΡΩΣΗ 1^η, ΑΠΟ Χ.Θ. ΕΩΣ Τύπος υλικού -
διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατομή Από Έως	Σ.Ε.Ο. -Σ.Σ.Ο.	Στρώση	Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσεων	Αρ. Δειγματολ ηψιών	Μέσος Βαθμός συμπυκν
			Υψομ. Ανω επιφ. Από Έως	Πάχος (m)			
					<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	

Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΣΤΡΩΣΗ 2^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατ/ ομή	Σ.Ε.Ο. - Σ.Σ.Ο.	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσε ων	Αρ. Δειγματολη ψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Ανω επιφ.	Πάχο ς (m)				
Από	Από		Από					
Έως	Έως		Έως					
					<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ		

- Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΣΤΡΩΣΗ 3^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατομή	Σ.Ε.Ο. - Σ.Σ.Ο.	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώ σεων	Αρ. Δειγματολη ψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Ανω επιφ.	Πάχος (m)				
Από	Από		Από		ΝΑΙ ΟΧΙ <input type="checkbox"/>			
Έως	Έως		Έως					

- Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΣΤΡΩΣΗ 4^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νία	Διατομή	Σ.Ε.Ο. - Σ.Σ.Ο.	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσεων	Αρ. Δειγματοληψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Άνω επιφ.	Πάχος ς (m)				
Από	Από		Από					
Έως	Έως		Έως					
					<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ		

Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΣΤΡΩΣΗ 1^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατομή	Υπόβαση	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσεων	Αρ. Δειγματοληψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Άνω επιφ.	Πάχος ς (m)				
Από Έως	Από Έως		Από Έως		<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ			

-Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΣΤΡΩΣΗ 2^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νία	Διατομή	Υπόβαση	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσεων	Αρ. Δειγματοληψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Άνω επιφ.	Πάχος (m)				
Από	Από		Από		<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ			
Έως	Έως		Έως					

Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΣΤΡΩΣΗ 1^η, ΑΠΟ Χ.Θ. ΕΩΣ Τύπος υλικού -
διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατομή	Βάση	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσε ων	Αρ. Δειγματολη ψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Άνω επιφ.	Πάχο ς (m)				
Από Έως	Από Έως		Από Έως		<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ			

Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΣΤΡΩΣΗ 2^η, ΑΠΟ Χ.Θ.

ΕΩΣ

Τύπος υλικού -

διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)

Ημ/νί α	Διατομή	Βάση	Στρώση		Προσθήκη νερού γενικά	Αριθμός Συμπυκνώσε ων	Αρ. Δειγματολη ψιών	Μέσος Βαθμός Συμπύκνωσης
			Υψομ. Άνω επιφ.	Πάχο ς (m)				
Από	Από							
.....							
Έως	Έως		Από					
.....					
			Έως					
							
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
					ΝΑΙ	ΟΧΙ		

Όγκος συμπυκνωθέντος υλικού: _____ m³

ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

**ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΩΝ
ΠΛΑΚΩΝ**

**ΣΤΡΩΣΗ, Χ.Θ._____ Τύπος υλικού -
διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)**

Ημ/νί α	Διατο μή	Τμήμα Οδού	Πάχος Στρώσης (m)	Άνω στάθμη Στρώσης (υψ.)	Αριθμός Διελύσε ων	Μέτρηση Υποχωρήσεων			Αποδεκτή Υποχώρη ση <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
						Αριστερά	Μέσον	Δεξιά	
ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ			
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ		ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ			

**ΣΤΡΩΣΗ....., Χ.Θ._____ Τύπος υλικού -
διερχόμενο ποσοστό από Νο 4 κόσκινο (.....%)**

Ημ/νί α	Διατο μή	Τμήμα Οδού	Πάχος Στρώση ς (m)	Άνω στάθμη Στρώσης (υψ.)	Αριθμός Διελύσε ων	Μέτρηση Υποχωρήσεων			Αποδεκτή Υποχώρη ση <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ
						Αριστερά	Μέσον	Δεξιά	
ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΜΗΧ/ΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ		ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΠΟ ΥΠΗΡΕΣΙΑ			
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜ Ο	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜ Ο	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜ Ο				ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ				ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ			

Αυλάκωση και Αλλοίωση της Υφής του Οδοστρώματος

(*Rutting and Wear*)

Αυλάκωση του οδοστρώματος (*rutting*) καλείται η υποχώρηση (βαθούλωμα) της επιφάνειας του οδοστρώματος κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων. Η αυλάκωση του οδοστρώματος (*rutting*) προκαλείται από τη μόνιμη παραμόρφωση της επιφάνειας του οδοστρώματος ή της υπόβασης που δημιουργείται ως αποτέλεσμα της συμπίεσης που δέχεται από τα φορτία κυκλοφορίας. Συνήθως, όταν οι ανώτερες στρώσεις του οδοστρώματος αυλακώνονται υπερβολικά τότε κατά μήκος των παρυφών της αυλάκωσης παρουσιάζονται ανυψώσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις το βάθος της αυλάκωσης αυξάνει εγκάρσια από τα άκρα προς το κέντρο των τροχοαυλακώσεων. Οι αυλακώσεις γίνονται πιο εύκολα αντιληπτές μετά από βροχοπτώση εφόσον μετατρέπονται σε θύλακες συγκέντρωσης ομβρίων.

Αλλοίωση της υφής του οδοστρώματος (*wear*) είναι το βαθούλωμα που προκαλείται από την τριβή των τροχών των οχημάτων στο τμήμα του οδοστρώματος που αυτοί καταλαμβάνουν.

Επίπεδα σοβαρότητας

Αναφέρονται στη μέση κατακόρυφη υποχώρηση του οδοστρώματος κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων για δεδομένο μήκος οδού. Συνιστώμενα πεδία εύρους τιμών διακύμανσης :

Χαμηλό	–	0,6 cm έως 1,3 cm
Μέσο	–	1,3 cm έως 1,9 cm
Υψηλό	–	μεγαλύτερο από 1,9 cm



Εικόνα 41. Αυλάκωση του οδοστρώματος

Εκτίμηση της αυλάκωσης του οδοστρώματος

Έκταση

Το συνολικό μήκος της οδού στο οποίο παρουσιάζεται το πρόβλημα των τροχοαυλακώσεων.

Τρόπος υπολογισμού

Θα πρέπει να λαμβάνονται όσο το δυνατόν περισσότερες μετρήσεις και να υπολογίζεται ο μέσος όρος τους.

Ρηγματώσεις Τύπου "Αλιγάτορα"

Οι ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα σχετίζονται με τα διερχόμενα φορτία και συνήθως περιορίζονται σε εκείνα τα τμήματα του οδοστρώματος που δέχονται επαναλαμβανόμενα φορτία. Στα αρχικά στάδια εμφάνισης τους είναι διαμήκεις ρωγμές που με την πάροδο του χρόνου και το μέγεθος των διερχόμενων φορτίων διακλαδώνονται και αρχίζουν να ενώνονται μεταξύ τους. Το στάδιο στο οποίο οι μεμονωμένες διαμήκεις ρηγματώσεις αρχίζουν να αλληλοσυνδέονται είναι γνωστό ως στάδιο Ρηγμάτωσης Τύπου Αλιγάτορα. Τελικά, οι ρωγμές διαπλέκονται μεταξύ τους σε φολίδες και δημιουργούν ένα μοτίβο που προσομοιάζει στη ράχη αλιγάτορα.

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

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

Λακκούβες, και άλλες φθορές λόγω αποφλοίωσης του οδοστρώματος είναι αποτέλεσμα προχωρημένης ρηγματώσης τύπου αλιγάτορα. Αυτές θα πρέπει επίσης να σημειώνονται στα έντυπα πεδίου.



Εικόνα 42. Ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα.

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Διακλαδιζόμενες, διαμήκεις, ασυνεχείς και, περιορισμένου εύρους ρωγμές που αρχίζουν να συνδέονται μεταξύ τους και να σχηματίζουν το μοτίβο ενός αλιγάτορα χωρίς όμως να παρατηρείται αποφλοίωση του οδοστρώματος.

Μέσος – Οι ρωγμές σχηματίζουν ένα πλέγμα το οποίο ακολουθεί ξεκάθαρα το μοτίβο του αλιγάτορα. Στις παρυφές της ρηγματωμένης περιοχής το οδόστρωμα πιθανόν να παρουσιάζει σημεία αποφλοίωσης. Το εύρος των ρωγμών μπορεί να είναι μεγαλύτερο από 0,6 cm χωρίς όμως ακόμη να αποκολλώνται κομμάτια από το οδόστρωμα.

Υψηλός – Το οδόστρωμα παρουσιάζει πλέον ένα καλοσχηματισμένο μοτίβο ρωγμών με ιδιαίτερα εμφανή σημεία αποφλοίωσης. Κομμάτια του οδοστρώματος έχουν πλήρως αποκολληθεί και ενδεχομένως φύγει εντελώς από τη θέση τους. Λεπτόκοκκο υλικό από το υπόστρωμα βγαίνει στην επιφάνεια.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση ρωγμών τύπου "Αλιγάτορα" με το βαθμό σοβαρότητας.

Εκτίμηση φθορών λόγω ρωγμών τύπου αλιγάτορα – Μέθοδος Α΄

Έκταση

Η έκταση φθορών που προκαλούνται από ρήγματα τύπου αλιγάτορα υπολογίζεται ως συνάρτηση του μήκους των τροχοαυλακώσεων. Κάθε λωρίδα κυκλοφορίας φέρει δύο τροχοαυλακώσεις. Έτσι μια λωρίδα μήκους 100 m έχει τροχοαυλακώση μήκους 200 m. Η έκταση των φθορών θα πρέπει να υπολογίζεται ως ποσοστό του μήκους που υποφέρει από ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα επί του συνολικού μήκους των τροχοαυλακώσεων. Προτεινόμενες βαθμίδες εκτίμησης των φθορών έχουν ως εξής:

- από 1% έως 9% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων
- από 10% έως 24% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων
- από 25% έως 49% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων
- από 50% έως 100% για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων

Τρόπος υπολογισμού

Για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας και για κάθε βαθμίδα σοβαρότητας υπολογίζεται το άθροισμα του μήκους των τμημάτων που παρουσιάζουν ρωγμές τύπου αλιγάτορα και στις δύο τροχοαυλακώσεις. Το άθροισμα που προκύπτει διαιρείται με το διπλάσιο του μήκους του εξεταζόμενου τμήματος της οδού και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό του προσβεβλημένου μέρους επί του συνολικού μήκους της οδού.

Εκτίμηση φθορών λόγω ρωγμών τύπου αλιγάτορα – Μέθοδος Β΄

Έκταση

Ο υπολογισμός της έκτασης που καλύπτεται από ρωγμές τύπου αλιγάτορα υπολογίζεται ως συνάρτηση της συνολικής έκτασης της καταγραφείσας περιοχής.

Τρόπος υπολογισμού

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

Διαμήκεις Ρηγματώσεις

Οι διαμήκεις ρωγμές συνήθως διατρέχουν το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού και όταν σχετίζονται με την απαρχή δημιουργίας ρωγμών τύπου αλιγάτορα είναι διακεκομμένες και εμφανίζονται στις τροχοαυλακώσεις. Διαμήκεις ρωγμές που εντοπίζονται στις τροχοαυλακώσεις θα πρέπει να καταγράφονται.

Σημείωση: Στην καταγραφή δε θα πρέπει να συνυπολογίζονται ρωγμές που βρίσκονται σε πλάτος ως και 15 cm από τις ακμές κάθε λωρίδας κυκλοφορίας. Τέτοιου είδους ρωγμές οφείλονται ή σχετίζονται με την κατάσταση συναρμογής των στρώσεων του οδοστρώματος. Εάν προβλέπεται η καταγραφή τους από το σχεδιασμό θα πρέπει να γίνεται ξεχωριστά.



Εικόνα 43. Διαμήκεις ρωγμές

Βαθμός Σοβαρότητας

Χαμηλός – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν πολύ μικρά σημάδια αποφλοιώσης στις άκρες τους και το εύρος τους είναι

μικρότερο από 0,6 cm. Ρωγμές που έχουν επισκευασθεί και το άνοιγμα που είχαν πριν από την επισκευή δεν είναι ορατό θα πρέπει ταξινομούνται ως ρωγμές χαμηλού βαθμού σοβαρότητας.

Μέσος – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν μικρά σημάδια αποφλοίσωσης αλλά το εύρος τους είναι μεγαλύτερο από 0,6 cm. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν άλλες, τυχαία κατανεμημένες ρωγμές με χαμηλό βαθμό σοβαρότητας.

Υψηλός – Στα τμήματα που υπάρχουν ρωγμές το οδόστρωμα είναι θρυμματισμένο. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν κι άλλες διάσπαρτες ρωγμές. Κατά μήκος της κύριας ρωγμής κομμάτια του οδοστρώματος έχουν αποκολληθεί από το οδόστρωμα. Με την πάροδο του χρόνου τέτοιου είδους ρωγμές εξελίσσονται σε ρωγμές τύπου αλιγάτορα.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση διαμηκών ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους

Εκτίμηση Ρηγματώσεων Διαμήκους Τύπου – Μέθοδος Α

Έκταση

Η έκταση των ρωγμών καταγράφεται ως ποσοστό του μήκους του προσβεβλημένου μέρους της οδού επί του συνολικού μήκους του εξεταζόμενου τμήματος. Προτεινόμενες βαθμίδες ποσοστών καταπόνησης έχουν ως εξής:

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

Τρόπος υπολογισμού

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

Εκτίμηση ρηγματώσεων διαμήκους τύπου – Μέθοδος Β

Έκταση

Η έκταση του προσβεβλημένου μέρους υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής.

Τρόπος Υπολογισμού

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται το μήκος των ρωγμών. Πρώτα εντοπίζονται οι ρωγμές και στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος και ο βαθμός σοβαρότητας τους.

Διαμήκεις Ρωγμές που δεν Σχετίζονται με τη Διέλευση Οχημάτων

Διαμήκεις ρωγμές που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων επί της οδού διατρέχουν το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού. Συνήθως οφείλονται σε κακοτεχνίες στη κατασκευή του οδοστρώματος. Τέτοιου είδους επιφανειακές ρωγμές σχετίζονται με ρωγμές στο εσωτερικό του οδοστρώματος στις θέσεις επαφής των υλικών στρώσης ή με ρωγμές που

εμφανίζονται στις ακμές της οδού. Αυτές οι ρωγμές δεν σχετίζονται με τα φορτία που διατρέχουν την οδό.

Οι διαμήκεις ρωγμές που εξετάζονται σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες με τις ρωγμές τύπου αλιγάτορα χαμηλού βαθμού σοβαρότητας. Ωστόσο, οι ρωγμές τύπου αλιγάτορα εμφανίζονται πάντοτε στις τροχοαυλακώσεις και θα πρέπει να καταχωρούνται ως τέτοιες.



Εικόνα 44. Διαμήκεις ρωγμές που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν πολύ μικρά σημάδια αποφλοιώσεως στις άκρες τους και το εύρος τους είναι μικρότερο από 0,6 cm. Ρωγμές που έχουν επισκευασθεί και το άνοιγμα που είχαν πριν από την επισκευή δεν είναι ορατό θα πρέπει ταξινομούνται στις ρωγμές χαμηλού βαθμού σοβαρότητας.

Μέσος – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν μικρά σημάδια αποφλοιώσης αλλά το εύρος τους είναι μεγαλύτερο από 0,6 cm. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν άλλες, τυχαία κατανεμημένες ρωγμές με χαμηλό βαθμό σοβαρότητας.

Υψηλός – Στα τμήματα που υπάρχουν ρωγμές το οδόστρωμα είναι θρυμματισμένο. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν κι άλλες διάσπαρτες ρωγμές. Κατά μήκος της κύριας ρωγμής κομμάτια του οδοστρώματος έχουν αποκολληθεί από το οδόστρωμα.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση διαμηκών ρωγμών που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.

Εκτίμηση ρηγματώσεων διαμήκους τύπου που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων – Μέθοδος Α

Έκταση

Η έκταση ρωγμών αυτής της κατηγορίας υπολογίζεται ως ποσοστό του μήκους του προσβεβλημένου μέρους της οδού επί του συνολικού μήκους του εξεταζόμενου τμήματος. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

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

Τρόπος Υπολογισμού

Για κάθε επίπεδο σοβαρότητας και κάθε λωρίδα κυκλοφορίας αθροίζονται τα μήκη των τμημάτων που υπάρχουν ρωγμές. Το άθροισμα που προκύπτει διαιρείται με το μήκος του απογραφόμενου τμήματος και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό του προσβεβλημένου τμήματος επί του συνολικά εξεταζόμενου μήκους.

Εκτίμηση ρηγματώσεων διαμήκους τύπου που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων – Μέθοδος Β

Έκταση

Η έκταση του προσβεβλημένου μέρους υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής.

Τρόπος υπολογισμού

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται το μήκος των ρωγμών. Πρώτα εντοπίζονται οι ρωγμές και στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος και ο βαθμός σοβαρότητας τους.

Εγκάρσιες Ρηγματώσεις

Οι εγκάρσιες ρηγματώσεις διατρέχουν το οδόστρωμα σχεδόν κάθετα με τον άξονα της οδού. Συνήθως οφείλονται σε συστολή (επιβράχυνση) της επιφάνειας του οδοστρώματος που προκαλείται από χαμηλές θερμοκρασίες, σκλήρυνση της ασφάλτου ή σε ρωγμές υποκείμενων στρωμάτων της οδού όπως στρώσεις πλακών σκυροδέματος. Τέτοιου είδους ρωγμές ενδέχεται να καλύπτουν μέρος του οδοστρώματος ή να εκτείνονται σε όλο το εύρος του. Εγκάρσιες ρωγμές μήκους μεγαλύτερο από 0,6 m θα πρέπει να καταγράφονται.



Εικόνα 45. Εγκάρσιες ρωγμές

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν πολύ μικρά σημάδια αποφλοιώσης στις άκρες τους και το εύρος τους είναι μικρότερο από 0,6 cm. Ρωγμές που έχουν επισκευασθεί και το άνοιγμα που είχαν πριν από την επισκευή δεν είναι ορατό θα πρέπει ταξινομούνται στις ρωγμές χαμηλού βαθμού σοβαρότητας.

Μέσος – Οι ρωγμές δεν εμφανίζουν καθόλου ή παρουσιάζουν μικρά σημάδια αποφλοιώσης αλλά το εύρος τους είναι μεγαλύτερο από 0,6 cm. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν άλλες, τυχαία κατανεμημένες ρωγμές με χαμηλό βαθμό σοβαρότητας.

Υψηλός – Στα τμήματα που υπάρχουν ρωγμές το οδόστρωμα είναι θρυμματισμένο. Γύρω από την κύρια ρωγμή ή στα σημεία τομής κύριων ρωγμών πιθανόν να υπάρχουν κι άλλες διάσπαρτες ρωγμές. Κατά μήκος της κύριας ρωγμής κομμάτια του οδοστρώματος έχουν αποκολληθεί από το οδόστρωμα.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση εγκάρσιων ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.

Εκτίμηση εγκάρσιων ρηγματώσεων – Μέθοδος Α

Έκταση

Η έκταση φθορών αυτού του τύπου υπολογίζεται με γνώμονα το πλήθος των ρωγμών που υπάρχουν σε τμήμα οδού μήκους 30 m. Προτεινόμενες βαθμίδες για την εκτίμηση του πλήθους των ρωγμών είναι ως εξής:

- από 1 έως 4 ρωγμές για μήκος οδού 30 m
- από 5 έως 9 ρωγμές για μήκος οδού 30 m
- 10 ή περισσότερες ρωγμές για μήκος οδού 30 m

Τρόπος υπολογισμού

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

Εκτίμηση εγκάρσιων ρηγματώσεων – Μέθοδος Β

Έκταση

Η έκταση του προσβεβλημένου μέρους υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής.

Τρόπος Υπολογισμού

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται το μήκος των ρωγμών. Πρώτα εντοπίζονται οι ρωγμές και στη συνέχεια καταγράφεται το μήκος και ο βαθμός σοβαρότητας τους.

Αποκόλληση Αδρανών και Γήρανση του Οδοστρώματος

(Raveling and Aging)

Αποκόλληση αδρανούς υλικού και γήρανση του οδοστρώματος παρατηρείται όταν αποκολλώνται αδρανή στοιχεία από το οδόστρωμα, ή όταν το οδόστρωμα οξειδώνεται με αποτέλεσμα να διαλύεται η συνδετική ύλη της ασφάλτου αντίστοιχα. Όταν συμβαίνει αυτό, το ασφαλτικό οδόστρωμα χάνει τη λεία επιφάνεια του και αρχίζει να φαίνεται τραχύ και πορώδες.

Ο βαθμός σοβαρότητας της φθοράς υπολογίζεται ως συνάρτηση της ποσότητας διαφυγής αδρανών υλικών και του συνδετικού υλικού της ασφάλτου. Η σοβαρότητα της καταστροφής σε όλο το μήκος της απογραφόμενης οδού θα πρέπει να υπολογίζεται ως προς τον επικρατέστερο βαθμό σοβαρότητας που συναντάται στο υπόψη τμήμα.

Σημειώνεται ότι οι φθορές αυτού του είδους θα πρέπει να απογράφονται και να υπολογίζονται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τον τύπο του οδοστρώματος που εξετάζεται – αν πρόκειται δηλαδή, για ασφαλτικό σκυρόδεμα ή για οδόστρωμα που η άνω στρώση του κατασκευάσθηκε με επάλειψη ασφάλτου και διασπορά ψηφιδών (Bituminous Surface Treatment).

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να λαμβάνεται όταν απογράφονται οδοστρώματα που η άνω στρώση τους κατασκευάσθηκε με επάλειψη ασφάλτου και διασπορά ψηφιδών επειδή από τη φύση τους δείχνουν να έχουν ξεφτίσει. Ωστόσο, σε αυτού του τύπου τα οδοστρώματα η εκτεταμένη αποκόλληση αδρανούς υλικού έχει σαν συνέπεια να εκχειλίζει η άσφαλτος στο οδόστρωμα, οπότε η φθορά θα πρέπει να καταγράφεται ως εκχείλιση (*flushing*).



Εικόνα 46. Αποκόλληση αδρανών από το οδόστρωμα

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου μόλις αρχίζει να φθείρεται. Το οδόστρωμα αρχίζει να δείχνει σημάδια γήρανσης και τράχυνσης.

Μέσος – Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου έχει φαγωθεί και η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι αρκετά τραχεία και λακουβωτή. Πιθανόν κάποια κομμάτια του οδοστρώματος είναι σχεδόν αποκολλημένα και μέρος του λεπτόκοκκου υλικού βγαίνει στην επιφάνεια του οδοστρώματος.

Υψηλός – Τα σκύρα και/ή η συνδετική ύλη της ασφάλτου έχει φαγωθεί σε μεγάλο βαθμό και η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι βαθιά λακουβωμένη και πολύ τραχεία. Το λεπτόκοκκο υλικό έχει φύγει από το οδόστρωμα και τα λακκάκια έχουν μέγεθος που φθάνει το μισό του μεγέθους των σκύρων διάστρωσης.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση αποκόλλησης αδρανών από το οδόστρωμα ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους.

Εκτίμηση φθορών λόγω αποκόλλησης αδρανών

Έκταση

Η έκταση στην οποία εμφανίζονται φθορές λόγω αποκόλλησης αδρανούς υλικού διαβαθμίζεται ανάλογα με τη περιοχή του οδοστρώματος που παρατηρείται. Προτεινόμενες βαθμίδες είναι:

Τοπικά – Το πρόβλημα εμφανίζεται σποραδικά, συνήθως στις τροχοαυλακώσεις.

Κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων – Το μεγαλύτερο μέρος των τροχοαυλακώσεων παρουσιάζει φθορές.

Σε όλη τη λωρίδα κυκλοφορίας – Η λωρίδα κυκλοφορίας παρουσιάζει φθορές στο μεγαλύτερο τμήμα της.

Τρόπος υπολογισμού

Θα πρέπει να εκτιμάται η σοβαρότητα και έκταση της φθοράς.

Εκχείλιση / Εφίδρωση του Ασφαλικού Τάπητα

(Flushing / Bleeding)

Συμπτώματα εκχείλισης ή εφίδρωσης του ασφαλτικού τάπητα υποδηλώνονται από περίσσεια ασφαλτικού υλικού στην επιφάνεια του οδοστρώματος που εμφανίζει γυαλιστερή, σαν καθρέφτη, επιφάνεια η οποία σε ψηλές θερμοκρασίες γίνεται κολλώδης.

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

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



Εικόνα 47. Εκχείλιση / Εφίδρωση οδοστρώματος

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Μικρές ποσότητες σκύρων της επιφάνειας έχουν καλυφθεί από υπερβολική ποσότητα ασφάλτου αλλά η κατάσταση βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο.

Μέτριος – Σημαντικά τμήματα των επιφανειών σκύρων καλύπτονται με πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου. Ωστόσο, σε μεγάλα τμήματα του οδοστρώματος επιφανειακά σκύρα είναι ορατά, ακόμα και στις περιοχές με εκχείλιση της ασφάλτου.

Υψηλός – Τα επιφανειακά σκύρα καλύπτονται, στο μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας, με πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου. Η επιφάνεια δείχνει να είναι υγρή ενώ σε ζεστό καιρό γίνεται κολλώδης.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση εκχείλισης / εφίδρωσης οδοστρώματος ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους

Εκτίμηση της εκχείλισης και εφίδρωσης του ασφαλτικού τάπητα

Έκταση

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

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

Στις τροχοαυλακώσεις – Το μεγαλύτερο μέρος των τροχοαυλακώσεων παρουσιάζει φθορές.

Ολόκληρη λωρίδα – Η λωρίδα κυκλοφορίας παρουσιάζει φθορές στο μεγαλύτερο τμήμα της.

Τρόπος υπολογισμού

Θα πρέπει να εκτιμάται η σοβαρότητα και η έκταση της φθοράς.

Τοπικές Επισκευές (Μπαλώματα) του Οδοστρώματος

Τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος είναι το τμήμα του οδοστρώματος που αντικαταστάθηκε με καινούργιο υλικό προκειμένου να επιδιορθωθεί τοπικά το οδόστρωμα ή για τη δημιουργία πρόσβασης σε κάποια χρήση γης.

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

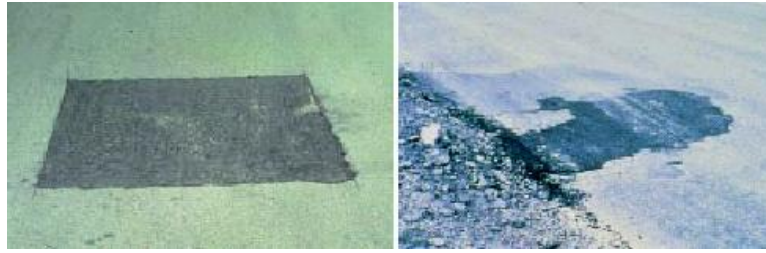
Προσωρινά μπαλώματα όπως και μόνιμες επιδιορθώσεις τοπικού χαρακτήρα συμπεριλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία. Επίσης τοπικές επισκευές που κατασκευάζονται για την εξυπηρέτηση χρήσεων γης περιλαμβάνονται στην ίδια κατηγορία.

Βαθμός σοβαρότητας

Χαμηλός – Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά μικρής σημασίας φθορές.

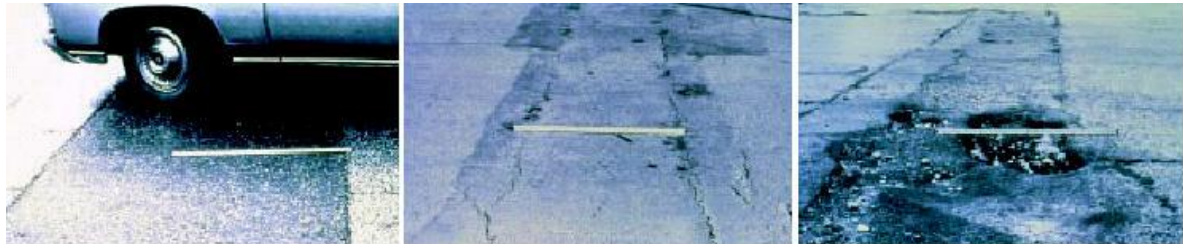
Μέτριος – Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά μέτριας σημασίας φθορές.

Υψηλός – Η τοπική επισκευή ή μπάλωμα του οδοστρώματος αποκαθιστά υψηλής σημασίας φθορές.



Χαμηλός

Μεσαίος



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Ταξινόμηση επισκευών του οδοστρώματος ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους

Εκτίμηση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος – Μέθοδος Α

Έκταση

Η έκταση των τοπικών επισκευών συναρτάται με το μήκος τροχοαυλάκωσης. Στο μισό του εύρους μιας λωρίδας κυκλοφορίας αντιστοιχεί μια τροχοαυλάκωση. Προτεινόμενες βαθμίδες εκτίμησης του ποσοστού τοπικών επισκευών είναι:

- από 1% έως 9% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)
- από 10% έως 24% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)
- 25% ή περισσότερο του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)

Εκτίμηση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος – Μέθοδος Β

Έκταση

Η έκταση που εμφανίζονται φθορές υπολογίζεται σε συνάρτηση με τη συνολική έκταση της εξεταζόμενης περιοχής.

Τρόπος υπολογισμού

Η έκταση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος μετράται σε τετραγωνικά μέτρα. Άλλου είδους φθορές, όπως αυλακώσεις ή ρηγματώσεις, δεν καταγράφονται ξεχωριστά - λαμβάνονται όμως υπόψη στον υπολογισμό του βαθμού σοβαρότητας των φθορών.

Αρχικές Τοπικές Επισκευές Οδοστρώματος

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

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

Παρόλο που οι τοπικές επισκευές όταν γίνονται προσεκτικά επιμηκύνουν τη ζωή του οδοστρώματος, το γεγονός ότι χρειάστηκε να

κατασκευασθούν υποδηλώνει ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα στη δομή του οδοστρώματος (εκτός αν κατασκευάστηκαν για εργασίες αποκατάστασης λόγω των ΟΚΩ).

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



Εικόνα 48. Τοπική επισκευή του οδοστρώματος

Βαθμός σοβαρότητας

Οι τοπικές επισκευές ταξινομούνται ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας των φθορών που αποκαθιστούν σε τρία επίπεδα τα οποία αναγνωρίζονται ευκολότερα από το είδος κατασκευής τους.

Χαμηλού βαθμού – Τα πιο απλά μπαλώματα κατασκευάζονται με θερμή άσφαλτο που ψεκάζεται στο οδόστρωμα. Στη συνέχεια στην επιφάνεια διασπείρονται ψηφίδες που ενσωματώνονται στο οδόστρωμα με χρήση οδοστρωτήρα. Επιδιορθώσεις αυτού του τύπου γίνονται αντιληπτές από τις κοφτές, ίσιες πλευρές τους, την τραχεία υφή τους και, από το ανάγλυφο τους που ακολουθεί το ανάγλυφο των υποκείμενων στρώσεων. Συνήθως κατασκευάζονται για να καλύψουν μικρής σοβαρότητας φθορές που προκαλούνται από αποκόλληση αδρανούς υλικού και σκασίματα της ασφάλτου.

Μέσου βαθμού – Οι επιδιορθώσεις αυτού του τύπου είναι μεταβλητού πάχους και έχουν ακανόνιστο σχήμα με τις πλευρές τους να ακολουθούν το ανάγλυφο του οδοστρώματος που τις περιβάλλει. Κατασκευάζονται για να καλύψουν ή να αντικαταστήσουν τμήματα που εμφανίζουν σοβαρά προβλήματα από φθορές τύπου αλιγάτορα, λακκούβες, αυλακώσεις που

αφήνουν οι τροχοί και άλλου είδους καταπονήσεις. Τα μπαλώματα αυτά κατασκευάζονται με ψυχρή ασφάλτο.

Υψηλού βαθμού – Επιδιορθώσεις που γίνονται με εκσκαφή σε όλο το βάθος του οδοστρώματος είναι οι πιο σοβαρές. Κατασκευάζονται με προσεκτική αφαίρεση μέρους του οδοστρώματος σε όλο το βάθος του και αναπλήρωση του κενού που δημιουργείται με κατάλληλο υλικό. Οι επισκευές αυτού του είδους θα πρέπει να είναι εξίσου ή περισσότερο ανθεκτικές από το αρχικό οδόστρωμα και κατασκευάζονται για να αντιμετωπισθούν σοβαρά προβλήματα από ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα.



Τοπική επισκευή με επάλειψη θερμής ασφάλτου	Τοπική επισκευή ψυχρής ασφάλτου	Τοπική επισκευή σε όλο το βάθος του οδοστρώματος
---	---------------------------------	--

Εκτίμηση των τοπικών επισκευών του οδοστρώματος

Έκταση

Το πλήθος των τοπικών επιδιορθώσεων υπολογίζεται ως ποσοστό του συνολικού μήκους τροχοαυλάκωσης. Σε κάθε λωρίδα κυκλοφορίας αντιστοιχούν δύο γραμμές τροχοαυλάκωσης. Δεδομένου ότι οι τοπικές επισκευές κατασκευάζονται για να αποκαταστήσουν φθορές τύπου αλιγάτορα ο τρόπος μέτρησής τους είναι ο ίδιος με αυτόν για τον υπολογισμό φθορών τύπου αλιγάτορα. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

- από 1% έως 9% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)
- από 10% έως 24% του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)

- 25% ή περισσότερο του μήκους για κάθε ζεύγος τροχοαυλακώσεων (μία λωρίδα κυκλοφορίας)

Τρόπος υπολογισμού

Αθροίζονται τα τμήματα (μήκη) του οδοστρώματος που υπάρχουν τοπικές επισκευές για κάθε τύπο μπαλώματος και για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας στις δύο τροχοαυλακώσεις. Το άθροισμα διαιρείται με το διπλάσιο του μήκους του οδοστρώματος και το πηλίκο που προκύπτει πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να υπολογιστεί το ποσοστό της οδού που φέρει μπαλώματα.

Εγκάρσια Αυλάκωση και Κυματισμοί του Οδοστρώματος (*Corrugation and Waves*)

Οι φθορές αυτού του τύπου καλύπτουν μια γενική κατηγορία καταπονήσεων του οδοστρώματος οι οποίες δεν περιορίζονται αποκλειστικά στις τροχοαυλακώσεις της οδού. Συναντώνται σε μεμονωμένα σημεία αλλά πιθανόν να καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του οδοστρώματος.

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

Βαθμός σοβαρότητας

Η εγκάρσια αυλάκωση του οδοστρώματος υπολογίζεται ως εξής – τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς. Ανάλογα με την απόσταση που παρατηρείται η ρυτίδωση χαρακτηρίζεται ως:

Χαμηλή 0,3 cm – 5 cm σε μήκος 3 m
Μεσαία 5 cm – 10 cm σε μήκος 3 m
Υψηλήπερισσότερο από 10 cm σε μήκος 3 m

Εκτίμηση της εγκάρσιας αυλάκωσης και των κυματισμών του οδοστρώματος –
Μέθοδος Α

Έκταση

Η σοβαρότητα των φθορών αυτής της κατηγορίας υπολογίζεται ως ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας στο σύνολο της επιφάνειας για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

- 1% - 9% της συνολικής επιφάνειας
- 10% - 24% της συνολικής επιφάνειας
- 25% ή μεγαλύτερο της συνολικής επιφάνειας

Τρόπος υπολογισμού

Τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς.

Εκτίμηση της εγκάρσιας αυλάκωσης και των κυματισμών του οδοστρώματος –
Μέθοδος Β

Έκταση

Το μέγεθος των φθορών εκφράζεται ως ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας στη συνολική επιφάνεια του οδοστρώματος που ελέγχεται.

Τρόπος υπολογισμού

Τα οπότεύεται στο οδόστρωμα πής μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πής το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς.

Κοιλώματα και Κυρτώματα του Οδοστρώματος

(Sags and Humps)

Οι φθορές αυτού του τύπου καλύπτουν μια κατηγορία καταπονήσεων του οδοστρώματος οι οποίες δεν περιορίζονται αποκλειστικά στις τροχοαυλακώσεις της οδού. Συνήθως συναντώνται σε μεμονωμένα τμήματα του οδοστρώματος.

Τα κοιλώματα και τα κυρτώματα του οδοστρώματος είναι αποτέλεσμα συνώθησης, καθίζησης, μετακίνησης του οδοστρώματος λόγω διόγκωσης του υπεδάφους ή λόγω μετακίνησης (φούσκωμα ή διάρρηξη) του οδοστρώματος από ρίζες δένδρων.



Εικόνα 49. Κοιλώματα και κυρτώματα του οδοστρώματος

Βαθμός σοβαρότητας

Η σοβαρότητα φθορών αυτής της κατηγορίας υπολογίζεται ως εξής – τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς. Ανάλογα με την απόσταση που παρατηρείται η καταπόνηση χαρακτηρίζεται ως:

Χαμηλή 0,3 cm – 5 cm σε μήκος 3 m
Μεσαία 5 cm – 10 cm σε μήκος 3 m
Υψηλή/περισσότερο από 10 cm σε μήκος 3 m

Εκτίμηση των κοιλωμάτων και κυρτωμάτων του οδοστρώματος – Μέθοδος A

Έκταση

Η έκταση των φθορών αυτής της κατηγορίας υπολογίζεται ως ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας στο σύνολο της επιφάνειας για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

- 1% - 9% της συνολικής επιφάνειας
- 10% - 24% της συνολικής επιφάνειας
- 25% ή μεγαλύτερο μέρος της συνολικής επιφάνειας

Τρόπος υπολογισμού

Τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς.

Εκτίμηση των κοιλωμάτων και κυρτωμάτων του οδοστρώματος – Μέθοδος Β

Έκταση

Το μέγεθος των φθορών εκφράζεται ως ποσοστό της προσβεβλημένης επιφάνειας στη συνολική επιφάνεια του οδοστρώματος που ελέγχεται.

Τρόπος υπολογισμού

Τοποθετείται στο οδόστρωμα πήχης μήκους 3 m σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα της οδού. Στα σημεία που δεν ακουμπά ο πήχης το οδόστρωμα μετράται η κατακόρυφη απόκλιση τους. Η μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση ορίζει τη σοβαρότητα της φθοράς.

Ρηγμάτωση κατά Τεμάχη (Block Cracking)

Η ρηγμάτωση αυτού του τύπου χωρίζει το οδόστρωμα σε τμήματα με πλευρές που τέμνονται μεταξύ τους σχεδόν κάθετα. Οι φθορές αυτής της κατηγορίας δεν θα πρέπει να συγχέονται με ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα οι οποίες σχηματίζουν μικρότερα, ακανόνιστου σχήματος κομμάτια με οξείες γωνίες. Επίσης, οι ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα σχετίζονται με τη διέλευση φορτίων και ως εκ τούτου εντοπίζονται σε θέσεις όπως οι τροχοαυλακώσεις.

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

Βαθμός σοβαρότητας

Η σοβαρότητα των φθορών υπολογίζεται από το μέσο μέγεθος των ρηγματωμένων τμημάτων και το μέσο εύρος των ρωγμών που τα σχηματίζουν.

Μέγεθος ρηγματωμένου τμήματος

- Χαμηλό - τμήματα πλευράς 2,7 m ή μεγαλύτερης
- Μεσαίο - τμήματα πλευράς από 2,7 έως 2,4 m
- Υψηλό - τμήματα πλευράς 1,2 m ή μικρότερης

Μέγεθος ρωγμών

- Χαμηλό - μικρότερο από 0,6 cm
- Μεσαίο - μεγαλύτερο από 0,6 cm
- Υψηλό- θρυμματισμένο



Εικόνα 50. Ρηγμάτωση του οδοστρώματος κατά τεμάχια

Εκτίμηση ρηγμάτωσης του οδοστρώματος κατά τμήματα– Μέθοδος Α

Έκταση

Η ρηγμάτωση καταλαμβάνει το εξεταζόμενο οδόστρωμα στο σύνολό του. Σε αντίθετη περίπτωση οι ρωγμές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως διαμήκεις ή εγκάρσιες.

Τρόπος Υπολογισμού

Εκτιμάται και επιλέγεται το τυπικό μέγεθος των ρηγματωμένων τμημάτων και επιλέγεται το κατάλληλο εύρος ρωγμών.

Εκτίμηση ρηγμάτωσης του οδοστρώματος κατά τεμάχια– Μέθοδος Β

Έκταση

Η εκτίμηση της ρηγμάτωσης γίνεται σε τετραγωνικά μέτρα ή ως ποσοστό του προσβεβλημένου μήκους σε σχέση με το ολικό.

Τρόπος υπολογισμού

Εκτιμάται και επιλέγεται το τυπικό μέγεθος των ρηγματωμένων τμημάτων και επιλέγεται το κατάλληλο εύρος ρωγμών.

Φθορές στις Ακμές του Οδοστρώματος (Pavement Edge Condition)

Αποκόλληση αδρανών ή «ξέφτισμα» του οδοστρώματος κατά μήκους των ακμών αυτού συναντάται κυρίως σε οδούς που δεν διαθέτουν έρεισμα ή κράσπεδα.

Βαθμός σοβαρότητας

Η σοβαρότητα φθορών που παρατηρούνται κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος ορίζεται με βαθμούς ως εξής:

Χαμηλός – Φθορές (αποκόλληση αδρανούς υλικού) παρατηρείται κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος.

Μέτριος – Οι φθορές κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος είναι τέτοιες που απαιτούνται τοπικές επισκευές για την αποκατάστασή τους.

Υψηλός – Οι φθορές κατά μήκος των ακμών του οδοστρώματος είναι τέτοιες που η απόσταση από τον άξονα της οδού μέχρι την ακμή του οδοστρώματος είναι μικρότερη από 3 m.

Εκτίμηση φθορών στις ακμές του οδοστρώματος

Έκταση

Η έκταση καταπονήσεων αυτής της κατηγορίας υπολογίζεται ως ποσοστό του μήκους του προσβεβλημένου μέρους της οδού επί του συνολικού μήκους του εξεταζόμενου τμήματος. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

- από 1% έως 9% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος
- από 10% έως 24% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος
- 25% ή μεγαλύτερο του μήκους του απογραφόμενου τμήματος



Εικόνα 51. Αποκόλληση αδρανών στις ακμές του οδοστρώματος

Τρόπος υπολογισμού

Αθροίζονται τα μήκη των προσβεβλημένων τμημάτων από φθορές. Το άθροισμα διαιρείται με το συνολικό μήκος του απογραφόμενου τμήματος και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό εμφάνισης το οποίο θα πρέπει να στρογγυλεύεται στον πλησιέστερο ακέραιο.

Φθορές στο Σφραγιστικό Υλικό των Ρωγμών (Crack Seal Condition)

Θα πρέπει να εκτιμάται και να καταγράφεται η κατάσταση των ρωγμών και των συνδέσμων που έχουν αποκατασταθεί στο παρελθόν με σφραγιστικό υλικό. Στα έντυπα καταγραφής θα πρέπει να σημειώνεται το συνολικό μήκος των ρωγμών που έχουν επιδιορθωθεί, το έτος αποκατάστασης τους καθώς και εκείνα τα τμήματα στα οποία παρατηρείται απουσία σφραγιστικού υλικού.

Βαθμός σοβαρότητας

- Μηδενικός- Δεν υπάρχουν σφραγισμένες ρωγμές.
- Χαμηλός - Το σφραγιστικό υλικό είναι σε καλή ή άριστη κατάσταση.
- Μέτριος - Μικρά ανοίγματα στο σφραγιστικό υλικό επιτρέπουν την εισροή ελάχιστης ποσότητας νερού στις ρωγμές.
- Υψηλός - Το σφραγιστικό υλικό είναι έντονα ρηγματωμένο ώστε αρκετή ποσότητα νερού εισρέει στις ρωγμές. Σε κάποιες περιπτώσεις το σφραγιστικό υλικό έχει ανοίξει αρκετά ή έχει διαλυθεί εντελώς ώστε το νερό εισρέει ελεύθερα στις ρωγμές.



Χαμηλός

Μεσαίος

Υψηλός

Εικόνα 52. Ταξινόμηση φθορών στο σφραγιστικό υλικό ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους

Εκτίμηση φθορών στο σφραγιστικό υλικό των ρωγμών του οδοστρώματος

Έκταση

Η έκταση των φθορών που σχετίζονται με τη γήρανση ή απώλεια σφραγιστικού υλικού από τις ρωγμές του οδοστρώματος υπολογίζεται ως

ποσοστό του μήκους των ρωγμών ή συνδέσμων που έχουν συντηρηθεί με σφραγιστικό υλικό ως προς το συνολικό μήκος των ρωγμών. Προτεινόμενες βαθμίδες έχουν ως εξής:

- από 1% έως 9% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος
- από 10% έως 24% του μήκους του απογραφόμενου τμήματος
- 25% ή μεγαλύτερο του μήκους του απογραφόμενου τμήματος

Τρόπος υπολογισμού

Για κάθε βαθμό σοβαρότητας φθορών του σφραγιστικού υλικού θα πρέπει να αθροίζονται τα αντίστοιχα μήκη των ρωγμών. Αντίστοιχα θα πρέπει να υπολογίζεται το συνολικό μήκος των ρωγμών και συνδέσμων στο εξεταζόμενο τμήμα. Τέλος για κάθε βαθμό σοβαρότητας διαιρείται το αντίστοιχο μήκος φθορών με το συνολικό μήκος ρωγμών και πολλαπλασιάζεται με το εκατό για να δώσει το ποσοστό του προσβεβλημένου μήκους για συγκεκριμένο βαθμό σοβαρότητας.

Εικόνα 1. Διατομές δύσκαμπτων (άκαμπτων) και εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Σαββίδη)	6
Εικόνα 2. Τυπική κατασκευαστική διατομή εύκαμπτου οδοστρώματος(κατά Νικολαΐδη)	8
Εικόνα 3. Τυπική διατομή «ιδανικού» οδοστρώματος (κατά Brown και Barksdale)	8
Εικόνα 4. Επίδραση του είδους του σταθεροποιητή στις ιδιότητες του εδάφους (κατά Τσώχο)	14
Εικόνα 5. Απαιτούμενη κοκκομετρική διαβάθμιση(ΠΤΠ-0164).....	16
Εικόνα 6.....	17
Εικόνα 7. Σύνοψη τύπων υλικού και ασφάλτου για σταθεροποίηση(κατά Yoder / Witczac)	20
Εικόνα 8. Χημικές ουσίες που βοηθούν στην συγκράτηση του νερού (κατά Yoder / Witczac).....	21
Εικόνα 9. Εναλλακτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία	24
Εικόνα 10. Πεδία εφαρμογής των εναλλακτικών υλικών και η συχνότητα χρήσης τους	24
Εικόνα 11. Πεδίο εφαρμογής των εναλλακτικών υλικών στις οδικές κατασκευές	25
Εικόνα 12. Γενικό λογικό διάγραμμα αναλυτικής μεθόδου διαστασιολόγησης εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Νικολαΐδη).....	28
Εικόνα 13. Σχηματική παράσταση σχεδιαστικών κριτηρίων εύκαμπτων οδοστρωμάτων (κατά Νικολαΐδη)	31
Εικόνα 14. Υπολογισμός δείκτη ITN κυκλοφορίας με τη μέθοδο Asphalt Institute (κατά Στεργιάδη).....	32
Εικόνα 15. Διορθωτικοί συντελεστές για ITN λόγω αύξησης της κυκλοφορίας(κατά Στεργιάδη).....	33
Εικόνα 16. Νομογράφημα προσδιορισμού οδοστρώματος κατά τη μέθοδο Asphalt Institute	34
Εικόνα 17. Λογικό διάγραμμα μεθοδολογίας διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων κατά Asphalt nstitute	35
Εικόνα 18. Λογικό διάγραμμα μεθοδολογίας διαστασιολόγησης εύκαμπτων οδοστρωμάτων	38
Εικόνα 19. Μετατροπή αξόνων σε ισοδύναμους άξονες(κατά Στεργιάδη)	40
Εικόνα 20. Συσχέτιση τιμών CBR και S (κατά Τσώχο)	40
Εικόνα 21. Νομογράφημα προσδιορισμού τιμών a2 σε συνάρτηση με την ποιότητα χρησιμοποιηθησομένων υλικών (κατά Τσώχο)	41
Εικόνα 22. Νομογράφημα προσδιορισμού a1 σε συνάρτηση με την ποιότητα του	

<i>χρησιμοποιηθησομένου υλικού (κατά Τσώχο)</i>	42
Εικόνα 23. <i>Συντελεστές περιοχής (R)* (κατά Τσώχο)</i>	43
Εικόνα 24. <i>Μέγιστα αξονικά φορτία σε διάφορες χώρες (Κατά OECD)</i>	45
Εικόνα 25. <i>Τυπικές κατηγορίες εμπορικών οχημάτων και κατανομή Φορτίου (Κατά Cronney D. and Cronney P., IRF, TRB)</i>	46
Εικόνα 26. <i>Κατηγορίες εμπορικών οχημάτων και κατανομή φορτίου(Κατά FHWA, Μήντσης Γ., Νικολαΐδης Α., Τσώχος Γ.)</i>	47
Εικόνα 27. <i>Συντελεστές ισοδυναμίας για τη μετατροπή αξόνων σε Ισοδύναμους Τυπικούς Άξονες (ITA) (Κατά AASHTO)</i>	49
Εικόνα 28. <i>Επίδραση συντήρησης και αποκατάστασης οδοστρώματος στο επίπεδο εξυπηρέτησης και στη διάρκεια ζωής αυτού(κατά Νικολαΐδη)</i>	50
Εικόνα 29. <i>Δημιουργία φακών πάγου στο οδόστρωμα (κατά Τσώχο)</i>	53
Εικόνα 30. <i>Εδάφη ευαίσθητα σε παγετό (κατά Yoder / Witczac)</i>	54
Εικόνα 31. <i>Επιπτώσεις κλιματικών παραγόντων στα οδοστρώματα (Κατά Μουρατίδη)</i>	54
Εικόνα 32. <i>Δομή του εδάφους, μέγεθος και σχήμα κόκκων (Κατά STIEGER)</i>	55
Εικόνα 33. <i>Γενικές ομάδες εδαφών συναρτήσει του μεγέθους του κόκκου (Κατά AASHTO, ASTM)</i>	56
Εικόνα 34. <i>Σχηματική παράσταση δοκιμής φορτισμένης πλάκας (Κατά Νικολαΐδη)</i>	58
Εικόνα 35. <i>Προτεινόμενες ελάχιστες ποσότητες εδαφικού υλικού για κοκκομετρική ανάλυση (Κατά AASHTO)</i>	60
Εικόνα 36. <i>Κοκκομετρικές καμπύλες τυπικών εδαφών (Κατά Νικολαΐδη)</i>	61
Εικόνα 37. <i>Τυπικές τιμές βέλτιστης υγρασίας με την πρότυπη τροποποιημένη μέθοδο συμπύκνωσης κατά Proctor</i>	62
Εικόνα 38. <i>Λεπτομερής διαίρεση των μορφών κατάστασης (κατά Kuonen)</i>	63
Εικόνα 39. <i>Κατάταξη εδαφών (κατά AASHTO)</i>	65
Εικόνα 40. <i>Ασφαλικό γαλάκτωμα – φωτογραφία από μικροσκόπιο (κατά Νικολαΐδη)</i>	67
Εικόνα 41. <i>Αυλάκωση του οδοστρώματος</i>	155
Εικόνα 42. <i>Ρηγματώσεις τύπου αλιγάτορα.</i>	156
Εικόνα 43. <i>Διαμήκεις ρωγμές</i>	159
Εικόνα 44. <i>Διαμήκεις ρωγμές που δεν σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων</i>	162
Εικόνα 45. <i>Εγκάρσιες ρωγμές</i>	165
Εικόνα 46. <i>Αποκόλληση αδρανών από το οδόστρωμα</i>	168
Εικόνα 47. <i>Εκχείλιση / Εφίδρωση οδοστρώματος</i>	170
Εικόνα 48. <i>Τοπική επισκευή του οδοστρώματος</i>	175
Εικόνα 49. <i>Κοιλώματα και κυρτώματα του οδοστρώματος</i>	179
Εικόνα 50. <i>Ρηγματώση του οδοστρώματος κατά τεμάχια</i>	182

Εικόνα 51. Αποκόλληση αδρανών στις ακμές του οδοστρώματος	184
Εικόνα 52. Ταξινόμηση φθορών στο σφραγιστικό υλικό ρωγμών ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητάς τους	185

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✚ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ , ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ , G E BARNES
- ✚ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ , ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΑΔΕΡΦΩΝ ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ Α.Ε
, ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Θ. ΒΑΛΛΑΛΑ .
- ✚ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ.
- ✚ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Α.Π .
- ✚ Προδιαγραφές Α.Σ.Τ.Μ
- ✚ Προδιαγραφές Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο
- ✚ Διαδικτυακός τόπος www.iok.gr
- ✚ Προδιαγραφές EN105-86, EN-1097.01, EN-933.03, EN-933.04, EN
12620
- ✚ Σημειώσεις Εργαστηρίου Εδαφομηχανικής του ΤΕΙ Πάτρας /
Έργων Υποδομής, κ.Δ. Παγουλάτος – κ.Δ. Παγανός.
- ✚ Σημειώσεις – Παρουσιάσεις κ.Ζ. Χρήστου