

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΜΑΘΗΜΑ: ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ:
ΦΟΥΛΗ ΘΕΟΔΟΥΛΟΥ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΟΪΖΟΣ Α.
ΙΟΥΛΙΟΣ 1998**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Εισαγωγή.....	4
--------------------	---

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

2.1. Εισαγωγή.....	6
2.2. Μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης κατά AASHTO	
2.2.1. Εισαγωγή.....	7
2.2.2. Μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης.....	7
2.2.3. Η έννοια της φθοράς του του οδοστρώματος και εναπομένουσας ζωής.....	9
2.2.4. Εφαρμογή εναπομένουσας ζωής στο πρόβλημα της επανεπίστρωσης.....	12
2.2.4.1. Περιγραφή εναπομένουσας ζωής.	12
2.2.4.2. Συμπεράσματα χρήσης εναπομένουσας ζωής.....	14
2.2.4.3. Δημιουργία νέας μεθοδολογίας.....	16
2.2.5. Υπολογισμός εναπομένουσας ζωής και επανεπίστρωσης.....	19
2.3. Μέθοδος επανεπίστρωσης του Asphalt Institute	
2.3.1. Εισαγωγή.....	27
2.3.2. Μεθοδολογία.....	27
2.4. Η [9] μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης	
2.4.1. Εισαγωγή.....	34
2.4.2. Μεθοδολογία.....	35

2.5. Η [11] μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης	
2.5.1. Εισαγωγή.....	37
2.5.2. Μεθοδολογία.....	37

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

3.1. Εισαγωγή.....	43
3.2. Σύγκριση μεθόδων.....	44
3.2.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων.....	45
3.2.2. Συμπεράσματα - Σχόλια	54
3.3. Μελέτη ευαισθησίας των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος	
3.3.1. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου AASHTO.....	57
3.3.1.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων	58
3.3.1.2. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	69
3.3.3. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου Asphalt Institute.....	71
3.3.3.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων.....	72
3.3.3.2. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	79

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

4.1. Εισαγωγή.....	82
4.2. Σύγκριση των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας.....	83

4.2.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων.....	84
4.2.2. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	94
4.3. Μελέτη ευαισθησίας των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος	
4.3.1. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου AASHTO.....	96
4.3.1.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων	97
4.3.1.2. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	107
4.3.2. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου Asphalt Institute	109
4.3.2.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων ...	110
4.3.2.2. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	117
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ AASHTO ΚΑΙ ASPHALT INSTITUTE	
5.1. Εισαγωγή.....	119
5.2. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων....	120
5.3. Συμπεράσματα - Σχόλια.....	125
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	128
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΔΙΑΤΟΜΕΣ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση των διεθνών μεθόδων υπολογισμού επανεπίστρωσης οδοστρώματος.

Με αυτό το σκεπτικό έγινε έρευνα συγγραφικού υλικού ώστε να καταστεί δυνατή η πληρέστερη σύγκριση. Αφού συγκεντρώθηκαν οι πιο αναγνωρισμένες και εύχρηστες μέθοδοι, έγινε προσπάθεια να εφαρμοστούν όλες με τα ίδια δεδομένα ώστε να είναι εφικτός ο συγκριτικός έλεγχος.

Οι μέθοδοι που συγκεντρώθηκαν ήταν: Η μέθοδος του AASHTO [1] και του Asphalt Institute [5], οι μέθοδοι [9] και [11], η μέθοδος Shell [12] και του Nottingham University [13], οι εθνικές μέθοδοι της Γαλλίας και της Γερμανίας και η Αναλυτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης για τμήματα της εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας.

Από αυτές δεν ήταν δυνατό να εφαρμοστούν η Γαλλική και η Γερμανική λόγω των περιορισμένων γλωσσικών δυνατοτήτων του υπογράφοντος, αφού αυτό θα προϋπέθετει την ανάγκη βοήθειας τρίτου προσώπου. Παρ'όλο που η μέθοδος Shell και η μέθοδος του Nottingham University ανήκουν στο Αγγλοσαξωνικό σύστημα δεν κατέστη δυνατή η εφαρμογή τους ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες, λόγω ιδιομορφιών όπως τα χαρακτηριστικά της ασφάλτου, το δεδομένο πάχος ενωπιωμένης στρώσης βάσης-υπόβασης κ.α.

Έτσι λοιπόν, έγινε συγκριτικός έλεγχος για τις υπόλοιπες μεθόδους για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος. Από τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού και με δεδομένη τη σημαντικότητα και χρήση της κάθε μεθόδου, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει εμβάθυνση (μελέτη ευαισθησίας) για τις μεθόδους του AASHTO και του Asphalt Institute.

Αφού έγινε η μελέτη ευαισθησίας για τις δύο αυτές μεθόδους κρίθηκε απαραίτητο να ελεγχθεί η συμπεριφορά τους και για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος. Έτσι με στοιχεία από επί τόπου μετρήσεις σε τμήματα της εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας και με τα αποτελέσματα της Αναλυτικής μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε, προχωρήσαμε στο συγκριτικό έλεγχο των πιο σημαντικών μεθόδων δηλαδή του AASHTO, του Asphalt Institute και της Αναλυτικής.

Ακολουθώντας, έγινε μελέτη ευαισθησίας των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος οι οποίες δημιουργήθηκαν με βάση τα πραγματικά στοιχεία. Η επεξεργασία των στοιχείων των διατομών αυτών έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα BISAR.

Έπειτα έγινε σύγκριση της συμπεριφοράς των μεθόδων μεταξύ των διατομών προσομοιωμένου και υφισταμένου οδοστρώματος .

Τέλος καταγράφηκαν τα κυριότερα συμπεράσματα όλων των προηγούμενων συγκρίσεων και ελέγχων, έγιναν τα απαραίτητα σχόλια και έγιναν προτάσεις για τη περαιτέρω έρευνα του θέματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

2.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι υπολογισμού επανεπίστρωσης του AASHTO, του Asphalt Institute , η μέθοδος [9] και η μέθοδος [11].

Αρχικά γίνεται μια παρουσίαση της θεωρητικής βάσης της κάθε μεθόδου και κατόπιν, δίνεται η μεθοδολογία (διαδικασία υπολογισμού) για κάθε μία. Ενσωματώνονται διαγράμματα και πίνακες για την κάθε μέθοδο, ώστε να παρουσιάζονται ολοκληρωμένες.

Θα πρέπει επίσης να ανφερθεί ότι η κάθε μέθοδος αναλύθηκε και παρουσιάσθηκε, σύμφωνα με το βαθμό σημαντικότητας ως προς τη διεθνή της χρήση και αναγνώριση.

2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΚΑΤΑ AASHTO

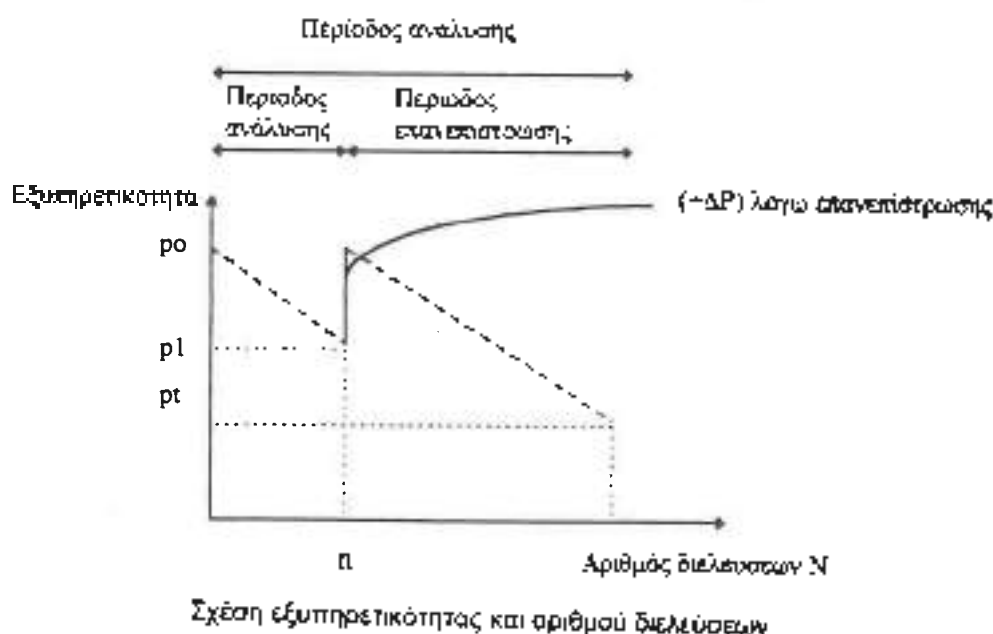
2.2.1. Εισαγωγή

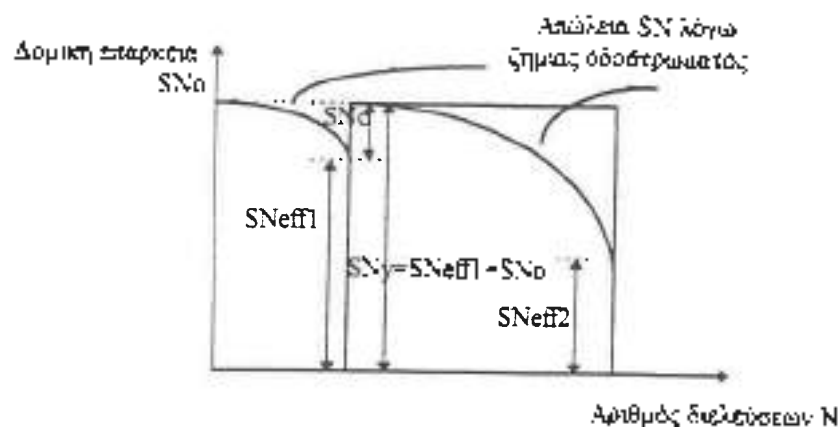
Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης κατά AASHTO όπως αυτή δίνεται στον πρωτότυπο οδηγό. Πρόκειται για την εμπειρική μέθοδο η οποία βασίζεται στο οδικό πείραμα του αμερικανικού οργανισμού A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Η ιδιαιτερότητα της μεθόδου AASHTO έγκειται στο γεγονός πως δεν χρησιμοποιεί ως κριτήρια αστοχίας την παραμόρφωση και την κόπωση του οδοστρώματος, αλλά κριτήρια που σχετίζονται αποκλειστικά με το χρήστη. Συγκεκριμένα το οδόστρωμα σχεδιάζεται έτσι ώστε στο τέλος της ζωής σχεδιασμού του, να παρέχει ένα ελάχιστο επίπεδο εξυπηρέτησης.

2.2.2. Μέθοδος υπολογισμού επανεπίστρωσης

Η μέθοδος βασίζεται στη σχέση εξυπηρεκότητα-κυκλοφορία όπως αυτά έχουν υπολογιστεί από το Οδικό Πείραμα AASHO. Παρακάτω φαίνεται η επιρροή του αριθμού των διελεύσεων στην εξυπηρεκότητα καθώς και η επιρροή τους στη δομική επάρκεια του οδοστρώματος.





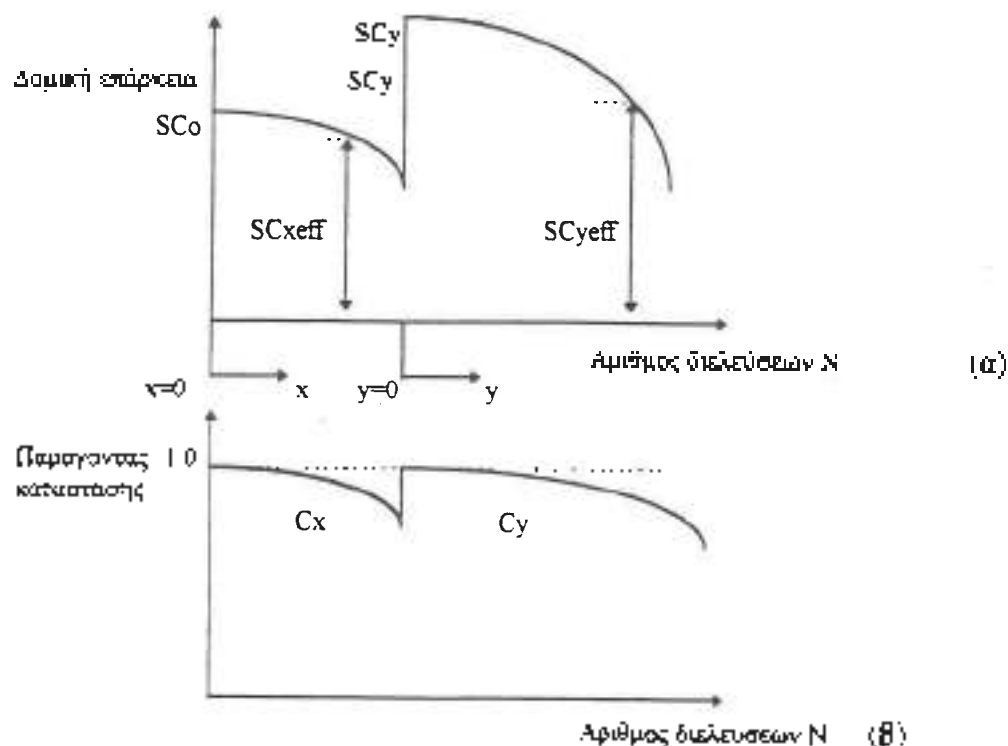
Σχέση δομικής επάρκειας και αριθμού διελεύσεων

Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, όσο η αρχική εξυπηρευτικότητα μειώνεται, τόσο ο αρχικός δομικός αριθμός του οδοστρώματος μειώνεται. Σε κάθε φάση της ζωής του, το οδόστρωμα έχει μια εξυπηρευτικότητα p_1 και ένα δομικό αριθμό που αντιστοιχεί σε δομική επάρκεια S_{Ceff} .

Αν n ο αριθμός των διελεύσεων που αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται επανεπίστρωση, το ζητούμενο είναι να αποφασιστεί η δομική επάρκεια S_{Cy} , για να δεχτεί την κυκλοφορία της επανεπίστρωσης (y διελεύσεις). Η απαιτούμενη επανεπίστρωση ή ο επιπλέον δομικός αριθμός που απαιτείται είναι:

$$S_{NoI} = S_{Ny} \text{ (νέος)} - S_{Neff} \text{ (υπάρχων)}$$

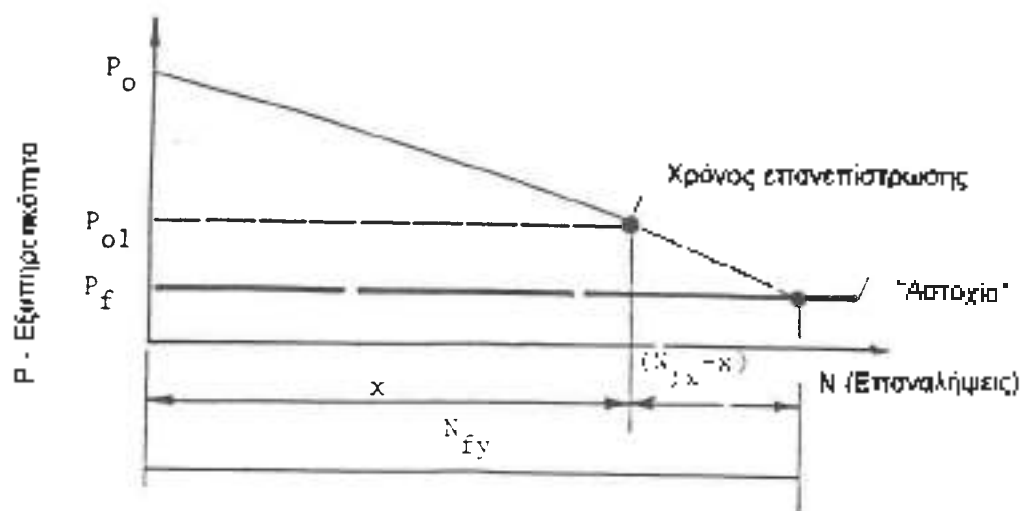
Για να γίνει κατανοητή η υπάρχουσα δομική επάρκεια ή αντίστοιχα το υπάρχον πάχος στρώσεως, γίνεται εισαγωγή του παράγοντα κατάστασης οδοστρώματος C , που συνδέει την αρχική κατάσταση της κατασκευής (S_{Co}), με την υπάρχουσα κατά το χρόνο επίστρωσης (S_{Ceff}).



Συμπερασματικά για νέο οδόστρωμα ισχύει η σχέση $C_x = SC_{xeff}/SC_0$
 και για επανενπιστρωμένο οδόστρωμα ισχύει $C_y = SC_{yeff}/SC_y$

2.2.3 Η έννοια της φθοράς του οδοστρώματος και εναπομένουσας ζωής

Σε αυτό το υποκεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή των εννοιών "φθορά" και "εναπομένουσα ζωή οδοστρώματος". Στο πιο κάτω διάγραμμα παρουσιάζεται σχηματικά η σχέση μεταξύ εξυπηρετικότητας και κυκλοφορίας για ένα νέο οδόστρωμα. Με αύξηση της κυκλοφορίας (x αριθμό διελεύσεων), η εξυπηρετικότητα του οδοστρώματος μειώνεται. Με δεδομένη τη δομική επάρκεια ενός οδοστρώματος (SC), υπάρχει μονοσήμαντα ένας αριθμός διελεύσεων, Nfx , που δηλώνει ένα επίπεδο αστοχίας της εξυπηρέτησης.

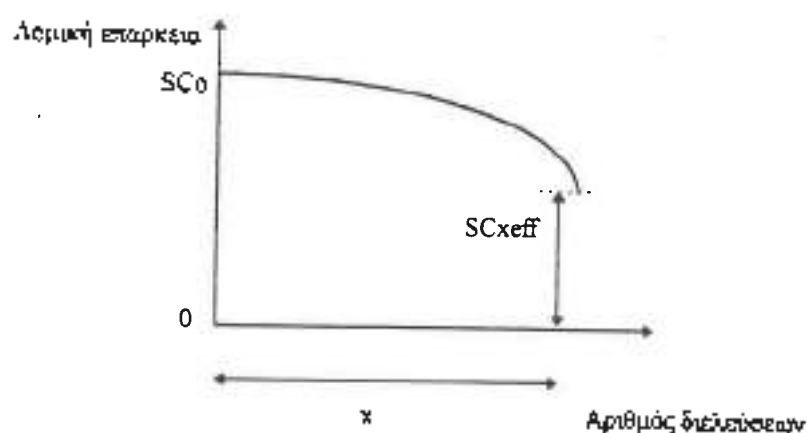


Εάν θεωρήσουμε ότι N_{fx} είναι ο αριθμός διελεύσεων για την αστοχία του οδοστρώματος, τότε μετά από x αριθμό διελεύσεων, το οδόστρωμα έχει υποστεί φθορά dx όπου $dx = x/N_{fx}$.

Η φθορά του οδοστρώματος μπορεί να απαντήσει στο ερώτημα πόση είναι η εναπομένουσα ζωή του οδοστρώματος (RLX). Αναλυτικά :

$$RLX = 1 - dx = 1 - x/N_{fx} = (N_{fx} - x)/x$$

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της δομικής επάρκειας του οδοστρώματος σε συνάρτηση την κυκλοφορία. Στο διάγραμμα φαίνεται πως μετά από ένα αριθμό διελεύσεων x , η δομική επάρκεια γίνεται SC_{xeff} .

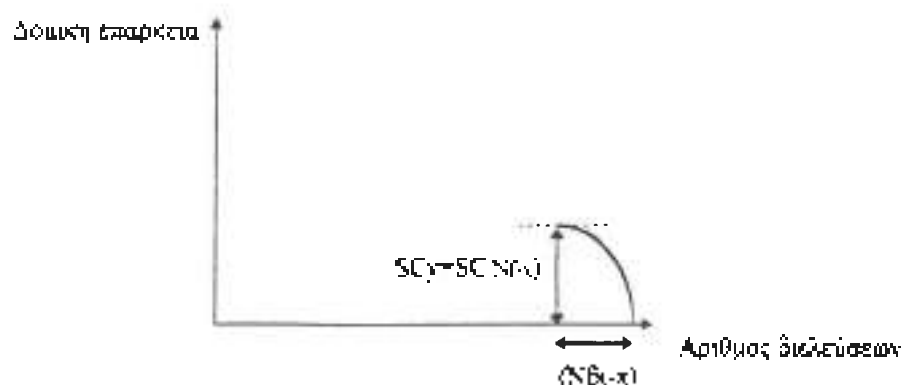


Μείωση δομικής επάρκειας συνάρτηση αριθμού διελεύσεων

Με την κατασκευή επανεπίστρωσης (μετά από x διελεύσεις), έχουμε αριθμό διελεύσεων $Nfx - x$. Δηλαδή ισχύει:

$$SC_y = SC_{(Nfx-x)}$$

$$SC_{(Nfx-x)} = SC_{\text{eff}}$$



Μείωση δομικής επάρκειας συναρτήσει αριθμού διελεύσεων .μετά την επανεπίστρωση

Με βάση την τελευταία ισότητα και την αρχική ($Cx = SC_{\text{eff}}/SC_0$) , ισχύει:

$$C = SC_{(Nfx-x)} / SC_0$$

Δηλαδή ο παράγοντας Cx μπορεί να εκφραστεί άμεσα συναρτήσει της εναπομένουσας ζωής. Έχει αποδειχθεί η παρακάτω σχέση:

$$Cx = RLx^{0.165}$$

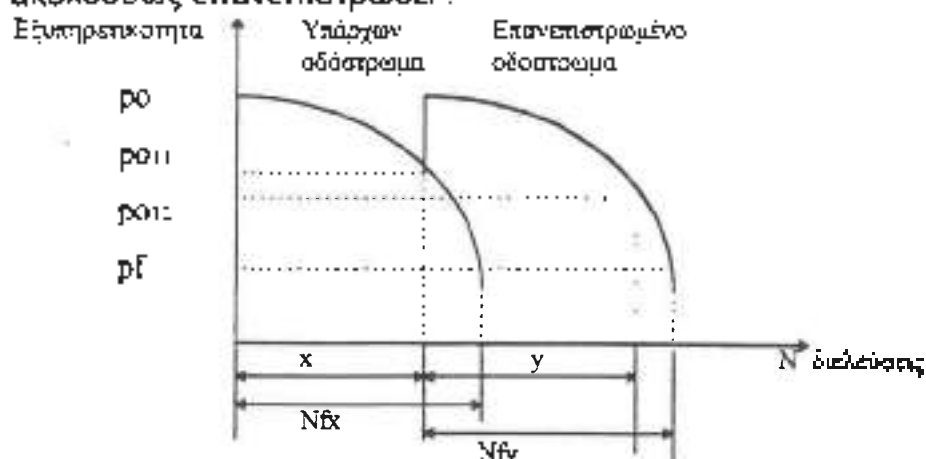
Λόγω του ότι εντοπίστηκαν κάποιοι περιορισμοί στη χρήση του παραπάνω τύπου δίνεται το τροποποιημένο μοντέλο:

$$Cx = 1 - 0.7e^{-(RL+0.85)2}$$

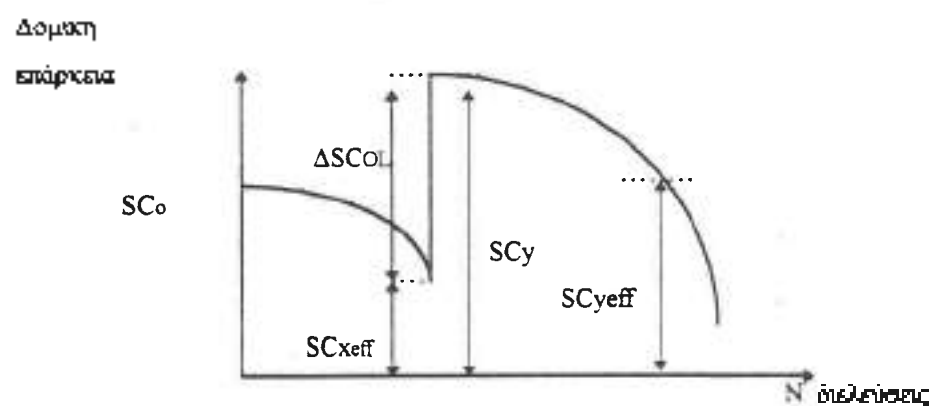
2.2.4. Εφαρμογή εναπομένουσας ζωής στο πρόβλημα της επανεπίστρωσης

2.2.4.1. Περιγραφή εναπομένουσας ζωής :

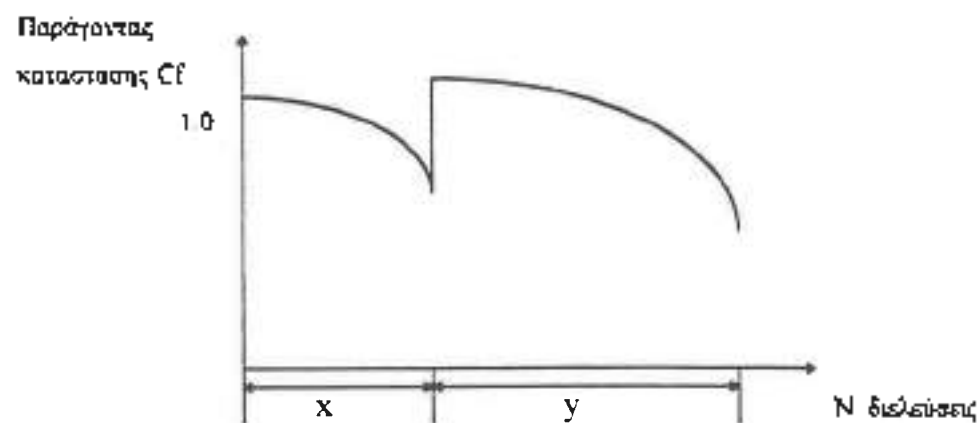
Για να γίνει κατανοητή η χρήση του παράγοντα εναπομένουσας ζωής στην μεθοδολογία επανεπίστρωσης δίδονται τα παρακάτω διαγράμματα: α)εξυτηρητικότητας, β)δομικής επάρκειας, γ)παράγοντα κατάστασης με τον αριθμό διελεύσεων φορτίων, για ένα αρχικό οδόστρωμα που έχει ακολούθως επανεπιστρωθεί .



Μείωση της εξυτηρητικότητας με τις διελεύσεις



Μείωση της δομικής επάρκειας με τις διελεύσεις



Μείωση του παράγοντα κατάστασης με τις διελεύσεις

Το υπάρχων οδόστρωμα έχει επανεπιστρωθεί σε μια τελική εξυπηρετικότητα rol_1 (μετά από x διελεύσεις), ενώ το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μπορεί να αντιμετωπίσει μια μελλοντική επανεπίστρωση όταν φτάσει στην τελική εξυπηρετικότητα rol_2 (μετά από y διελεύσεις). Στο σχήμα ο αριθμός των διελεύσεων μέχρι την "αστοχία" για το αρχικό και το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα δίδεται ως Nfx και Nfy αντίστοιχα. Το "επίπεδο αστοχίας" ορίζεται από την αρχή της κατασκευής.

Αν η επανεπίστρωση γίνεται χωρίς να ληφθεί υπόψη η εναπομένουσα ζωή ισχύει:

$$SCy = \Delta SCol + SCeff$$

Μετά από κάποιο χρόνο στην περίοδο επανεπίστρωσης ($y > 0$), ισχύει.

$$SCy_{eff} = SySCy$$

Ακολουθώντας:

$$SCy_{eff} = Cy\Delta SCol + CySCeff$$

Στην ανάλυση χωρίς εναπομένουσα ζωή θεωρούμε πως ο παράγοντας $SCeff$ είναι σταθερός. Επομένως και ο παράγοντας Cx δεν αλλάζει. Δηλαδή:

$$SCy_{eff} = Cy\Delta SCol + Cyx SCo$$

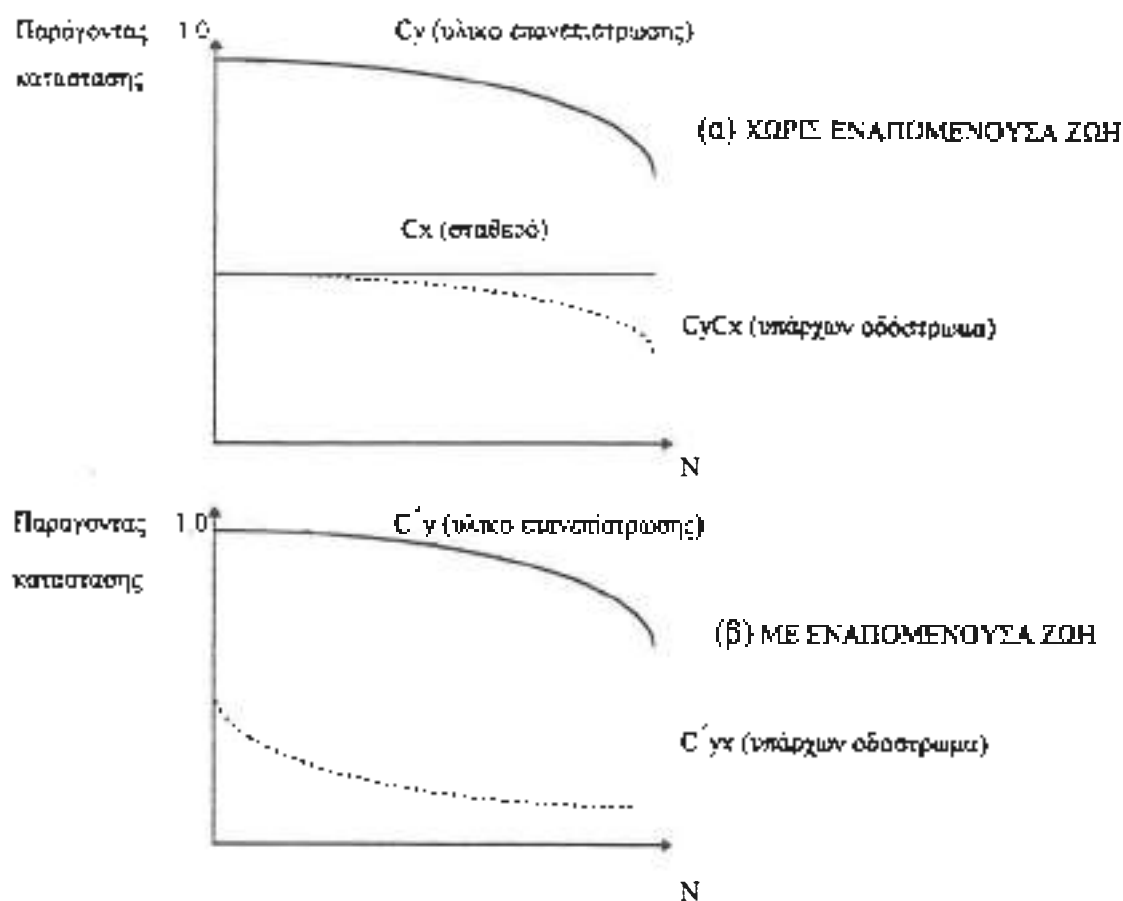
Η υπόθεση αυτή θεωρητικά δεν είναι ορθή, έτσι υιοθετούμε τον παράγοντα εναπομένουσας ζωής στην περίοδο επανεπίστρωσης και ισχύει μετά από y διελεύσεις:

$$SC'y_{eff} = C'y \Delta SC'ol + C'yx SCo$$

Δηλαδή ο παράγοντας κατάστασης οδοστρώματος που προστίθεται στο υπάρχον οδόστρωμα (SCo), μετά από την επανεπίστρωση είναι συνάρτηση του αριθμού διελεύσεων πριν και κατά τη διάρκεια της επανεπίστρωσης.

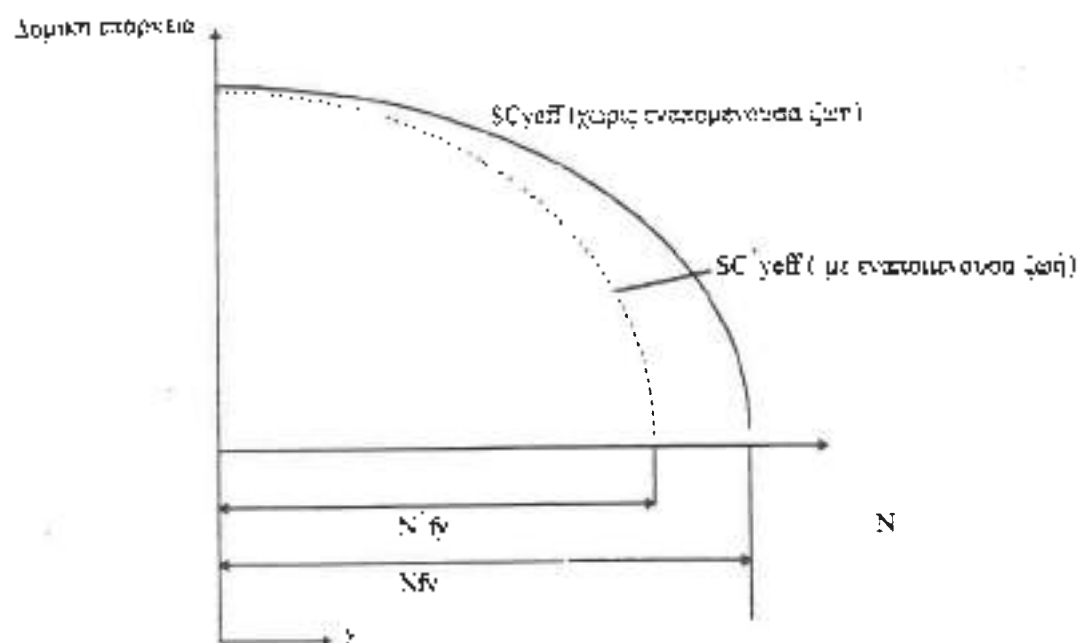
2.2.4.2. Συμπεράσματα χρήσης εναπομένουσας ζωής :

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, η χρήση της εναπομένουσας ζωής σε οποιοδήποτε επίπεδο αριθμού επαναλήψεως κυκλοφορίας (y) στο επανεπιστρωμένο οδόστρωμα, η επάρκεια του οδοστρώματος είναι μικρότερη με εναπομένουσα ζωή διότι το $C'y$ είναι πάντα μικρότερο από το $CxCy$.



Κατάσταση οδοστρώματος με και χωρίς εναπομένουσα ζωή

Έτσι και το SC'_{yeff} (με αναπομένουσα ζωή) είναι μικρότερο από το SC_{yeff} (χωρίς αναπομένουσα ζωή), όπως φαίνεται παρακάτω .



Επάρκεια αναπομένουσας ζωής στη δομική επάρκεια

Επομένως σε κάθε χρονική στιγμή το N'_{fy} (με αναπομένουσα ζωή), είναι μικρότερο από το N_{fy} (χωρίς αναπομένουσα ζωή).

Από τα παρακάτω συμπεραίνουμε τα εξής:

1. Χωρίς χρήση της αναπομένουσας ζωής θα υπερεκτιμηθεί η ζωή του οδοστρώματος για δεδομένη επανεπίστρωση.
2. Η μέθοδος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι η εισαγωγή ενός παράγοντα στον σχεδιασμό επανεπίστρωσης:

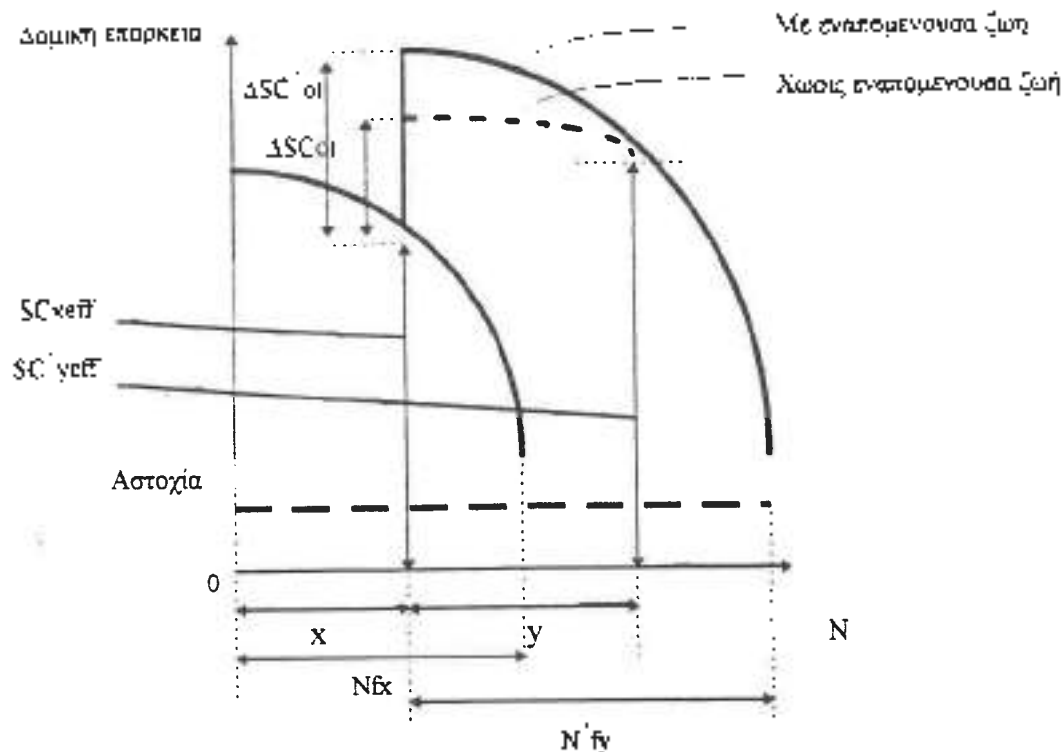
$$M = N'_{fy} / N_{fy}$$

και να γίνει χρήση της μεθόδου χωρίς αναπομένουσα ζωή.

2.2.4.3 Δημιουργία νέας μεθοδολογίας :

Με βάση το παραπάνω έχουμε τη δημιουργία μιας νέας μεθοδολογίας (προσέγγισης), όπου λαμβάνεται υπόψη η εναπομένουσα ζωή.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η σχέση αριθμού επαναλήψεων με, και χωρίς χρήση εναπομένουσας ζωής συνάρτηση της δομικής επάρκειας του οδοστρώματος.



Σχέση δομικής επάρκειας με τις διελεύσεις, με και χωρίς εναπομένουσα ζωή

Όπως έχουμε αναφέρει ισχύουν:

Χωρίς εναπομένουσα ζωή:

$$SC_{yeff} = C_y \Delta SC_{ol} + C_y SC_{eff} = C_y \Delta SC_{ol} + C_y C_x SC_o$$

Με εναπομένουσα ζωή:

$$SC'_{yeff} = C'_y \Delta SC'_{ol} + C'_y C_x SC_o$$

Από το σχήμα παρατηρούμε πως στο χρόνο επανεπίστρωσης ισχύει:

$$SC'_{yeff} > SC_{yeff}$$

Για να βρούμε τη σχέση μεταξύ δύο δομικών καταστάσεων θεωρούμε τις δύο προσεγγίσεις ίσες. Τελικά:

$$\Delta SC'_{oi} = SC_y - SC_{eff}(FRL)$$

όπου:

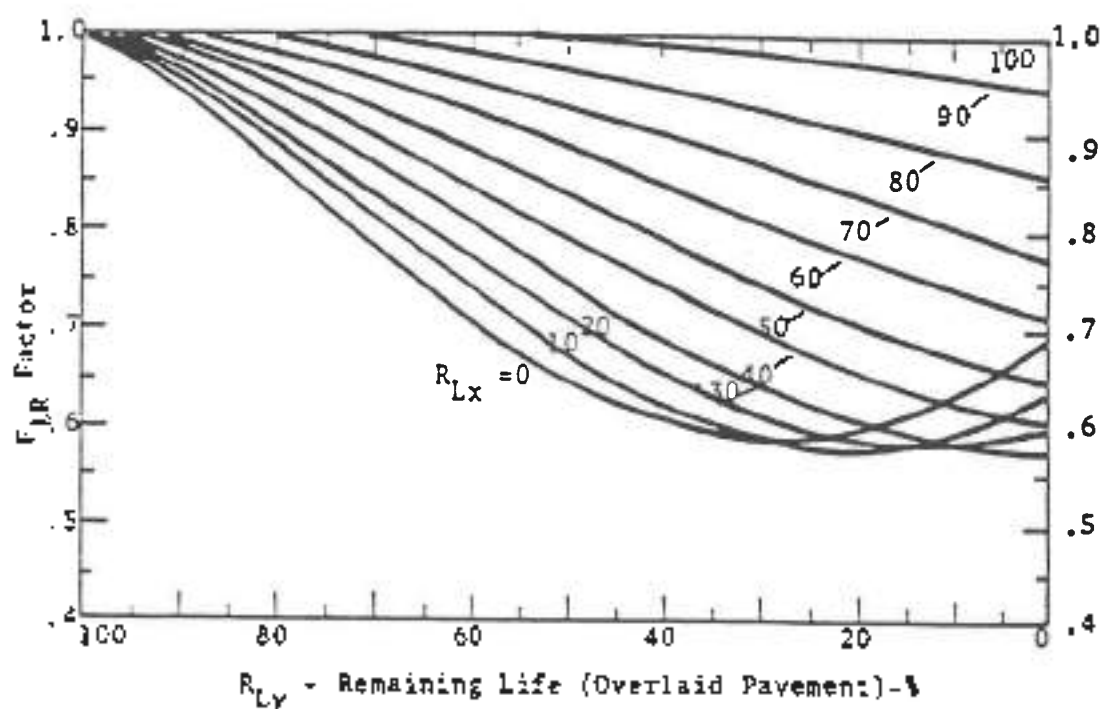
FRL = παράγοντας εναπομένουσας ζωής

$$FRL = C'_{yx} / C_y C_x$$

Γενικεύοντας ισχύει:

$$\Delta SC'_{oi} = SC_y - SC_{xeff}(FRL)$$

Λόγω του ότι η πηγή FRL είναι συνάρτηση των C'_{yx} , C'_y και C_x και αυτοί οι παράγοντες είναι συνάρτηση της εναπομένουσας ζωής του οδοστρώματος στο χρόνο επανεπίστρωσης και στο τέλος του χρόνου επανεπίστρωσης, μπορεί να γίνει εξαγωγή σχέσεων μεταξύ του FRL και των RLX, RLY, όπως παρακάτω όπου επιλέγοντας κάθε φορά τα RLX και RLY υπολογίζεται ο παράγοντας FRL.



Η εφαρμογή του παραπάνω σε εύκαμπτες επανεπιστροφές είναι άμεση. Η δομική επάρκεια (SC) θεωρείται ίδια με το δομικό αριθμό (SN). Έτσι:

$$\Delta SN_{OI} = SN_y - SN_{xeff}(FRL)$$

Ο τρόπος υπολογισμού των SN_y και SN_{xeff} δεν αλλάζει. Ο SN_y είναι απλά ο νέος δομικός αριθμός που απαιτείται για να αντέξει γ' διελεύσεις στην περίοδο επανεπίστροφης, σε οποιοδήποτε επίπεδο εξυπηρετικότητας που έχει επιλεγθεί. Ο SN_{xeff} είναι ο δομικός αριθμός του υφισταμένου οδοστρώματος πριν την επανεπίστρωση. Η τιμή του SN_{xeff} μπορεί να υπολογιστεί με το NDT ή το FWD. Ο παράγοντας FRL υπολογίζεται από το προηγούμενο σχήμα.

2.2.5. Υπολογισμός εναπομένουσας ζωής και επανεπίστρωσης

1. Υπολογισμός εναπομένουσας ζωής οδοστρώματος (RLx)

Από τη σχέση $R_L = 1 - \frac{x}{Nfx}$ με δεδομένα τα x και Nfx, όπου:

x = αριθμός διελεύσεων μετά από τις οποίες γίνεται η επανεπίστρωση.

Nfx = αριθμός διελεύσεων που ισοδυναμεί με την αρχική ζωή σχεδιασμού του οδοστρώματος.

2. Μετατροπή του ποσοστού εναπομένουσας ζωής μετά την επανεπίστρωση (RLy), σε αριθμό διελεύσεων (Nfy).

Από τη σχέση $R_L = 1 - \frac{y}{Nfy}$ με δεδομένα y, Nfy όπου:

y = αριθμός διελεύσεων που ισοδυναμεί με την απαιτούμενη ζωή σχεδιασμού επανεπίστρωσης.

Nfy = αριθμός διελεύσεων που ισοδυναμεί με την εναπομένουσα ζωή του οδοστρώματος μετά την επανεπίστρωση.

3) Υπολογισμός δομικού αριθμού μετά την επανεπίστρωση (SNy) από τη σχέση:

$$\log(W18) = Z_R + S_a + 9.36 \cdot \log(SN - 1) - 0.20 - \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(MR) - 8.07$$

όπου:

W18 = προβλεπόμενος αριθμός 18 - Kip ισοδύναμου μονοαξονικού φορτίου τροχού.

Z_R = σταθερή κανονική απόκλιση.

S_a = συνδυασμένη σταθερή απόκλιση της προβλεπόμενης κυκλοφορίας και της προβλεπόμενης απόδοσης.

ΔSPI = η διαφορά μεταξύ της αρχικής εξυπηρετικότητας σχεδιασμού P_i και της τελικής εξυπηρετικότητας σχεδιασμού P_t .

MR = μέτρο ελαστικότητας εδάφους (psi).

SN = ο δομικός αριθμός ενδεικτικός για το απαιτούμενο συνολικό πάχος του οδοστρώματος.

3.1. ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.1.1. Επίδραση χρόνου στη διάρκεια σχεδιασμού:

Γίνεται διάκριση μεταξύ της περιόδου ανάλυσης του οδοστρώματος και της περιόδου συμπεριφοράς (σε έτη), η επιλογή των οποίων επηρεάζει τη στρατηγική που θα ακολουθηθεί από τον σχεδιαστή κατά την κατασκευή και τη συντήρηση .

Περίοδος ανάλυσης: Αναφέρεται στην ολική χρονική διάρκεια ζωής κατά τη διάρκεια της οποίας γίνονται συντηρήσεις και αποκαταστάσεις του οδοστρώματος. Συνήθως λαμβάνεται περίοδος ανάλυσης 20 χρόνων.

Περίοδος συμπεριφοράς: Αναφέρεται στην χρονική περίοδο που η συγκεκριμένη δομή του οδοστρώματος δεν χρειάζεται αποκατάσταση για ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης, παρό μόνο συντήρηση. Στον οδηγό AASHTO η περίοδος σχεδιασμού είναι ισοδύναμη με τον χρόνο που η καινούργια ή η επιδιορθωμένη κατασκευή χειροτερεύει από το αρχικό επίπεδο εξυπηρετικότητας στην τελική κατάσταση αστοχίας.

3.1.2. Κυκλοφορία:

Οι πληροφορίες που απαιτούνται στον οδηγό AASHTO για την κυκλοφορία, είναι τα φορτία των αξόνων, η διαμόρφωση των αξόνων, και ο αριθμός των διελεύσεων.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν πως η ζημιά που προκαλείται από τη διέλευση οποιουδήποτε φορτίου μπορεί να ανσπαρασταθεί από ένα αριθμό 18-kip (8200 kg) απλού φορτίου τροχού ή αλλιώς ESAL (Equivalent Single Axle Load).

Έτσι αφού τα οδοστρώματα σχεδιάζονται συνήθως για περίοδο σχεδιασμού 20 χρόνων, είναι αναγκαίο να προβλέπεται ο αριθμός ESAL για αυτή την περίοδο. Ο ESAL αντιπροσωπεύει την κυκλοφορία από τη στιγμή που η οδός θα δοθεί στην κυκλοφορία, μέχρι τη στιγμή που η εξυπηρεπτικότητα φτάσει τη χαμηλότερή της τιμή χωρίς να χρειαστεί αντικατάσταση. Αν η κυκλοφορία υποτιμηθεί, τότε η p_i θα είναι μικρότερη επομένως το κόστος επισκευής και αντικατάστασης θα είναι μεγαλύτερο.

Οι προβλέψεις βασίζονται σε κυκλοφορία του παρελθόντος και επηρεάζονται από παράγοντες της περιοχής.

Για την ακριβέστερη εκτίμηση του κυκλοφοριακού φόρτου, η κυκλοφορία πρέπει να εκτιμάται ανά κατεύθυνση και ανά λωρίδα σχεδιασμού σύμφωνα με τη σχέση:

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18}$$

όπου:

D_D = παράγοντας ο οποίος εκφράζει το ποσοστό ESAL ανά κατεύθυνση

π.χ. βόρεια-νότια, ανατολικά-δυτικά. Συνήθως λαμβάνει τιμή 0.5.

D_L = παράγοντας που εκφράζει το ποσοστό των ESAL ανά λωρίδα στην περίπτωση που κατασκευάζεται οδός με δύο ή περισσότερες λωρίδες ανά κατεύθυνση.

W_{18} = ο αριθμός 18 - kip ESAL που έχει εκτιμηθεί και εκφράζει την συνολική κυκλοφορία της οδού κατά την περίοδο της ανάλυσης.

Οι τιμές για τον παράγοντα D_L λαμβάνονται ως εξής:

Πίνακας 1: Υπολογισμός παράγοντα D_L

Αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση	$D_L\%$
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

3.1.3. Αξιοπιστία

Δίδεται ένα επίπεδο αξιοπιστίας (R), για το οποίο προβλέπεται ότι το τμήμα του οδοστρώματος θα αντέξει για τη περίοδο σχεδιασμού για την οποία σχεδιάστηκε, ανεξάρτητα από τις απρόβλεπτες μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου και των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Η αξιοπιστία αφορά τόσο την πρόβλεψη της κυκλοφορίας (w_{18}) όσο και την πρόβλεψη του χρόνου απόδοσης (W_{18}) της κατασκευής.

Η αξιοπιστία συνδέεται άμεσα με την σπουδαιότητα του έργου.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται οι προτεινόμενες τιμές του επιπέδου αξιοπιστίας ανάλογα με το είδος της οδού.

Πίνακας 2: Επίπεδο αξιοπιστίας $R(\%)$ που προτείνεται:

Λειτουργική ταξινόμηση οδού	Αστικός	Αγροτικός
Εθνικές οδοί	85 - 99.9	80 - 99.9
Κύριες αρτηρίες	80 - 99	75 - 95
Συλλεκτήριες οδοί	80 - 95	75 - 95
Τοπικές οδοί	50 - 80	50 - 80

Αφού επιλεγεί το επίπεδο αξιοπιστίας, επιλέγεται η σταθερή απόκλιση S_o , που είναι συνάρτηση των τοπικών συνθηκών της οδού. Για εύκαμπτα οδοστρώματα η S_o κυμαίνεται από: 0.40 - 0.50. Στο Οδικό Πείραμα AASHO, η S_o ήταν ίση με 0.45 για εύκαμπτα οδοστρώματα.

Στο πρώτο μέρος του οδηγού AASHTO δίδεται και η σταθερή κανονική απόκλιση συνάρτηση του επιπέδου της αξιοπιστίας, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 3: Τιμές σταθερής κανονικής απόκλισης συναρτήσει του επιπέδου αξιοπιστίας

Αξιοπιστία R (%)	Σταθερή κανονική απόκλιση (Z_R)
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

3.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.2.1. Εξυπηρετικότητα :

Εξυπηρετικότητα ενός οδοστρώματος είναι η ικανότητά του να εξυπηρετήσει την κυκλοφορία που το χρησιμοποιεί. Εκφράζει τη συνάρτηση του δείκτη PSI που κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0 (απαράδεκτο οδόστρωμα) και 5 (τέλειο οδόστρωμα). Η βασική φιλοσοφία του οδηγού AASHTO είναι ο σχεδιασμός του οδοστρώματος για ένα συνδυασμό εξυπηρετικότητας-απόδοσης βασισμένο σε ένα συγκεκριμένο όγκο κυκλοφορίας και ένα ελάχιστο επίπεδο εξυπηρετικότητας που απαιτείται μέχρι το τέλος της περιόδου σχεδιασμού.

Η επιλογή του χαμηλότερου επιτρεπόμενου PSI ή αλλιώς τελικού δείκτη εξυπηρετικότητας (p_i) βασίζεται στον χαμηλότερο δείκτη που θα ήταν ανεκτός πριν να είναι αναγκαία οποιαδήποτε επανεπίστρωση ή ανακατασκευή. Για κύριες οδούς λαμβάνεται συνήθως τιμή ίση με 2.5-2.0.

Η αρχική εξυπηρετικότητα (p_i) είναι ο δείκτης που αντιστοιχεί στο οδόστρωμα μόλις αυτό δοθεί στην κυκλοφορία. Στο οδικό πείραμα AASHTO ο αρχικός δείκτης ήταν περίπου 4.2.

Η συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta PSI = p_i - p_f$$

4. Εκτίμηση του δείκτη εναπομένουσας ζωής (FRL)

Από το διάγραμμα με δεδομένα τα RLX και RLY

5. Υπολογισμός του υπάρχοντα δομικού αριθμού το χρόνο της επανεπίστρωσης (S_{Neff})

Ο υπολογισμός του υπάρχοντα δομικού αριθμού το χρόνο της επανεπίστρωσης (S_{Neff}), γίνεται με το NDT ή το FWD και δίδεται από τις σχέσεις:

$$\alpha) d_c = 1.5\rho a \cdot \left[\frac{1}{MR \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_c}{MR}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{D}{a} \right)^2}}}{E_r} \right]$$

όπου:

d_c = υποχώρηση που μετρήθηκε στο κέντρο του δίσκου φορτίου και προσαρμόστηκε σε σταθερή θερμοκρασία 68° F (in)

ρ = πίεση του δίσκου φορτίου (psi)

a = ακτίνα δίσκου φορτίου (in)

D = συνολικό πάχος του οδοστρώματος πάνω από το έδαφος (in)

MR = μέτρο ελαστικότητας εδάφους (psi)

E_r = μέτρο ελαστικότητας οδοστρώματος (psi)

$$\beta) S_{neff} = 0.0045 D \sqrt[3]{E_r \rho}$$

όπου:

S_{neff} = υπάρχων δομικός αριθμός το χρόνο της επανεπίστρωσης

D = συνολικό πάχος του οδοστρώματος (in)

E_r = μέτρο ελαστικότητας οδοστρώματος (psi)

6. Υπολογισμός δομικού αριθμού επανεπίστρωσης (ΔS_{NoI})

Ο δομικός αριθμός επανεπίστρωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta S_{NoI} = S_{Ny} - S_{neff} \cdot (F_{RL})$$

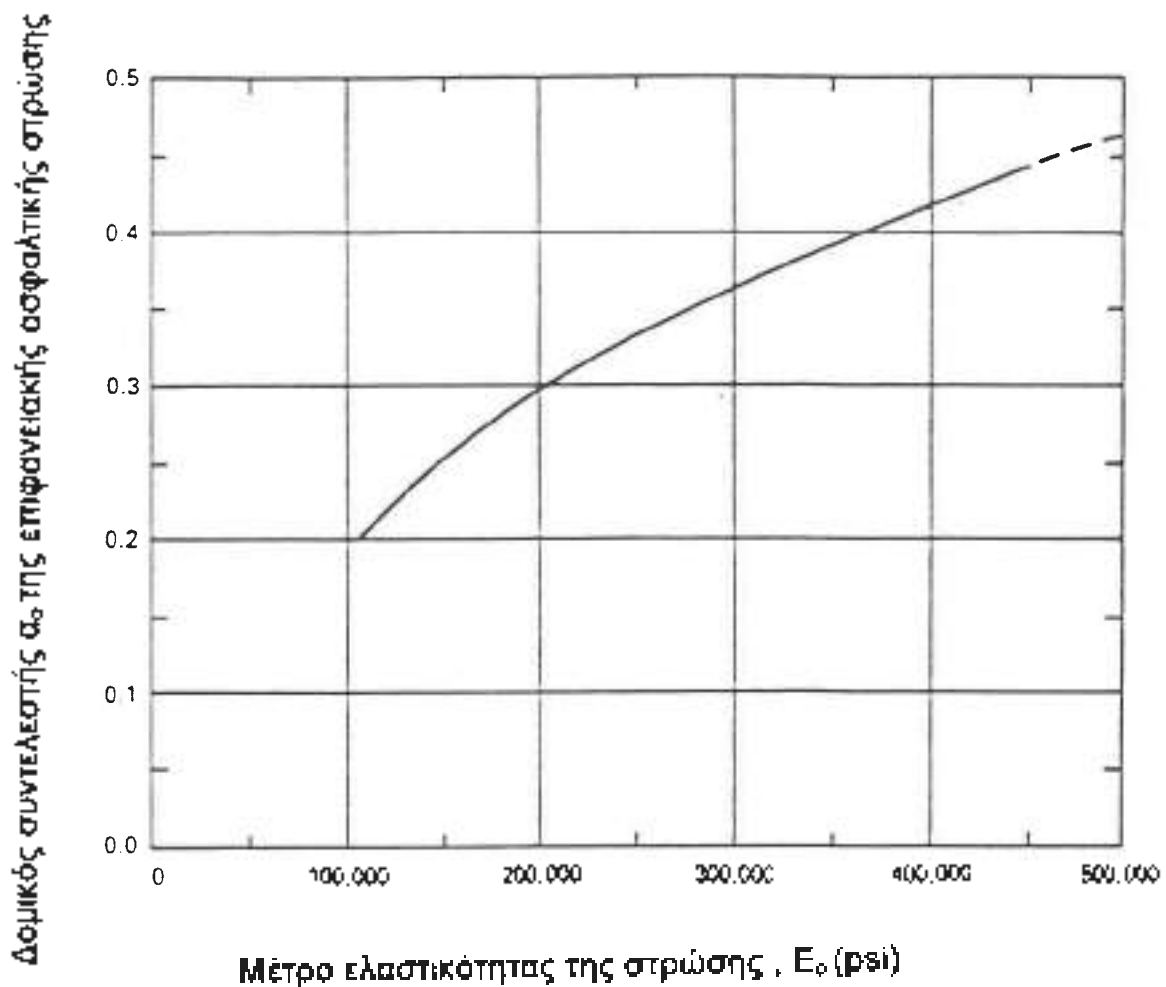
7. Υπολογισμός πάχους επανεπίστρωσης (DoI)

Υπολογίζεται από τη σχέση $DoI = \frac{\Delta SN_{tol}}{a_o}$ (in).

όπου:

a_o = συντελεστής του υλικού επανεπίστρωσης

Ο συντελεστής a_o βρίσκεται από το πιο κάτω διάγραμμα με γνωστό το μέτρο ελαστικότητας της στρώσης επανεπίστρωσης (E_o)



Διάγραμμα για τον υπολογισμό του συντελεστή a_o της επιφανειακής ασφαλικής στρώσης, βασισμένη στο μέτρο ελαστικότητας της στρώσης E_o

2.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ASPHALT INSTITUTE

2.3.1. Εισαγωγή

Η μέθοδος επανεπίστρωσης του Asphalt Institute χρησιμοποιείται ευρέως στη Μεγάλη Βρετανία, όπως και σε πολλές άλλες χώρες. Θεωρείται διεθνώς μια πολύ αξιόπιστη μέθοδος και είναι αναγνωρισμένη από πολλούς διεθνείς οργανισμούς.

Η μέθοδος βασίζεται σε μετρήσεις υποχωρήσεων με το μηχάνημα Benkelman Bean (Benkelman Bean Deflections) και στην ανάλυση της κυκλοφορίας της οδού που εξετάζεται.

2.3.2. Μεθοδολογία

Αρχικώς γίνονται οι μετρήσεις υποχωρήσεων και ο διαχωρισμός της οδού σε τμήματα έτσι ώστε να μπορεί να γίνει καλύτερη διαστασιολόγηση του πάχους της επανεπίστρωσης. Ο βασικός λόγος είναι η πιθανότητα μεγάλων αποκλίσεων στις τιμές των υποχωρήσεων κατά μήκος της οδού με αποτέλεσμα να υπάρξει λάθος υπολογισμός του πάχους της επανεπίστρωσης (υπερδιαστασιολόγηση ή ακόμα και υποδιαστασιολόγηση).

Αφού φέρουμε την οδό σε μικροσκοπική βάση, δηλαδή επιλέξουμε τα τμήματα όπου οι υποχωρήσεις παρουσιάζουν μια σχετική ομοιομορφία, υπολογίζουμε την αντιπροσωπευτική υποχώρηση (Representative Rebound Deflection, στο εξής RRD).

Ο υπολογισμός του RRD εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

$$RRD = (\bar{X} + 2S)C'$$

όπου :

$\bar{x}$ = ο αριθμητικός μέσος των υποχωρήσεων ο οποίος έχει προσαρμοστεί για θερμοκρασία
$$= \frac{\sum x_i \cdot f_i}{n}$$

S = σταθερή απόκλιση (standard deviation)

f_i = συντελεστής προσαρμογής θερμοκρασίας για κάθε υποχώρηση

c^* = συντελεστής προσαρμογής κρίσιμης περιόδου

x = μετρήσεις υποχώρησης

n = αριθμός μετρήσεων υποχώρησης

Η σταθερή απόκλιση S υπολογίζεται από τη σχέση
$$S = \sqrt{\frac{f \cdot \sum x^2 - \bar{x} f \sum x}{n-1}}$$

ο συντελεστής c^* λαμβάνεται ίσος με 1.0 εάν οι μετρήσεις έγιναν την κρίσιμη περίοδο ή ίσος με το λόγο μιας μέτρησης που έγινε την κρίσιμη περίοδο προς τη μέτρηση που έγινε μια άλλη περίοδο σε συγκεκριμένη διατομή του οδοστρώματος.

Ο συντελεστής f μπορεί να υπολογιστεί ως ακολούθως:

α) Μέτρηση συνολικού πάχους οδοστρώματος (h).

β) Μέτρηση θερμοκρασίας στην επιφάνεια του οδοστρώματος T_s και της θερμοκρασίας αέρα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων T_a .

γ) Από το Διάγραμμα 1 σελ.30, υπολογισμός T_{a_1} , T_{a_2} όπου

T_{a_1} = Η θερμοκρασία που υπολογίζεται στον κατακόρυφο άξονα από συνδυασμό των $(T_s - T_a)$ στον οριζόντιο με τη γραμμή βάθους h .

T_{a_2} = Η θερμοκρασία που υπολογίζεται στον κατακόρυφο άξονα από συνδυασμό των $(T_s - T_a)$ στον οριζόντιο άξονα με τη γραμμή βάθους $h/2$.

δ) Υπολογισμός μέσης θερμοκρασίας οδοστρώματος που ισούται με το μέσο όρο των T_{a_1} , T_{a_2} και T_{a_3} .

ε) Από το Διάγραμμα 2 σελ. 30 , υπολογίζεται ο συντελεστής f από συνδυασμό της μέσης θερμοκρασίας οδοστρώματος με το πάχος της βάσης του.

Αφού υπολογίσω το RRD, εκτιμώ το EAL σχεδιασμού (Equivalent 80KN single-Axle Load applications).

$EAL = \Sigma(\text{αριθμός οχημάτων κάθε κατηγορίας επί το συντελεστή κάθε κατηγορίας οχήματος}).$

Αναλυτικότερα η διαδικασία γίνεται ως εξής:

α) Εκτιμώ τον αριθμό των οχημάτων που θα περάσουν την πρώτη χρονιά μετά την επανεπίστρωση.

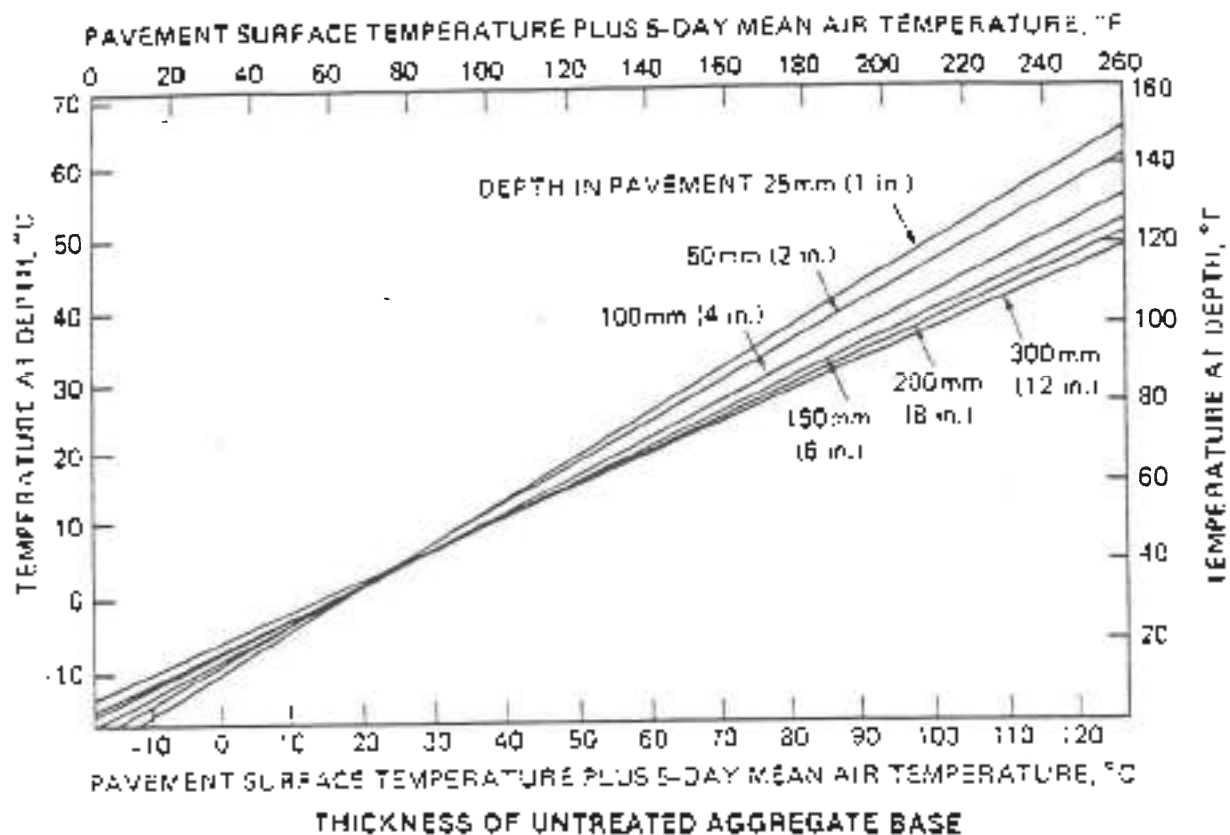
β) Από την ανάλυση της κυκλοφορίας προηγούμενων ετών, υπολογίζω την ποσοστιαία παρουσία της κάθε κατηγορίας οχημάτων (επιβατικά, ημιφορτηγά, φορτηγά, λεωφορεία), καθώς και το ρυθμό αύξησης της κυκλοφορίας (growth factor).

Από τον Πίνακα 1 σελ. 31, βρίσκω το συντελεστή κατηγορίας οχήματος (Truck factor) σε σχέση με το είδος της οδού.

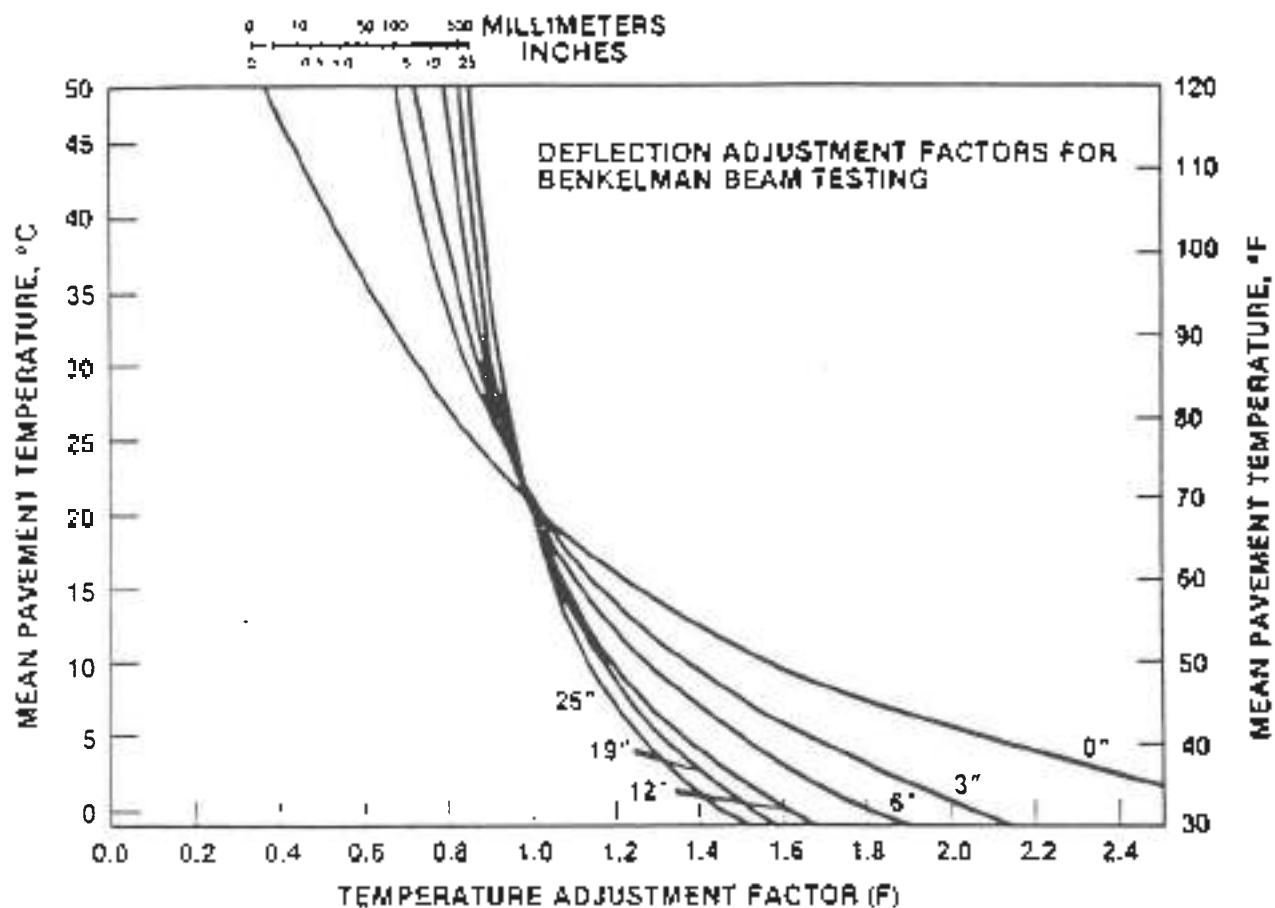
Από τον Πίνακα 2 σελ. 32, βρίσκω το συντελεστή αύξησης (Growth factor), από συνδυασμό της περιόδου σχεδιασμού της επανεπίστρωσης με το ρυθμό αύξησης (r).

Το άθροισμα των γινομένων, του ποσοστού της κάθε κατηγορίας οχημάτων επί το συντελεστή κατηγορίας οχήματος επί το συντελεστή αύξησης , μας δίνει το EAL.

Τέλος, από το Διάγραμμα 3 σελ. 33, υπολογίζω το πάχος επανεπίστρωσης (Overlay thickness) από το συνδυασμό των RRD και EAL.



Διάγραμμα 1 : Εκτίμηση θερμοκρασίας οδοστρώματος



Διάγραμμα 2 : Εκτίμηση συντελεστή θερμοκρασίας συναρτήσεως της μέσης θερμοκρασίας οδοστρώματος

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Εύρεση του συντελεστή κατηγορίας οχήματος
σε σχέση με το είδος της οδού**

Vehicle Type	Truck Factors									
	Rural Systems						Urban Systems			
	Interstate Rural			Other Rural			All Rural		All Urban	
	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range
Single-unit trucks										
2-axle, 4-tire	0.02	0.01-0.06	0.02	0.01-0.09	0.03	0.02-0.08	0.03	0.01-0.05	0.02	0.01-0.07
2-axle, 6-tire	0.19	0.13-0.30	0.21	0.14-0.34	0.20	0.14-0.31	0.26	0.18-0.42	0.21	0.15-0.32
3-axle or more	0.56	0.09-1.55	0.73	0.31-1.57	0.67	0.23-1.53	1.03	0.52-1.99	0.73	0.29-1.59
All single-units	0.07	0.02-0.16	0.07	0.02-0.17	0.07	0.03-0.16	0.09	0.04-0.21	0.07	0.02-0.17
Tractor semi-trailers										
3-axle	0.51	0.30-0.86	0.47	0.29-0.82	0.48	0.31-0.80	0.47	0.24-1.02	0.48	0.33-0.78
4-axle	0.62	0.40-1.07	0.83	0.44-1.55	0.70	0.37-1.34	0.89	0.60-1.64	0.73	0.43-1.32
5-axle or more**	0.94	0.67-1.15	0.98	0.58-1.70	0.95	0.58-1.64	1.02	0.69-1.69	0.95	0.63-1.53
All multiple units	0.93	0.67-1.38	0.97	0.67-1.50	0.94	0.66-1.43	1.00	0.72-1.58	0.95	0.71-1.39
All trucks	0.49	0.34-0.77	0.31	0.20-0.52	0.42	0.29-0.67	0.30	0.15-0.59	0.40	0.27-0.63

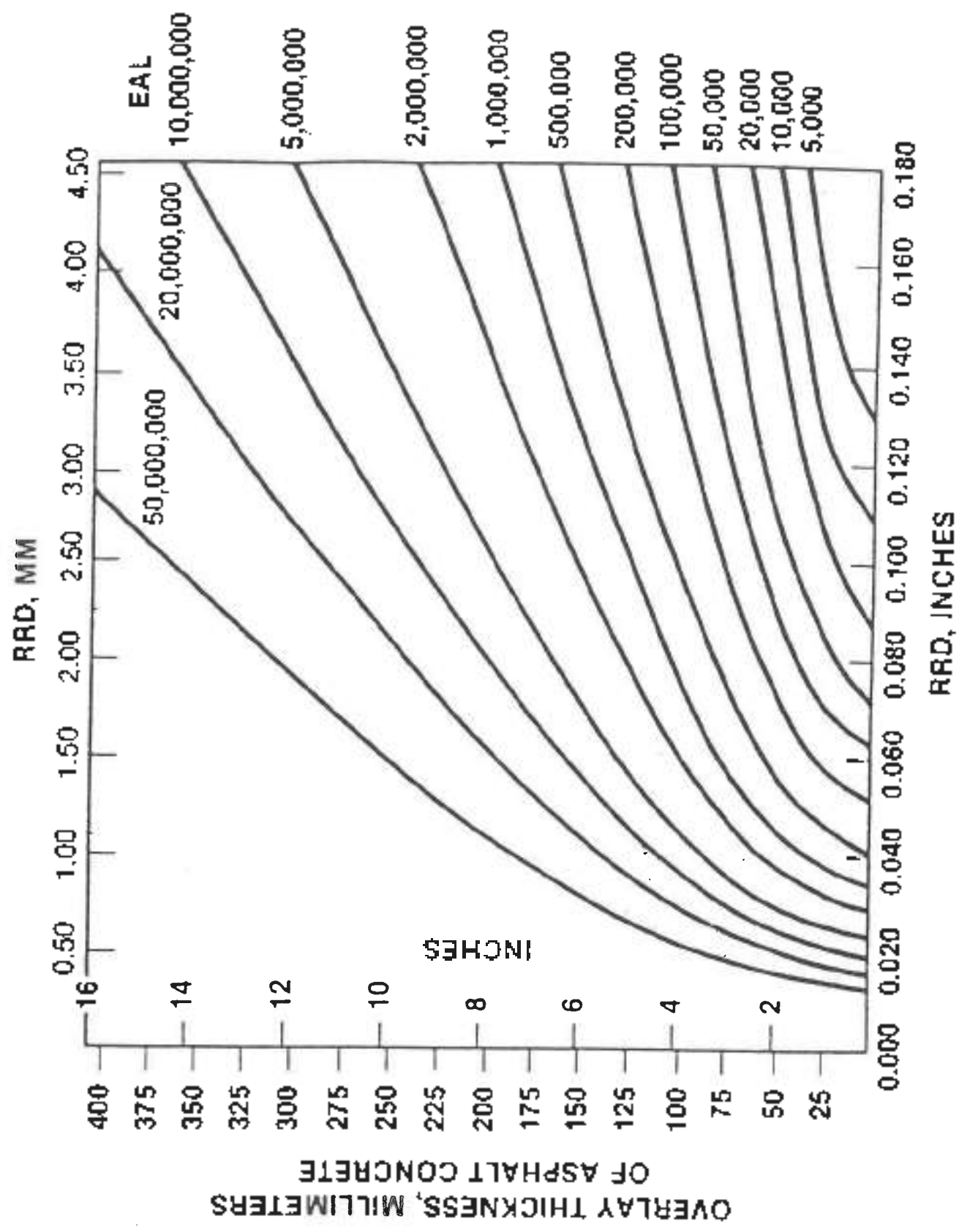
*Compiled from data supplied by the Highway Statistics Division, U.S. Federal Highway Administration

**Including full-trailer combinations in some states.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Εύρεση του συντελεστή αύξησης σε σχέση με την περίοδο σχεδιασμού της επανεπίστρωσης και του ρυθμού αύξησης

Design Period, Years (n)	Annual Growth Rate, Percent (r)							
	No Growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	154.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Διάγραμμα 3 : Εκτίμηση του απαιτούμενου πάχους επανεπιστρώσης



2.4. Η [9] ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

2.4.1. Εισαγωγή

Η μέθοδος αυτή είναι εμπειρική και χρησιμοποιεί το μηχάνημα Lacroix deflectograph (long frame, axle load 12B KN) αξονικού φορτίου KN για μέτρηση των υποχωρήσεων. Έχει βασιστεί στην ελαστική θεωρία και σε πραγματικά στοιχεία ανάλυσης κυκλοφορίας. Χρησιμοποιείται στα Βελγικά οδοστρώματα και σε αυτή την εργασία έγινε προσπάθεια να εφαρμοστεί για τις Ελληνικές συνθήκες .

Η κάθε διατομή της οδού θεωρείται ότι αποτελείται από δύο ελαστικές στρώσεις (στρώση 1:επανεπίστρωση, στρώση 2:υφιστάμενο οδόστρωμα). Περιλαμβάνει ακόμη τις εξής παραμέτρους:

α)Το κανονικό αξονικό φορτίο 80 KN

β)Την μέγιστη επιτρεπόμενη παραμόρφωση της ασφατικής στρώσης επανεπίστρωσης για n αξονικές διελεύσεις η οποία είναι:

$$E_m = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{n^{0.21}} k$$

όπου :

k = ο συντελεστής που εκφράζει την επιρροή των υπόλοιπων διελεύσεων μέχρι την αστοχία

γ)Το μέτρο ελαστικότητας του υφισταμένου οδοστρώματος που είναι:

$$E_c = \frac{1100}{d_c}$$

όπου :

d_c = η υποχώρηση (1/100 mm) από Lacroix deflectograph.

δ)Για τον υπολογισμό των αξονικών διελεύσεων (μιας κατεύθυνσης) κατά τη διάρκεια της περιόδου σχεδιασμού, χρησιμοποιούνται οι εξής σχέσεις:

$$N = 625 \frac{(1+i)^P - 1}{i} \cdot ADN(\cdot \cdot K) \quad (\text{για κύριες οδούς})$$

$$N = 625 \frac{(1+i)^P - 1}{i} \cdot ADN(\cdot \cdot K) \quad (\text{για δευτερεύουσες οδούς})$$

όπου :

P = περίοδος σχεδιασμού (έτη)

i = ρυθμός αύξησης της κυκλοφορίας

K = συντελεστής μετατροπής της εγκάρσιας κατανομής
(λαμβάνεται συνήθως ίσος με 0.3)

$ADN(\cdot \cdot)$ = μέσος ημερήσιος αριθμός βαρέων οχημάτων

2.4.2. Μεθοδολογία

Η μέθοδος υπολογισμού του πάχους επανεπίστρωσης ακολουθεί την εξής διαδικασία :

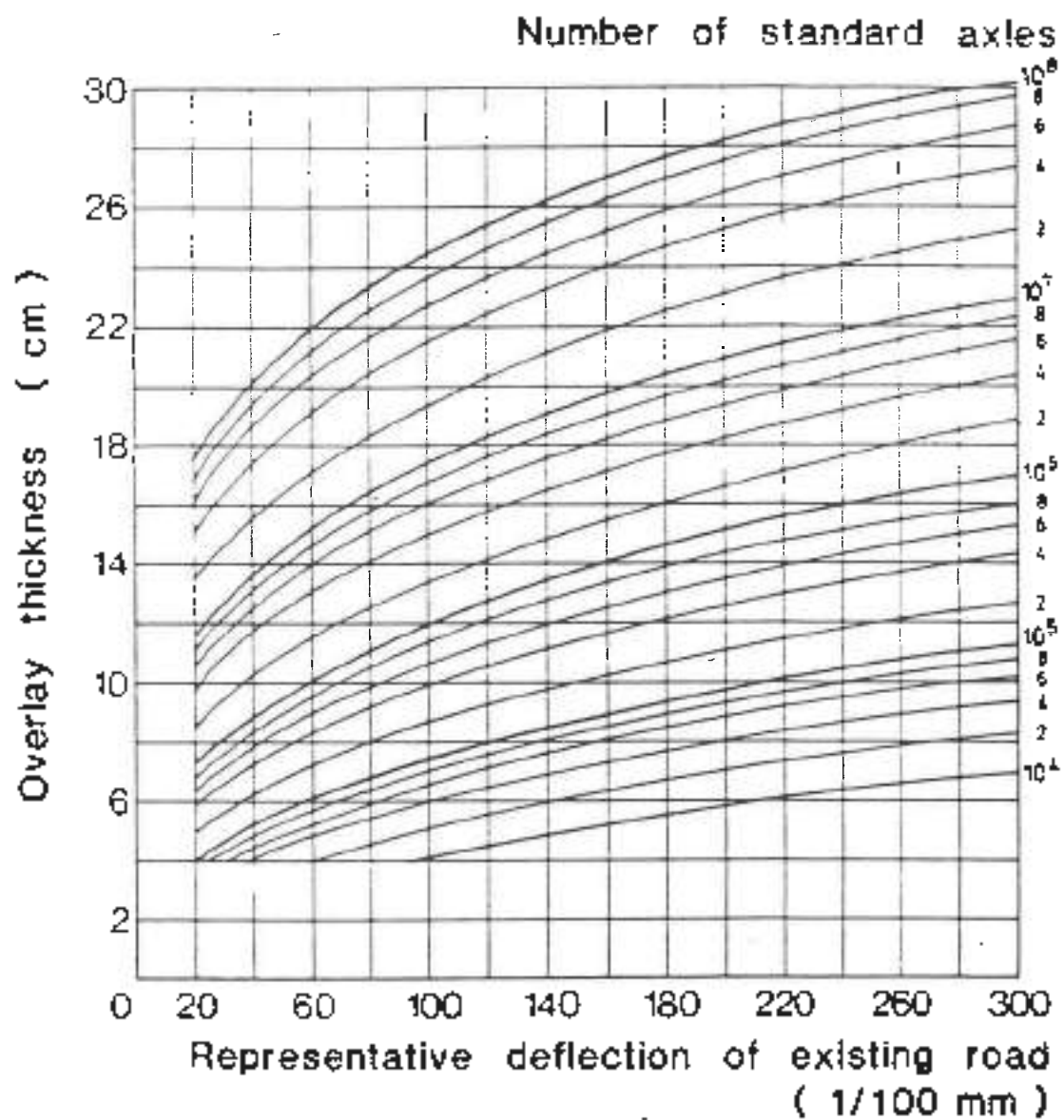
α) Διαχωρισμός της οδού σε τμήματα 200 μέτρων.

β) Μετρήσεις υποχωρήσεων με Lacroix deflectograph ανά 20 μέτρα.

γ) Υπολογισμός των αξονικών διελεύσεων για την περίοδο σχεδιασμού της οδού.

δ) Υπολογισμός του πάχους επανεπίστρωσης από το Διάγραμμα 1 σελ 30 συναρτήσει των υποχωρήσεων και των αξονικών διελεύσεων για κάθε 20 μέτρα. Το τελικό πάχος επανεπίστρωσης του τμήματος υπολογίζεται έτσι ώστε το άθροισμα του μήκους των περιοχών του τμήματος, όπου το απαιτούμενο πάχος είναι μεγαλύτερο του τελικού , να μην ξεπερνά το 15%-20% του συνολικού μήκους του τμήματος που είναι 200 μέτρα.

Διάγραμμα 1 : Εκτίμηση του απαιτούμενου πάχους επανστρώσεως



2.5. Η [11] ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΑΝΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

2.5.1. Εισαγωγή

Η ισραηλινή αυτή μέθοδος επανεπίστρωσης βασίζεται σε μετρήσεις υποχωρήσεων με μη καταστροφικές μεθόδους και στην αντοχή του οδοστρώματος έναντι χαρακτηριστικών κριτηρίων όπως κόπωση και αυλακώσεις. Γίνονται κατηγοριοποιήσεις του εδάφους με βάση την υποχώρηση D_6 (υποχώρηση σε απόσταση 1.80μ από το κέντρο του δίσκου που φορτίζεται), και ολόκληρης της διατομής του οδοστρώματος με βάση τον δείκτη καμπυλότητας της επιφάνειας SCI (surface curvature index). Με βάση τις πιο πάνω κατηγορίες υπολογίζεται ένας δομικός δείκτης SI (structural index), ο οποίος σε συνδυασμό με τις αξονικές διελεύσεις δίνουν το πάχος επανεπίστρωσης του οδοστρώματος.

2.5.2.Μεθοδολογία

- 1) Γίνονται μετρήσεις υποχωρήσεων με το μηχάνημα DUNATEST FWD 8002, για αποστάσεις ανά 300mm (0, 0.30, 0.60, 0.90, 1.20, 1.50, 1.80,m) και λαμβάνονται τιμές ($D_0, D_1, D_2, \dots, D_6$).
- 2) Με κάποιο πρόγραμμα ανάστροφου υπολογισμού γίνεται υπολογισμός των μέτρων ελαστικότητας των στρώσεων του οδοστρώματος.
- 3) Διορθώνονται οι τιμές που ελήφθησαν από το μηχάνημα με τους εξής τρόπους:

α) Διόρθωση λόγω φορτίου

$$D_r^d = D_r^c + \frac{75}{P}$$

όπου :

D_r^d = η διορθωμένη τιμή της κάθε υποχώρησης

D_r^c = η μετρημένη τιμή της κάθε υποχώρησης

P = το φορτίο του δίσκου του μηχανήματος FWD (KN)

β) Διόρθωση λόγω θερμοκρασίας

$$D_r^{tc} = F_T * D_r^d$$

όπου : D_r^{tc} = η τελική τιμή της κεντρικής υποχώρησης μετά από διορθώσεις λόγω φορτίου και θερμοκρασίας.

D_r^d = η διορθωμένη τιμή της κεντρικής υποχώρησης λόγω φορτίου.

$$F_T = 1,694 - 3,155 \times 10^{-2} \times T_p + 3,286 \times 10^{-4} \times T_p^2 - 1,667 \times 10^{-6} \times T_p^3$$

όπου : T_p : η θερμοκρασία της ασφαλικής στρώσης κατά την διάρκεια της μέτρησης.

4) Κατηγοριοποίηση του εδάφους με βάση το μέτρο ελαστικότητας του, το οποίο υπολογίζεται είτε με πρόγραμμα ανάστροφου υπολογισμού, είτε από την σχέση

$$D_6 = 8.588 \cdot 10^{-3} \cdot E_s^{-1.055}$$

Επιλέγεται η μεγαλύτερη τιμή από τους δύο τρόπους, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερδυσκολολόγηση του πάχους επανεπίστρωσης.

Κατηγορία εδάφους	Μέτρο Ελαστικότητας εδάφους (Mpa)	D ₆ (micron)
αδύνατο (weak)	≤65	≥ 105
μέτριο (medium)	65-120	55-105
δυνατό (strong)	>120	<55

5) Υπολογισμός του SCI από τη σχέση : $SCI = D_0 - D_1$

όπου D₀ και D₁ είναι οι τελικές τιμές των υποχωρήσεων, για αποστάσεις 0.0 m και 0.3 m από το κέντρο φόρπισης , αντίστοιχα.

6) Κατηγοροποίηση του οδοστρώματος με βάση το SCI.

Κατηγορία οδοστρώματος	Κατηγορία εδάφους		
	αδύνατο (weak)	μέτριο (medium)	δυνατό (strong)
αδύνατο (weak)	D ₆ ≥ 105 SCI ≥ 750	55 ≤ D ₆ < 105 SCI ≥ 750	D ₆ < 55 SCI ≥ 750
μέτριο (medium)	D ₆ ≥ 105 350 ≤ SCI < 750	55 ≤ D ₆ < 105 350 ≤ SCI < 750	D ₆ < 55 350 ≤ SCI < 750
δυνατό (strong)	D ₆ ≥ 105 SCI < 350	55 ≤ D ₆ < 105 SCI < 350	D ₆ < 55 SCI < 350

7) Υπολογισμός του δείκτη SI από τις πιο κάτω σχέσεις:

Για αδύνατο έδαφος ($D_5 \geq 105 \mu\text{m}$)

$$SI_W = \begin{cases} 0.2 & SCI \geq 750 \mu\text{m} \\ 2.361 \times 10^{-5} SCI^{-2.112} & 350 \leq SCI < 750 \mu\text{m} \\ 1.0 & SCI < 350 \mu\text{m} \end{cases}$$

Για μέτριο έδαφος

$$SI_M = \begin{cases} 0.25 & SCI \geq 750 \mu\text{m} \\ 4.243 \times 10^{-4} SCI^{-1.419} & 350 \leq SCI < 750 \mu\text{m} \\ 1.0 & SCI < 350 \mu\text{m} \end{cases}$$

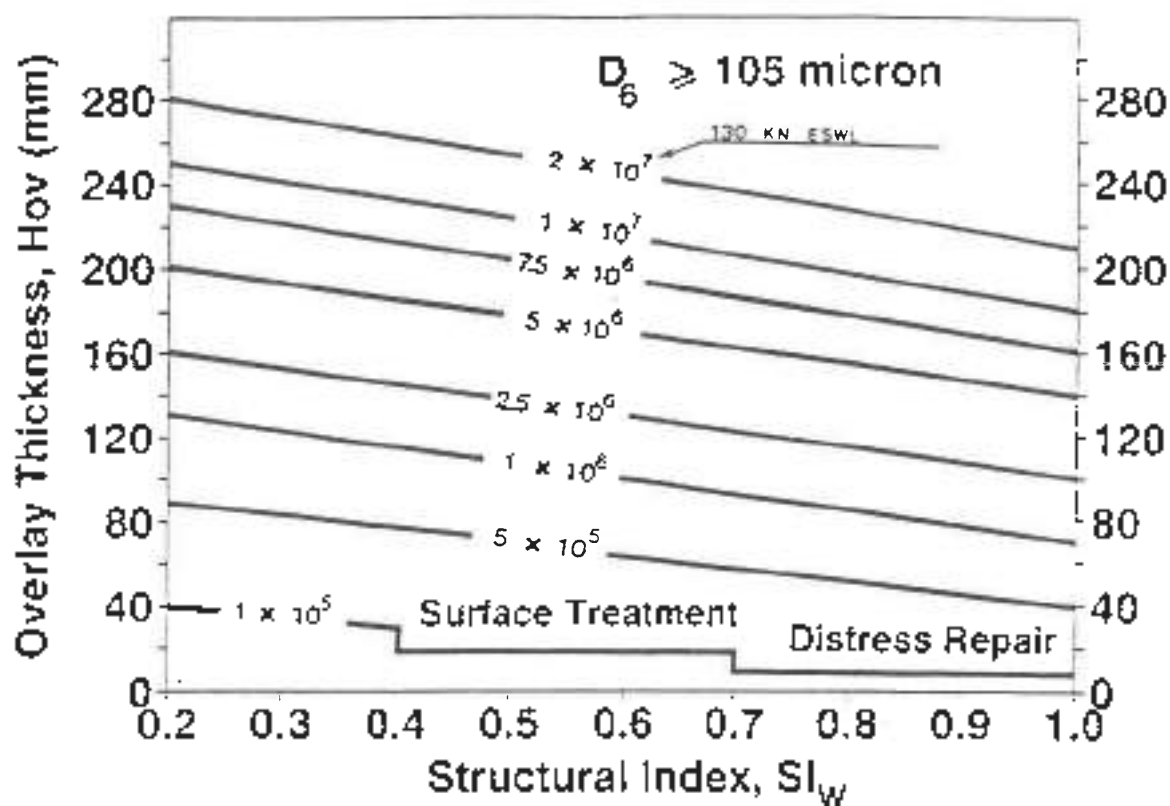
Για δυνατό έδαφος

$$SI_s = \begin{cases} 0.3 & SCI \geq 750 \mu\text{m} \\ 1.046 \times 10^{-4} SCI^{-1.580} & 350 \leq SCI < 750 \mu\text{m} \\ 1.0 & SCI < 350 \mu\text{m} \end{cases}$$

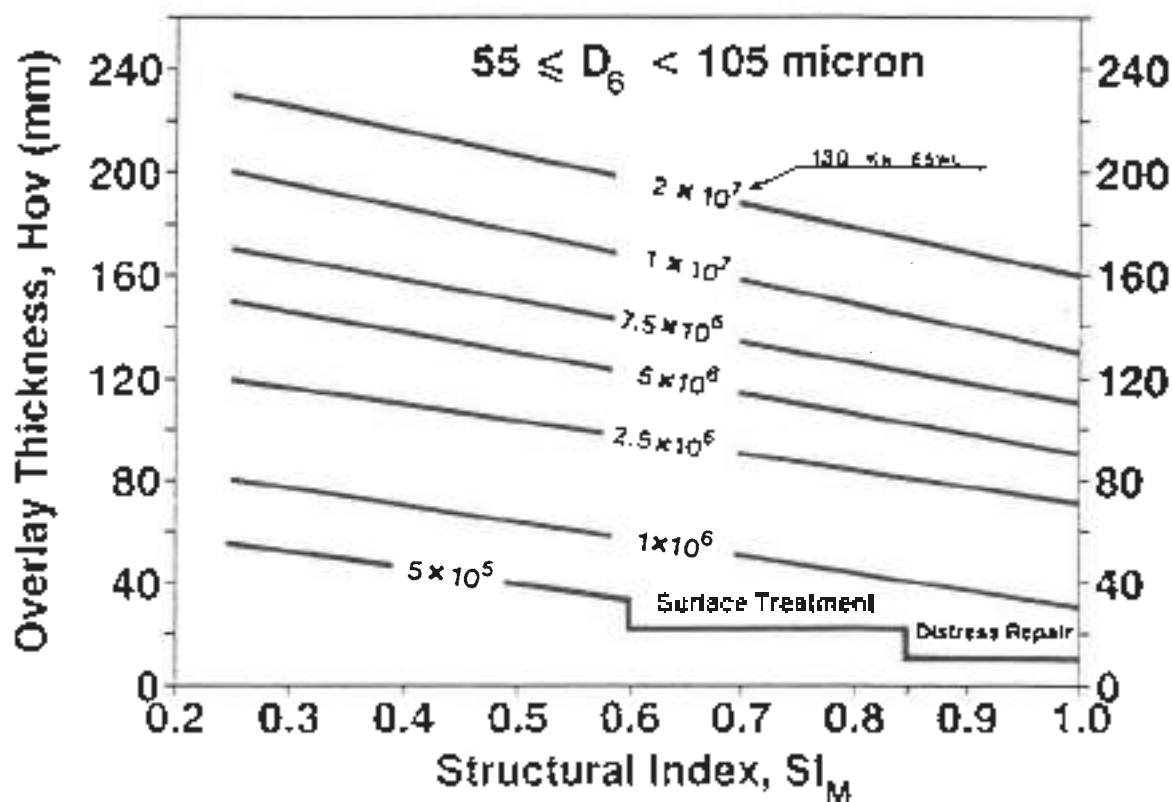
8) Ανάλυση κυκλοφορίας

Γίνεται υπολογισμός του αριθμού των αξονικών διελεύσεων , αξονικού φορτίου 130 KN , που θα δεχθεί το οδόστρωμα για την περίοδο σχεδιασμού της επανεπίστρωσης .

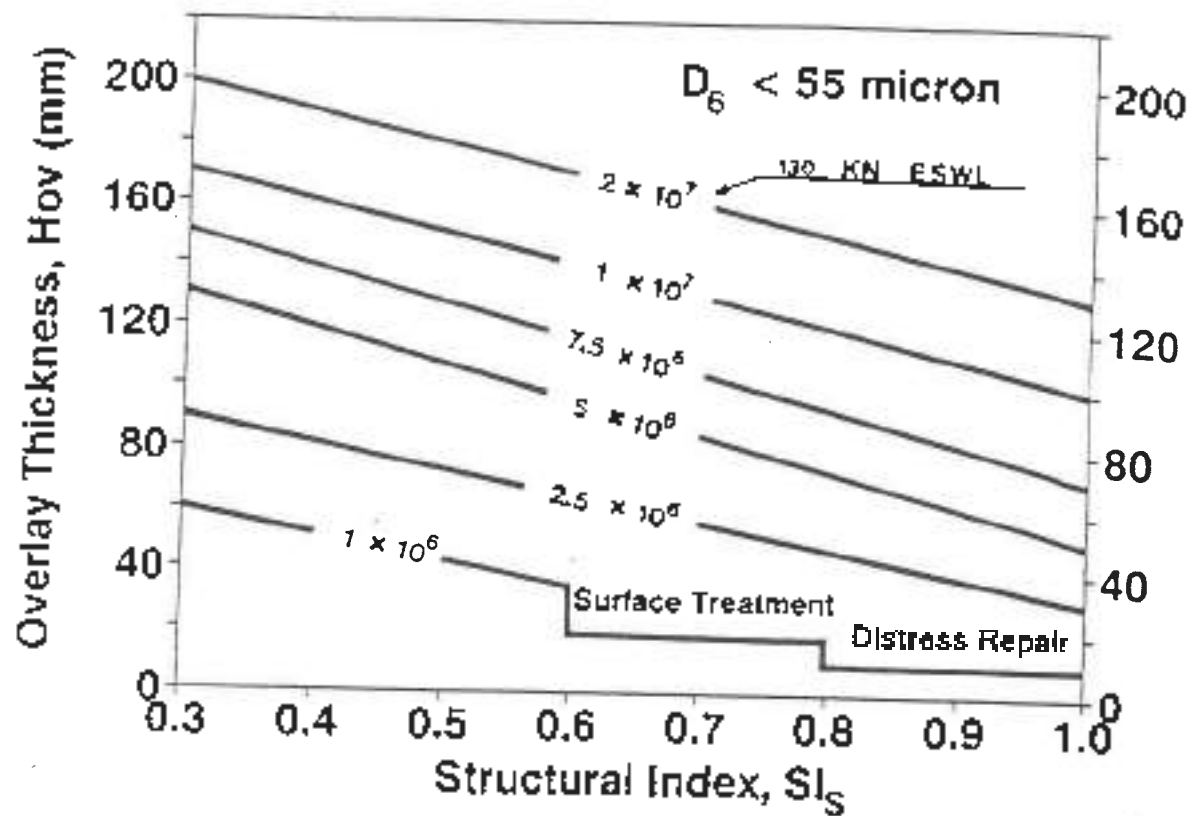
9) Υπολογισμός του πάχους επανεπίστρωσης συναρτήσει του SI και του N(αριθμός αξονικών διελεύσεων 130 KN) από τα Διαγράμματα 1 , 2 και 3 στις σελίδες 41 και 42.



Διάγραμμα 1 : Εκτίμηση του απαιτούμενου πάχους επανεπίστρωσης για αδύνατο έδαφος



Διάγραμμα 2 : Εκτίμηση του απαιτούμενου πάχους επανεπίστρωσης για μέτριο έδαφος



Διάγραμμα 3 : Εκτίμηση του απαιτούμενου πάχους επανεπιστρώσης για δυνατό έδαφος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

3.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια να εφαρμοστούν οι τέσσερις μέθοδοι που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 2. Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκαν διατομές (Παράρτημα Α), προσομοιωμένες με πραγματικά στοιχεία. Η επεξεργασία των διατομών αυτών έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα BISAR και υπολογίστηκαν οι ελαστικές υποχωρήσεις (Παράρτημα Β). Η διεθνώς αναγνωρισμένη αξιοπιστία του προγράμματος BISAR, μας επιτρέπει να θεωρήσουμε τα δεδομένα του για την προσομοιωμένη φόρπιση με το Falling Weight Deflectometer (FWD). Ακολούθως έγινε επεξεργασία των στοιχείων από τις διατομές και των υποχωρήσεων. Έτσι υπολογίστηκαν τα απαιτούμενα πάχη επανεπίστρωσης (Παράρτημα Γ) για την κάθε διατομή σύμφωνα με την διαδικασία υπολογισμού της κάθε μεθόδου .

Εν συνεχεία συντάχθηκαν και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα για όλες τις μεθόδους. Δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα ιστογράμματα και εξήχθησαν τα πρώτα συμπεράσματα από την σύγκριση αυτή.

Ακολούθως, κρίθηκε σκόπιμη η περαιτέρω επεξεργασία των μετρήσεων για τις μεθόδους AASHTO και Asphalt Institute, ώστε να ελεγχθεί η "ευαισθησία" της συμπεριφοράς τους. Δημιουργήθηκαν έτσι καινούργιοι πίνακες και ιστογράμματα, από τα οποία προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα.

3.2 Σύγκριση των μεθόδων

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάστηκε η συμπεριφορά των μεθόδων, δηλαδή ο υπολογισμός του πάχους επανεπίστρωσης, για τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος 1, 2, 3, 4, 5, 21, 22, 23, 24, 25. Οι διατομές αυτές διαφέρουν μεταξύ τους στο h_a (πάχος ασφαλτομίγματος) και στο CBR (Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας). Κρίθηκε σκόπιμος και ο έλεγχος των μεθόδων ως προς το X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - *past traffic*) και το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - *overlay design period*) για τη διατομή 1. Η επιλογή των πιο πάνω παραμέτρων έγινε σύμφωνα με τα πιο πιθανά "σενάρια" που μπορούν να υπάρχουν σε μια πραγματική διατομή.

Ακολούθως συντάχθηκαν τα αποτελέσματα σε πίνακες για τη μελέτη ευαισθησίας των μεθόδων και δημιουργήθηκαν ιστογράμματα. Από αυτά προέκυψαν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των μεθόδων.

4.3.1.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μέρωση ιστογραμμάτων

		X=5		Y=10		CBR=7%		h=varies	
		AASHTO		A.I.		[9]		[11]	
ΔΙΑΤΟΜΗ		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)	
1	ha=100mm	15,1		19		10,5		14,5	
2	ha=125mm	13,1		17		10		13,5	
3	ha=150mm	11,1		15		10		13,5	
4	ha=175mm	9,1		14		9,5		13,5	
5	ha=200mm	5,1		9		8		13,5	

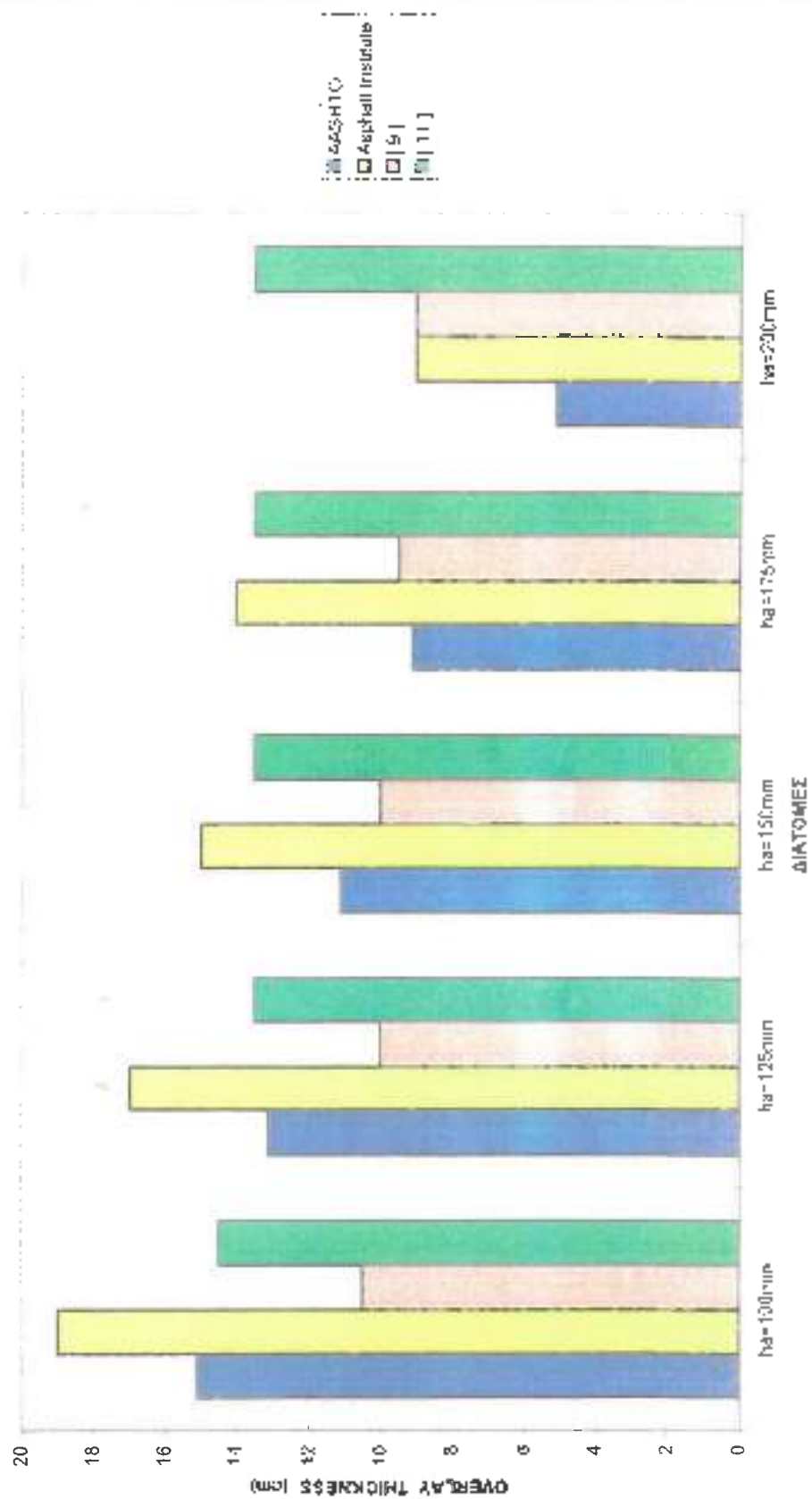
		X=5		Y=varies		CBR=7%		h=100mm	
		AASHTO		A.I.		[9]		[11]	
ΔΙΑΤΟΜΗ		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)	
	X=5, Y=5	11,8		12		8,5		10,5	
	X=5, Y=7	13,4		15		9		12,5	
	X=5, Y=10	15,1		19		10,5		14,5	

8

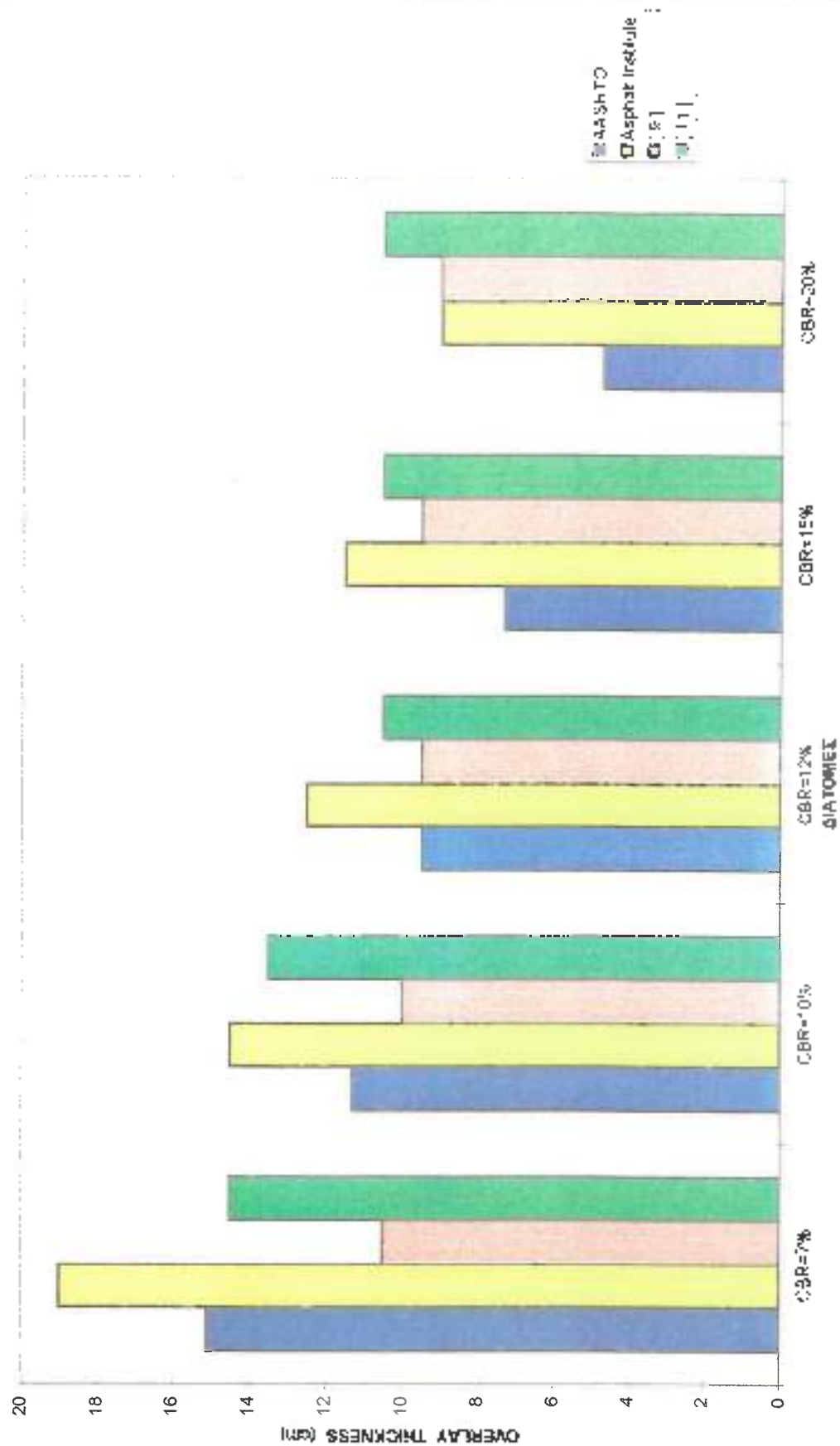
		X=5		Y=10		CBR=varies		h=100mm	
		AASHTO		A.I.		[9]		[11]	
ΔΙΑΤΟΜΗ		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)	
21	CBR=7%	15,1		19		10,5		14,5	
22	CBR=10%	11,3		14,5		10		13,5	
23	CBR=12%	9,5		12,5		9,5		10,5	
24	CBR=15%	7,3		11,5		9,5		10,5	
25	CBR=20%	4,7		9		9		10,5	

		X=5		Y=varies		CBR=7%		h=100mm	
		AASHTO		A.I.		[9]		[11]	
ΔΙΑΤΟΜΗ		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)		Hover (cm)	
	X=2, Y=10	14,7		19		14,5		10,5	
	X=5, Y=10	15,1		19		14,5		10,5	
	X=7, Y=10	16		19		14,5		10,5	
	X=10, Y=10	16,8		19		14,5		10,5	

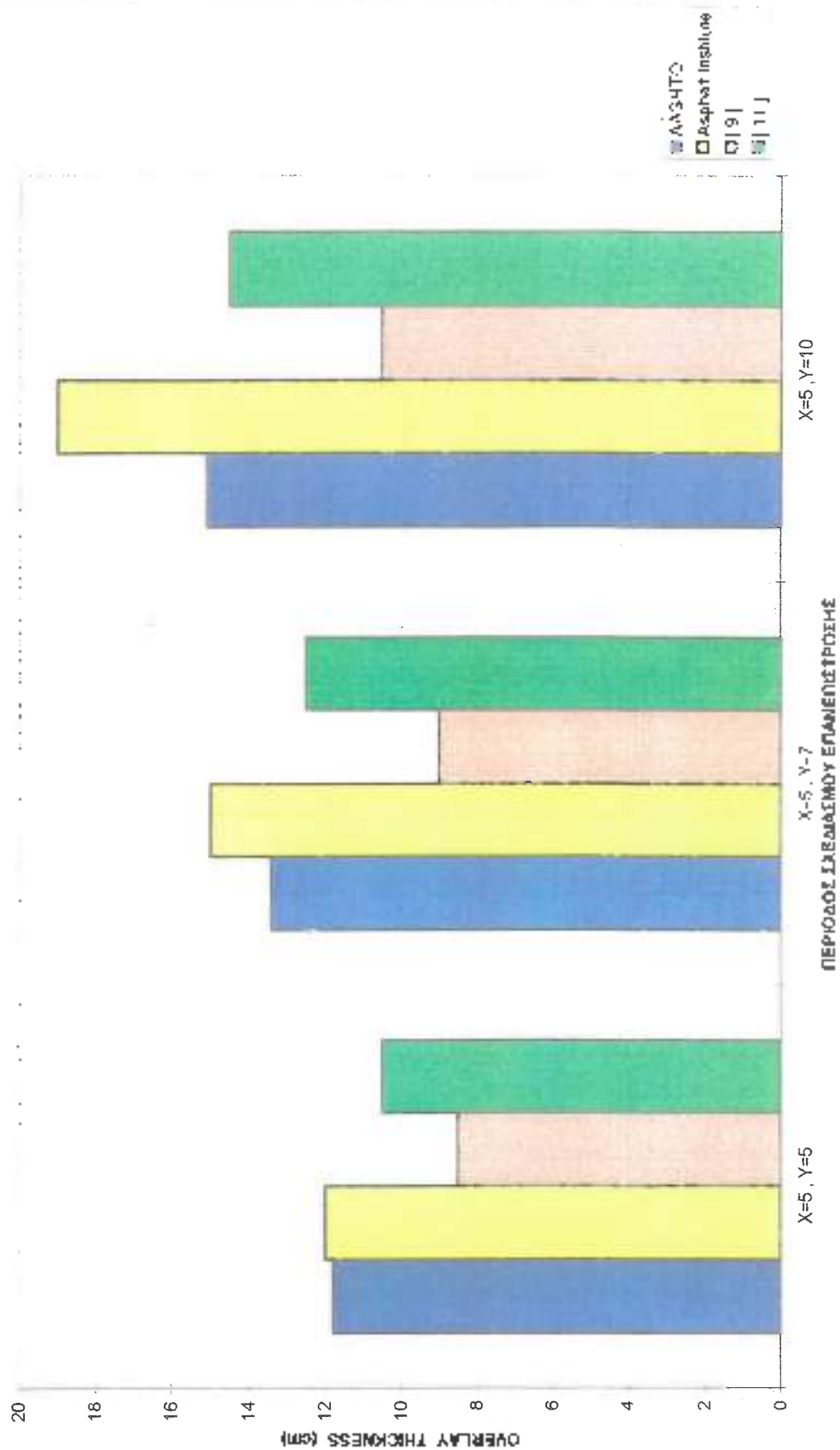
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο h_a



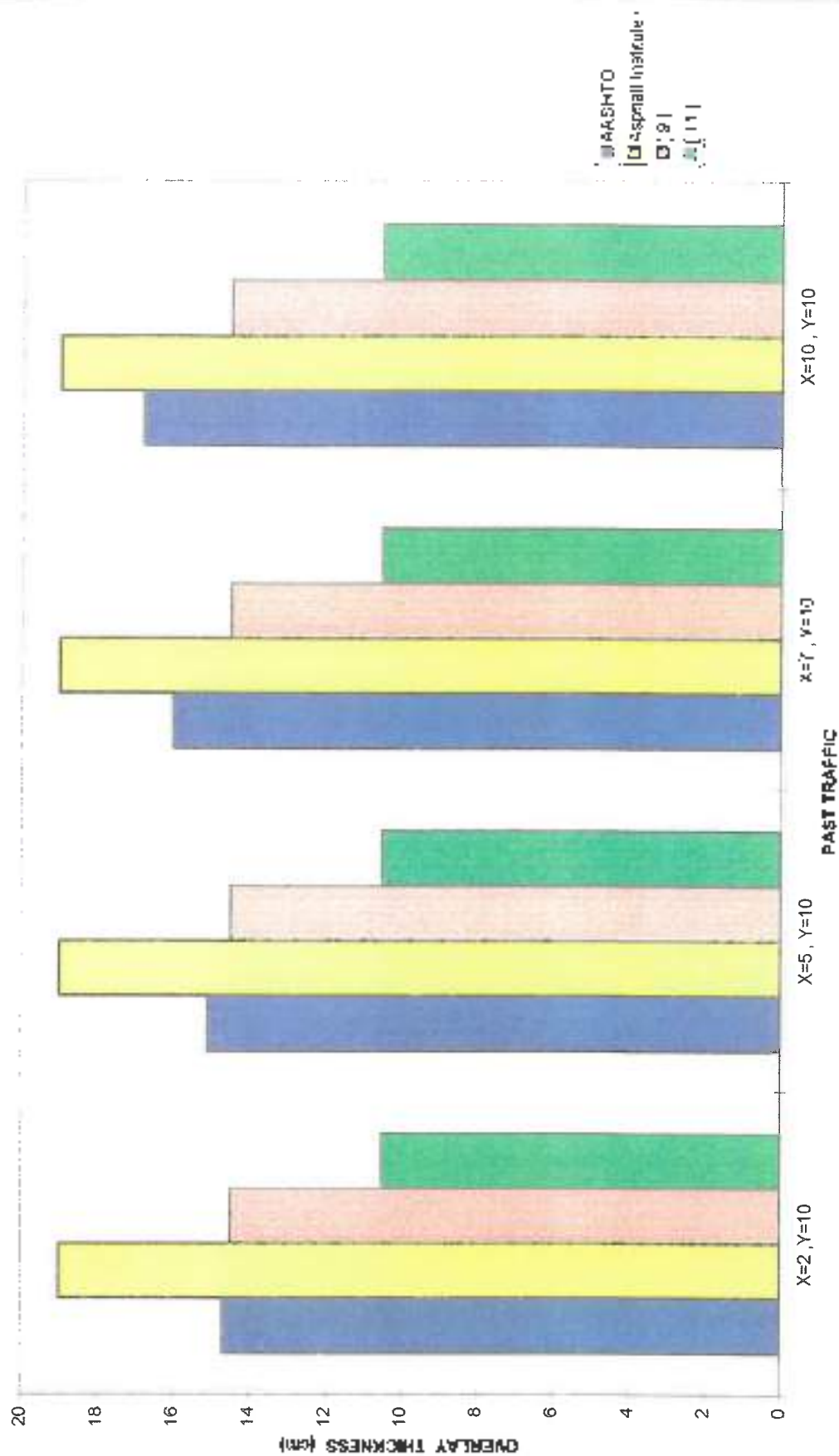
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο CBR



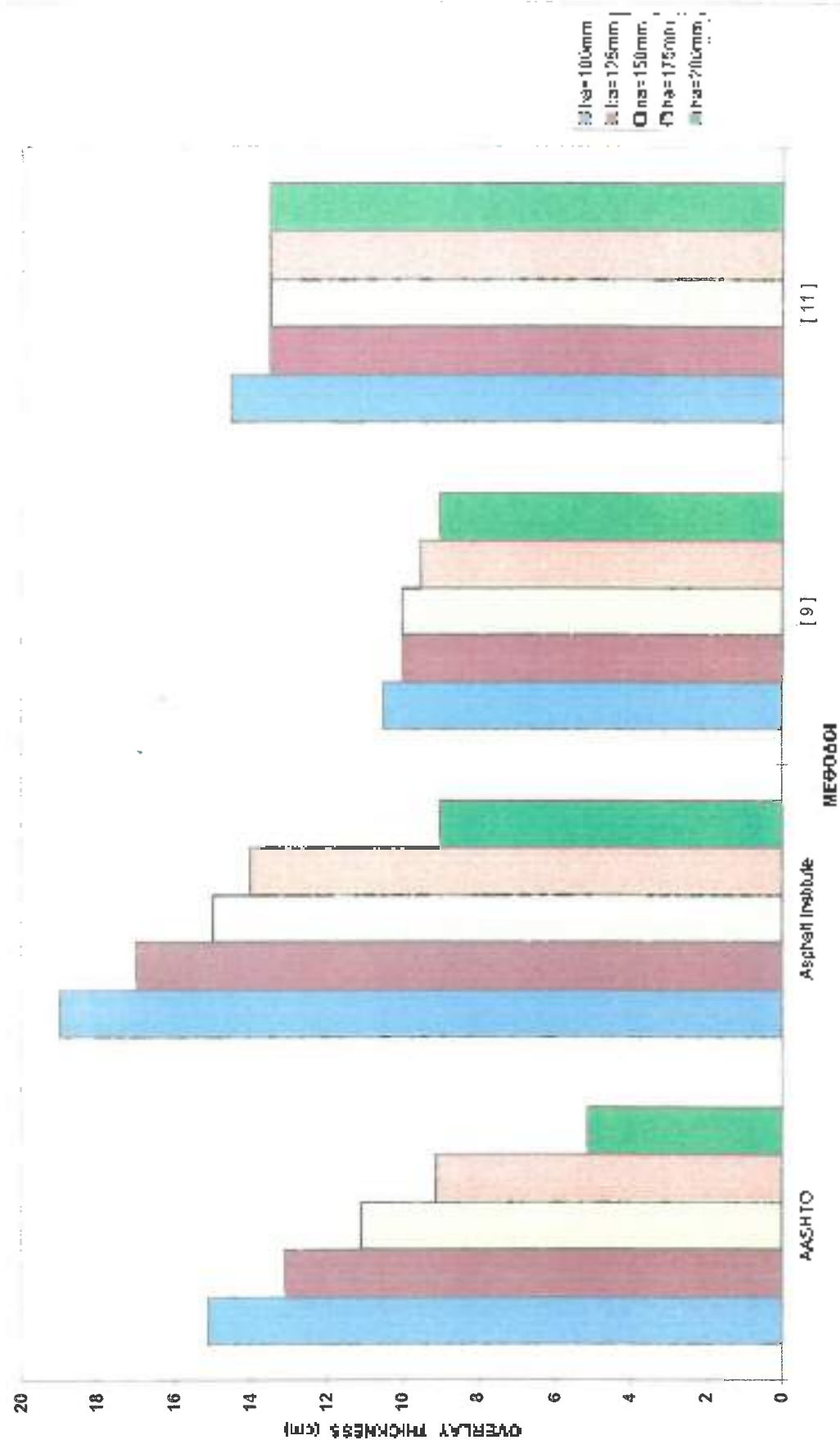
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο γ



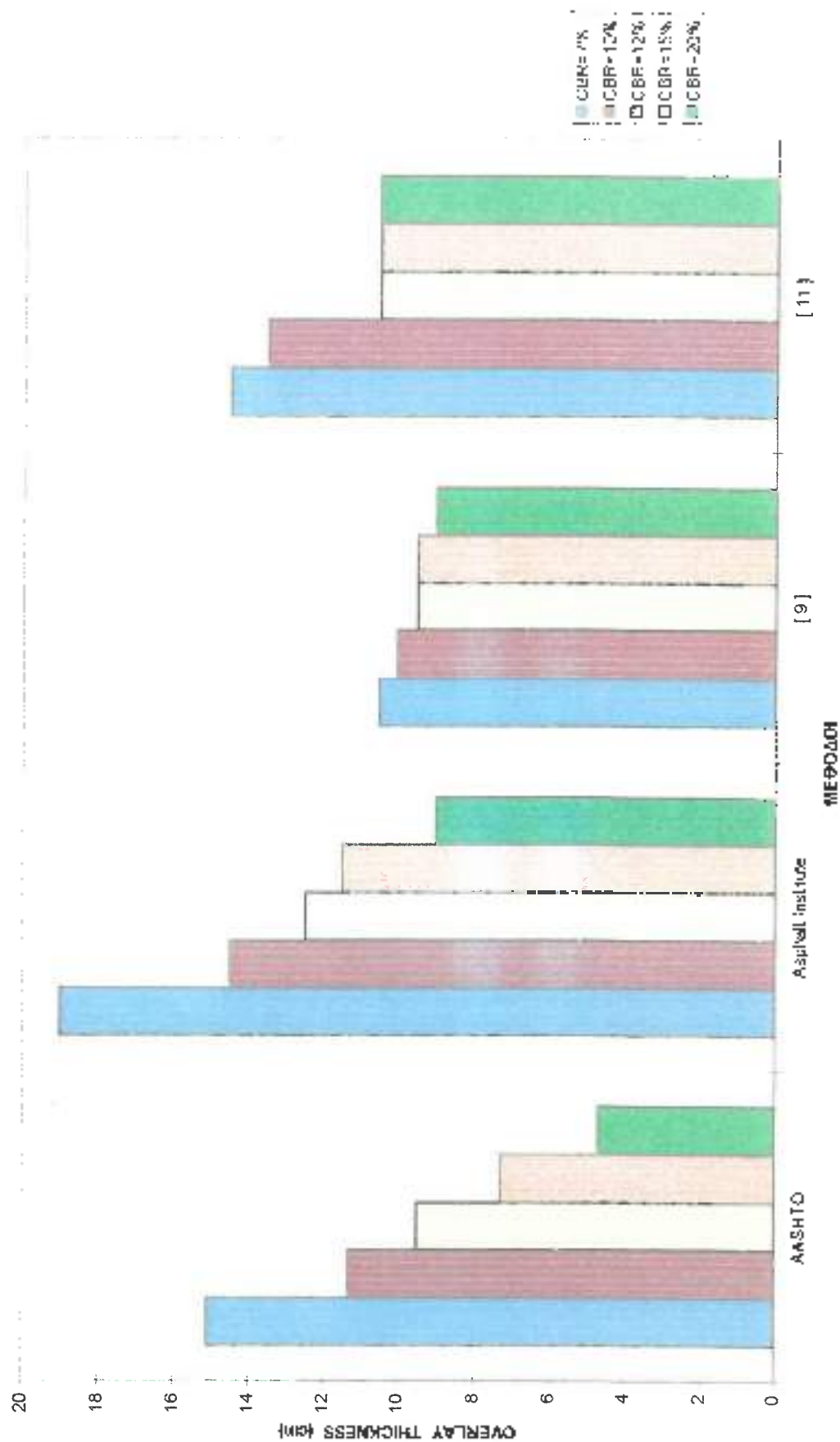
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο X



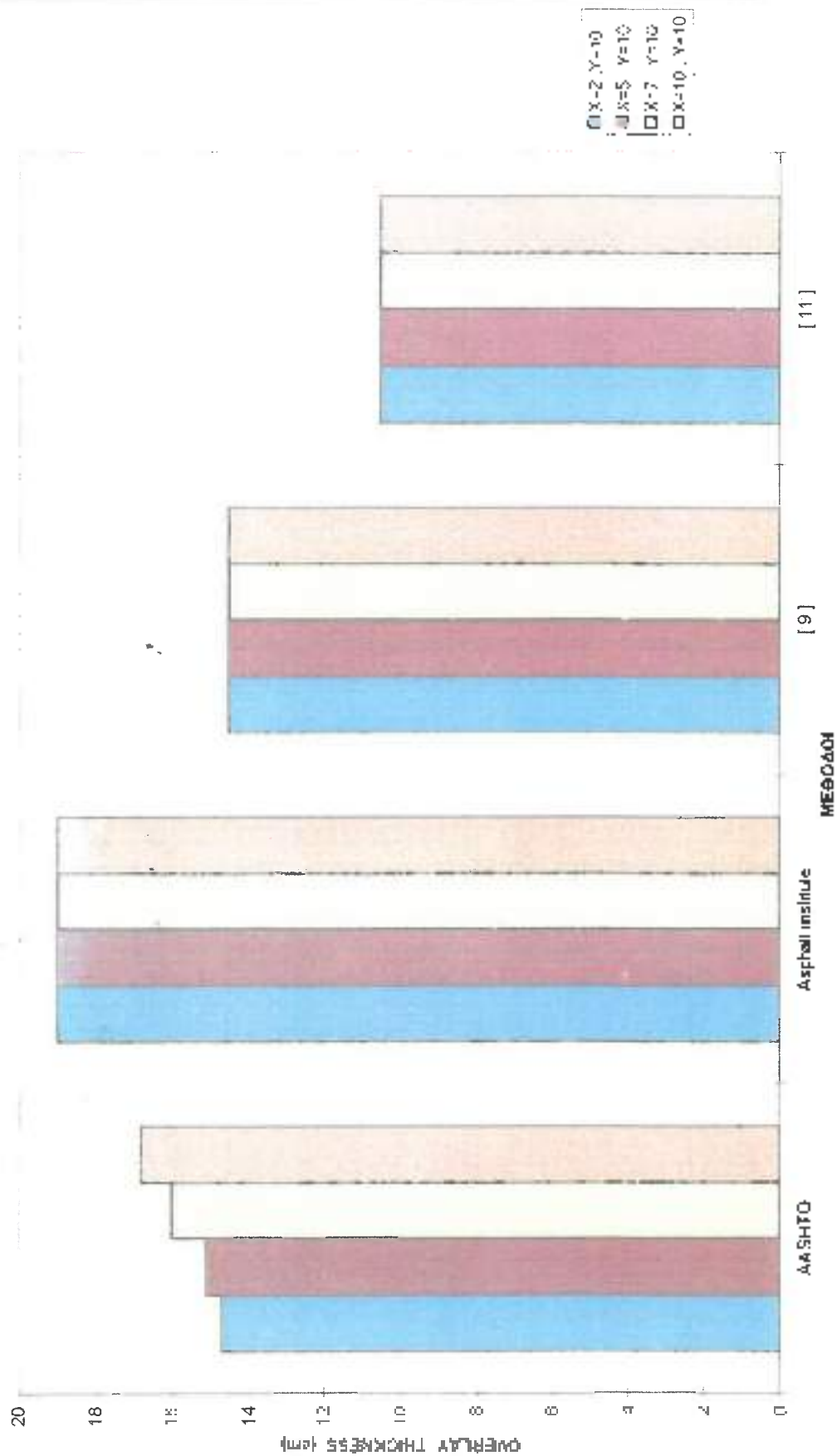
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο ha



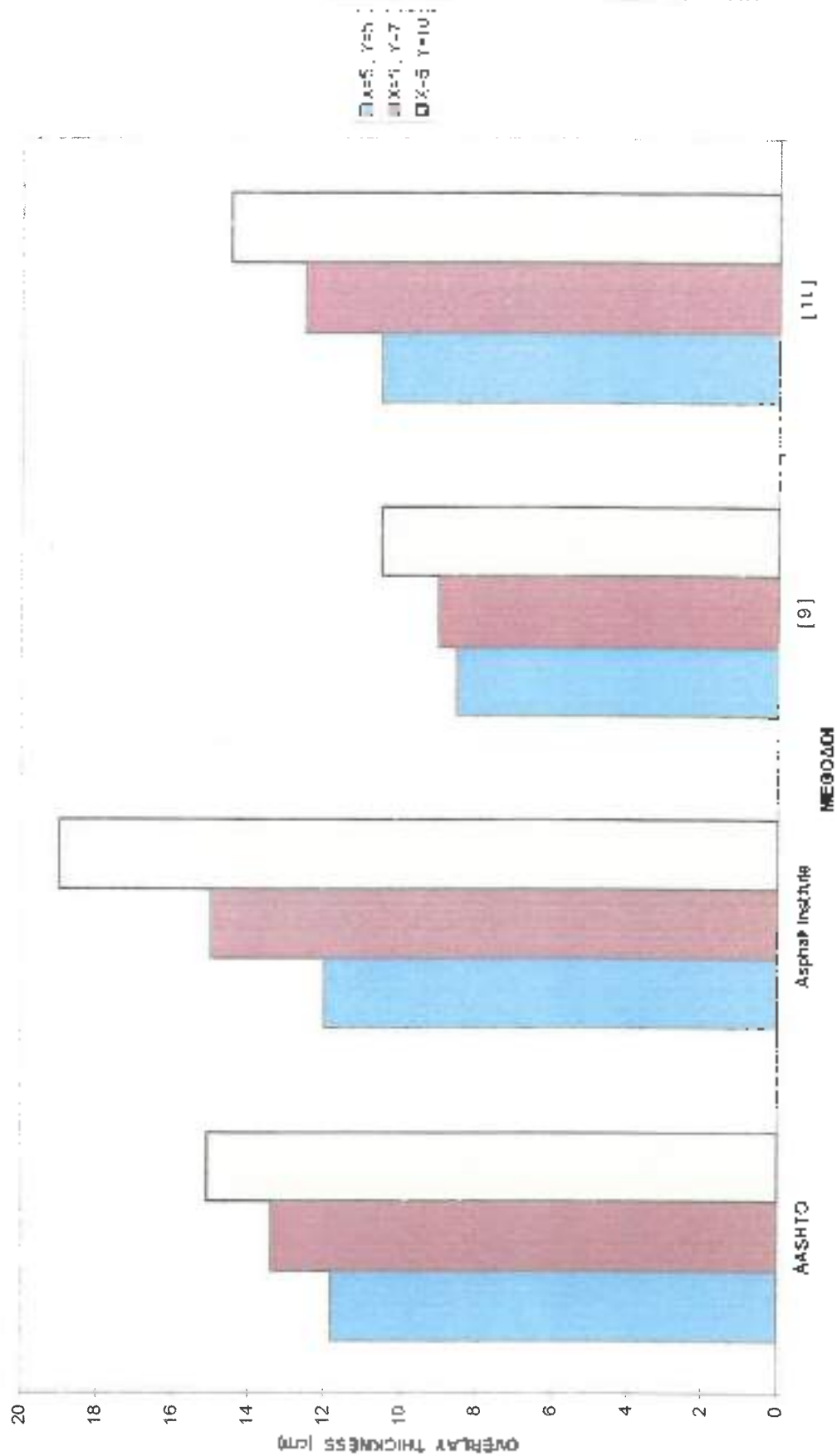
Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο CBR



Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο X



Σύγκριση μεθόδων για μεταβαλλόμενο γ



3.2.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

3.2.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και τη δημιουργία ιστογραμμάτων για τους αντίστοιχους πίνακες μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Από τα τέσσερα πρώτα ιστογράμματα μεταβολής των h_a (πάχος ασφαλικής στρώσης), CBR (Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας) που μεταφράζεται σε μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης , X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - past traffic) και Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) , γίνεται κατάταξη των μεθόδων από την περισσότερο συντηρητική προς τη λιγότερο με την εξής σειρά :

$h_a = \text{varies}$	CBR = varies	X = varies	Y = varies
Asphalt Institute	Asphalt Institute	Asphalt Institute	Asphalt Institute
[11]	[11]	AASHTO	AASHTO
AASHTO	AASHTO	[9]	[11]
[9]	[9]	[11]	[9]

Στα επόμενα τέσσερα ιστογράμματα που αφορούν όλες τις μεθόδους μπορούμε να διακρίνουμε την ευαισθησία των μεθόδων AASHTO , Asphalt Institute , [9] και [11] . Η ευαισθησία αυτή μεταφράζεται σε μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης για ενδεχόμενη μεταβολή των χαρακτηριστικών στοιχείων h_a , CBR , X και Y .

Όταν γίνει μια λεπτομερέστερη εξέταση των ιστογραμμάτων μπορούμε να διακρίνουμε κατά πόσον οι μέθοδοι αυτές επηρεάζονται από τη μεταβολή των χαρακτηριστικών στοιχείων που προαναφέρθηκαν .

Κατ' αρχήν η μέθοδος **AASHTO** παρουσιάζει μία αξιοπρόσεκτη ευαισθησία , δηλαδή μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης με σταθερό βήμα (σταθερό ποσοστό μεταβολής) για όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία .

Εξετάζοντας τη μέθοδο του **Asphalt Institute** γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι υπάρχει μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης με ακανόνιστο βήμα για τα χαρακτηριστικά στοιχεία h_a , CBR , και Y , ενώ δεν υπάρχει καμία μεταβολή για το στοιχείο X που δείχνει μια ανεξαρτησία του υπολογισμού του πάχους επανεπίστρωσης από τις αξονικές διελεύσεις που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μέχρι τη στιγμή της επανεπίστρωσης .

Η μέθοδος [9] παρουσιάζει την ίδια ευαισθησία με την μέθοδο του **Asphalt Institute** για τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά στοιχεία με τη μόνη διαφορά ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της μεθόδου του **Asphalt Institute** .

Η μέθοδος [11] έχει μια τελείως διαφορετική συμπεριφορά από τις τρεις προηγούμενες μεθόδους . Από τη μία παρουσιάζει μια μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης με σταθερό βήμα για τη μεταβολή του Y και από την άλλη φαίνεται να μην επηρεάζεται από τη μεταβολή του X . Όσον αφορά τη μεταβολή των χαρακτηριστικών στοιχείων h_a και CBR παρουσιάζει ένα συνδυασμό μεταβολής και στασιμότητας του πάχους επανεπίστρωσης δηλαδή για $h_a \geq 125$ mm και CBR ≥ 12 % το πάχος επανεπίστρωσης παραμένει σταθερό ενώ μεταβάλλεται για $h_a < 125$ mm και CBR < 12 % .

Μετά από αυτά τα συμπεράσματα από τα οκτώ πρώτα ιστογράμματα έχει κριθεί σκόπημο να γίνει μελέτη ευαισθησίας για τις μεθόδους **AASHTO**

και Asphalt Institute ώστε να ελεγχθεί το ποσοστό επιρροής της κάθε παραμέτρου των μεθόδων .

3.2.2.2. Σχόλια

Υπάρχει μια δυσκολία στο να εξαχθεί μία ενιαία κατάταξη για όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία αλλά μπορούμε να διακρίνουμε με σιγουριά ότι η πιο συντηρητική μέθοδος είναι αυτή του Asphalt Institute και ότι οι λιγότερο συντηρητικές είναι η [9] μέθοδος και η [11] .

Με δεδομένη τη σημαντικότητα των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute κρίθηκε σκόπιμη η μελέτη ευαισθησίας τους .Παράλληλα ,με τα αποτελέσματα του συγκριτικού ελέγχου και με γνωστές τις παραμέτρους που επηρεάζουν την κάθε μέθοδο , απορρίφθηκαν οι άλλες δύο μέθοδοι ([9] και [11]) από την περαιτέρω εμβάθυνση .

3.3 Μελέτη ευαισθησίας των μεθόδων AASHTO και Asphalt Institute για διατομές ποσομοιωμένου οδοστρώματος

3.3.1 Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου AASHTO

Μετά από τα πρώτα διαγράμματα και με δεδομένη τη σημαντικότητα της μεθόδου AASHTO , κρίθηκε σκόπιμη η μελέτη ευαισθησίας της . Έτσι εξετάστηκαν οι παράμετροι που την επηρεάζουν οι οποίες είναι :

1. h_a : πάχος ασφαλικής στρώσης
2. h_b : πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
3. E_a : μέτρο ελαστικότητας της ασφαλικής στρώσης
4. E_b : μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
5. M_R : μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης
6. R : επίπεδο αξιοπιστίας
7. S_o : σταθερή απόκλιση
8. ΔPSI : συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας
9. X : αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - past traffic
10. Y : αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period

Οι υπολογισμοί της μελέτης ευαισθησίας της μεθόδου AASHTO για διατομές ποσομοιωμένου οδοστρώματος παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ .

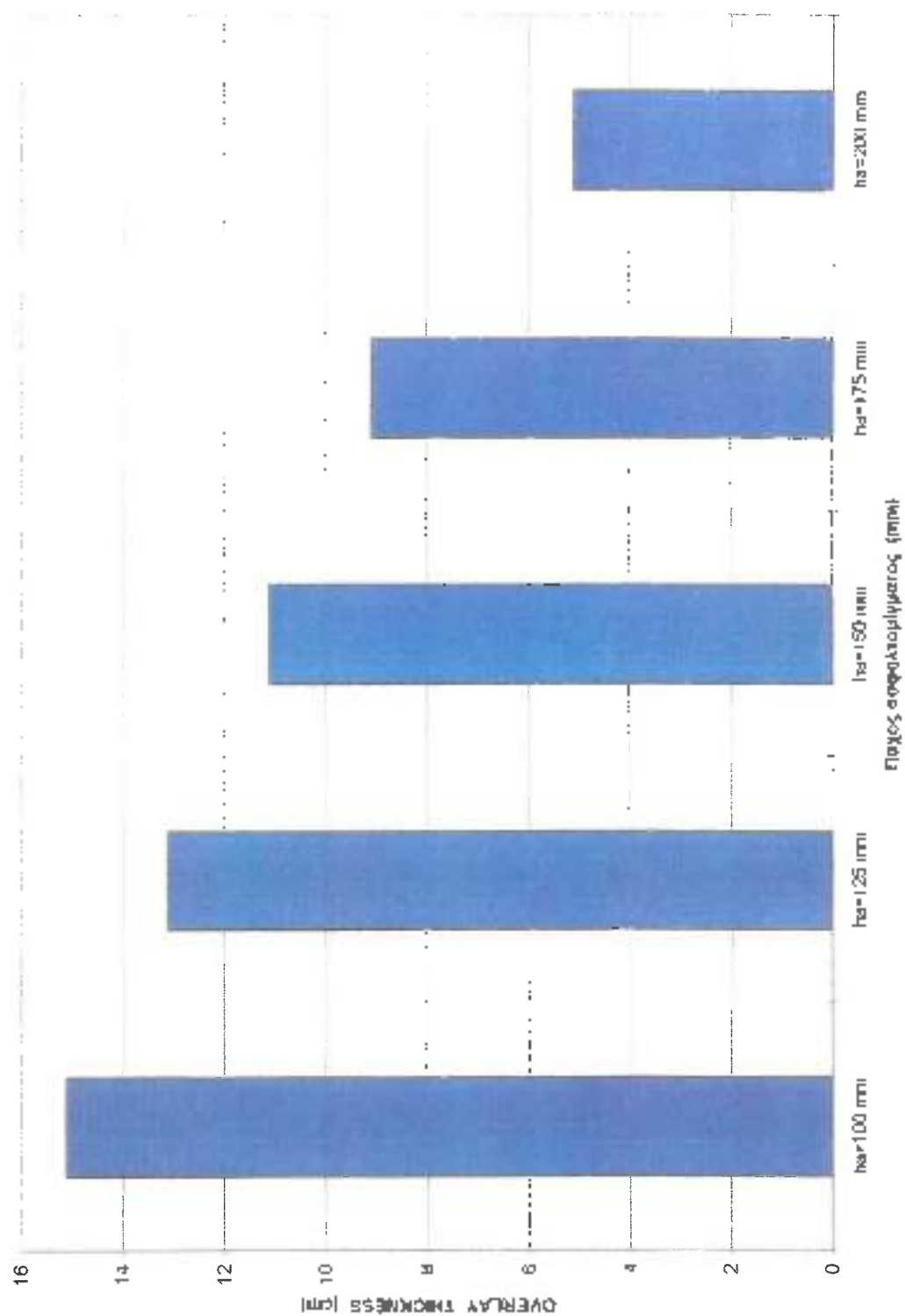
3.3.1.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος

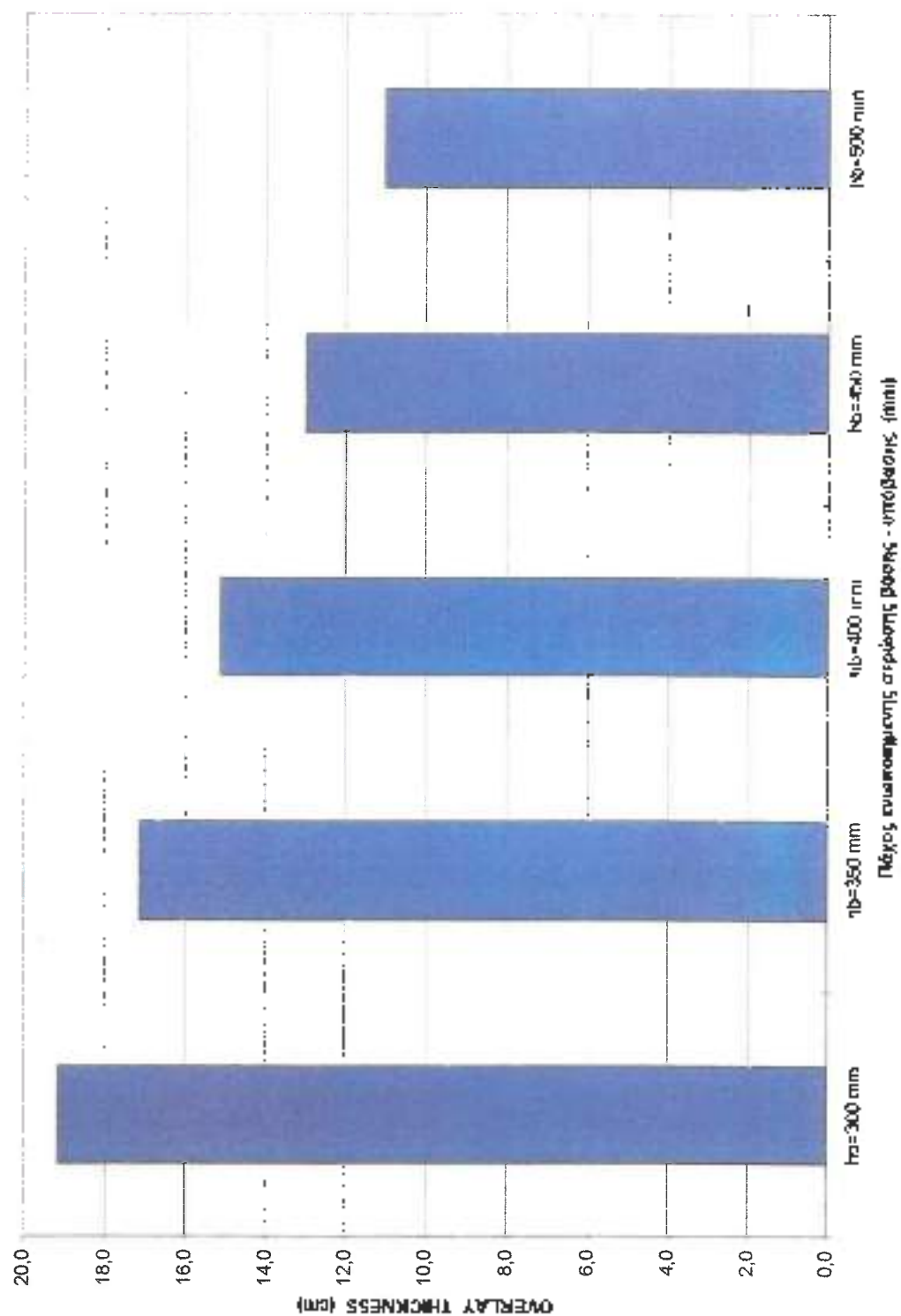
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$h_a=100$ mm	15,1
$h_a=125$ mm	13,1
$h_a=150$ mm	11,1
$h_a=175$ mm	9,1
$h_a=200$ mm	5,1
$h_a=+25$ mm	-17%
$h_b=300$ mm	19,1
$h_b=350$ mm	17,1
$h_b=400$ mm	15,1
$h_b=450$ mm	13,0
$h_b=500$ mm	11,0
$h_b=+50$ mm	-13%
$E_a=3000$ MPa	15,6
$E_a=3500$ MPa	15,4
$E_a=5000$ MPa	15,1
$E_a=4500$ MPa	14,9
$E_a=5000$ MPa	14,7
$E_a=+500$ MPa	-2%
$E_b=300$ MPa	16,3
$E_b=350$ MPa	15,7
$E_b=400$ MPa	15,1
$E_b=450$ MPa	14,6
$E_b=500$ MPa	14,1
$E_b=+50$ MPa	-4%
$M_R=70$ MPa	15,1
$M_R=100$ MPa	11,3
$M_R=120$ MPa	9,5
$M_R=150$ MPa	7,3
$M_R=200$ MPa	4,7
$M_R=+30$ MPa	-25%

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$R=75$ %	10,9
$R=80$ %	11,6
$R=85$ %	12,5
$R=90$ %	13,6
$R=95$ %	15,2
$R=+5$ %	8%
$S_o=0,400$	14,4
$S_o=0,425$	14,8
$S_o=0,450$	15,2
$S_o=0,475$	15,7
$S_o=0,500$	16,1
$S_o=+0,025$	3%
$\Delta PSI=1,8$	17,4
$\Delta PSI=1,9$	16,8
$\Delta PSI=2,0$	16,3
$\Delta PSI=2,1$	15,7
$\Delta PSI=2,2$	15,2
$\Delta PSI=-0,1$	-3,50%
$X=2, Y=10$	14,7
$X=5, Y=10$	15,1
$X=7, Y=10$	16
$X=10, Y=10$	16,8
$X=+3, Y=10$	5%
$X=5, Y=5$	11,8
$X=5, Y=7$	13,4
$X=5, Y=10$	15,1
$X=5, Y=+3$	15%

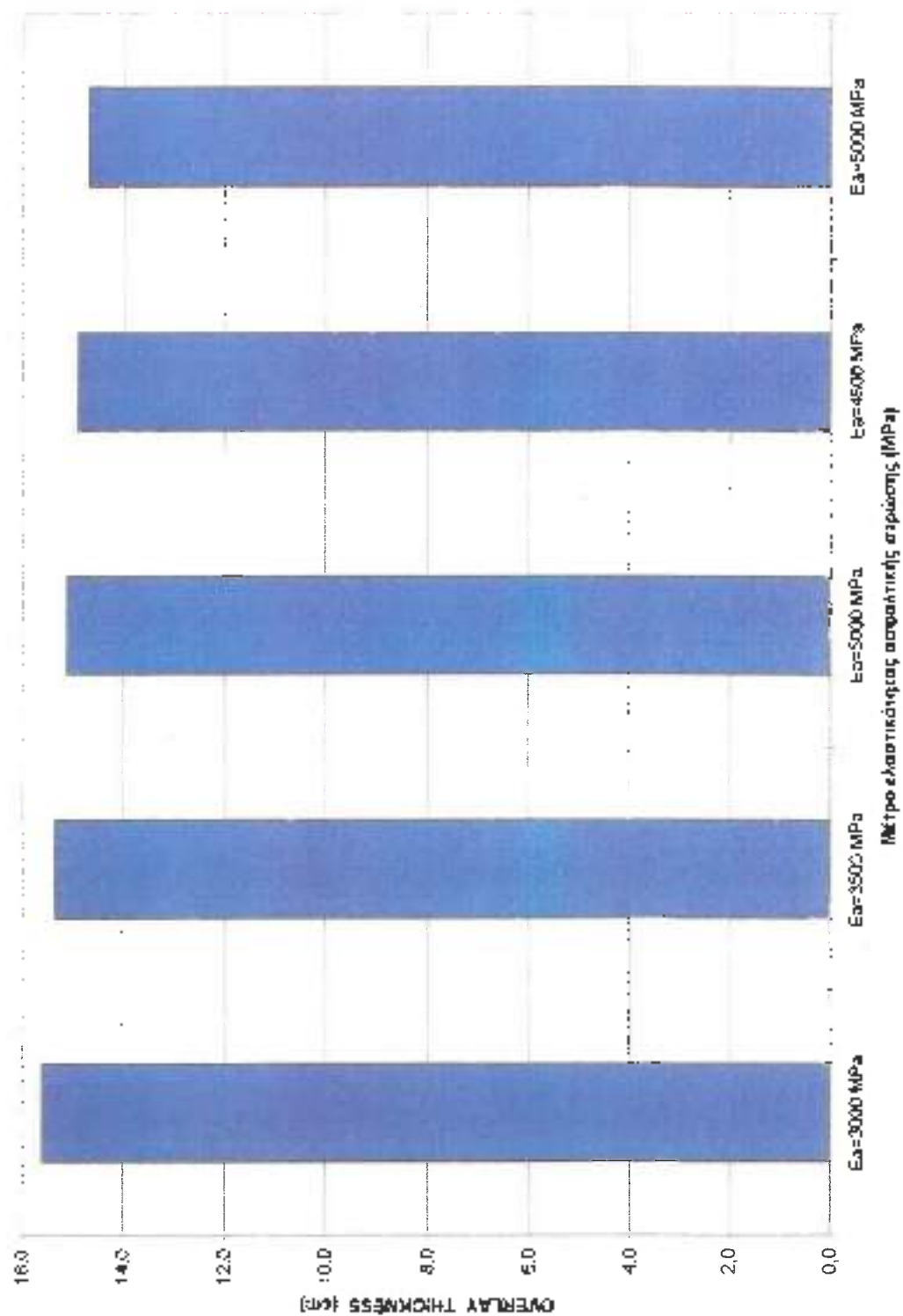
Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



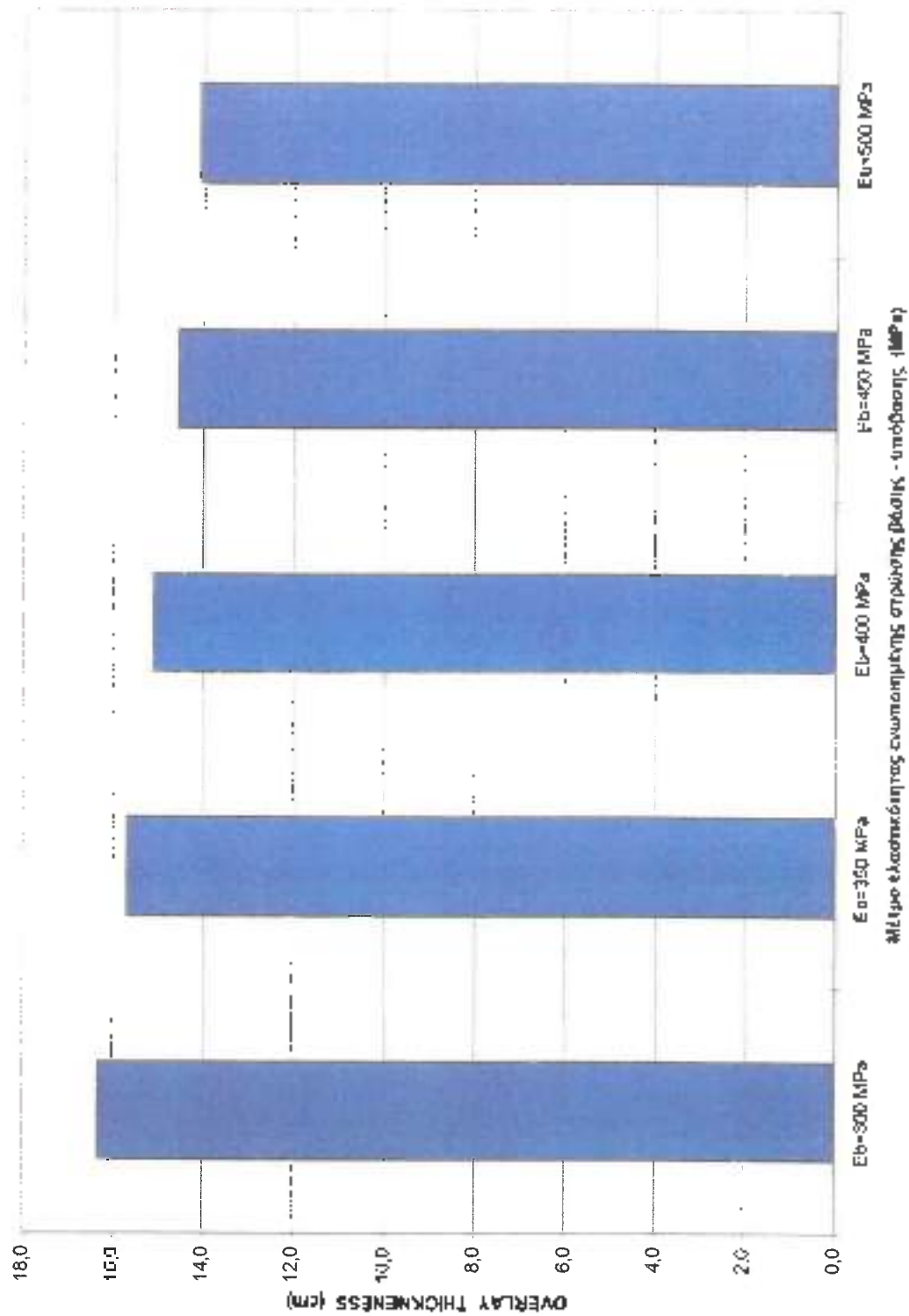
Μέθοδος ΑΔΕΗΤΟ για διατομές προσομοιωμένων οδωστρώματος



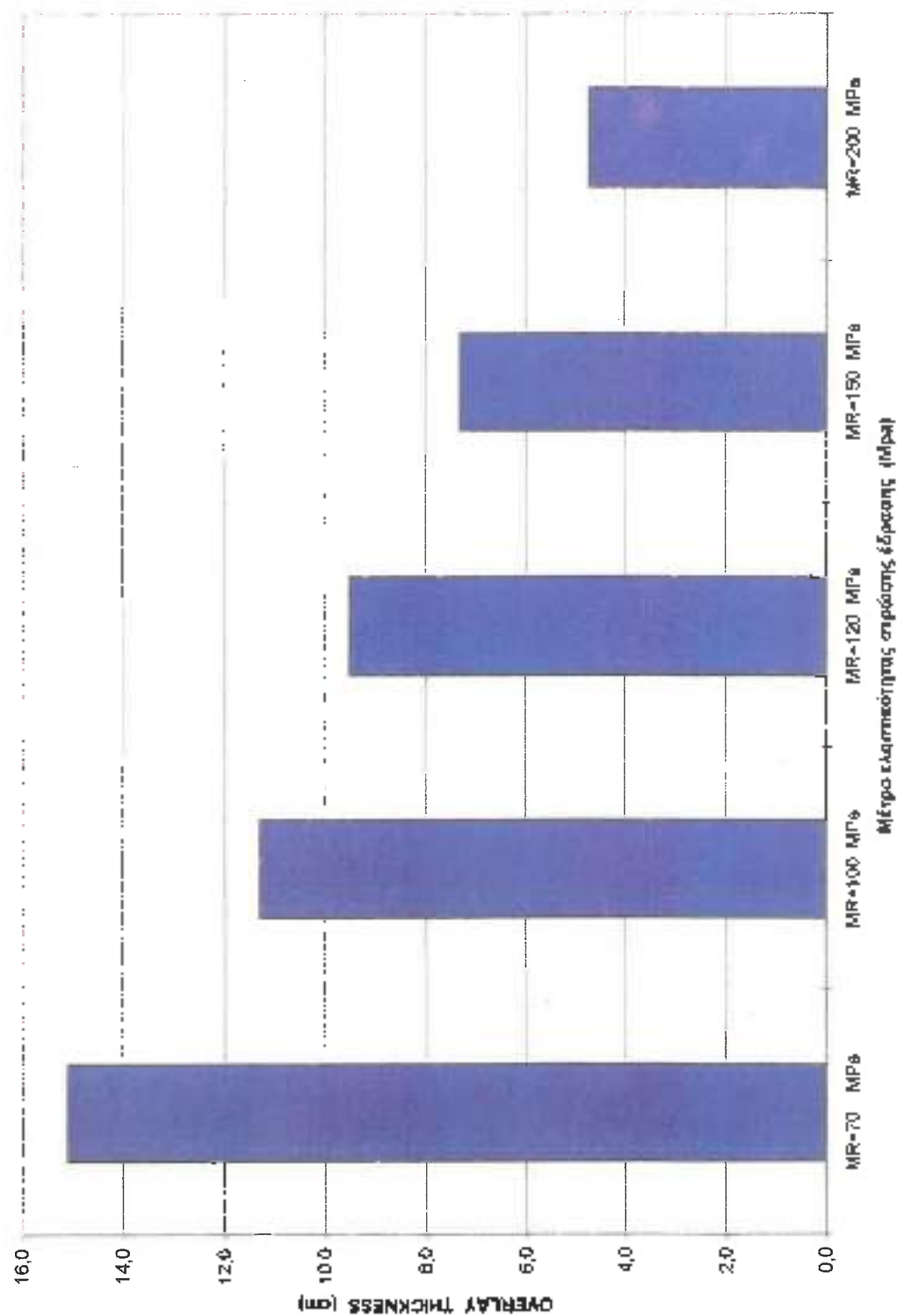
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΑΒΗΤΟ για διατομές προσομοιωμένου αδοστρώματος



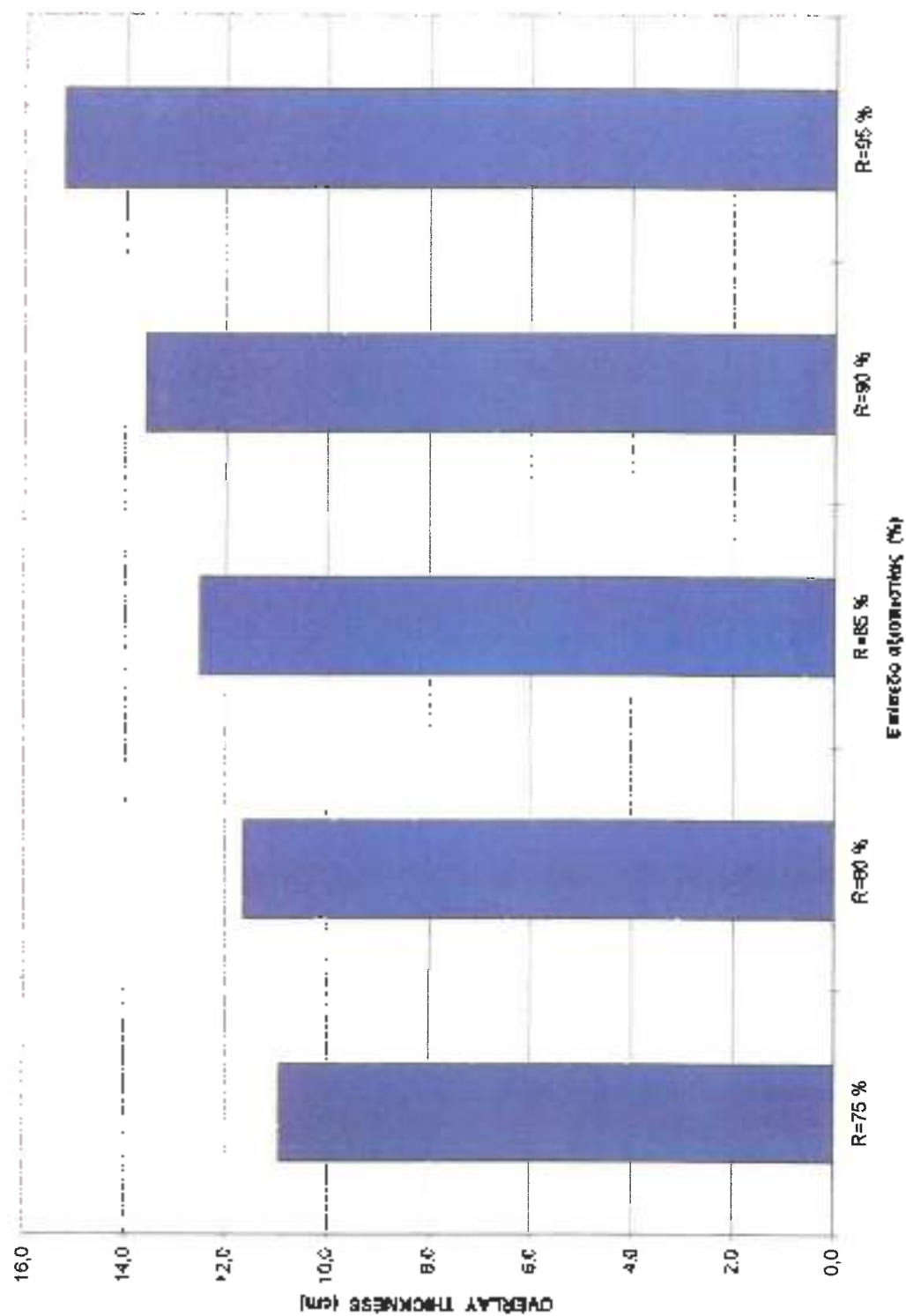
Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



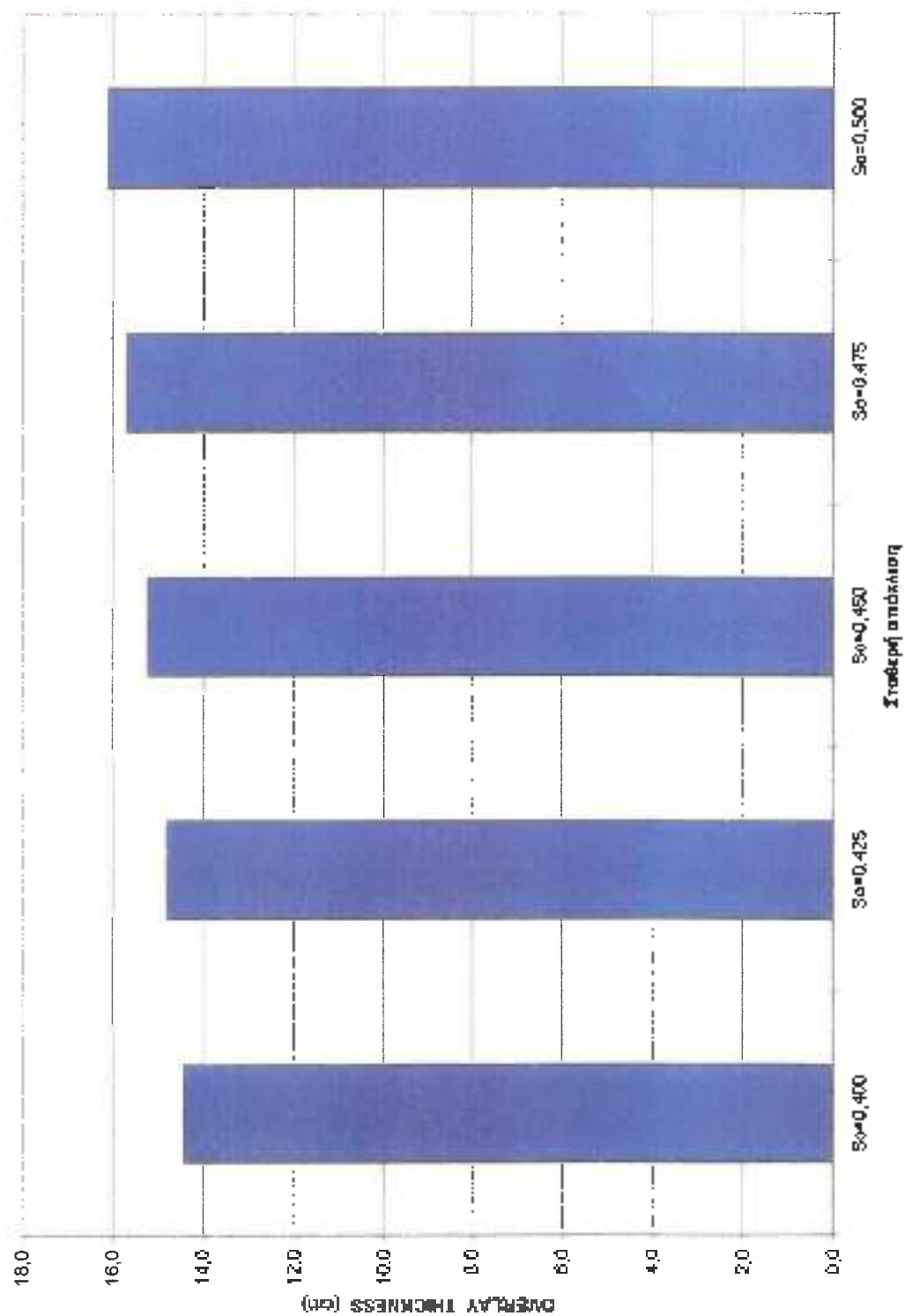
Μέθοδος AASHTO για διατομές προτοιμασμένου οδστρώματος



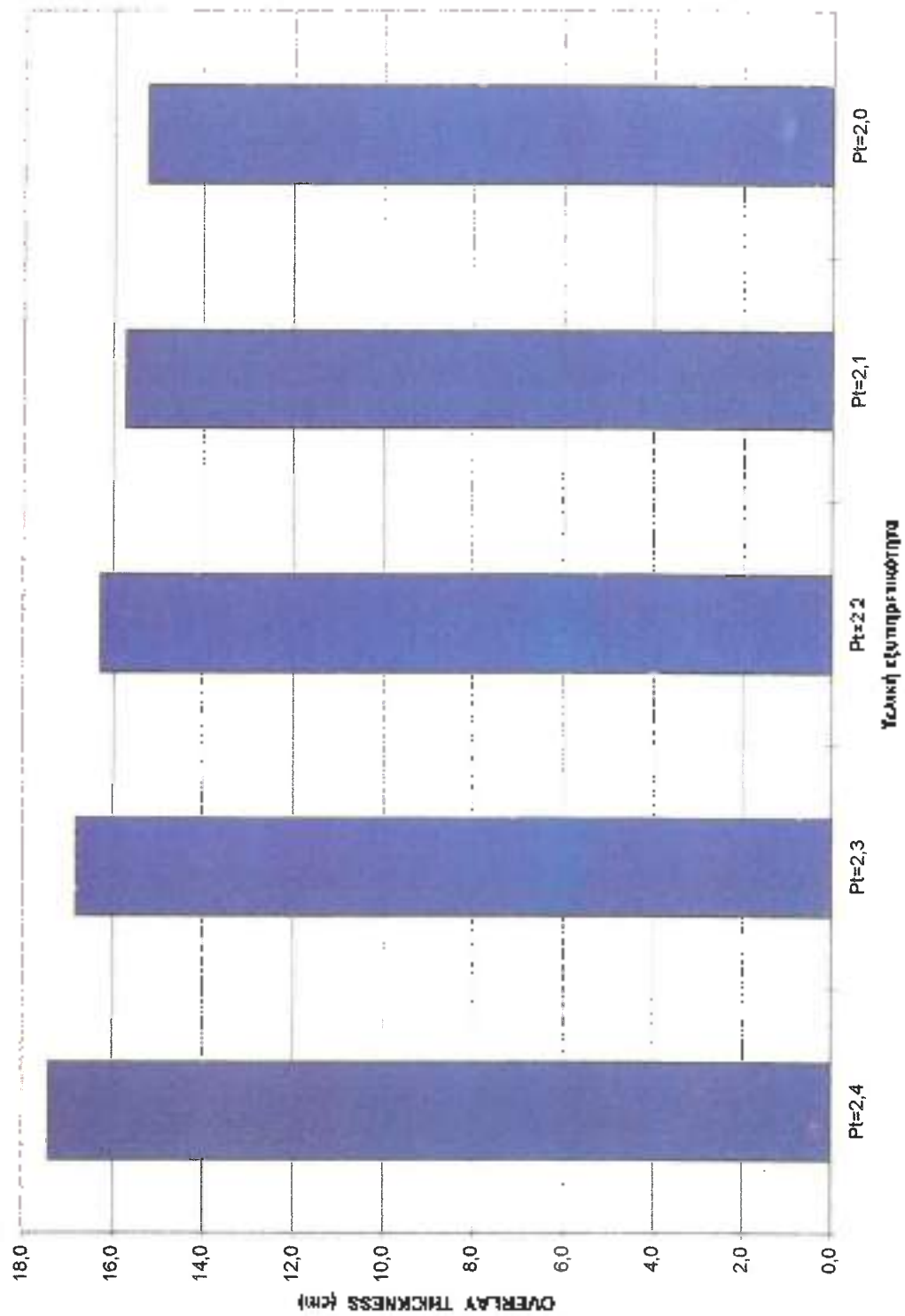
ΜΕΘΟΔΟΣ AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



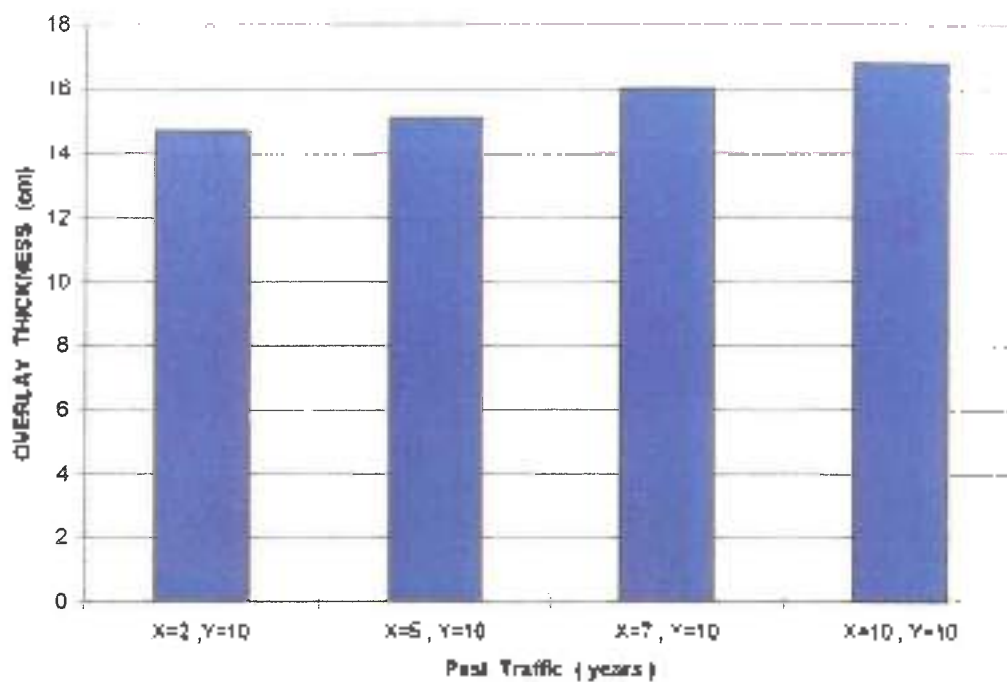
Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



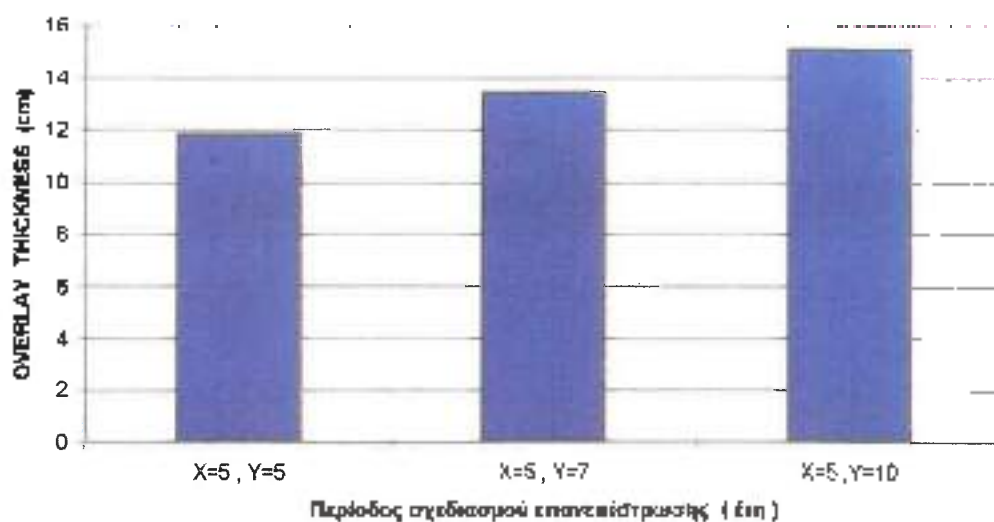
Μέθοδος AASHTO για διατομές προσμοιωμένου οδοστρώματος



Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



Μέθοδος AASHTO για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



3.3.1.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

3.3.1.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία των αντίστοιχων ιστογραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Εξετάζοντας την κάθε παράμετρο ξεχωριστά, διακρίνουμε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης είναι σταθερό για όλες τις παραμέτρους. Τα διαγράμματα μεταβολής των παραμέτρων παρουσιάζουν ποσοστιαίες μεταβολές του πάχους επανεπίστρωσης, για κάθε σταθερή μεταβολή της παραμέτρου. Οι μεταβολές αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Σταθερή μεταβολή παραμέτρου	Ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης
$h_a = +25 \text{ mm}$	-17%
$h_b = +50 \text{ mm}$	-13%
$E_a = +500 \text{ MPa}$	-2%
$E_b = +50 \text{ MPa}$	-4%
$M_R = +30 \text{ MPa}$	-25%
$R = +5\%$	+8%
$S_a = +0.025$	+3%
$\Delta PSI = +0.1$	-3.5%
$X = +3 \text{ έτη}$	+5%
$Y = +3 \text{ έτη}$	+15%

3.3.1.2.2. Σχόλια

Το αξιοπρόσεκτο είναι ότι η μείωση του πάχους επανεπίστρωσης είναι περίπου ίση με την αύξηση του h_a (πάχος ασφαλομίγματος). Αυτό σημαίνει ότι αν για ένα οδόστρωμα που έχουμε κατασκευαστικό λάθος στο h_a , δηλαδή θα είναι μικρότερο σε κάποια τμήματα της οδού κατά X mm από ότι το προβλεπόμενο πάχος που δίνουν οι προδιαγραφές του έργου, τότε θα χρειαστεί, για αυτά τα "ελαττωματικά" τμήματα, επανεπίστρωση μεγαλύτερου πάχους κατά X mm, από ότι στα τμήματα με το προβλεπόμενο πάχος h_a από τις προδιαγραφές του έργου.

Για το h_b (πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) δεν ισχύει το ίδιο με το h_a αλλά το ότι η μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης είναι το 40 % της μεταβολής του h_b . Αυτό σημαίνει ότι για ένα οδόστρωμα που έχουμε κατασκευαστικό λάθος στο h_b , δηλαδή θα είναι μικρότερο σε κάποια τμήματα της οδού κατά X mm από ότι το προβλεπόμενο πάχος που δίνουν οι προδιαγραφές του έργου, τότε θα χρειαστεί, για αυτά τα "ελαττωματικά" τμήματα, επανεπίστρωση μεγαλύτερου πάχους κατά $0,4 \cdot X$ mm, από ότι στα τμήματα με το προβλεπόμενο πάχος h_b από τις προδιαγραφές του έργου. Ο συσχετισμός αυτός θα μπορούσε να μετεφραστεί σε οικονομικά μεγέθη ώστε να φανεί η σημασία του συμπεράσματος.

Τα ποσοστά μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τα E_a (μέτρο ελαστικότητας ασφαλτικής στρώσης) και E_b (μέτρο ελαστικότητας στρώσης βάσης - υπόβασης) είναι πολύ μικρά και μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα μέτρα ελαστικότητας των δύο αυτών στρώσεων ελάχιστα επηρεάζουν το πάχος επανεπίστρωσης. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι να μη δημιουργείται ουσιαστικό πρόβλημα από τις διαφορετικές τιμές που πιθανόν να έχουν τα E_a και E_b μεταξύ των τμημάτων της οδού.

Το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το M_R (μέτρο ελαστικότητας στρώσης έδρασης) είναι πολύ σημαντικό και δείχνει τη

σημασία της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος και το πόσο αναγκαίο είναι να εδράζεται το οδόστρωμα σε συμπαγές έδαφος .

Το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το R (επίπεδο αξιοπιστίας) είναι σχετικά μικρό και δεν μεταβάλλει σημαντικά το πάχος επανεπίστρωσης του οδοστρώματος . Εφόσον το επίπεδο αξιοπιστίας συνδέεται άμεσα με τη σπουδαιότητα του έργου , τότε το ιστόγραμμα δείχνει ότι όσο πιο σπουδαίο είναι το έργο , τόσο πιο μεγάλο πάχος επανεπίστρωσης χρειάζεται .

Το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το S₀ (σταθερή απόκλιση) είναι πολύ μικρό και δεν μεταβάλλει σημαντικά το πάχος επανεπίστρωσης .

Πολύ μικρό και το ποσοστό μεταβολής για το ΔPSI (συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας) , που σημαίνει ότι η τελική εξυπηρετικότητα του οδοστρώματος (P_t) , μετεβαλλόμενη από 2.0 σε 2.4 μεταφράζεται σε ποσοστό μεταβολής 15 % του πάχους επανεπίστρωσης .Όσο πιο καλή (μεγάλη) είναι η τελική εξυπηρετικότητα (π.χ. 2.4) , τόσο πιο μεγάλο πάχος επανεπίστρωσης χρειάζεται ένα οδόστρωμα , για να την αποκτήσει .

Μικρό και αυτό το ποσοστό μεταβολής για το X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα) , ώστε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα ο αριθμός των αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα , στη μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης .

Αρκετά σημαντικό το ποσοστό μεταβολής για το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το οδόστρωμα κατά την περίοδο σχεδιασμού της επανεπίστρωσης) ώστε να παίξει σημαντικό ρόλο η περίοδος σχεδιασμού της επανεπίστρωσης στον υπολογισμό του πάχους αυτής .

3.3.3 Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου του Asphalt Institute

Η διεθνής χρήση της μεθόδου του Asphalt Institute επιβάλλει τη μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου . Γι' αυτό εξετάστηκαν οι παράμετροι που την επηρεάζουν και οι οποίες είναι :

1. h_a : πάχος ασφαλτικής στρώσης
2. h_b : πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
3. E_a : μέτρο ελαστικότητας της ασφαλτικής στρώσης
4. E_b : μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
5. CBR : Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας
6. X : αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - past traffic
7. Y : αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period

Οι υπολογισμοί της μελέτης ευαισθησίας , της μεθόδου του Asphalt Institute για προσομοιωμένου οδοστρώματος διατομές παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ .

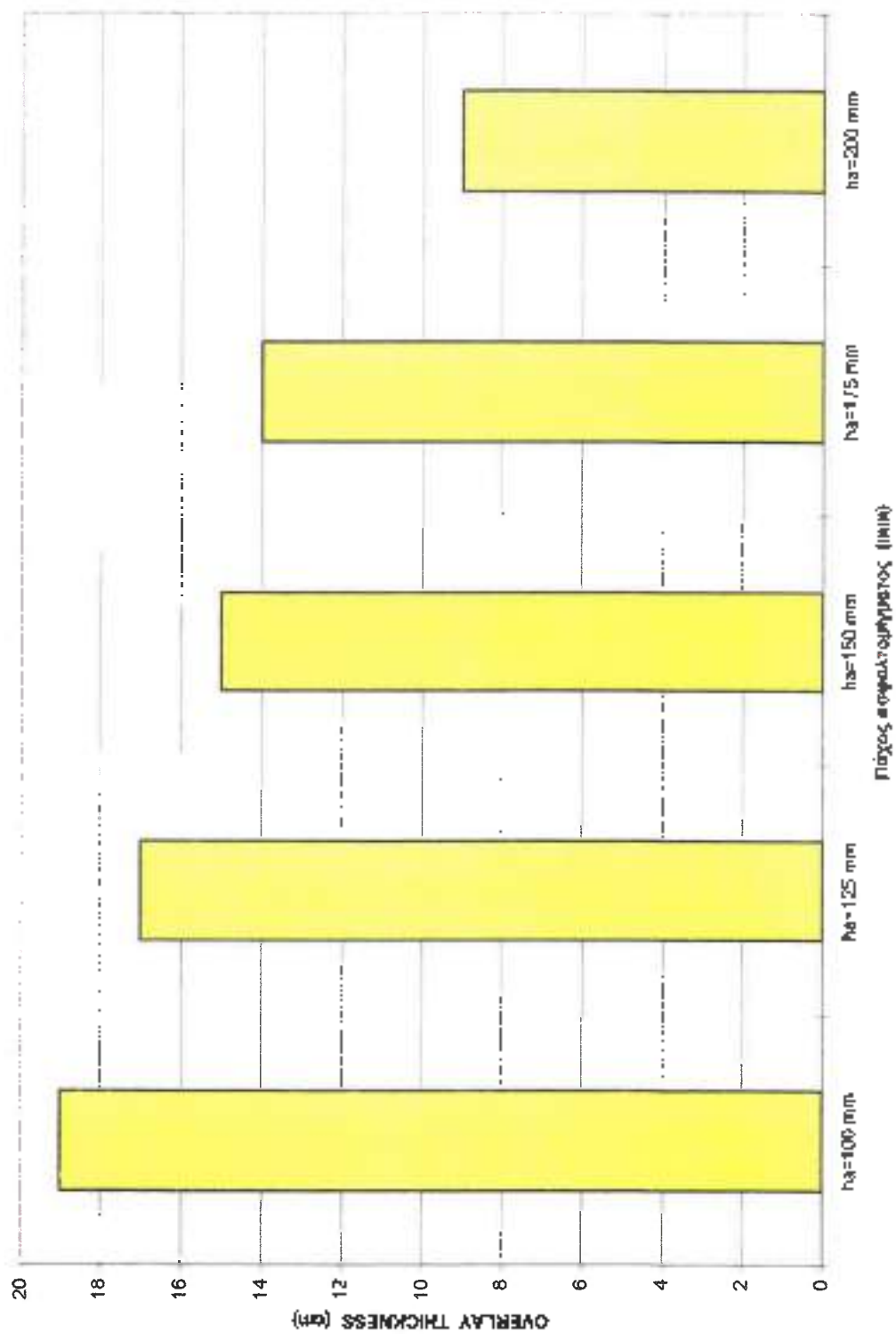
3.3.3.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

Μέθοδος Asphalt Institute για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος

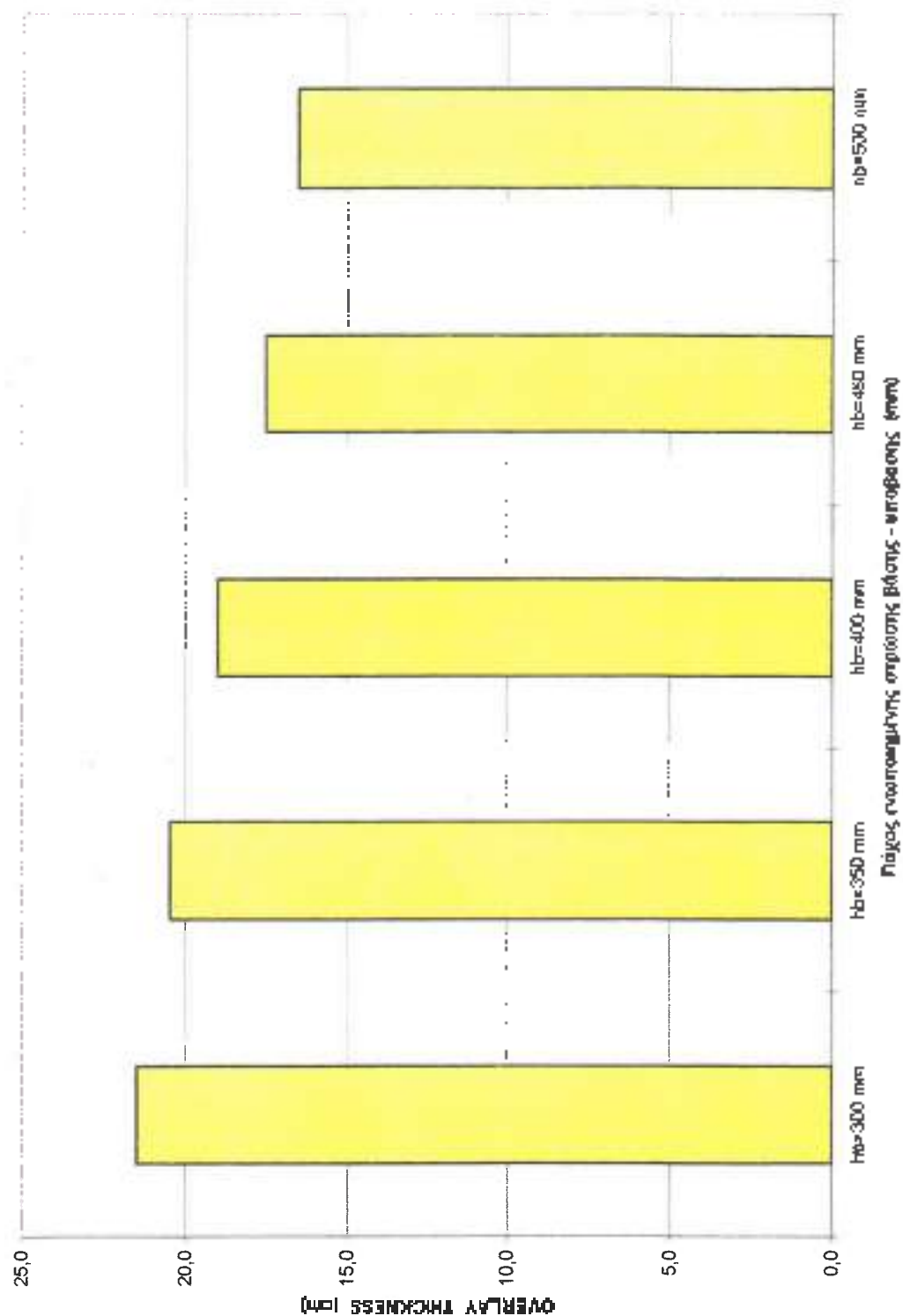
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$h_a=100$ mm	19
$h_a=125$ mm	17
$h_a=150$ mm	15
$h_a=175$ mm	14
$h_a=200$ mm	9
$h_a=+25$ mm	-17%
$h_b=300$ mm	21,5
$h_b=350$ mm	20,5
$h_b=400$ mm	19,0
$h_b=450$ mm	17,5
$h_b=500$ mm	16,5
$h_b=+50$ mm	-7%
$E_a=3000$ MPa	20,5
$E_a=3500$ MPa	19,5
$E_a=5000$ MPa	19,0
$E_a=4500$ MPa	18,5
$E_a=5000$ MPa	17,5
$E_a=+500$ MPa	-4%
$E_b=300$ MPa	21,5
$E_b=350$ MPa	20,5
$E_b=400$ MPa	19,0
$E_b=450$ MPa	17,5
$E_b=500$ MPa	16,5
$E_b=+50$ MPa	-7%

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
CBR=7 %	19,0
CBR=10 %	14,5
CBR=12 %	12,5
CBR=15 %	11,5
CBR=20 %	9,0
CBR=+3 %	-20%
X=2 , Y=10	19
X=5 , Y=10	19
X=7 , Y=10	19
X=10 , Y=10	19
X=+3 , Y=10	0%
X=5 , Y=5	12
X=5 , Y=7	15
X=5 , Y=10	19
X=5 , Y=+3	21%

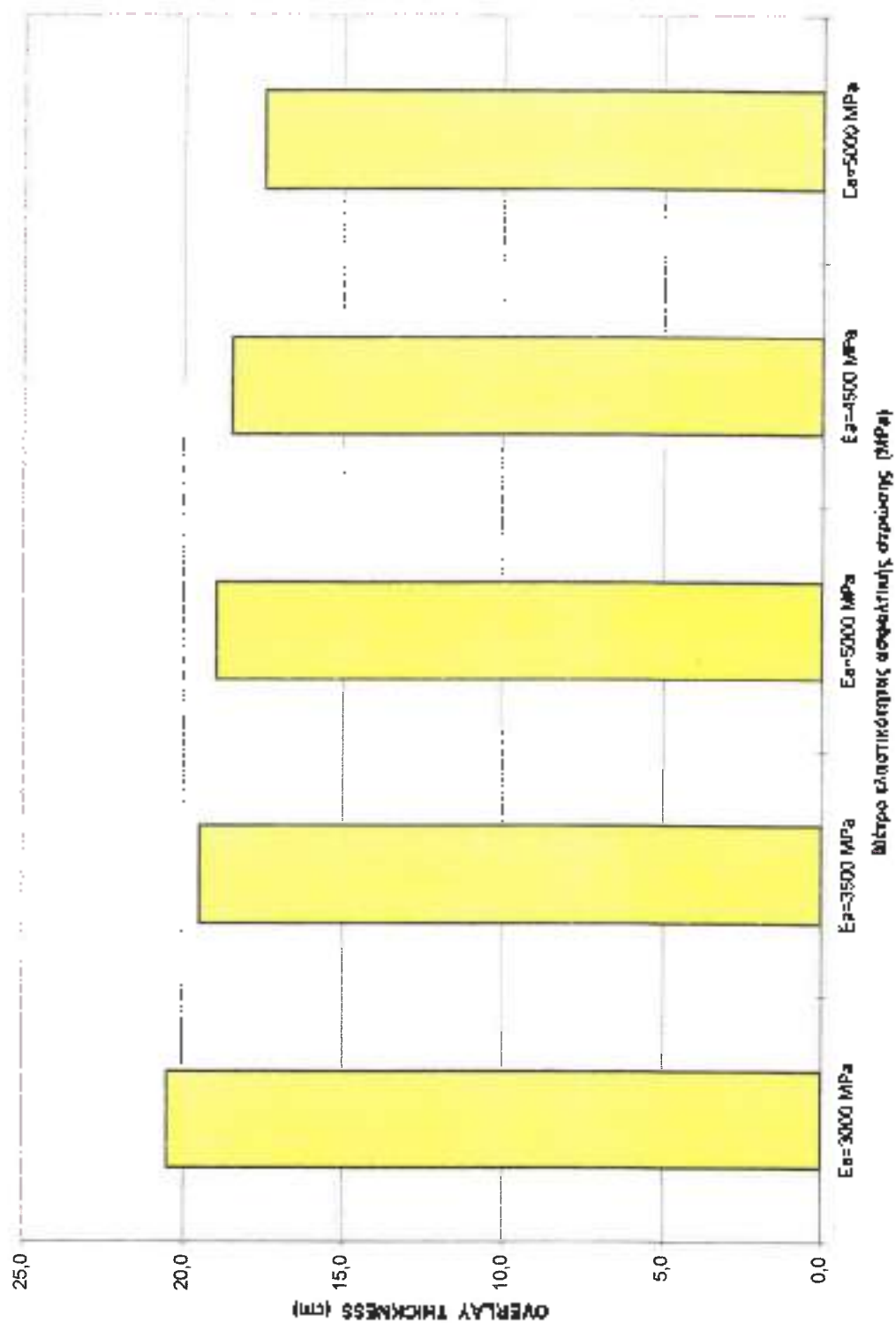
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



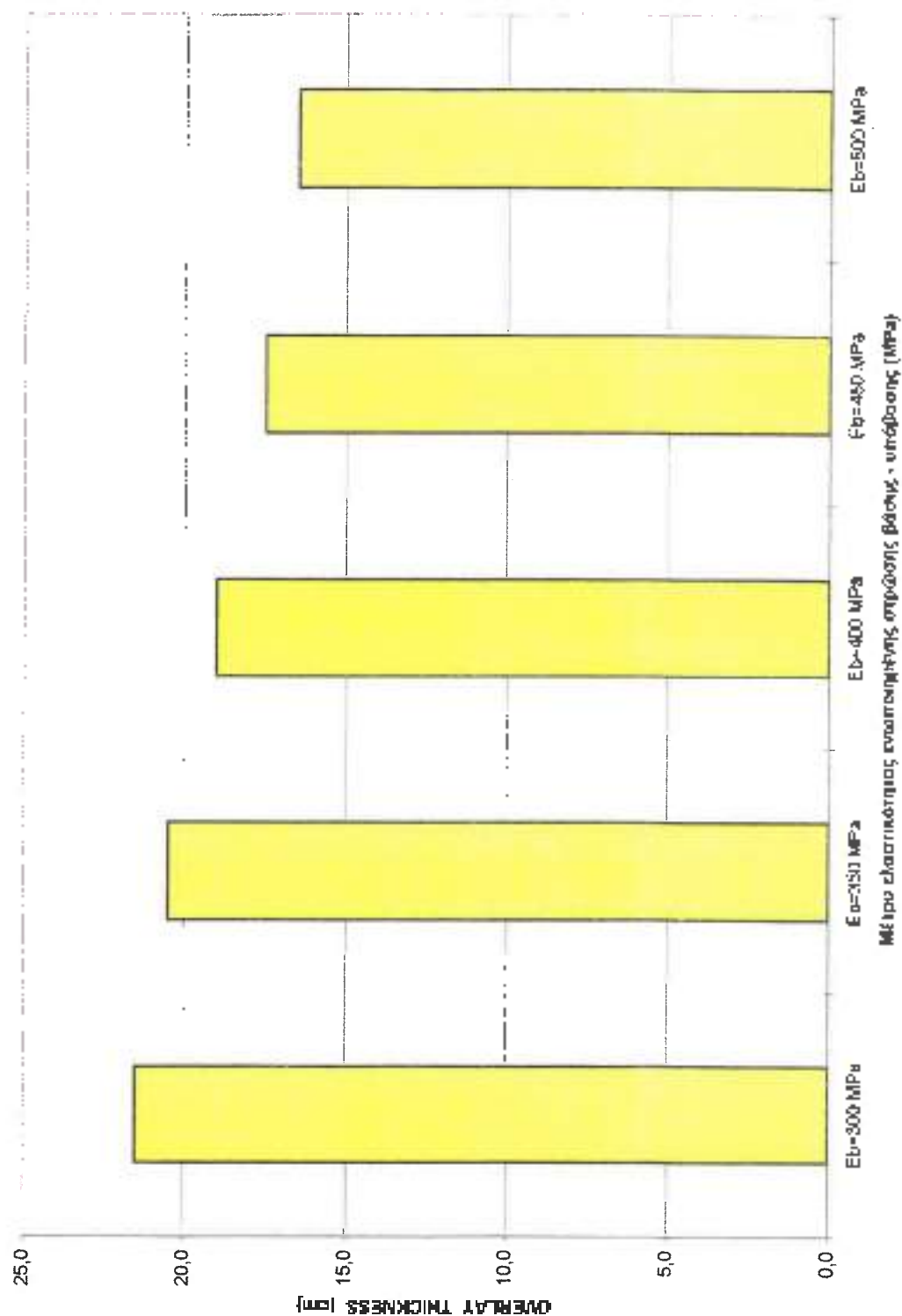
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένων οδοστρώματος



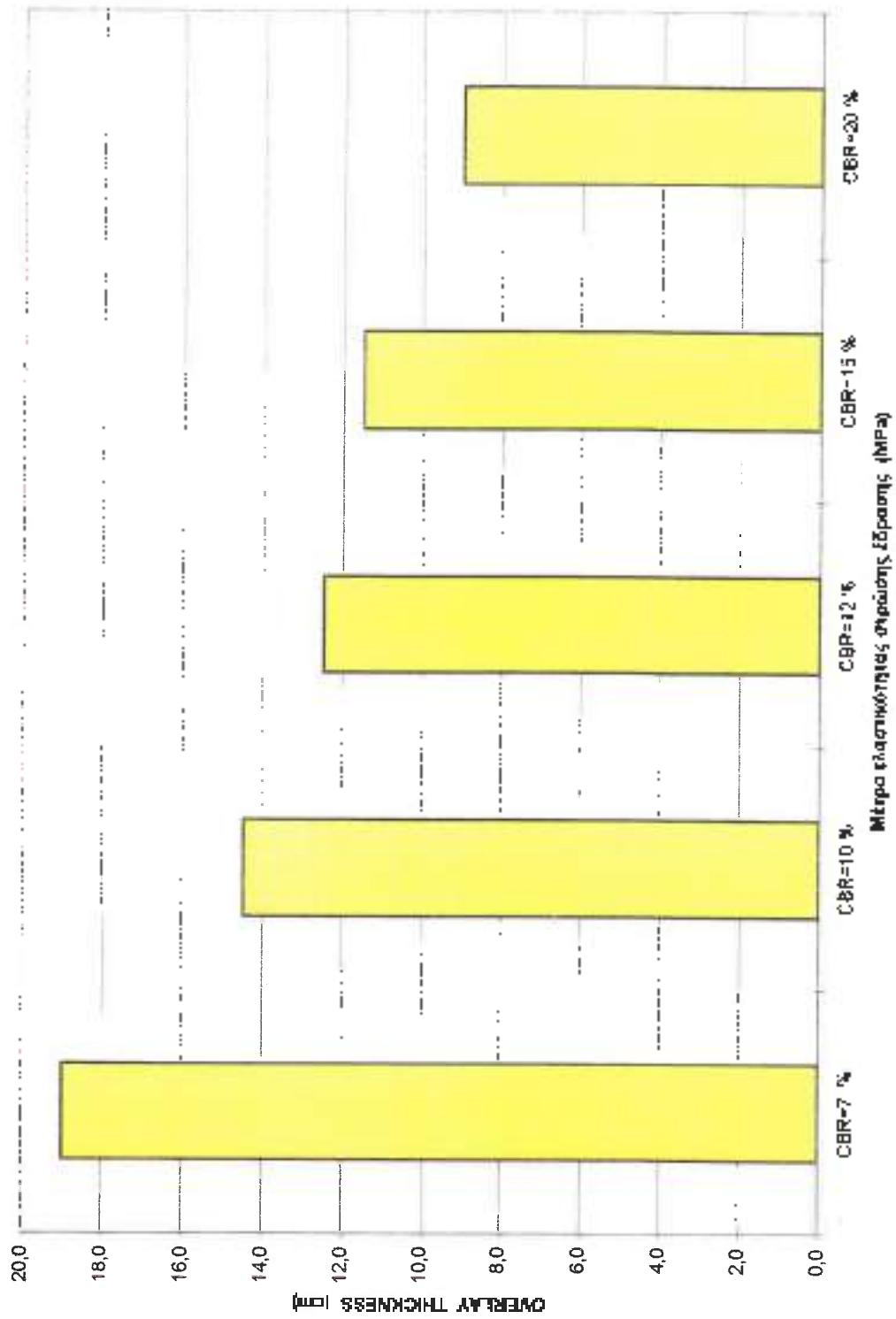
Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατάξεις προσομοιωμένων οδοστρώματος



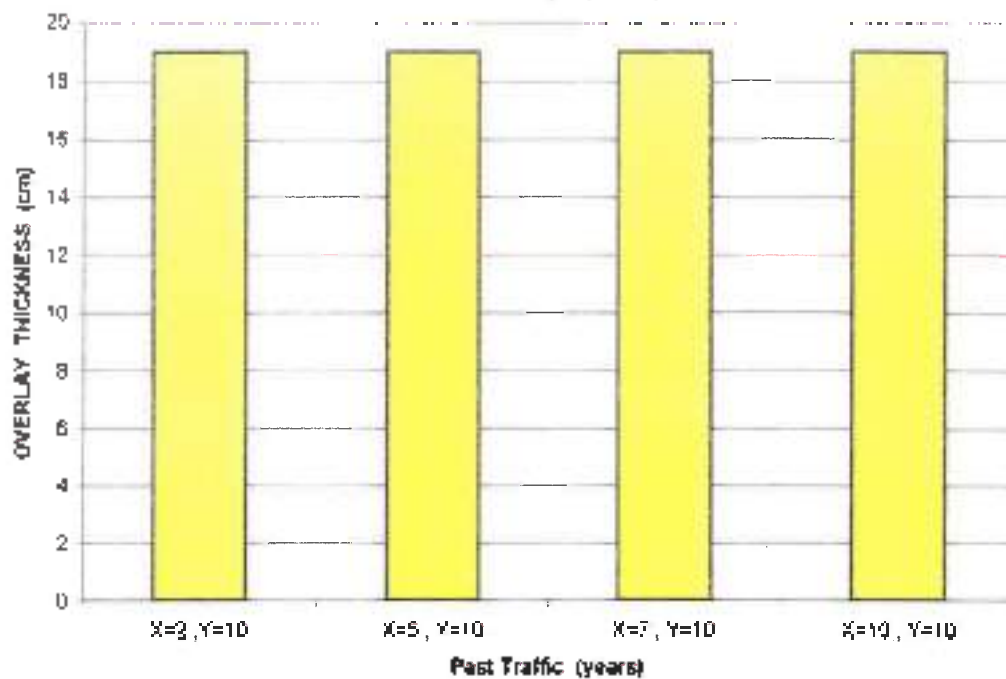
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



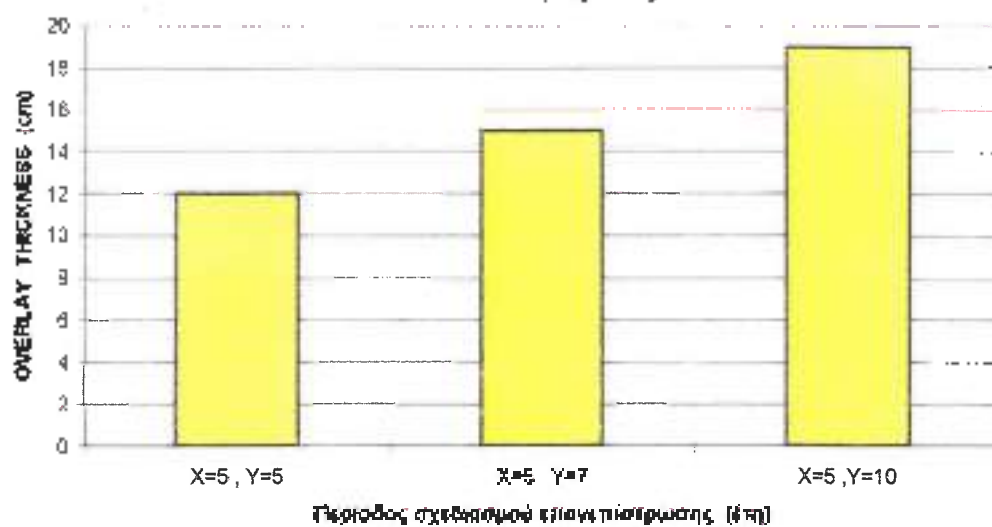
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



3.3.3.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

3.3.3.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία των αντίστοιχων ιστογραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Εξετάζοντας την κάθε παράμετρο ξεχωριστά, διακρίνουμε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπιστρώσης είναι σταθερό για όλες τις παραμέτρους. Τα ιστογράμματα μεταβολής των παραμέτρων παρουσιάζουν ποσοστιαίες μεταβολές του πάχους επανεπιστρώσης, για κάθε σταθερή μεταβολή της παραμέτρου. Οι μεταβολές αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Σταθερή μεταβολή παραμέτρου	Ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπιστρώσης
$h_a = +25 \text{ mm}$	-17%
$h_b = +50 \text{ mm}$	-7%
$E_a = +500 \text{ MPa}$	-4%
$E_b = +50 \text{ MPa}$	-7%
$\text{CBR} = +3\%$	-20%
$X = +3 \text{ έτη}$	0%
$Y = +3 \text{ έτη}$	+21%

3.3.3.2.2. Σχόλια

Το αξιοπρόσεκτο είναι ότι η μείωση του πάχους επανεπίστρωσης είναι περίπου ίση με την αύξηση του h_a (πάχος ασφαλτομίγματος). Αυτό σημαίνει ότι αν για ένα οδόστρωμα που έχουμε κατασκευαστικό λάθος στο h_a , δηλαδή θα είναι μικρότερο σε κάποια τμήματα της οδού κατά X mm από ότι το προβλεπόμενο πάχος που δίνουν οι προδιαγραφές του έργου, τότε θα χρειαστεί, για αυτά τα "ελαττωματικά" τμήματα, επανεπίστρωση μεγαλύτερου πάχους κατά X mm, από ότι στα τμήματα με το προβλεπόμενο πάχος h_a από τις προδιαγραφές του έργου.

Για το h_b (πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) δεν ισχύει το ίδιο με το h_a αλλά το ότι η μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης είναι το 25 % της μεταβολής του h_b . Αυτό σημαίνει ότι για ένα οδόστρωμα που έχουμε κατασκευαστικό λάθος στο h_b , δηλαδή θα είναι μικρότερο σε κάποια τμήματα της οδού κατά X mm από ότι το προβλεπόμενο πάχος που δίνουν οι προδιαγραφές του έργου, τότε θα χρειαστεί, για αυτά τα "ελαττωματικά" τμήματα, επανεπίστρωση μεγαλύτερου πάχους κατά $0,25 * X$ mm, από ότι στα τμήματα με το προβλεπόμενο πάχος h_b από τις προδιαγραφές του έργου. Ο συσχετισμός αυτός θα μπορούσε να μετεφραστεί σε οικονομικά μεγέθη ώστε να φανεί η σημασία του συμπεράσματος.

Τα ποσοστά μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τα E_a (μέτρο ελαστικότητας ασφαλικής στρώσης) και E_b (μέτρο ελαστικότητας στρώσης βάσης - υπόβασης) είναι πολύ μικρά και μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα μέτρα ελαστικότητας των δύο αυτών στρώσεων ελάχιστα επηρεάζουν το πάχος επανεπίστρωσης. Αποτέλεσμα είναι να μη δημιουργείται ουσιαστικό πρόβλημα από τις διαφορετικές τιμές που πιθανόν να έχουν τα E_a και E_b μεταξύ των τμημάτων της οδού.

Το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το CBR (Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας) είναι πολύ σημαντικά και δείχνει τη σημασία της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος και το πόσο αναγκαίο είναι να εδράζεται το οδόστρωμα σε συμπαγές έδαφος .

Το ιστόγραμμα μεταβολής του X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα) δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης . Αυτό σημαίνει ότι ο υπολογισμός του πάχους επανεπίστρωσης δεν επηρεάζεται άμεσα από τον αριθμό αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα , αλλά έμμεσα , αφού η επιρροή του μεταφράζεται σε υποχώρηση .

Αρκετά σημαντικό το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το οδόστρωμα κατά την περίοδο σχεδιασμού της επανεπίστρωσης) ώστε να παίξει σημαντικό ρόλο η περίοδος σχεδιασμού της επανεπίστρωσης στον υπολογισμό του πάχους αυτής .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται κατ'αρχήν η σύγκριση μεταξύ της μεθόδου του AASHTO και του Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήματα της εθνικής οδο Αθηνών - Λαμίας .

Ακολούθως δημιουργήθηκαν νέες διατομές με πραγματικά στοιχεία (Παράρτημα Α) , και η επεξεργασία έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα BISAR. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι για αυτές τις διατομές έγινε συσχετισμός των αποτελεσμάτων του προγράμματος BISAR με τα αποτελέσματα των μετρήσεων , των ελαστικών υποχωρήσεων , με τη συσκευή KUAB 50 (Παράρτημα Γ) . Με αυτά τα δεδομένα έγινε νέα μελέτη ευαισθησίας για τις μεθόδους AASHTO και Asphalt Institute.

- Αφού έγιναν τα απαραίτητα ιστογράμματα από τις συγκρίσεις των μεθόδων και τη μελέτη ευαισθησίας, εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα.

4.2. Σύγκριση μεθόδων για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας.

Σε αυτό το υποκεφάλαιο γίνεται σύγκριση μεταξύ των μεθόδων Αναλυτική, AASHTO και Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας. Για τις διατομές αυτές (Παράρτημα Α) , μετρήθηκαν ελαστικές υποχωρήσεις με τη συσκευή KUAB 50 (Παράρτημα Β). Έπειτα έγινε επεξεργασία των μετρήσεων και υπολογισμός του πάχους επανεπίστρωσης της κάθε διατομής για τις μεθόδους AASHTO και Asphalt Institute (Παράρτημα Γ).

Για τη σωστή επεξεργασία των μετρήσεων χρειάστηκε να γίνει συσχετισμός της κυκλοφορίας που χρησιμοποιήθηκε για την αναλυτική μέθοδο , με την αντίστοιχη κυκλοφορία της μεθόδου AASHTO , ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν οι μέθοδοι με κοινά στοιχεία.(Παράρτημα Γ). Επιλέχθηκαν διατομές με γνωστή κυκλοφορία για τον αναλυτικό έλεγχο και υπολογίστηκε η αντίστοιχη κυκλοφορία για τη μέθοδο του AASHTO. Έτσι από το συσχετισμό προέκυψε η σχέση

$$Y = 1038 \cdot X - 2 \cdot 10^8$$

όπου:

Y = Κυκλοφορία για τη μέθοδο AASHTO

X = Κυκλοφορία για την αναλυτική μέθοδο

Ακολούθως έγινε συγκριτικός έλεγχος των μεθόδων για διαφορετική κυκλοφορία, δηλαδή :

(α) Για 100 αξονικές διελεύσεις 13 t/ ημέρα

(β) Για 1000 αξονικές διελεύσεις 13 t/ ημέρα

Εν συνεχεία συντάχθηκαν σε πίνακες τα αποτελέσματα και δημιουργήθηκαν ιστογράμματα. Από αυτά προέκυψαν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

4.2.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

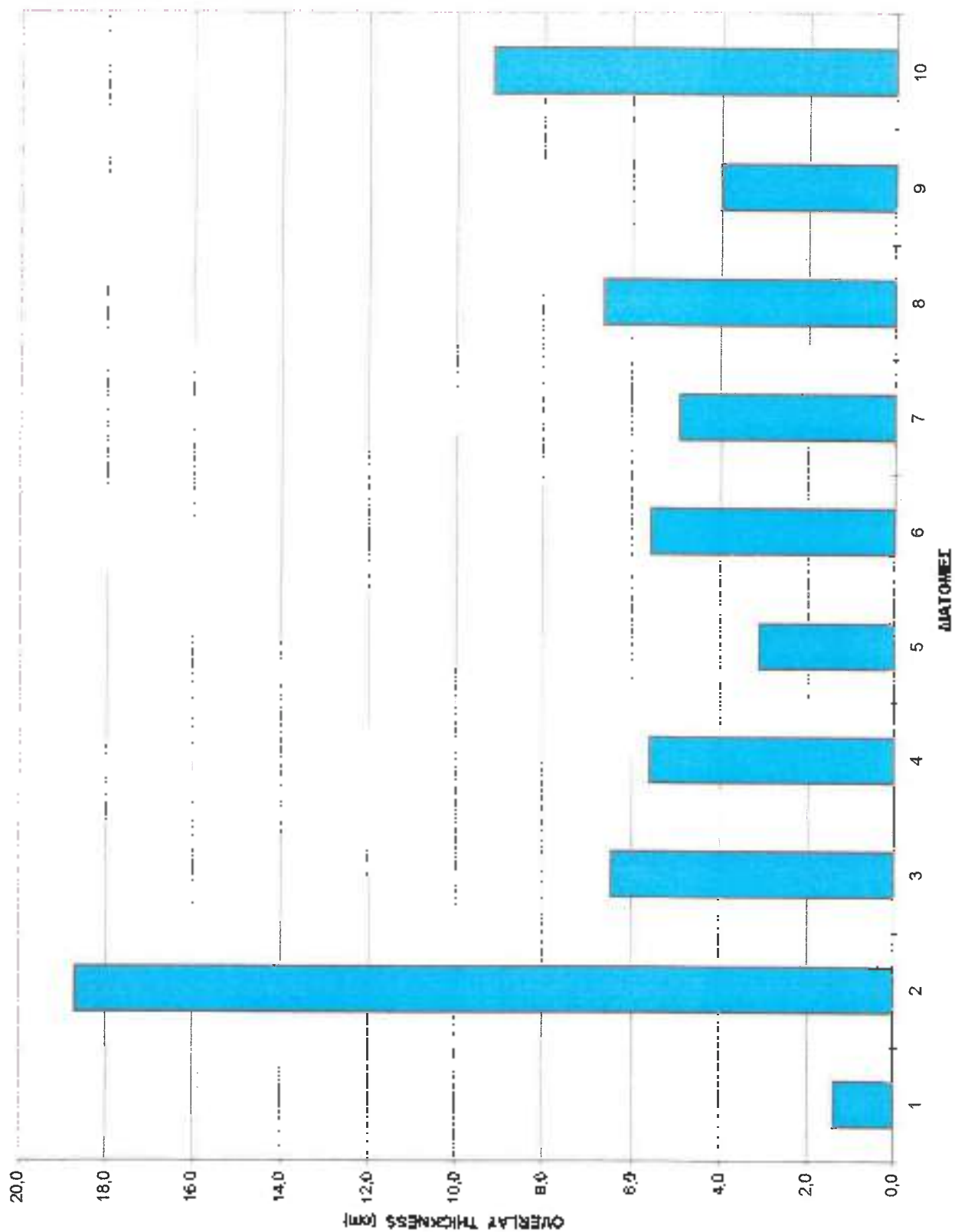
Κυκλοφορία : 100 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα

	AASHTO	Asphalt Institute	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ
ΔΙΑΤΟΜΗ	Hover (cm)	Hover (cm)	Hover (cm)
1	1,4	6,3	7,5
2	18,7	13	15,4
3	6,5	9	10,3
4	5,6	5,5	6,1
5	3,1	5,5	5,6
6	5,6	3	8,8
7	4,9	9,5	12,4
8	6,6	11	11,6
9	4,0	10	11,2
10	9,2	9	8,8
10	9,2	9	8,8

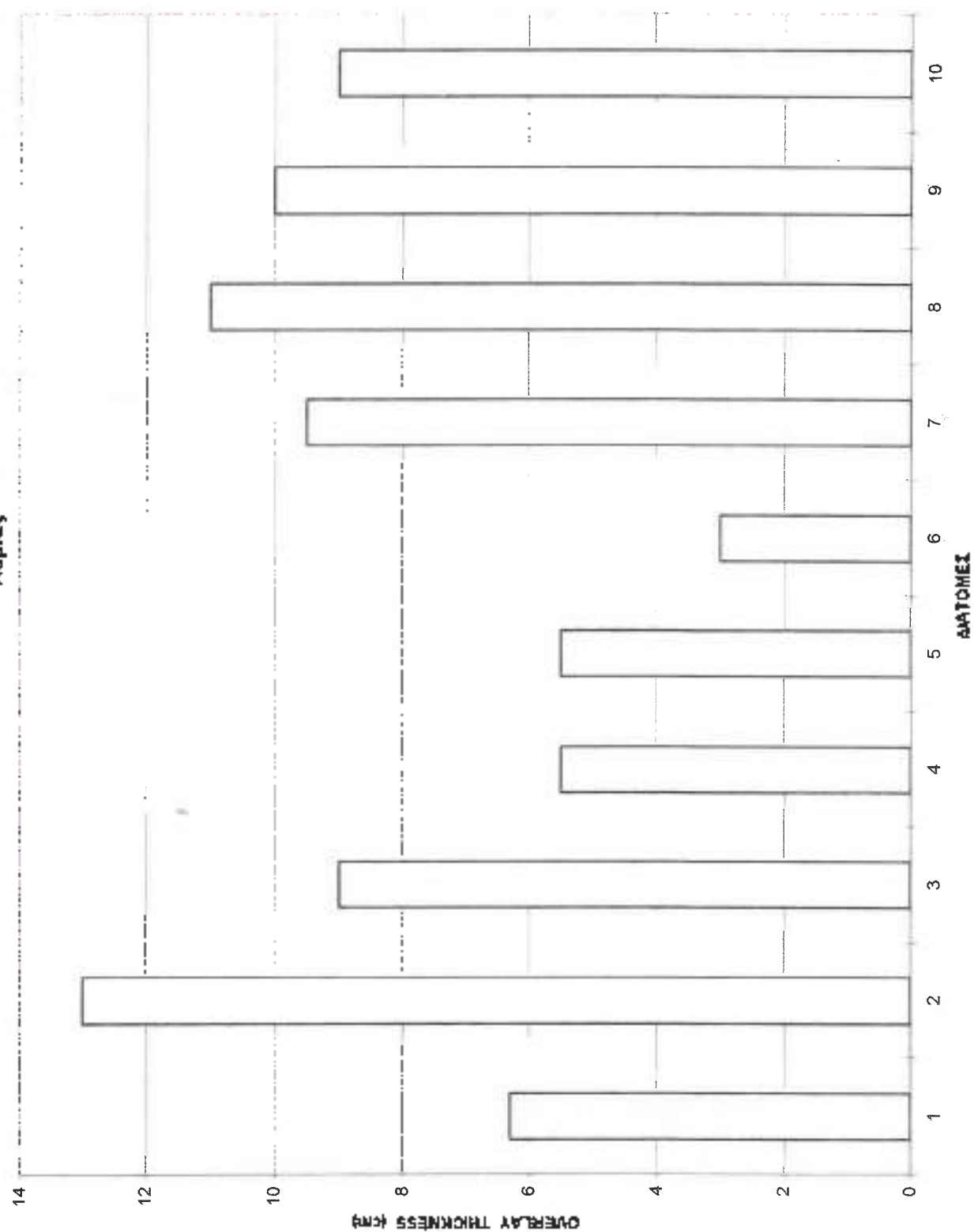
Κυκλοφορία : 1000 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα

	AASHTO	Asphalt Institute	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ
ΔΙΑΤΟΜΗ	Hover (cm)	Hover (cm)	Hover (cm)
1	5,2	19	13,8
2	24,7	32,5	21,8
3	10,7	24	16,7
4	9,9	17,5	12,4
5	6,8	17,5	11,8
6	9,4	16	14,9
7	8,6	24	18,4
8	10,6	27,5	18,1
9	7,6	25,5	17,6
10	13,4	23,5	15,4

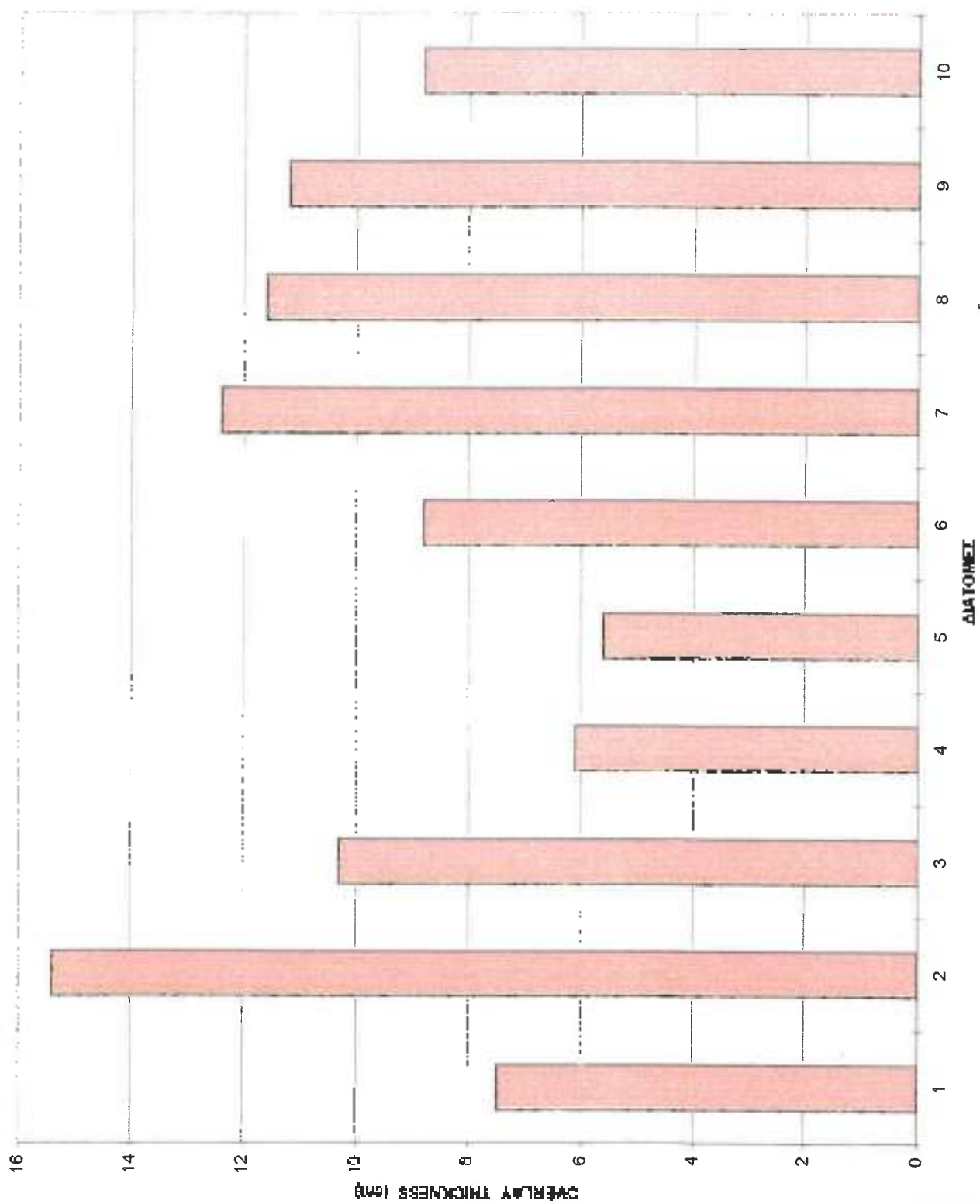
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



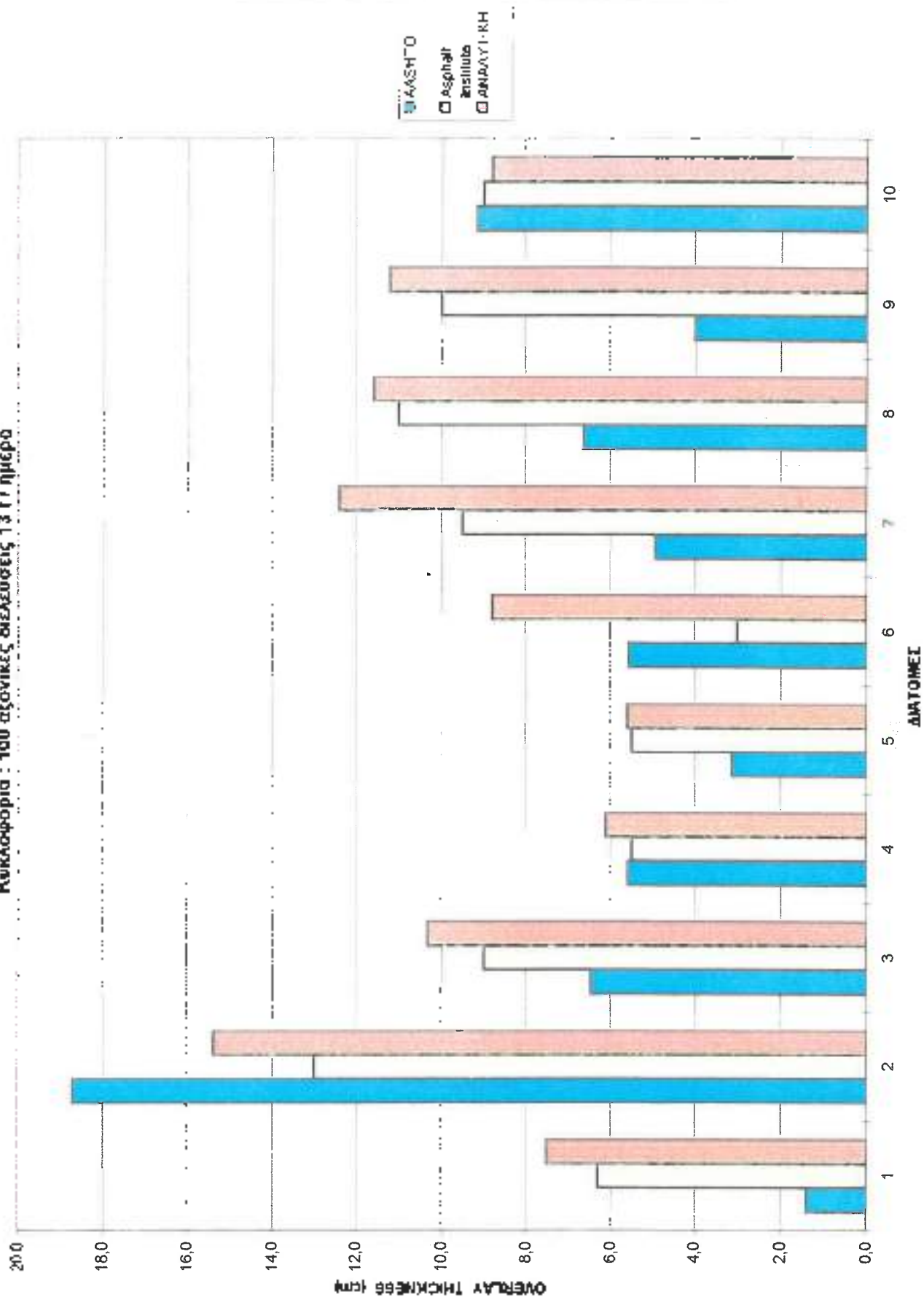
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της Εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



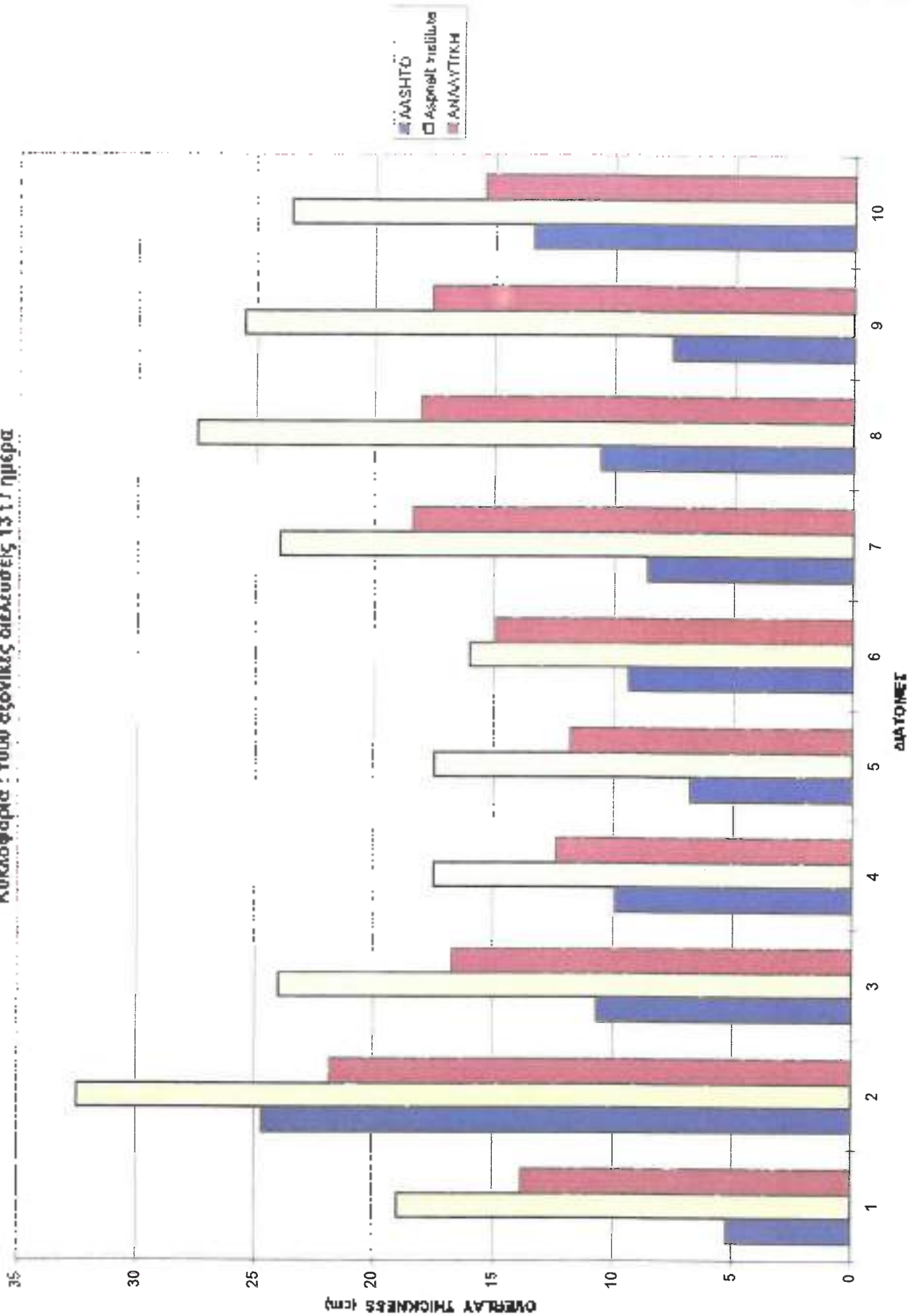
Αναλυτική μέθοδος για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



Σύγκριση μεθόδων για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας
Κυκλοφορία : 100 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα



Σύγκριση μεθόδων για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας
Κυκλοφορία : 1000 αξονικές διαλεύσεις 13 t / ημέρα

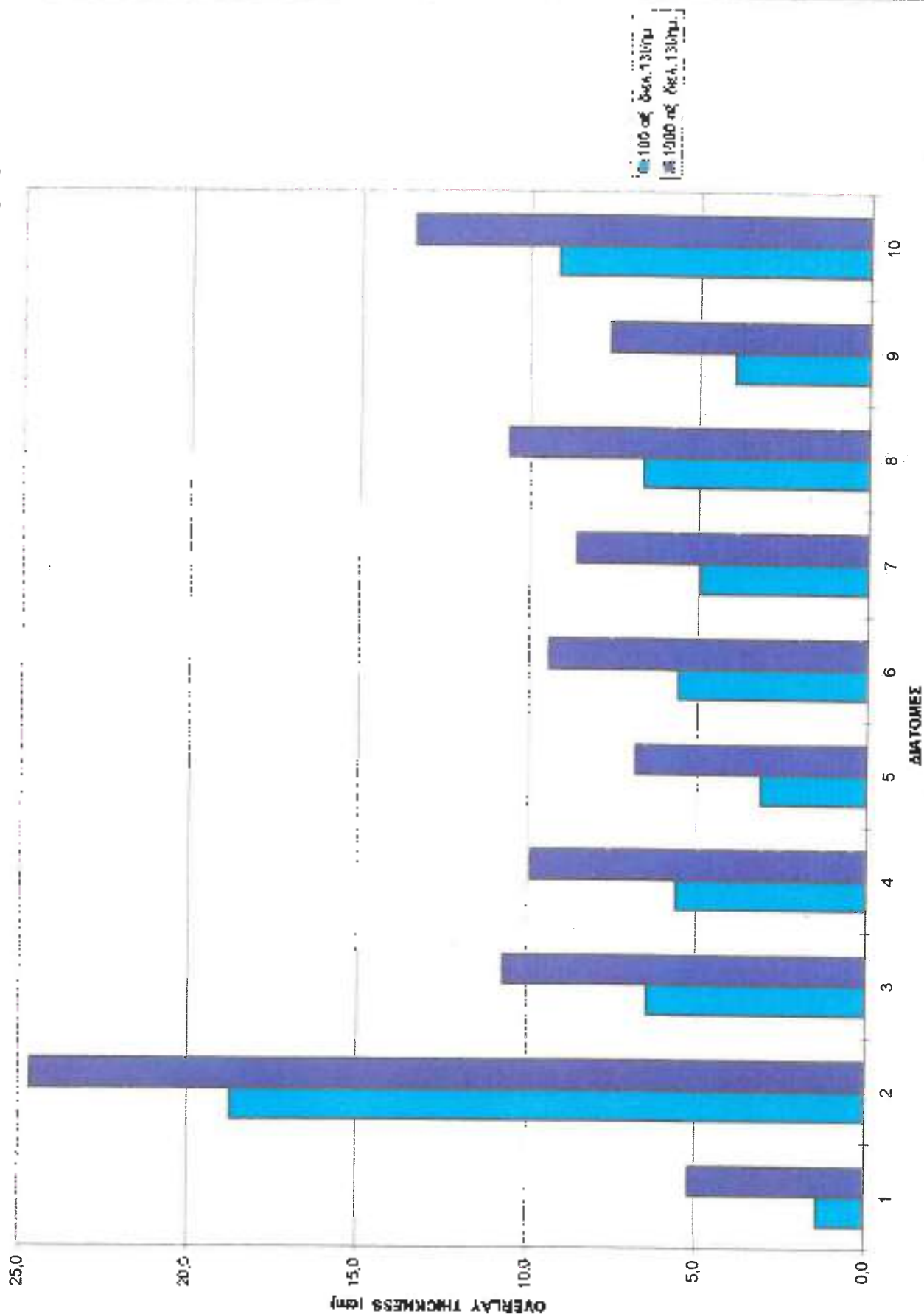


	AASHTO	AASHTO	METABOAH (cm)
	100 αξ. διελ.130/ημ.	1000 αξ. διελ.130/ημ.	M=4,0
ΔΙΑΤΟΜΗ	Hover (cm)	Hover (cm)	Hover (cm)
1	1,4	5,2	3,8
2	18,7	24,7	6,0
3	6,5	10,7	4,2
4	5,6	9,9	4,3
5	3,1	6,8	3,7
6	5,6	9,4	3,8
7	4,9	8,6	3,7
8	6,6	10,6	4,0
9	4,0	7,6	3,6
10	9,2	13,4	4,2

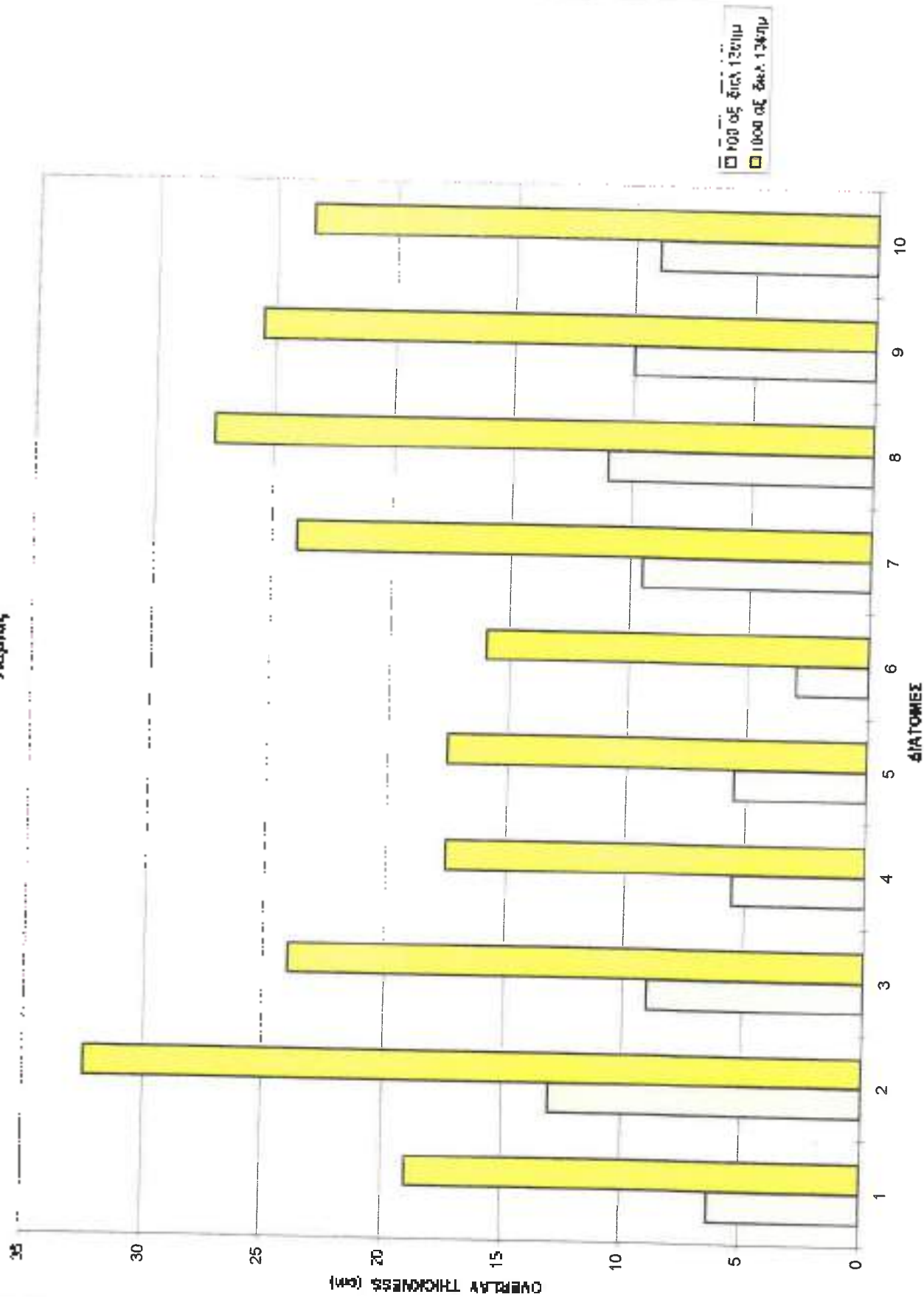
	Asphalt Institute	Asphalt Institute	METABOAH (cm)
	100 αξ. διελ.130/ημ.	1000 αξ. διελ.130/ημ.	M=14,5
ΔΙΑΤΟΜΗ	Hover (cm)	Hover (cm)	Hover (cm)
1	6,3	19	12,7
2	13	32,5	19,5
3	9	24	15
4	5,5	17,5	12
5	5,5	17,5	12
6	3	16	13
7	9,5	24	14,5
8	11	27,5	16,5
9	10	25,5	15,5
10	9	23,5	14,5

	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ	METABOAH (cm)
	100 αξ. διελ.130/ημ.	1000 αξ. διελ.130/ημ.	M=6,3
ΔΙΑΤΟΜΗ	Hover (cm)	Hover (cm)	Hover (cm)
1	7,5	13,8	6,3
2	15,4	21,8	6,4
3	10,3	16,7	6,4
4	6,1	12,4	6,3
5	5,6	11,8	6,2
6	8,8	14,9	6,1
7	12,4	18,4	6
8	11,6	18,1	6,5
9	11,2	17,6	6,4
10	8,8	15,4	6,6

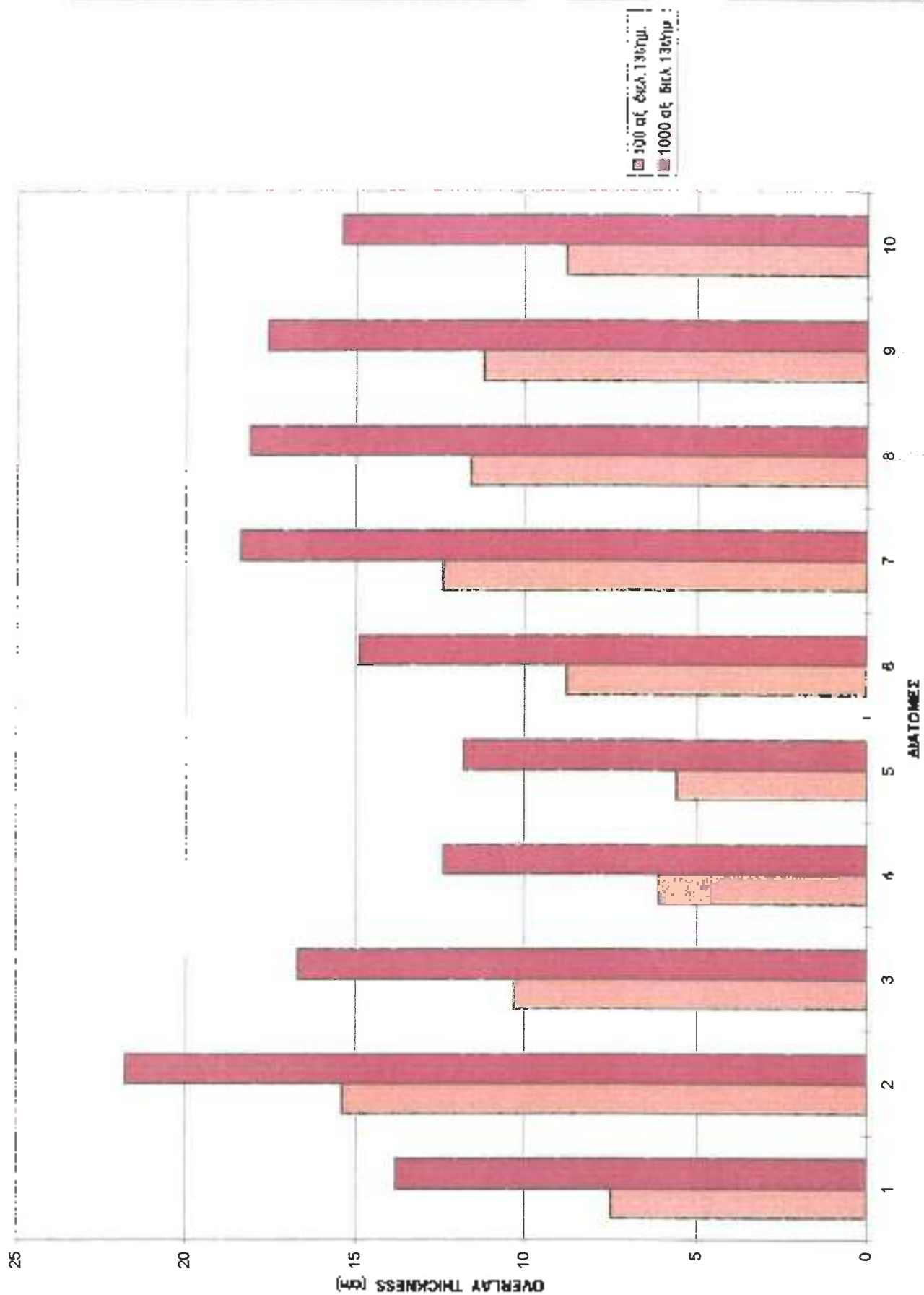
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήρα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



ΜΕΘΑΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



Ανάλυση μέθοδος για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε γέφυρα της εθνικής οδού Αθηνών - Αρμίας



4.2.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

4.2.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία των αντίστοιχων ιστογραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Αρχικά, διαπιστώνουμε ότι η Αναλυτική μέθοδος είναι πιο συντηρητική από τις τρεις μεθόδους που εξετάσαμε, αντίθετα με τη μέθοδο του AASHTO που είναι η λιγότερο συντηρητική. Επίσης για τις δέκα διατομές που εξετάστηκαν στο ένα χιλιόμετρο της οδού, οι τρεις μέθοδοι έδωσαν τα εξής αποτελέσματα για το ενιαίο απαιτούμενο πάχος επανεπίστρωσης κατά μήκος του αναφερθέντος χιλιομέτρου.

- Η Αναλυτική μέθοδος υπολόγισε ότι το απαιτούμενο πάχος επανεπίστρωσης είναι 12.0 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 100 αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα και 18.5 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 1000 αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα.
- Η μέθοδος Asphalt Institute υπολόγισε ότι το απαιτούμενο πάχος επανεπίστρωσης είναι 10.5 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 100 αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα και 26.0 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 1000 αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα.
- Η μέθοδος AASHTO υπολόγισε ότι το απαιτούμενο πάχος επανεπίστρωσης είναι 8.0 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 100 αξονικών διελεύσεων 13t / ημέρα και 12.0 cm για προβλεπόμενη κυκλοφορία 1000 αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα.

Αν θεωρήσουμε ότι το τμήμα της οδού θα πρέπει να επανεπιστρωθεί, έτσι ώστε να καλύπτονται όλα τα πάχη επανεπίστρωσης που έδωσαν οι διατομές (σε ποσοστό 85%), τότε η μέθοδος του AASHTO είναι η πιο συντηρητική με 18.7 cm , ακολουθεί η

αναλυτική με 15.4 cm και τέλος η μέθοδος του Asphalt Institute με 13.0 cm

Από την σύγκριση των μεθόδων με διαφορετική προβλεπόμενη κυκλοφορία (αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα) προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα για την κάθε μέθοδο:

- Η Αναλυτική μέθοδος παρουσιάζει μια μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης της τάξης του 6.3 cm για 1000 αξονικές διελεύσεις , σε σχέση με τις 100 αξονικές διελεύσεις 13t / ημέρα.
- Η μέθοδος του Asphalt Institute παρουσιάζει μια μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης της τάξης του 14.5 cm για 1000 αξονικές διελεύσεις, σε σχέση με τις 100 αξονικές διελεύσεις 13t / ημέρα.
- Η μέθοδος του AASHTO παρουσιάζει μια μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης της τάξης του 4.0 cm για 1000 αξονικές διελεύσεις, σε σχέση με τις 100 αξονικές διελεύσεις 13 / ημέρα.

4.2.2.2. Σχόλια

Οι μέθοδοι του Asphalt Institute και του AASHTO μπορεί να είναι λιγότερο συντηρητικές από την Αναλυτική μέθοδο και λιγότερο χρονοβόρες, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι μπορεί να είναι το ίδιο ακριβείς και ασφαλείς, όπως η Αναλυτική.

Μετά από το συσχετισμό των αποτελεσμάτων για τις διαφορετικές αξονικές διελεύσεις δημιουργήθηκαν σχέσεις μεταξύ του πάχους επανεπίστρωσης για 100 αξονικές διελεύσεις 13t / ημέρα και του πάχους επανεπίστρωσης για 1000 αξονικές διελεύσεις 13t / ημέρα (Παράρτημα Γ) .Από τις σχέσεις αυτές είναι προφανές ότι μπορεί να υπολογιστεί το πάχος επανεπίστρωσης για οποιαδήποτε διατομή , με όποια από τις τρεις μεθόδους είναι επιθυμητό .Δηλαδή χωρίς να επαναληφθεί η διαδικασία υπολογισμού , είναι εφικτή η εκτίμηση του πάχους επανεπίστρωσης για τη διαφορετική κυκλοφορία .

4.3. ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ AASHTO ΚΑΙ ASPHALT INSTITUTE ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

4.3.1. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου AASHTO

Μετά από τα πρώτα διαγράμματα και με δεδομένη τη σημαντικότητα της μεθόδου AASHTO , κρίθηκε σκόπιμη η μελέτη ευαισθησίας της . Έτσι εξετάστηκαν οι παράμετροι που την επηρεάζουν και οι οποίες είναι :

1. h_a : πάχος ασφαλικής στρώσης
2. h_b : πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
3. E_a : μέτρο ελαστικότητας της ασφαλικής στρώσης
4. E_b : μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
5. M_R : μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης
6. R : επίπεδο αξιοπιστίας
7. S_o : σταθερή απόκλιση
8. ΔPSI : συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας
9. Y : αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period

Οι υπολογισμοί της μελέτης ευαισθησίας , της μεθόδου AASHTO για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ .

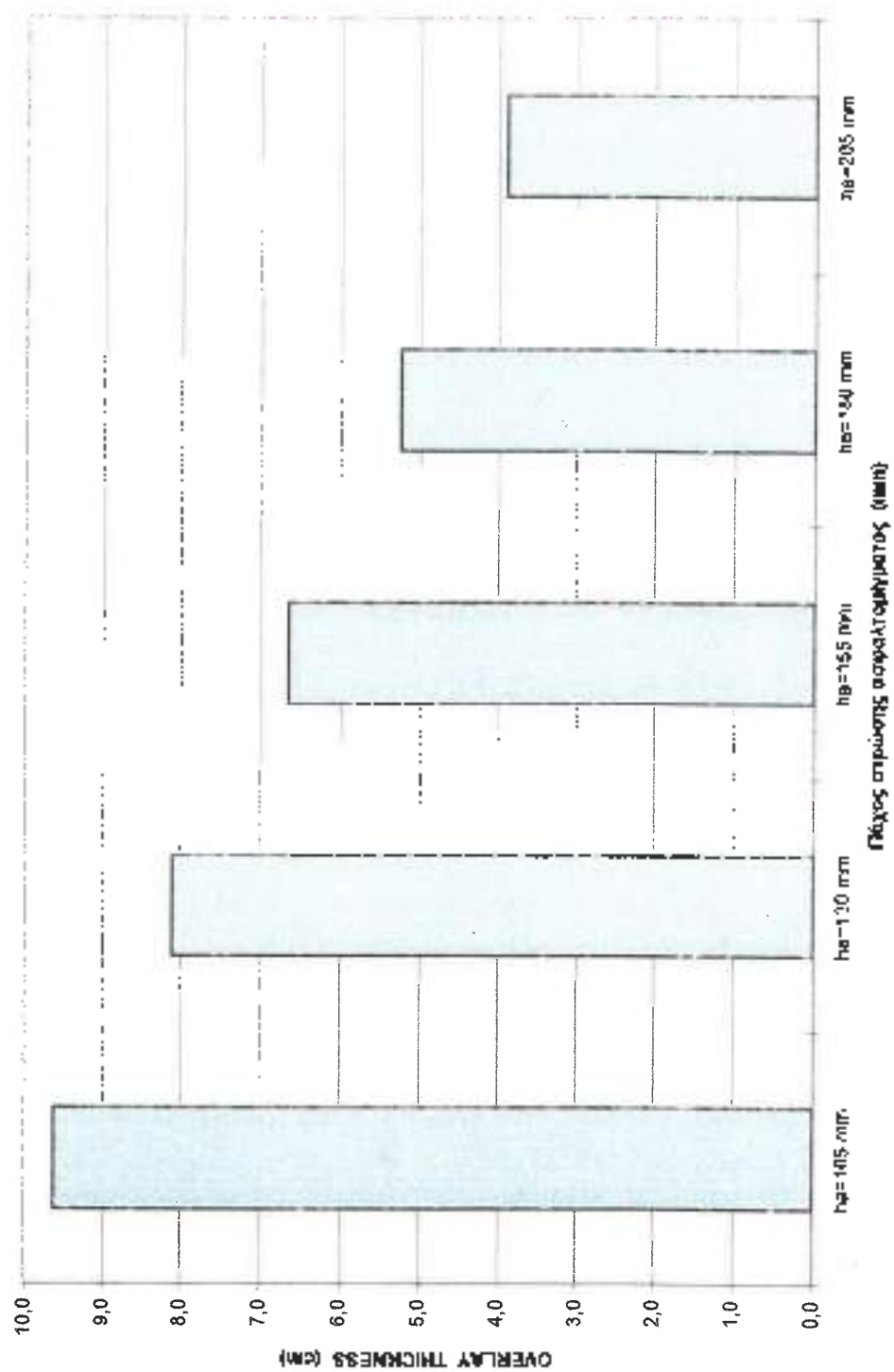
4.3.1.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

Μέθοδος AASHTO για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος

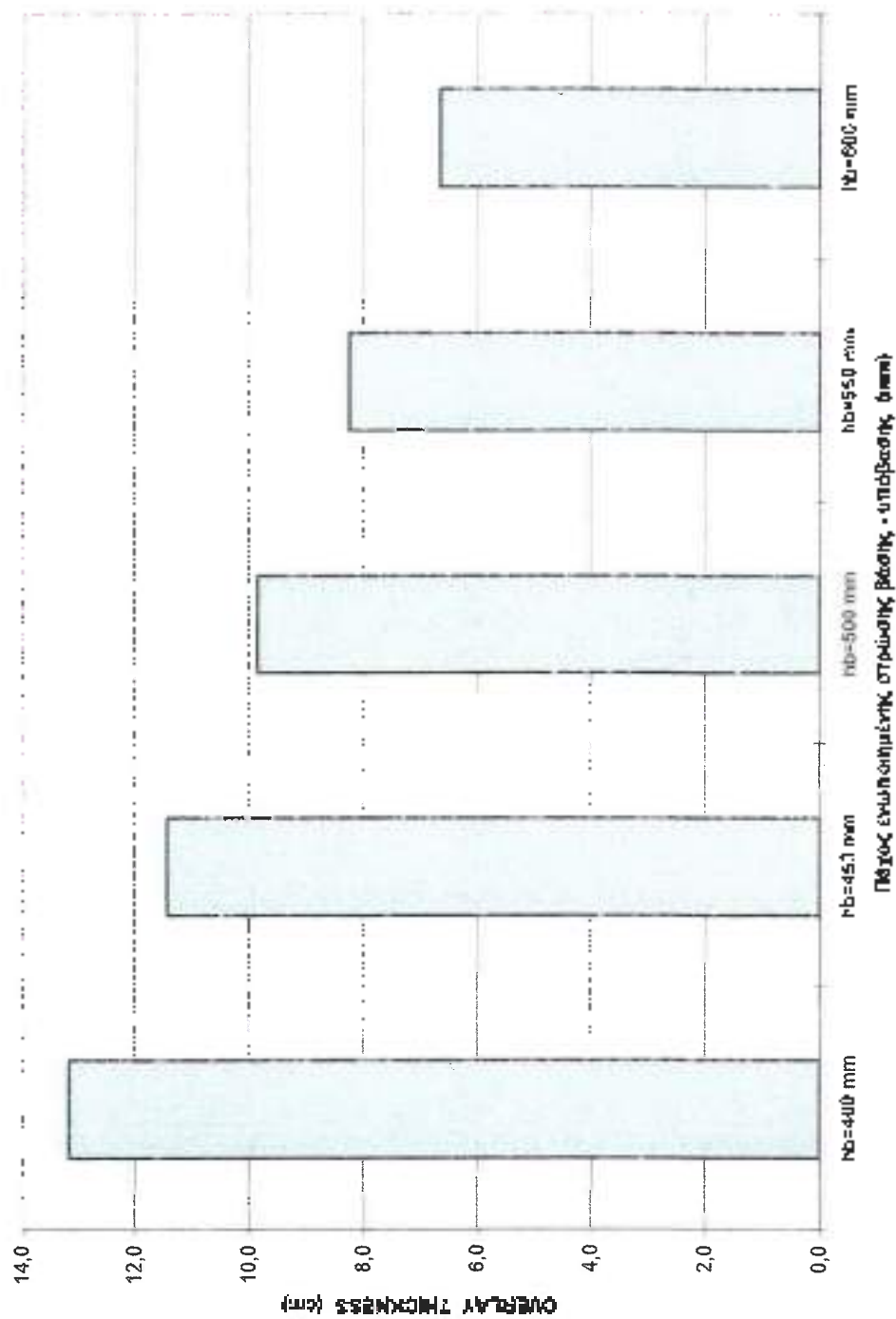
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$h_a=105 \text{ mm}$	9,6
$h_a=130 \text{ mm}$	8,1
$h_a=155 \text{ mm}$	6,6
$h_a=180 \text{ mm}$	5,2
$h_a=205 \text{ mm}$	3,9
$h_a=+25 \text{ mm}$	-21%
$h_b=400 \text{ mm}$	13,2
$h_b=450 \text{ mm}$	11,4
$h_b=500 \text{ mm}$	9,8
$h_b=550 \text{ mm}$	8,2
$h_b=600 \text{ mm}$	6,6
$h_b=+50 \text{ mm}$	-17%
$E_a=1933 \text{ MPa}$	7,3
$E_a=2433 \text{ MPa}$	7,0
$E_a=2933 \text{ MPa}$	6,6
$E_a=3433 \text{ MPa}$	6,4
$E_a=3933 \text{ MPa}$	6,2
$E_a=+500 \text{ MPa}$	-4%
$E_b=210,2 \text{ MPa}$	6,6
$E_b=260,2 \text{ MPa}$	6,1
$E_b=310,2 \text{ MPa}$	5,7
$E_b=360,2 \text{ MPa}$	5,4
$E_b=410,2 \text{ MPa}$	5,0
$E_b=+50 \text{ MPa}$	-7%
$MR=72,4 \text{ MPa}$	6,8
$MR=102,4 \text{ MPa}$	6,7
$MR=122,4 \text{ MPa}$	6,6
$MR=152,4 \text{ MPa}$	6,6
$MR=202,4 \text{ MPa}$	6,5
$MR=+30 \text{ MPa}$	-2%

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$R=75 \%$	2,8
$R=80 \%$	3,4
$R=85 \%$	3,9
$R=90 \%$	5,0
$R=95 \%$	6,6
$R=+5 \%$	19%
$S_o=0,400$	5,9
$S_o=0,425$	6,3
$S_o=0,450$	6,6
$S_o=0,475$	7,0
$S_o=0,500$	7,4
$S_o=+0,025$	6%
$\Delta PSI=1,8$	8,5
$\Delta PSI=1,9$	8,0
$\Delta PSI=2,0$	7,5
$\Delta PSI=2,1$	7,0
$\Delta PSI=2,2$	6,6
$\Delta PSI=-0,1$	-6%
$X=2, Y=5$	6,3
$X=2, Y=7$	6,4
$X=2, Y=10$	6,6
$X=2, Y=+3$	2%

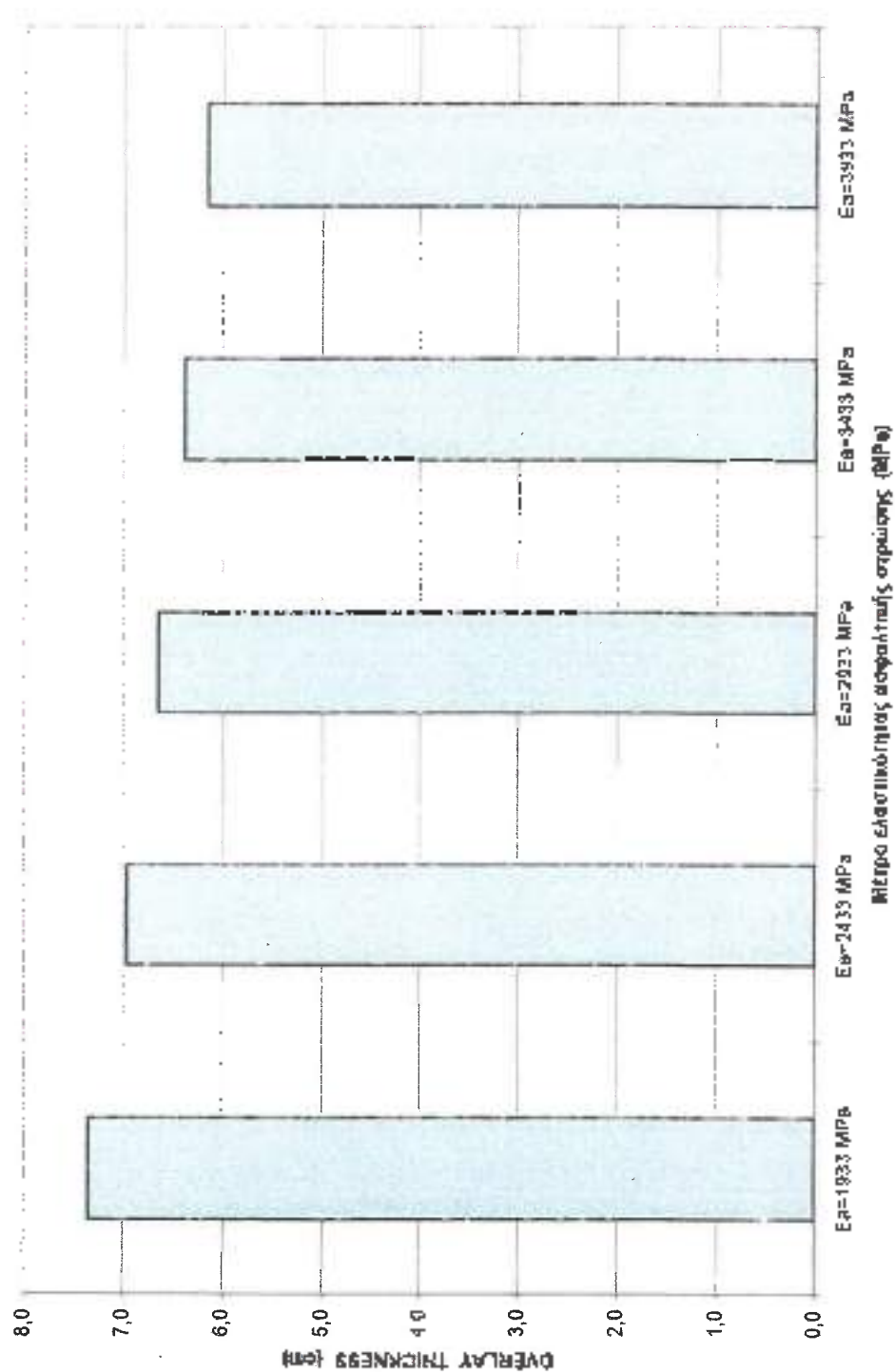
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφιστάμενου οδοστρώματος



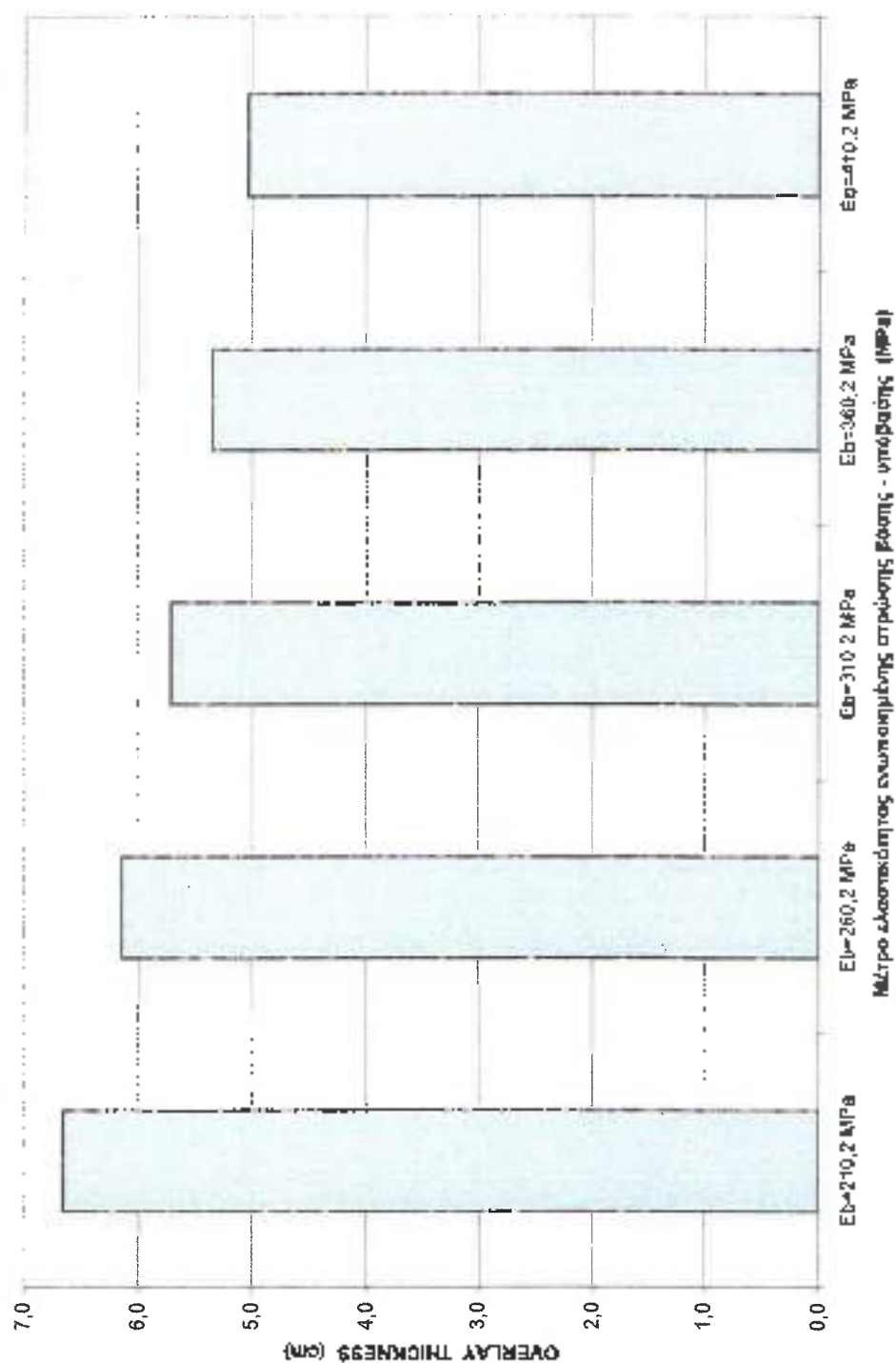
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΑΣΗΤΟ για διατομές υψηλότερου οδοστρώματος



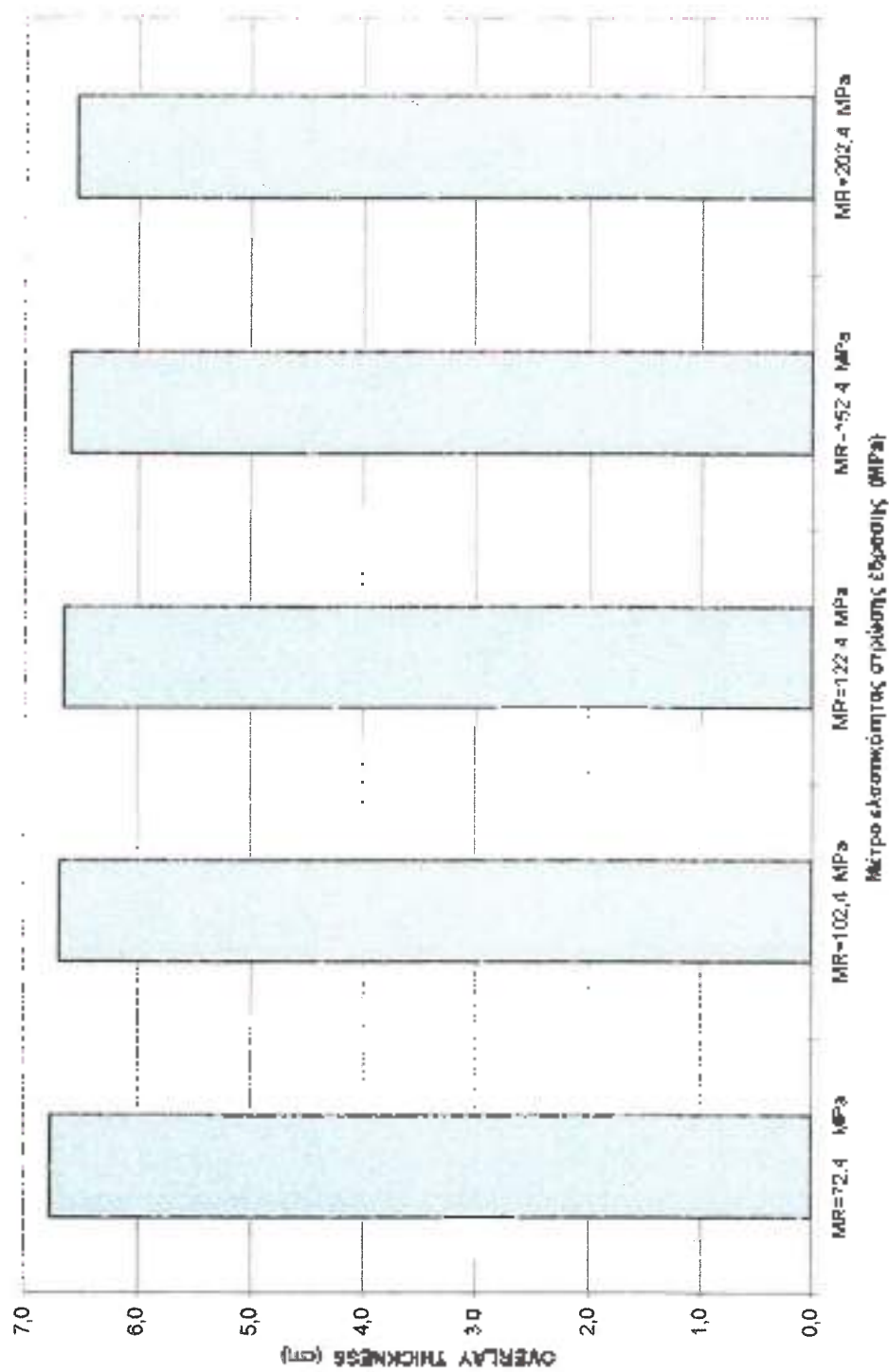
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφιστάμενου οδοστρώματος



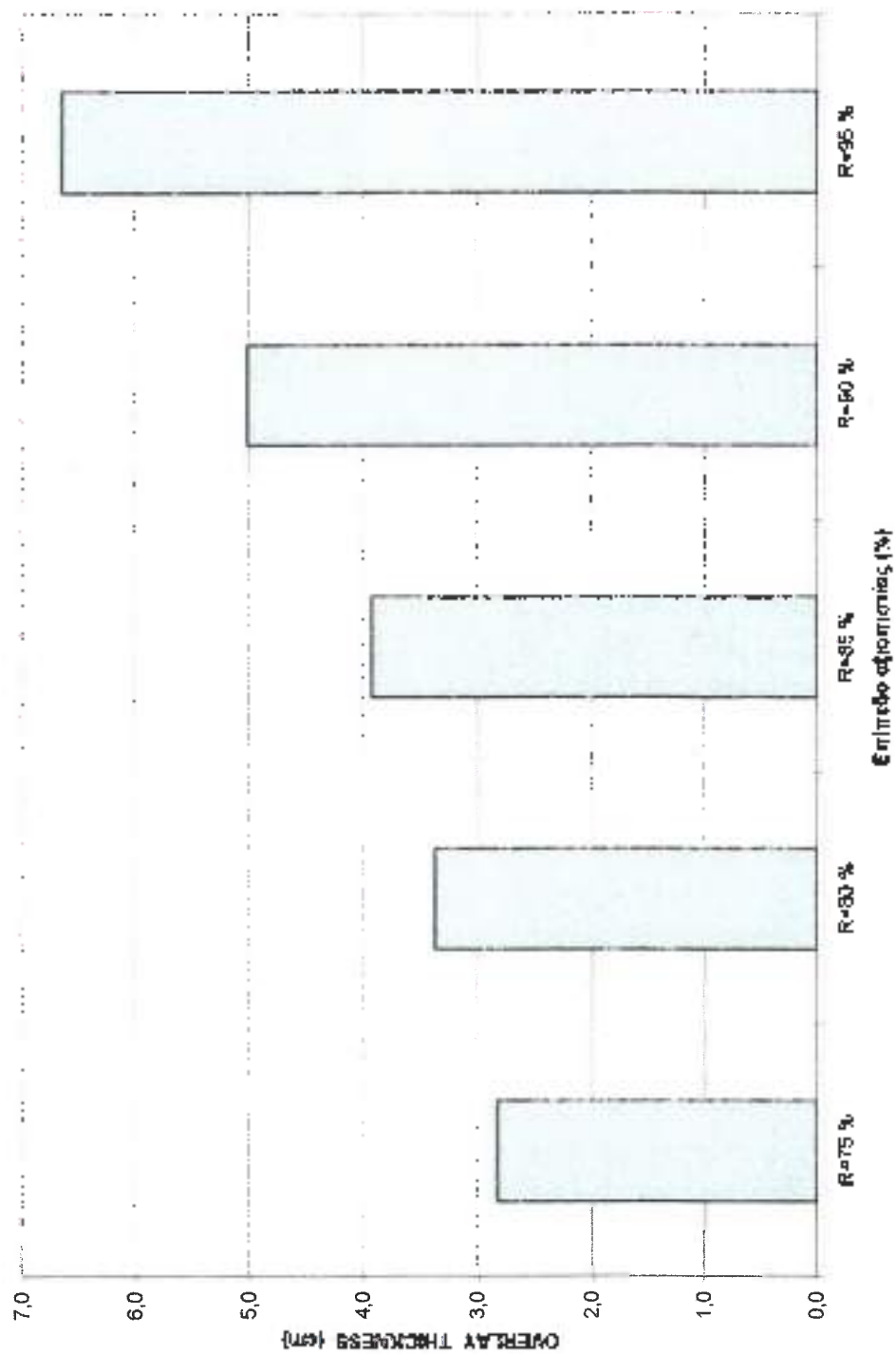
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφιστάμενου οδοστρώματος



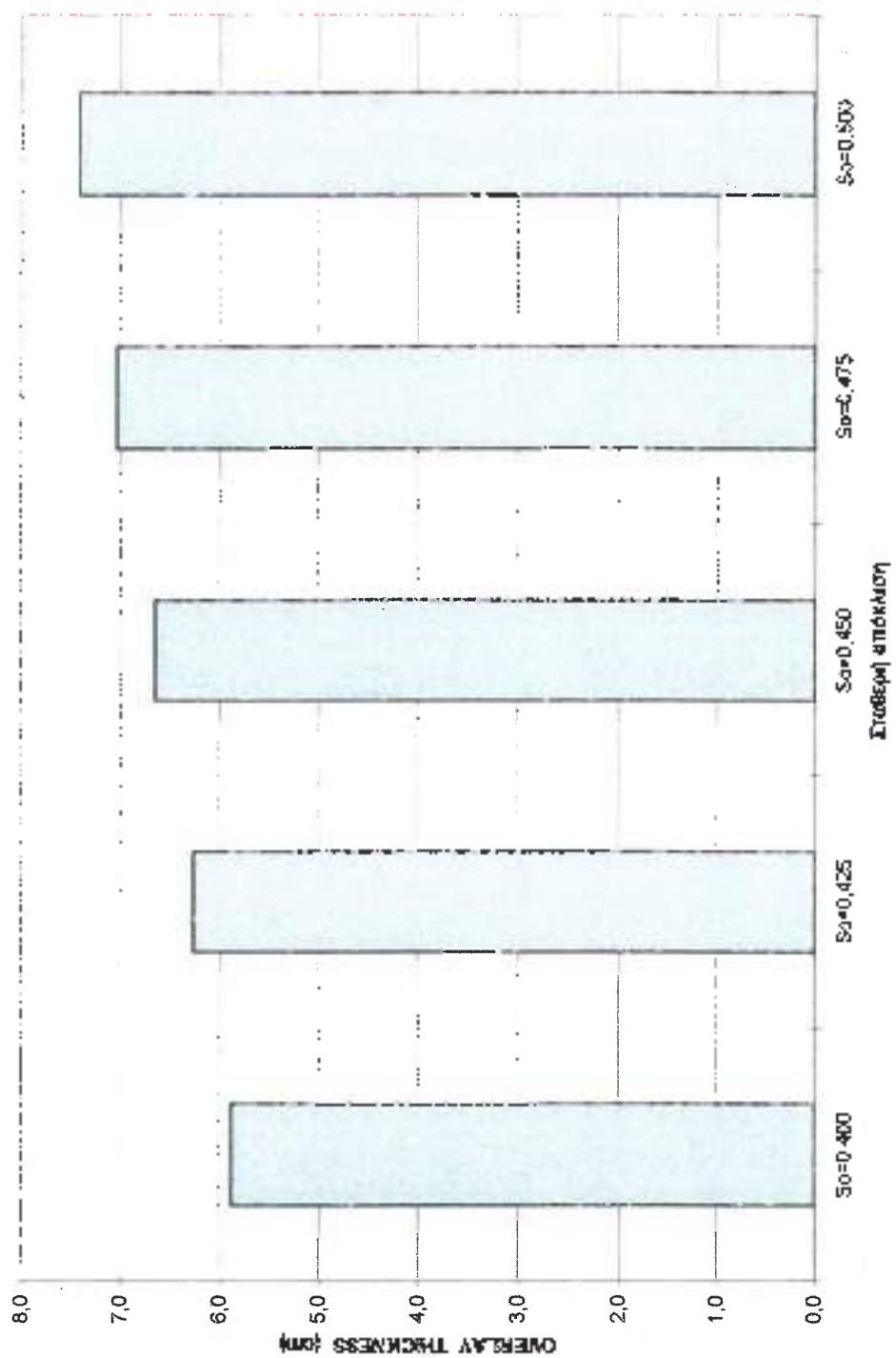
Μέθοδος ΑΔΕΗΤΟ για διατομές υφισταμένου ασφωτρώματος



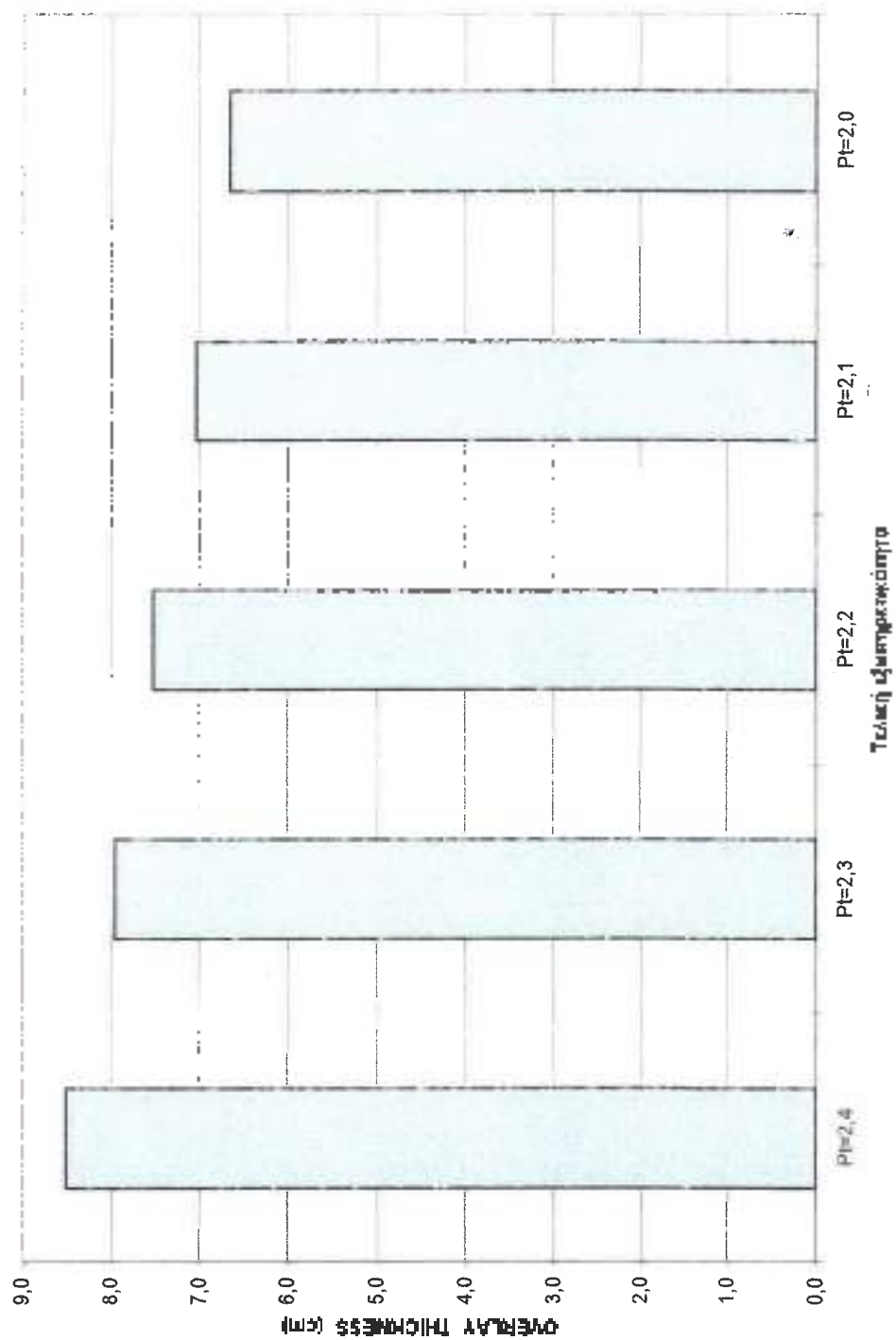
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΑΣΗΤΟ για διατομές υφιστάμενου οδοστρώματος



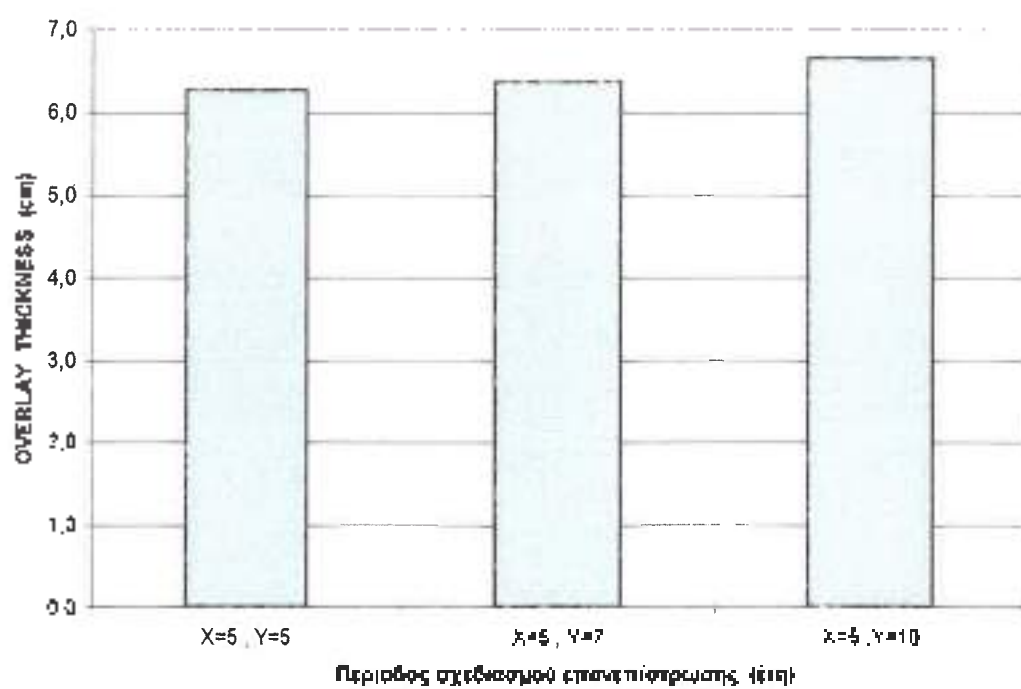
Μέθοδος AASHTO για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος



Μέθοδος ΑΑΣΗΤΟ για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος



Μέθοδος AASHTO για διατομές οφισταμένων αδοστρωμάτων



4.3.1.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

4.3.1.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία των αντίστοιχων ιστογραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Εξετάζοντας την κάθε παράμετρο ξεχωριστά, διακρίνουμε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης είναι σταθερό για όλες τις παραμέτρους. Τα ιστογράμματα μεταβολής των παραμέτρων παρουσιάζουν ποσοστιαίες μεταβολές του πάχους επανεπίστρωσης, για κάθε σταθερή μεταβολή της παραμέτρου. Οι μεταβολές αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Σταθερή μεταβολή παραμέτρου	Ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης
$h_a = +25 \text{ mm}$	-21%
$h_b = +50 \text{ mm}$	-17%
$E_a = +500 \text{ MPa}$	-4%
$E_b = +50 \text{ MPa}$	-7%
$M_R = +30 \text{ MPa}$	-2%
$R = +5\%$	+19%
$S_o = +0.025$	+5%
$\Delta PSI = +0.1$	-6%
$Y = +3 \text{ έτη}$	+2%

4.3.1.2.2. Σχόλια

Από την μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου του AASHTO για τις διατομές υφισταμένου οδοστρώματος προκύπτουν τα εξής:

- 1) Τόσο το h_a (πάχος του ασφαλτομίγματος) , όσο και το h_b (πάχος της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό του πάχους επανεπιστρώσης. Γι' αυτό το λόγο τα αποτελέσματα των μετρήσεων του h_a και του h_b από δοκίμια της οδού, θεωρούνται σημαντικά.
- 2) Για τα E_a (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης του ασφαλτομίγματος), E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης-υπόβασης) και M_R (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης) παρουσιάζεται πολύ μικρή ποσοστιαία μεταβολή και ο ρόλος τους δεν θεωρείται σημαντικός στην μεταβολή του πάχους επανεπιστρώσης. Η απόκλιση των αποτελεσμάτων του ανάστροφου υπολογισμού για τα E_a , E_b και M_R είναι πολύ μικρή και γι' αυτό θεωρούμε, ότι ο εργαστηριακός έλεγχος δοκιμών για τον ακριβέστερο υπολογισμό των προηγούμενων μεγεθών δεν είναι απαραίτητος.
- 3) Τα R (επίπεδο αξιοπιστίας), S_o (σταθερή απόκλιση) και το ΔPSI (συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας) θεωρούνται σημαντικά για τον υπολογισμό του πάχους επανεπιστρώσης και γι' αυτό θα πρέπει να εκτιμηθεί σωστά η σημαντικότητα του έργου και κατ' επέκταση, το επίπεδο αξιοπιστίας. Θα πρέπει ακόμα να ληφθεί σωστά η τελική εξυπηρετικότητα P_t , της οδού.
- 4) Τελευταίο αλλά πολύ σημαντικό θεωρείται το γεγονός, ότι στα αποτελέσματα του Y (περίοδος σχεδιασμού της επανεπιστρώσης) η ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπιστρώσης είναι της τάξης του 4% για 5 και 10 έτη, κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το πάχος επανεπιστρώσης είναι ανεξάρτητο του Y , κάτι που κάνει την μέθοδο ευάλωτη και πλήττει την αξιοπιστία της.

4.3.2. Μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου Asphalt Institute

Η διεθνής χρήση της μεθόδου του Asphalt Institute επιβάλλει τη μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου . Γι' αυτό εξετάστηκαν οι παράμετροι που την επηρεάζουν και οι οποίες είναι :

1. h_a : πάχος ασφαλικής στρώσης
2. h_b : πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
3. E_a : μέτρο ελαστικότητας της ασφαλικής στρώσης
4. E_b : μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης
5. CBR : Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας
6. Y : αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το

επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period

Οι υπολογισμοί της μελέτης ευαισθησίας , της μεθόδου του Asphalt Institute για διατομέζυφισταμένου οδοστρώματος παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ .

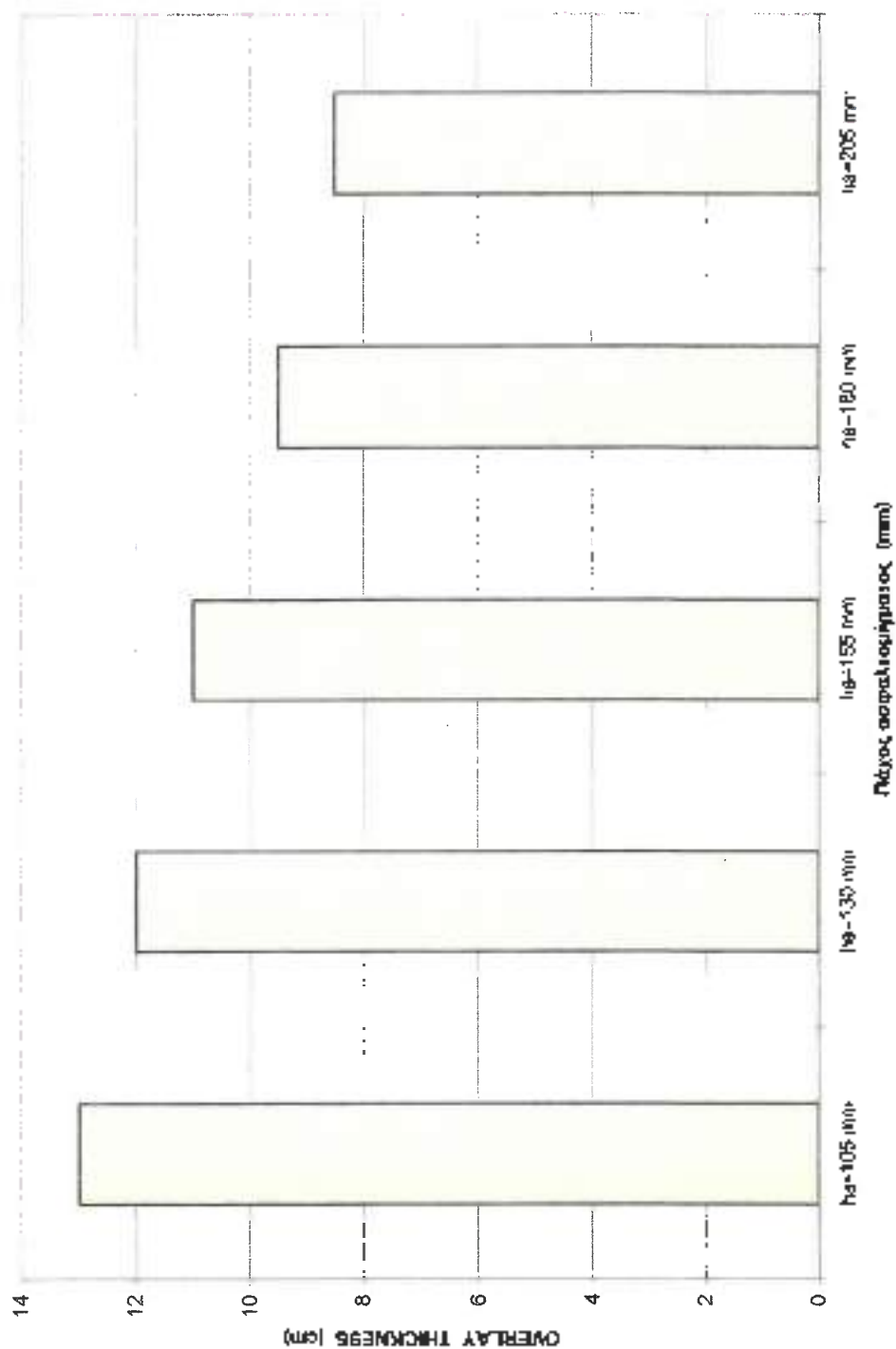
4.3.2.1. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος

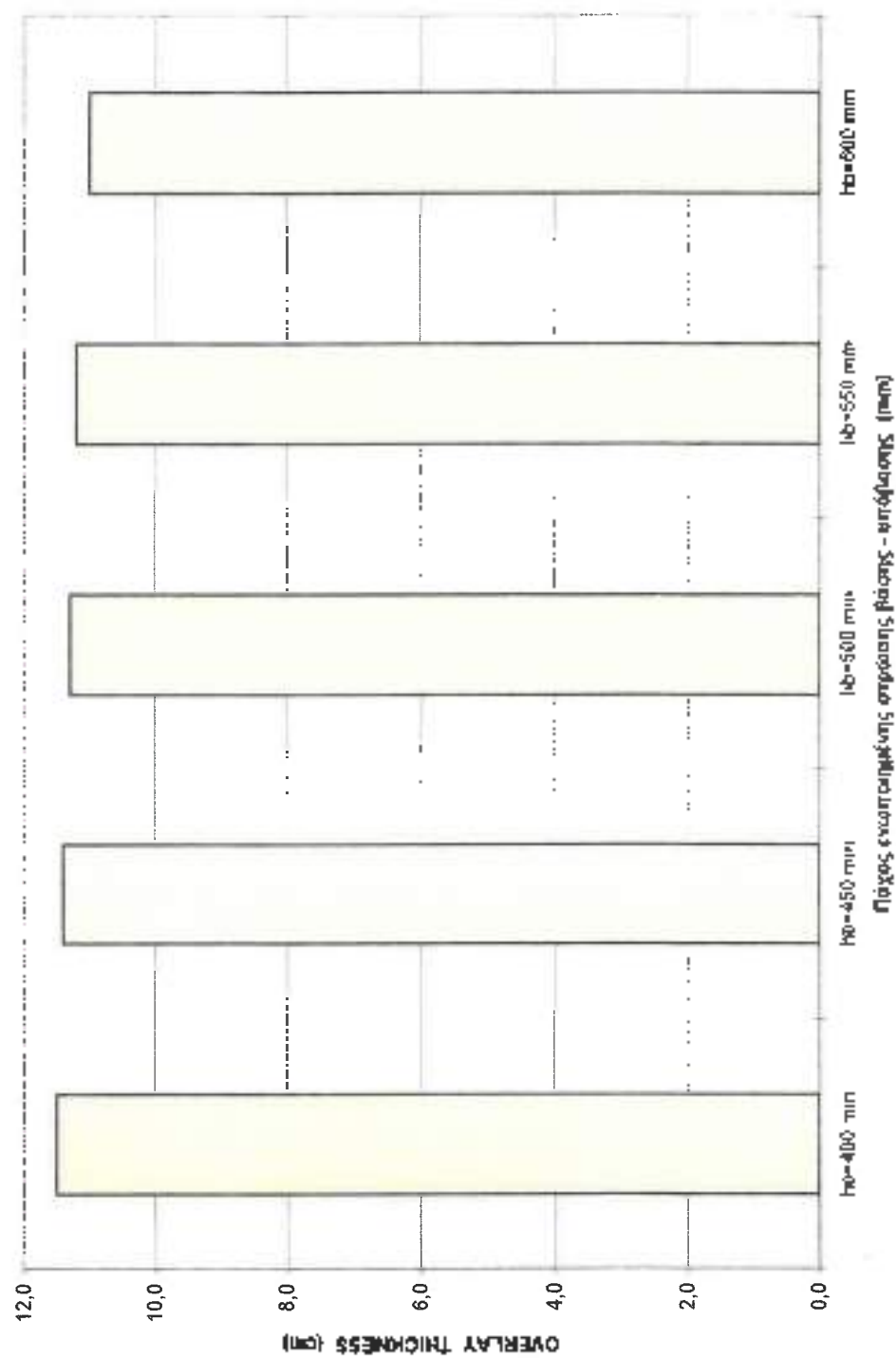
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$h_a=105 \text{ mm}$	13
$h_a=130 \text{ mm}$	12
$h_a=155 \text{ mm}$	11
$h_a=180 \text{ mm}$	9,5
$h_a=205 \text{ mm}$	8,5
$h_a=+25 \text{ mm}$	-10%
$h_b=400 \text{ mm}$	11,5
$h_b=450 \text{ mm}$	11,4
$h_b=500 \text{ mm}$	11,3
$h_b=550 \text{ mm}$	11,2
$h_b=600 \text{ mm}$	11,0
$h_b=+50 \text{ mm}$	-1%
$E_a=1933 \text{ MPa}$	12,0
$E_a=2433 \text{ MPa}$	11,5
$E_a=2933 \text{ MPa}$	11,0
$E_a=3433 \text{ MPa}$	10,5
$E_a=3933 \text{ MPa}$	10,0
$E_a=+500 \text{ MPa}$	-4%

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Hover (cm)
$E_b=210,2 \text{ MPa}$	11,0
$E_b=260,2 \text{ MPa}$	10,0
$E_b=310,2 \text{ MPa}$	9,0
$E_b=360,2 \text{ MPa}$	8,0
$E_b=410,2 \text{ MPa}$	7,5
$E_b=+50 \text{ MPa}$	-7%
$\text{CBR}=7 \%$	13
$\text{CBR}=10 \%$	12
$\text{CBR}=12 \%$	11
$\text{CBR}=15 \%$	10
$\text{CBR}=20 \%$	9
$\text{CBR}=+3 \%$	-9%
$X=2, Y=5$	10,8
$X=2, Y=7$	10,9
$X=2, Y=10$	11
$X=2, Y=+3$	0%

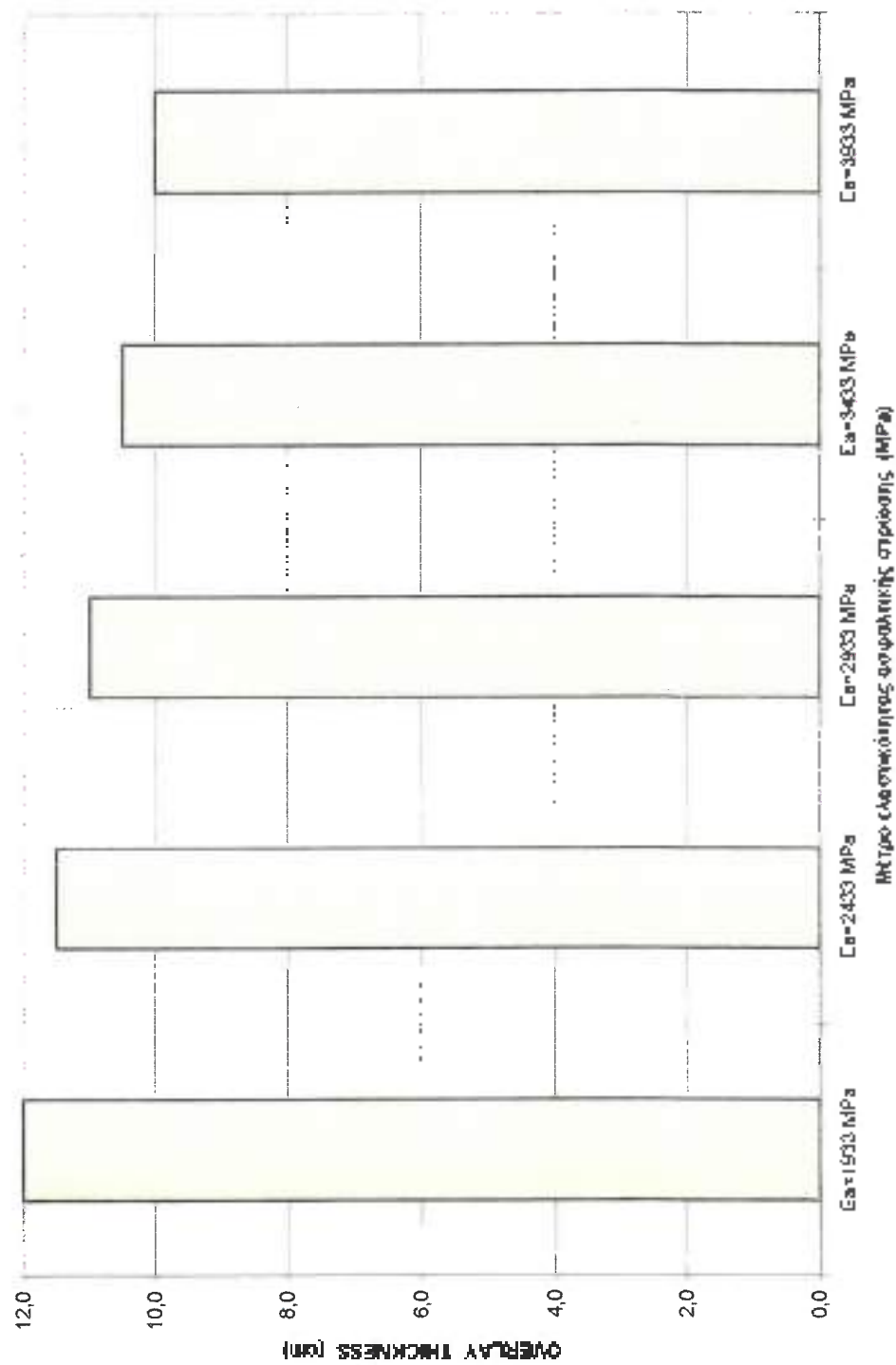
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE ΓΙΑ ΘΑΛΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΙΝΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ



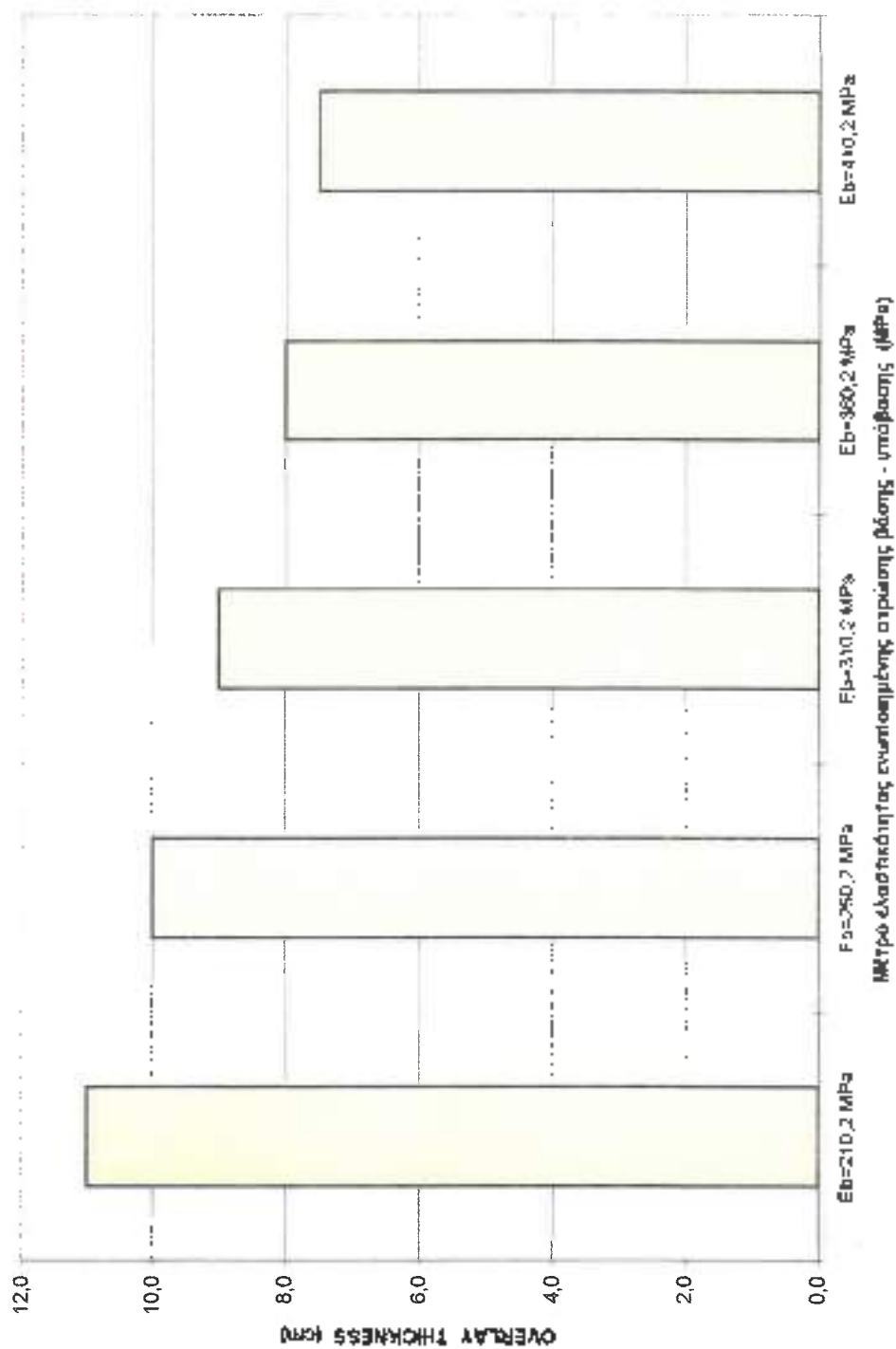
Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές υψισταμένου οδοστρώματος



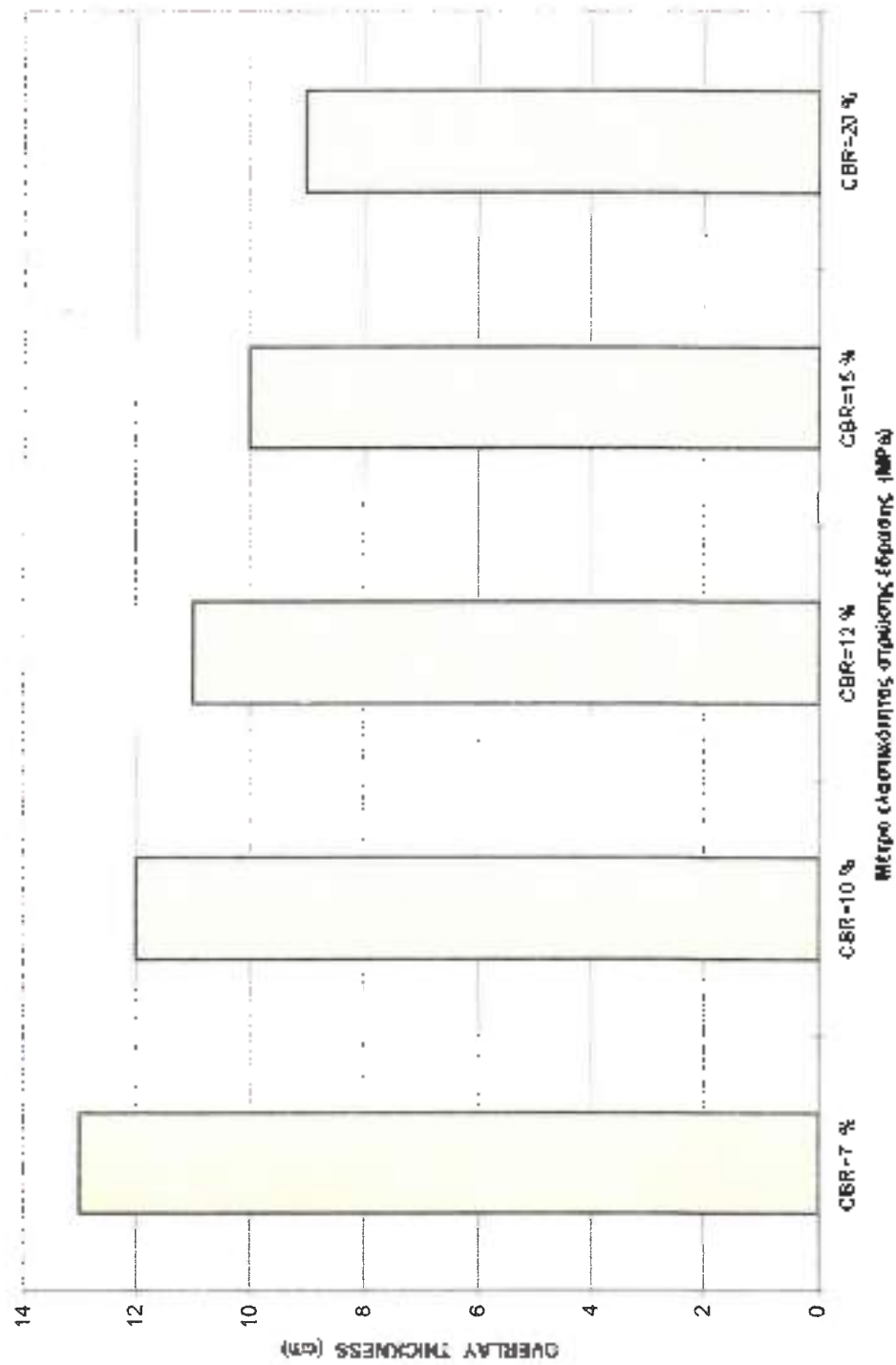
Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος



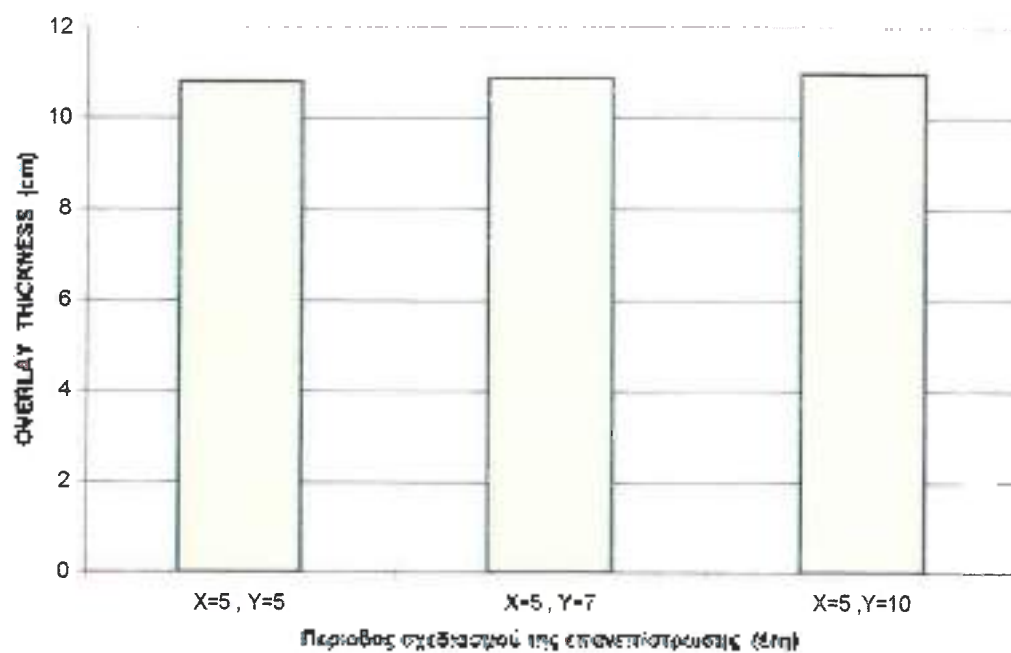
ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφαστημένου οδοστρώματος



ΜΕΘΟΔΟΣ ASPHALT INSTITUTE για διατομές υψισταμένου οδοστρώματος



Μέθοδος ASPHALT INSTITUTE για διατομές υφισταμένων
οδοστρωμάτων



4.3.2.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

4.3.2.2.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία των αντίστοιχων ιστογραμμάτων, μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Εξετάζοντας την κάθε παράμετρο ξεχωριστά, διακρίνουμε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης είναι σταθερό για όλες τις παραμέτρους. Τα ιστογράμματα μεταβολής των παραμέτρων παρουσιάζουν ποσοστιαίες μεταβολές του πάχους επανεπίστρωσης, για κάθε σταθερή μεταβολή της παραμέτρου. Οι μεταβολές αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Σταθερή μεταβολή παραμέτρου	Ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης
ha = +25 mm	-10%
hb = +50 mm	-1%
Ea = +500 MPa	-4%
Eb = +50 MPa	-7%
CBR = +3%	-9%
Υ = +3 έτη	+2%

4.3.2.2.2. Σχόλια

Από την μελέτη ευαισθησίας της μεθόδου του Asphalt Institute για τις διατομές υφισταμένου οδοστρώματος διαπιστώθηκαν τα εξής:

- 1) Το h_a (πάχος ασφαλτομίγματος) είναι σημαντική παράμετρος για τον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης, σε αντίθεση με το h_b (πάχος της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) που ο ρόλος του εκμηδενίζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να θεωρείται σημαντική η ακριβής μέτρηση του πάχους ασφαλτομίγματος, ενώ το αντίθετο να συμβαίνει με τη μέτρηση του πάχους της βάσης.
- 2) Για τα E_a (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης του ασφαλτομίγματος) και E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης-υπόβασης) παρουσιάζεται πολύ μικρή ποσοστιαία μεταβολή και ο ρόλος τους δεν θεωρείται σημαντικός. Αντίθετα, ο ρόλος του CBR (Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας) φαίνεται να είναι αρκετά σημαντικός. Αυτό δείχνει την αναγκαιότητα της συμπαγούς στρώσης έδρασης, σε αντίθεση με τη βάση και την υπόβαση, οι οποίες δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης.
- 3) Το Y (περίοδος σχεδιασμού του πάχους επανεπίστρωσης) δείχνει να μην παίζει ουσιαστικά κανένα ρόλο στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης, γεγονός που μειώνει την αξιοπιστία της μεθόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ AASHTO ΚΑΙ ASPHALT INSTITUTE

5.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται κατ' αρχήν η σύγκριση της συμπεριφοράς των μεθόδων , AASHTO και Asphalt Institute , μεταξύ διατομών προσομοιωμένου και υφισταμένου οδοστρώματος.

Ακολουθώς γίνεται σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων , για διατομές προσομοιωμένου, αλλά και υφισταμένου οδοστρώματος.

Τέλος , μετά από τη σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και τη δημιουργία ιστογραμμάτων προκύπτουν μερικά πολύ σημαντικά συμπεράσματα .

5.2. Καταγραφή αποτελεσμάτων και μόρφωση ιστογραμμάτων

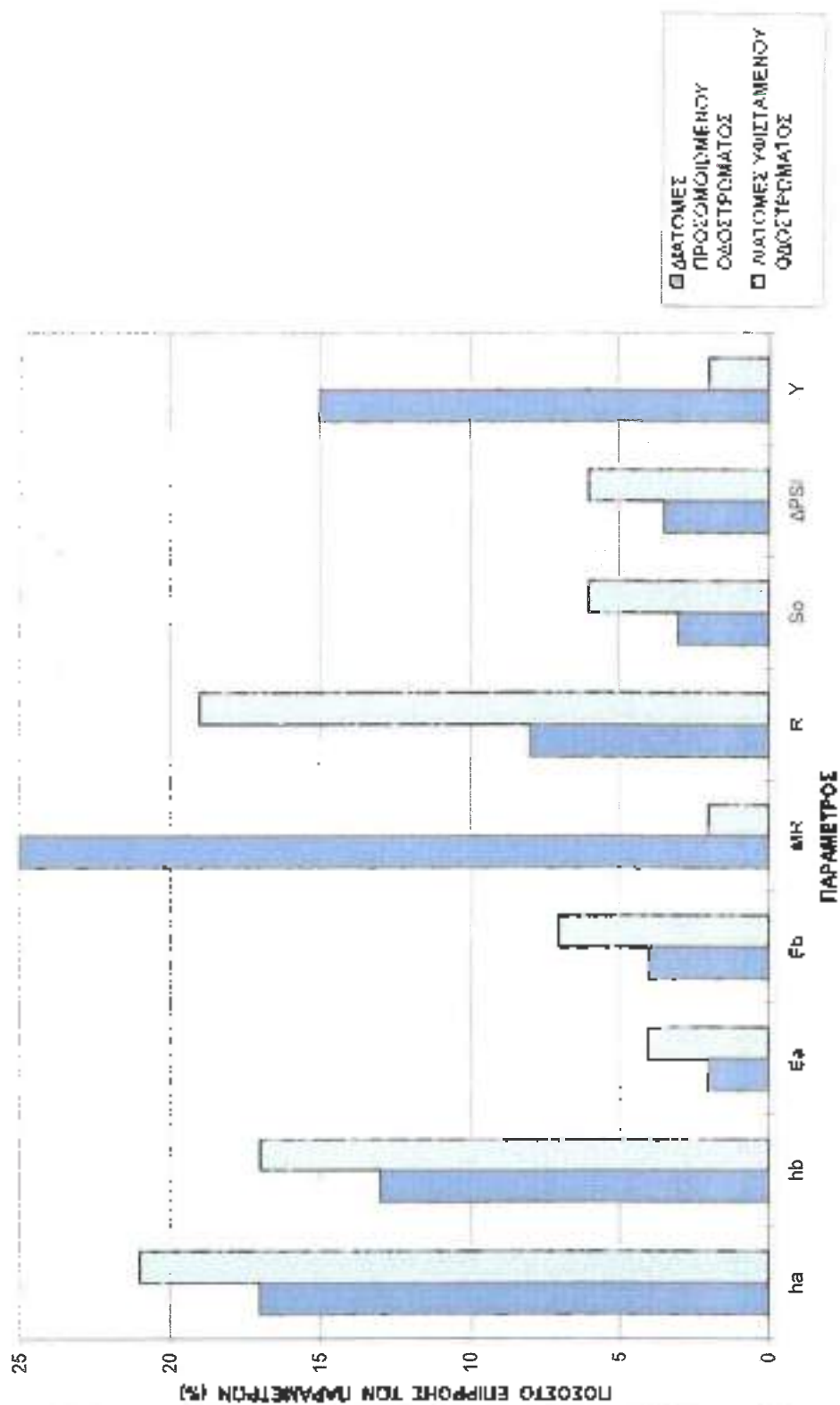
ΑΑΣΗΤΟ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΡΡΟΗΣ (%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΡΡΟΗΣ (%)
h _a	17	21
h _b	13	17
E _a	2	4
E _b	4	7
MR	25	2
R	8	19
S _o	3	6
ΔPSI	3,5	6
Y	15	2

Asphalt Institute	ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΡΡΟΗΣ (%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΡΡΟΗΣ (%)
h _a	17	10
h _b	7	1
E _a	4	4
E _b	7	7
CBR	20	9
Y	21	1

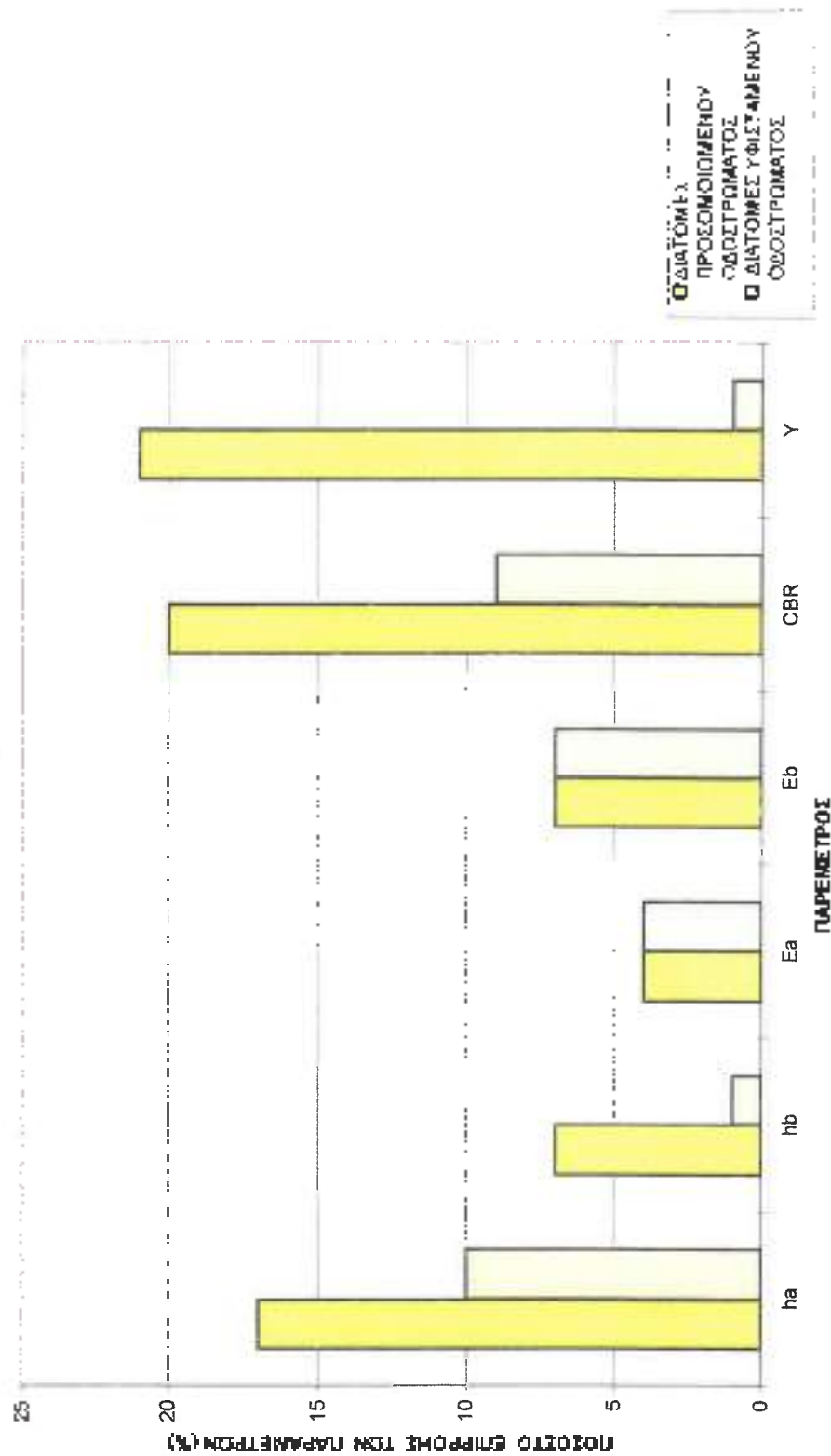
ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΑΣΗΤΟ	Asphalt Institute
h _a	17	17
h _b	13	7
E _a	2	4
E _b	4	7
MR	25	20
Y	15	21

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΑΣΗΤΟ	Asphalt Institute
h _a	17	17
h _b	13	7
E _a	2	4
E _b	4	7
MR	25	20
Y	15	21

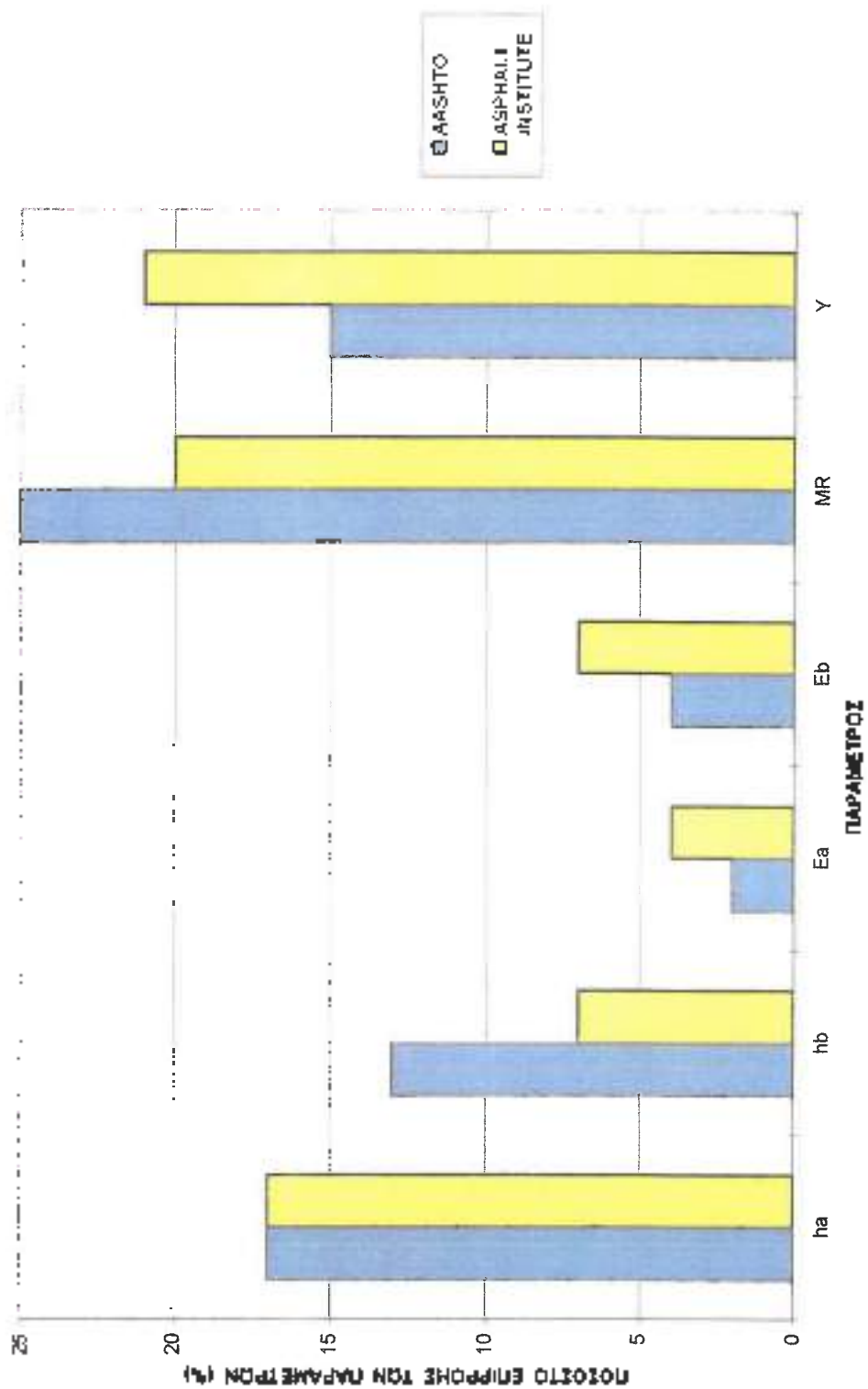
Σύγκριση μεταξύ διαταμών προσομοιωμένου και υφιστάμενου οδοστρώματος για τη μέθοδο AASHTO



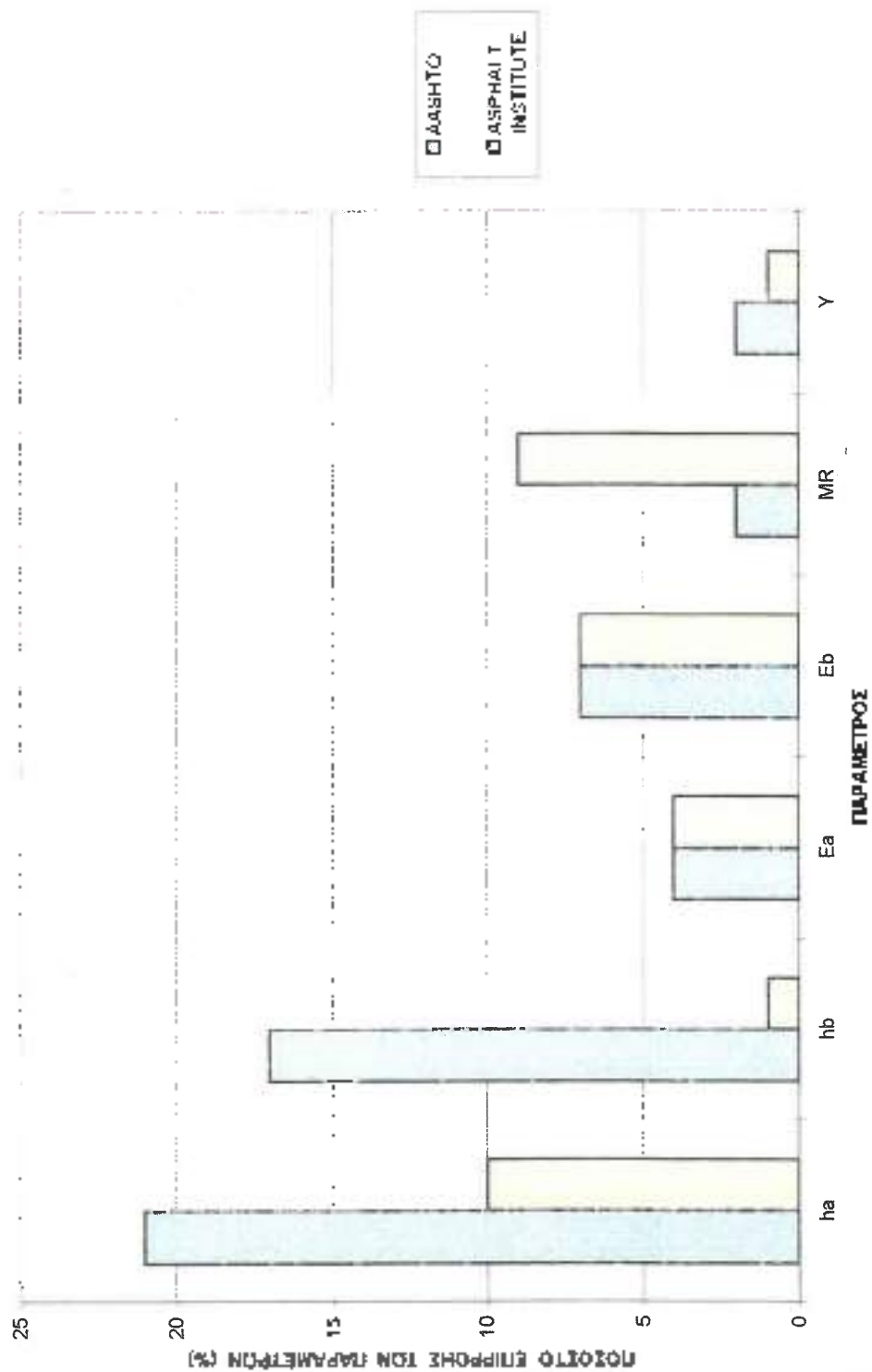
Σύγκριση μεταξύ διατομών προσομοιωμένου και υφιστάμενου οδοστρώματος για τη μέθοδο
 ASPHALT INSTITUTE



Σύγκριση μεταξύ των μεθόδων AASHTO και ASPHALT INSTITUTE για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος



Σύγκριση μεταξύ των μεθόδων AASHTO και ASPHALT INSTITUTE για δεικτούς υφασταμένου οδοστρώματος



5.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

5.3.1. Συμπεράσματα

Μετά από την σύνταξη πινάκων με τα αποτελέσματα και την δημιουργία ιστογραμμάτων μπορούν να εξαχθούν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

Αρχικά για την μέθοδο του AASHTO, παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης των διατομών υφισταμένου οδοστρώματος σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος , της τάξης του 4%, τόσο για το h_a (πάχος στρώσης ασφαλτομίγματος), όσο και για το h_b (πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης-υπόβασης). Όσον αφορά τα μέτρα ελαστικότητας παρατηρήθηκαν αντίστοιχες αυξήσεις της τάξης του 2% για το E_a (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης του ασφαλτομίγματος) και του 3% για το E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης-υπόβασης) . Ακόμα , παρατηρήθηκε αύξηση για το S_o (σταθερή απόκλιση) και για το ΔPSI (συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας) κατά 3% και 2.5%, αντίστοιχα. Ομοίως αύξηση παρατηρήθηκε για το R (επίπεδο αξιοπιστίας), η οποία είναι της τάξης του 11%. Αντίθετα, σημειώθηκε μείωση του ποσοστού μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης της τάξης του 23% για το M_R (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης) και 13% για το Y (περίοδος σχεδιασμού του πάχους επανεπίστρωσης).

Η εφαρμογή της μεθόδου του Asphalt Institute οδήγησε σε παρατήρηση της μείωσης του ποσοστού μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης, των διατομών υφισταμένου οδοστρώματος σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος , της τάξης του 7% και του 6% για το h_a και το h_b, αντίστοιχα. Μείωση παρατηρήθηκε επίσης,

για το CBR (Καλιφορνιακός Δείκτης Φέρουσας Ικανότητας) και για το Y της τάξης του 11% και του 20%, αντίστοιχα. Όσον αφορά τα Ea και Eb, το ποσοστό του πάχους επανεπίστρωσης παρέμεινε αμετάβλητο για τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος .

Συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους μεταξύ τους για τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος , παρατηρήθηκε ότι και στις δύο περιπτώσεις, το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης, παραμένει το ίδιο. Το ποσοστό αυτό μειώνεται κατά 6% για τα hb και κατά 5% για το μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης. Αντίθετα, αύξηση παρατηρήθηκε για τα Ea, Eb, και Y της τάξης του 2%, του 3% και του 6%, αντίστοιχα.

Όσον αφορά τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος, παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τη μέθοδο του Asphalt Institute σε σχέση με τη μέθοδο AASHTO , μειώθηκε κατά 11%, 16% και 1% για τα ha, hb και Y, αντίστοιχα. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση της τάξης του 7% για το μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης, ενώ φαίνεται ότι το αναφερθέν ποσοστό παρέμεινε το ίδιο για τα Ea και Eb.

5.3.2. Σχόλια

Από την σύγκριση των ποσοστών μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης, μεταξύ των διατομών υφισταμένου οδοστρώματος και διατομών προσομοιωμένου οδοστρώματος για τη μέθοδο AASHTO, παρατηρήθηκε γενική αύξηση όσων αφορά τα ha, hb, Ea, Eb So, R και

ΔPSI. Αυτή η αύξηση αναβαθμίζει το ρόλο των μεγεθών αυτών και κατ' επέκταση, την επιρροή τους, στο πάχος επανεπίστρωσης. Αντίθετα η μείωση των M_R και γ σημαίνει ουσιαστικά τον εκμηδενισμό της επιρροής τους στο ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης. Αυτό αποδεικνύει, ότι η μέθοδος μπορεί να λαμβάνει σοβαρά υπόψη της το M_R και το γ στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης, αλλά στην πραγματικότητα οι παράμετροι αυτές, δεν μεταβάλλουν ουσιαστικά το πάχος επανεπίστρωσης για τις διατομές υφισταμένου οδοστρώματος. Το γεγονός αυτό, δηλώνει την αδυναμία της μεθόδου να εφαρμοστεί με ακρίβεια και ασφάλεια για τον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης διατομών υφισταμένου οδοστρώματος.

Από την σύγκριση των ποσοστών μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης μεταξύ των διατομών υφισταμένου οδοστρώματος και διατομών προσομοιωμένου οδοστρώματος για τη μέθοδο του Asphalt Institute , παρατηρήθηκε μείωση και ουσιαστικά, εκμηδενισμός της επιρροής του γ στον υπολογισμό του προαναφερθέντος πάχους. Το γεγονός αυτό καθιστά τη μέθοδο ανακριβή και ανασφαλή στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης για τις διατομές υφισταμένου οδοστρώματος.

Από την σύγκριση των ποσοστών μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης μεταξύ των δύο μεθόδων, τόσο για τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος όσο και για τις διατομές υφισταμένου οδοστρώματος, ξεχωρίζουν τα αυξημένα ποσοστά μεταβολής της μεθόδου του AASHTO, για τις περισσότερες παραμέτρους. Το γεγονός αυτό καθιστά την μέθοδο AASHTO πιο ευαίσθητη. Αυτό σημαίνει, ότι επηρεάζεται περισσότερο από τις παραμέτρους από όπ η μέθοδος του Asphalt Institute, πράγμα που σημαίνει πιο ακριβή και πιο ασφαλή αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μετά από τον έλεγχο της συμπεριφοράς των μεθόδων υπολογισμού του πάχους επανεπίστρωσης της ασφαλικής στρώσης οδού μπορούν να εξαχθούν κάποια τελικά συμπεράσματα και να γίνουν μερικές προτάσεις για την περαιτέρω έρευνα του θέματος .

Και ' αρχήν , μετά από τον πρώτο έλεγχο των μεθόδων για διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μέθοδος του Asphalt Institute είναι η πιο συντηρητική , δηλαδή , υπολόγησε το μεγαλύτερο πάχος επανεπίστρωσης , από όλες τις άλλες μεθόδους , ενώ η μέθοδος [9] το μικρότερο . Διαπιστώθηκε ακόμα ότι , ενώ η μέθοδος του AASHTO παρουσιάζει μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης με σταθερό βήμα (σταθερό ποσοστό μεταβολής) για όλες τις παραμέτρους της , η μέθοδος του Asphalt Institute παρουσιάζει μεταβολή με ακανόνιστο βήμα για τις παραμέτρους h_a (πάχος ασφαλικής στρώσης) , CBR(Καλιφορνιακός δείκτης φέρουσας ικανότητας) , και Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) . Επίσης δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή για την παράμετρο X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - past traffic) .

Ακολούθως , έγινε έλεγχος της ευαισθησίας των μεθόδων του AASHTO και του Asphalt Institute και προέκυψε ότι για το h_a (πάχος ασφαλικής στρώσης) , η μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης είναι περίπου ίση με τη μεταβολή του h_a . Αυτό σημαίνει ότι για ένα τμήμα της οδού με ίδια πάχη στρώσεων για όλες τις διατομές του , δε θα υπάρχει μεγάλη διακύμανση του πάχους επανεπίστρωσης από διατομή σε διατομή . Έτσι θα αποφευχθεί η υπερδιαστασιολόγηση ή η υποδιαστασιολόγηση των διατομών ώστε να έχει

ενιαία πάχους επανεπίστρωσης όλο το τμήμα της οδού . Από τη μεταβολή των παραμέτρων E_a (μέτρο ελαστικότητας της ασφαλτικής στρώσης) και E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) διαπιστώθηκε ότι η ποσοστιαία μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης είναι πολύ μικρή για τις αναμενόμενες αποκλίσεις των παραμέτρων αυτών , από διατομή σε διατομή .Από τον έλεγχο για το CBR (Καλιφορνιακός δείκτης φέρουσας ικανότητας) , διαφαίνεται ότι ο ρόλος του είναι εξίσου σημαντικός και για τις δύο μεθόδους , κάτι που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η στρώση έδρασης είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης . Η μικρή και αναμενόμενη μεταβολή της φέρουσας ικανότητας του εδάφους από διατομή σε διατομή οδηγεί σε μεγάλη διακύμανση του πάχους επανεπίστρωσης .

Όσον αφορά τη μέθοδο του AASHTO , οι παράμετροι R (επίπεδο αξιοπιστίας) , S_o (σταθερή απόκλιση) , ΔPSI (συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας) και X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - *past traffic*) , παρουσιάζουν μικρή επιρροή στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης και το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - *overlay design period*) , μεγάλο . Συμπεραίνεται από αυτό η εκτίμηση των παραμέτρων R , S_o και ΔPSI , μπορεί να είναι υποκειμενική , αλλά δεν επηρεάζει ουσιαστικά το τελικό αποτέλεσμα . Για τις παραμέτρους X και Y , μπορεί το X να έχει μικρή επιρροή , αφού συμμετέχει έμμεσα και στον υπολογισμό των υποχωρήσεων , αλλά το Y είναι σημαντικό και γι' αυτό θα πρέπει να γίνει η σωστή επιλογή του ώστε να μην αστοχήσει μελλοντικά το οδόστρωμα .

Αντίθετα με τη μέθοδο του AASHTO , η μέθοδος του Asphalt Institute δε λαμβάνει άμεσα υπόψη το X (αριθμός αξονικών διελεύσεων που έχει δεκτεί το οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - *past traffic*) , παρά μόνο έμμεσα

στον υπολογισμό των υποχωρήσεων . Όσον αφορά όμως το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) , είναι εξίσου σημαντικό όσο και στην άλλη μέθοδο .

Από το συγκριτικό έλεγχο των πιο πάνω μεθόδων με την Αναλυτική μέθοδο , για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος , πρακύπτει ότι η Αναλυτική υπολόγισε το μεγαλύτερο πάχος επανεπίστρωσης για το συγκεκριμένο τμήμα της οδού και η μέθοδος του AASHTO , το μικρότερο . Μπορεί η διαφορά του απαιτούμενου πάχους επανεπίστρωσης για το συγκεκριμένο τμήμα της οδού να είναι μικρή, της τάξεως του 1,5cm και 4,0cm ,για 100 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα , για τη μέθοδο του AASHTO και τη μέθοδο του Asphalt Institute αντίστοιχα , αλλά αυτή μεταφράζεται σε σημαντική διαφορά στο κόστος κατασκευής της επανεπίστρωσης .Εξίσου σημαντικό είναι το συμπέρασμα ότι το πάχος επανεπίστρωσης μεταβάλλεται σε όλες τις μεθόδους με σταθερό βήμα για όλες τις διατομές ,για διαφορετικές προβλεπόμενες αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα . Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της κυκλοφορίας , σε σχέση με την προβλεπόμενη , για το σχεδιασμό της επανεπίστρωσης , δίνει σταθερή μεταβολή του πάχους επανεπίστρωσης για όλα τα αρχικά προβλεπόμενα πάχη επανεπίστρωσης . Πιο απλά σημαίνει ότι για ένα οδόστρωμα που έχει ήδη επανεπιστρωθεί με ένα X mm πάχος , τότε , χωρίς να επαναληφθεί η διαδικασία υπολογισμού μετά από περίοδο Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) , θα πρέπει να επανεπιστρωθεί το οδόστρωμα με πάχος Z mm . Το πάχος Z mm είναι σταθερό πάχος επανεπίστρωσης για όλα τα τμήματα της οδού και προκύπτει από τους αρχικούς υπολογισμούς αλλά με διαφορετικό αριθμό προβλεπόμενων αξονικών διελεύσεων 13 t / ημέρα .

Από τον έλεγχο ευαισθησίας της μεθόδου του AASHTO , για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος προέκυψε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τις παραμέτρους h_a (πάχος ασφαλικής στρώσης) και h_b (πάχος ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) . παραμένει σημαντικά και μάλιστα είναι αυξημένο σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος . Το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τις παραμέτρους E_a (μέτρο ελαστικότητας της ασφαλικής στρώσης) , E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) , S_o (σταθερή απόκλιση) , και ΔPSI (συνολική μεταβολή της εξυπηρετικότητας) αυξήθηκε σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος . Παραμένει όμως πολύ μικρό και ασήμαντο ουσιαστικά . Αυξήθηκε όμως θεαματικά το ποσοστό μεταβολής για το R (επίπεδο αξιοπιστίας) , κάτι που αναβαθμίζει το ρόλο του και κατ ' επέκταση το ρόλο της σημαντικότητας του έργου . Τελευταίο αλλά πολύ σημαντικό είναι το συμπέρασμα ότι το ποσοστό μεταβολής για το MR (μέτρο ελαστικότητας της στρώσης έδρασης) και το Y (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεχτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) μειώθηκε σημαντικά και ουσιαστικά εκμηδενίστηκε , κάτι που θεωρείται μειονέκτημα της μεθόδου ώστε να εφαρμοστεί , σε διατομές υφισταμένου οδοστρώματος , με ασφαλή αποτελέσματα .

Από τον έλεγχο ευαισθησίας της μεθόδου του Asphalt Institute , για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος προέκυψε ότι το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης , για τις παραμέτρους h_a (πάχος ασφαλικής στρώσης) και CBR (Καλιφορνιακός δείκτης φέρουσας ικανότητας) , μειώθηκε σε σχέση με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος , αλλά παραμένει σημαντικό . Όσον αφορά το ποσοστό για το E_a (μέτρο ελαστικότητας της ασφαλικής στρώσης) και E_b (μέτρο ελαστικότητας της ενωποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) , παρέμεινε το ίδιο και ασήμαντο

με τις διατομές προσομοιωμένου οδοστρώματος .Από την άλλη όμως , το ποσοστό μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για το hb (πάχος ενωπιποιημένης στρώσης βάσης - υπόβασης) και το Υ (αριθμός αξονικών διελεύσεων που θα δεκτεί το επανεπιστρωμένο οδόστρωμα μετατρεπόμενος σε έτη - overlay design period) , μειώθηκε σημαντικά .Το γεγονός αυτό καθιστά και αυτή τη μέθοδο αναξιόπιστη για ασφαλή αποτελέσματα , για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος .

Συγκριτικά δε , για τις δύο μεθόδους , φαίνεται να είναι πιο αξιόπιστη αυτή του AASHTO από την μέθοδο Asphalt Institute , αφού τα ποσοστά μεταβολής του πάχους επανεπίστρωσης για τις παραμέτρους της είναι μεγαλύτερα , δηλαδή είναι πιο ευαίσθητη στις παραμέτρους από τις οποίες εξαρτάται . Ακόμα λαμβάνει υπόψιν , περισσότερες παραμέτρους - στοιχεία για το οδόστρωμα και γενικότερα την οδό .

Οι μέθοδοι που αξιολογήθηκαν χρησιμοποιούνται ευρέως και διεθνώς στον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης , γεγονός που τις καθιστά σημαντικές και πολύτιμες για ένα μελετητή .Από την άλλη όμως παρουσιάζουν κάποια προβλήματα αξιοπιστίας , ασφάλειας και ακριβείας για τον υπολογισμό του πάχους επανεπίστρωσης , σύμφωνα με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή την εργασία .

Ο πιλοτικός χαρακτήρας της εργασίας αυτής αποσκοπούσε στον έλεγχο των μεθόδων που χρησιμοποιούνται διεθνώς και στη σύγκριση μεταξύ τους . Παρόλο που κάποιες μέθοδοι δεν μπόρεσαν να εφαρμοστούν , όπως η μέθοδος Shell , η μέθοδος Nottingham , η Γαλλική και η Γερμανική , για διάφορους λόγους η κάθε μία , οι μέθοδοι του AASHTO και του Asphalt Institute , που αναλύθηκαν είναι οι πιο διεθνώς χρησιμοποιημένες . Θα πρέπει όμως να γίνει περαιτέρω έρευνα για τις δύο αυτές μεθόδους με περισσότερες διατομές και για διαφορετικές συνθήκες , έτσι ώστε να εξαχθούν ασφαλέστερα και ακριβέστερα αποτελέσματα από τα πιο πάνω .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] AASHTO "Guide for Design of Pavement Structures 1986", American Association of State Highway and Transportation Officials Washington DC, 1986
- [2] Hall K.T. , Darter M.I. and Elliott R.P. "Revision of AASHTO pavement overlay design procedures" , Transportation Research Record 1374
- [3] Rohde G.T. "Determining a pavement's structural number from FWD testing" Transportation Research Board "73rd Annual meeting" Washington ,D.C. Jan 1994.
- [4] Λοΐζος Α. και Σαριδάκης Δ. "Συμβολή στον προσδιορισμό των μέτρων ελαστικότητας στρώσεων οδοστρώματος με βάση την τεχνική του F.W.D." "Δελτίο ΚΕΔΕ" 113-116/1992.
- [5] "Asphalt overlays for highway and street rehabilitation", Manual series No17(MS-17) , The Asphalt Institute, Maryland, June 1983.
- [6] Kennedy C.K. and Lister N.W. , "Prediction of pavement performance and the design of overlays" , TRRL Laboratory Report LR833.
- [7] Lister N.W. , "Deflection criteria for flexible pavements" TRRL Report LR375.
- [8] Μπίστης Κ. και Παρμακίζογλου Θ. "Η νέα εθνική έρευνα προέλευσης - προσορισμού της οδικής κυκλοφορίας." Τεχνικά Χρονικά Μάιος-Ιούνιος 1996.
- [9] Veverka V. and Romain J. "Pavement evaluation and overlay design practical method of the Belgian road research center" .Proc., 5th International Conference on Structural design of Asphalt Pavements, 1982.
- [10] Hoyinck W. Th. , van den Ban R. and Gerritsen W. "Lacroix overlay design by three layer analysis". Proc., 5th International Conference on Structural design of Asphalt Pavements, 1982.
- [11] Sidess A., Bonjack H. and Zoltan G. "Overlay design procedure for pavement maintenance management systems", Transportation Research Record 1374

- [12] Claessen A.I.M. and Ditmarsch R. "Pavement evaluation and overlay design/The Shell Method." Proc., 4th International Conference on Structural design of Asphalt Pavements, 1977.
- [13] Brown S.F. and Brunton J.M. "An introduction to the analytical design of bituminous pavements." University of Nottingham .
- [14] Reddy K.S. and Pandey B.B. "Analytical evaluation of bituminous overlays on flexible pavements.", Transportation Research Record 1449.
- [15] Motta L. and Medina J. "Comparative studies of deflectionometry with Benkelman Beam and FWD supported by mechanistic analysis and repeated load testing." 8th International Conference on Structural design of Asphalt Pavements, 1997.
- [16] "Asphalt overlay design procedures", Transportation Research Board December 1984.
- [17] "Pavement Overlay Design Procedures and Assumptions / Vol. I - III " U.S.Department of Transportation.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΔΙΑΤΟΜΕΣ

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ 1	P=50kN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 2	P=50kN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=125mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 3	P=50kN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=150mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 4	P=50kN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=175mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 5	P=50kN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=200mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 6	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=300mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 7	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=350mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 8	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 9	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=450mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 10	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=500mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 11	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=3000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 12	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=3500 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 13	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 14	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4500 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 15	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=5000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 16	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 300 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 17	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 350 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 18	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 19	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 450 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 20	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 500 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 21	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 70 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 22	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 100 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 23	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 120 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 24	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 150 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 25	P=50KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=100mm	$\nu=0.35$	E=4000 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E= 400 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E= 200 MPa

**ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΑΘΗΝΩΝ - ΛΑΜΙΑΣ**

ΔΙΑΤΟΜΗ 1 Χ.Θ. 25.257	P=50 KN	r=15cm	Press =0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=187,5mm	v=0.35	E=2702,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600,0mm	v=0.35	E=334,1 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=150,0 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 2 Χ.Θ. 25.314	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=160,0mm	v=0.35	E=1360,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=670,0mm	v=0.35	E=251,6 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=23,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 3 Χ.Θ. 25.381	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=187,5mm	v=0.35	E=2517,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=610,0mm	v=0.35	E=207,7 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=89,9 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 4 Χ.Θ. 25.445	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ	h=187,5mm	v=0.35	E=4202,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=560,0mm	v=0.35	E=200,6 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=87,0 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 5 Χ.Θ. 25.582	P=50 KN	r=15cm	Press =0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=195,0mm	v=0.35	E=3662,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=475,0mm	v=0.35	E=222,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=186,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 6 Χ.Θ. 25.720	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=150,0mm	v=0.35	E=2807,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=490,0mm	v=0.35	E=477,6 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=141,3 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 7 Χ.Θ. 25.852	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=145,0mm	v=0.35	E=2702,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=562,0mm	v=0.35	E=257,7 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=172,0 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 8 Χ.Θ. 25.923	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155,0mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600,0mm	v=0.35	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 9 Χ.Θ. 26.000	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=170,0mm	v=0.35	E=2576,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=585,0mm	v=0.35	E=215,4 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=178,5 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 10 Χ.Θ. 26.255	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=210,0mm	v=0.35	E=2492,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=500,0mm	v=0.35	E=185,3 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=90,7 MPa

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΔΙΑΤΟΜΗ 1	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=105mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 2	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=130mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 3	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 4	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=180mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 5	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=205mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 6	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=400mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 7	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=450mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 8	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=500mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 9	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=550mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 10	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 11	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=1933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 12	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2433,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 13	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 14	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=3433,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 15	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=3933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 16	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	v=0.35	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 17	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	v=0.35	E=260,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 18	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	v=0.35	E=310,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 19	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	v=0.35	E=360,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 20	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	v=0.35	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	v=0.35	E=410,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		v=0.35	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 21	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=72,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 22	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=102,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 23	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=122,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 24	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=152,4 MPa

ΔΙΑΤΟΜΗ 25	P=50 KN	r=15cm	Press.=0.7074MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤ.	h=155mm	$\nu=0.35$	E=2933,0 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΒΑΣΗΣ	h=600mm	$\nu=0.35$	E=210,2 MPa
ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ		$\nu=0.35$	E=202,4 MPa

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ BISAR

ΔΙΑΤ. 1						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
530,5	371,2	310,2	267,8	208,7	137,3	81,1

ΔΙΑΤ. 2						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
480	354,6	301,3	261,9	205,7	136,9	81,4

ΔΙΑΤ. 3						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
439,3	337,2	291,4	255,6	202,7	136,6	81,7

ΔΙΑΤ. 4						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
405,8	319,9	280,8	248,8	199,6	136,2	82

ΔΙΑΤ. 5						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
377,7	303,4	269,9	241,4	196,2	135,7	82,4

ΔΙΑΤ. 6						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
587,5	417,3	346,4	294,4	221	137,7	79,4

ΔΙΑΤ. 7						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
556,3	392,5	327,2	280,6	215	137,8	80,3

ΔΙΑΤ. 8						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
530,5	371,2	310,2	267,8	208,7	137,3	81,1

ΔΙΑΤ. 9						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
508,8	352,8	295,1	256,1	202,4	136,3	81,7

ΔΙΑΤ. 10						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
490,3	336,9	281,7	254,3	196,2	134,9	82,2

ΔIAT. 11						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
554,3	375,8	313,2	270,7	210,5	137,9	81,2

ΔIAT. 12						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
541,4	373,3	311,6	269	209,6	137,5	81,1

ΔIAT. 13						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
530,5	371,2	310,2	267,8	208,7	137,3	81,1

ΔIAT. 14						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
520,9	369,2	309,1	266,9	208,1	137,1	81

ΔIAT. 15						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
512,5	367,4	308,1	266	207,5	136,9	81

ΔIAT. 16						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
589,7	405,2	330,7	279,6	212,1	136,2	80,2

ΔIAT. 17						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
557,2	386,5	319,5	273,2	210,4	136,8	80,7

ΔIAT. 18						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
530,5	371,2	310,2	267,8	208,7	137,3	81,1

ΔIAT. 19						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
507,9	358,4	302,4	263,1	207,2	137,6	81,5

ΔIAT. 20						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
488,7	347,5	295,7	259	205,8	137,9	81,9

ΔΙΑΤ. 21						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
530,5	371,2	310,2	267,8	208,7	137,3	81,1

ΔΙΑΤ. 22						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
449,7	294	237	199,2	150	95,5	56,1

ΔΙΑΤ. 23						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
415,2	261,2	206,2	170,7	126,3	79,2	46,5

ΔΙΑΤ. 24						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
378,2	226,5	173,7	141	101,9	62,9	37,1

ΔΙΑΤ. 25						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
338,1	189,1	139,2	109,7	76,9	46,8	27,7

**ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΤΜΗΜΑ
ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΑΘΗΝΩΝ - ΛΑΜΙΑΣ**

ΚΥΑΒ 50

ΔΙΑΤ. 1 Χ.Θ. 25.257						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
214,7	149,7	109,7	77,7	51,3	21,3	10,7

ΔΙΑΤ. 2 Χ.Θ. 25.314						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
381,3	189,7	143,3	100,3	37	25	10

ΔΙΑΤ. 3 Χ.Θ. 25.381						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
288,7	138,7	117,3	83	38	17,3	10,3

ΔΙΑΤ. 4 Χ.Θ. 25.445						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
225,3	116,3	101,3	76,7	32,3	9,7	0

ΔΙΑΤ. 5 Χ.Θ. 25.582						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
221,3	119	102,3	72	37,3	15,7	0

ΔΙΑΤ. 6 Χ.Θ. 25.720						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
212,3	109,7	68	44	19	11	0

ΔΙΑΤ. 7 Χ.Θ. 25.852						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
297	160,3	100	66	33	16	0

ΔΙΑΤ. 8 Χ.Θ. 25.923						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
324,7	199	135,3	99,3	50,7	28,3	13,7

ΔΙΑΤ. 9 Χ.Θ. 26.000						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
303,7	181,6	122,3	86,7	48,3	30	16,7

ΔΙΑΤ. 10 Χ.Θ. 26.191						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
289	186,7	138,7	113,3	63,7	24	10,7

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ BISAR

ΔΙΑΤ. 1						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
524	302,3	220	170,9	119,3	74,2	44,1

ΔΙΑΤ. 2						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
459,7	289,6	219,4	172,7	120	74,2	44,2

ΔΙΑΤ. 3						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
410,7	274,7	215,5	173	121	74,3	44,2

ΔΙΑΤ. 4						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
372,3	259,5	209,7	171,7	121,9	74,6	44,2

ΔΙΑΤ. 5						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
341,6	244,8	202,7	169	122,3	75,1	44,4

ΔΙΑΤ. 6						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
428,9	290,5	228,8	183,4	126,3	74,6	43,7

ΔΙΑΤ. 7						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
423,6	280	225,1	180,6	125	74,7	43,8

ΔΙΑΤ. 8						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
418,8	281,9	221,7	178	123,7	74,6	44

ΔΙΑΤ. 9						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
414,5	278,1	218,5	175,4	122,4	74,5	44,1

ΔΙΑΤ. 10						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
410,7	274,7	215,5	173	121	74,3	44,2

ΔIAT. 11						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
459,5	283,8	216,8	171,9	120,2	74,4	44,3

ΔIAT. 12						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
431,9	279,1	216,3	172,6	120,6	74,4	44,2

ΔIAT. 13						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
410,7	274,7	215,5	173	121	74,3	44,2

ΔIAT. 14						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
393,6	270,6	210,4	173,2	121,5	74,3	44,2

ΔIAT. 15						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
379,4	226,7	213,5	173,3	121,9	74,4	44,1

ΔIAT. 16						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
410,7	274,7	215,5	173	121	74,3	44,2

ΔIAT. 17						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
378,5	252,1	199,9	163,1	117,9	74,8	44,7

ΔIAT. 18						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
353,6	235	188,2	155,7	115,5	75,1	45,1

ΔIAT. 19						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
333,7	221,5	179	149,8	113,5	75,2	45,4

ΔIAT. 20						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
317,2	210,5	171,6	145,1	111,8	75,3	45,7

ΔΙΑΤ. 21						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
501,1	362,3	299,9	253,3	191,7	126,5	76,6

ΔΙΑΤ. 22						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
437,9	301	240,8	196,9	141,8	89,3	113,6

ΔΙΑΤ. 23						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
410,7	274,7	215,5	173	121	74,3	44,2

ΔΙΑΤ. 24						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
381,4	246,5	188,6	147,7	99,3	59,2	35,2

ΔΙΑΤ. 25						
D₀	D₁	D₂	D₃	D₄	D₅	D₆
349,6	216,1	159,7	120,6	76,5	43,8	26,2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

AASHTO	X=5	Y=10	CBR=7%	h _a =Varies				
ΔΙΑΤΟΜΗ	D ₀ (mm)	d ₀ (in)	MR (psi)	D (in)	E _p (psi)	S _{neff}	S _{Ny}	Hover (cm)
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
2	0,48	0,018912	10159,5	20,685	95669	4,26	6,57	13,1
3	0,4393	0,017308	10159,5	21,67	107232	4,63	6,57	11,1
4	0,4058	0,015989	10159,5	22,655	118379	5,01	6,57	9,1
5	0,3377	0,013305	10159,5	23,64	157710	5,75	6,57	5,1

AASHTO	X=5	Y=10	CBR=Varies	h _a =100mm				
ΔΙΑΤΟΜΗ	D ₀ (mm)	d ₀ (in)	MR (psi)	D (in)	E _p (psi)	S _{neff}	S _{Ny}	Hover (cm)
21	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
22	0,4497	0,017718	14513,57	19,7	86645	3,92	5,92	11,3
23	0,4152	0,016359	17416,29	19,7	88101	3,94	5,6	9,5
24	0,3782	0,014901	21770,37	19,7	89887	3,97	5,23	7,3
25	0,3381	0,013321	29027,15	19,7	92038	4,00	4,79	4,7

AASHTO	X=5	Y=Varies	CBR=7%	h _a =100mm				
ΔΙΑΤΟΜΗ	D ₀ (mm)	d ₀ (in)	MR (psi)	D (in)	E _p (psi)	S _{neff}	S _{Ny}	Hover (cm)
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	11,8
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	13,4
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1

AASHTO	X=Varies	Y=10	CBR=7%	h _a =100mm				
ΔΙΑΤΟΜΗ	D ₀ (mm)	d ₀ (in)	MR (psi)	D (in)	E _p (psi)	S _{neff}	S _{Ny}	Hover (cm)
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	14,7
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	16
1	0,5305	0,020902	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	16,8

Asphalt institute	X=5	Y=10	CBR=7%	ha=Varies		
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19
2	0,48	385,5	0,5923887	0,2053	1,00	17
3	0,4393	357,1	0,5189817	0,1798	0,88	15
4	0,4058	333,4	0,4610159	0,1597	0,78	14
5	0,3377	284,3	0,3504247	0,1214	0,59	9

Asphalt institute	X=5	Y=10	CBR=Varies	ha=100mm		
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
21	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19
22	0,4497	384,4	0,5374332	0,1862	0,91	14,5
23	0,4152	340,0	0,4770515	0,1653	0,81	12,5
24	0,3782	313,6	0,4149833	0,1438	0,70	11,5
25	0,3381	284,6	0,3510446	0,1216	0,59	9

Asphalt institute	X=5	Y=Varies	CBR=7%	ha=100mm		
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	12
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	15
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19

Asphalt institute	X=Varies	Y=10	CBR=7%	ha=100mm		
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,6878177	0,2383	1,16	19

[11] X=5 Y=10 CBR=7% ha=Varies					
Δ IATOMH	D0 (mm)	D1 (mm)	SCI	SI	Hover (cm)
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	14,5
2	0,48	0,3546	318,49	M =1	13,5
3	0,4393	0,3372	272,49	M =1	13,5
4	0,4058	0,3199	239,09	M =1	13,5
5	0,3377	0,3034	143,19	M =1	13,5

[11] X=5 Y=10 CBR=Varies ha=100mm					
Δ IATOMH	D0 (mm)	D1 (mm)	SCI	SI	Hover (cm)
21	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	14,5
22	0,4497	0,294	355,71	M =0,971	13,5
23	0,4152	0,2612	343,79	S =1	10,5
24	0,3782	0,2265	330,29	S =1	10,5
25	0,3381	0,1891	315,34	S =1	10,5

[11] X=5 Y=Varies CBR=7% ha=100mm					
Δ IATOMH	D0 (mm)	D1 (mm)	SCI	SI	Hover (cm)
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	10,5
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	12,5
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	14,5

[11] X=Varies Y=10 CBR=7% ha=100mm					
Δ IATOMH	D0 (mm)	D1 (mm)	SCI	SI	Hover (cm)
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	10,5
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	10,5
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	10,5
1	0,5305	0,3712	383,06	M =0,848	10,5

[9]	X=5	Y=10	CBR=7%	ha=Varies
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	dLac (1/100)mm	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	52,68	10,5
2	0,48	385,5	47,80	10
3	0,4393	357,1	43,85	10
4	0,4058	333,4	40,59	9,5
5	0,3377	284,3	33,95	9

[9]	X=5	Y=10	CBR=Varies	ha=100mm
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	dLac (1/100)mm	Hover (cm)
21	0,5305	420,4	52,68	10,5
22	0,4497	364,4	44,86	10
23	0,4152	340,0	41,51	9,5
24	0,3782	313,6	37,90	9,5
25	0,3381	284,6	33,99	9

[9]	X=5	Y=Varies	CBR=7%	ha=100mm
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	dLac (1/100)mm	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	52,68	8,5
1	0,5305	420,4	52,68	9
1	0,5305	420,4	52,68	10,5

[9]	X=Varies	Y=10	CBR=7%	ha=100mm
ΔI_{ATOMH}	D0 (mm)	Dyn (μm)	dLac (1/100)mm	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	52,68	14,5
1	0,5305	420,4	52,68	14,5
1	0,5305	420,4	52,68	14,5
1	0,5305	420,4	52,68	14,5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ AASHTO

ΔΙΑΤΟΜΗ	Do (mm)	do (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
2	0,48	0,01891	10159,5	20,685	95669	4,26	6,57	13,1
3	0,4393	0,01731	10159,5	21,67	107232	4,63	6,57	11,1
4	0,4058	0,01599	10159,5	22,655	118379	5,01	6,57	9,1
5	0,3377	0,01331	10159,5	23,64	157710	5,75	6,57	5,1
6	0,5875	0,02315	10159,5	15,76	85519	3,12	6,57	19,1
7	0,5563	0,02192	10159,5	17,73	84432	3,50	6,57	17,1
8	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
9	0,5088	0,02005	10159,5	21,76	83123	4,27	6,57	13,0
10	0,4903	0,01932	10159,5	23,64	83169	4,64	6,57	11,0
11	0,5543	0,02184	10159,5	19,7	77666	3,78	6,57	15,6
12	0,5413	0,02133	10159,5	19,7	80901	3,83	6,57	15,4
13	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
14	0,5209	0,02052	10159,5	19,7	86481	3,92	6,57	14,9
15	0,5125	0,02019	10159,5	19,7	88979	3,96	6,57	14,7
16	0,5897	0,02323	10159,5	19,7	69918	3,65	6,57	16,3
17	0,5572	0,02195	10159,5	19,7	76975	3,77	6,57	15,7
18	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
19	0,5079	0,02001	10159,5	19,7	90400	3,98	6,57	14,6
20	0,4887	0,01925	10159,5	19,7	96787	4,07	6,57	14,1
21	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
22	0,4497	0,01772	14513,6	19,7	86645	3,92	5,92	11,3
23	0,4152	0,01636	17416,3	19,7	88101	3,94	5,6	9,5
24	0,3782	0,01490	21770,4	19,7	89887	3,97	5,23	7,3
25	0,3381	0,01332	29027,2	19,7	92038	4,00	4,79	4,7

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ AASHTO

AASHTO h_a =varies								
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,02090	10160	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
2	0,48	0,01891	10160	20,685	95689	4,26	6,57	13,1
3	0,4393	0,01731	10160	21,67	107232	4,63	6,57	11,1
4	0,4058	0,01599	10160	22,655	118379	5,01	6,57	9,1
5	0,3377	0,01331	10160	23,64	157710	5,75	6,57	5,1

AASHTO h_b =varies								
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
6	0,5875	0,02315	10159,5	15,76	85519	3,12	6,57	19,1
7	0,5563	0,02192	10159,5	17,73	84432	3,50	6,57	17,1
8	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
9	0,5088	0,02005	10159,5	21,76	83123	4,27	6,57	13,0
10	0,4803	0,01932	10159,5	23,64	83169	4,64	6,57	11,0

AASHTO E_s =varies								
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
11	0,5543	0,02184	10159,5	19,7	77666	3,78	6,57	15,6
12	0,5413	0,02133	10159,5	19,7	80901	3,83	6,57	15,4
13	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
14	0,5209	0,02052	10159,5	19,7	86481	3,92	6,57	14,9
15	0,5125	0,02019	10159,5	19,7	88979	3,96	6,57	14,7

AASHTO E_b =varies								
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
16	0,5897	0,02323	10159,5	19,7	69918	3,65	6,57	16,3
17	0,5572	0,02195	10159,5	19,7	76975	3,77	6,57	15,7
18	0,5305	0,02090	10159,5	19,7	83774	3,88	6,57	15,1
19	0,5079	0,02001	10159,5	19,7	90400	3,98	6,57	14,6
20	0,4887	0,01925	10159,5	19,7	96787	4,07	6,57	14,1

AASHTO MR =varies								
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
21	0,5305	0,02090	10160	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
22	0,4497	0,01772	14514	19,7	86645	3,92	5,92	11,3
23	0,4152	0,01636	17416	19,7	88101	3,94	5,6	9,5
24	0,3782	0,01490	21770	19,7	89887	3,97	5,23	7,3
25	0,3381	0,01332	29027	19,7	92038	4,00	4,79	4,7

AASHTO R=varies								
ΔIATOMH	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	5,78	10,9
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	5,91	11,6
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,07	12,5
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,27	13,6
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,2

AASHTO So=varies								
ΔIATOMH	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,42	14,4
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,49	14,8
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,2
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,65	15,7
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,73	16,1

AASHTO ΔPSI=varies								
ΔIATOMH	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,97	17,4
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,86	16,8
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,76	16,3
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,66	15,7
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,2

AASHTO X=varies								
ΔIATOMH	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	14,7
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	16
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	16,8

AASHTO Y=varies								
ΔIATOMH	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	5,97	11,8
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,25	13,4
1	0,5305	0,0209	10159,5	19,7	83777	3,88	6,57	15,1

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ASPHALT INSTITUTE

ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19
2	0,4800	385,5	0,59239	0,205	1,00	17
3	0,4393	357,1	0,51898	0,180	0,88	15
4	0,4058	333,4	0,46102	0,160	0,78	14
5	0,3377	284,3	0,35042	0,121	0,59	9
6	0,5875	459,3	0,80103	0,278	1,356	21,5
7	0,5563	438,1	0,73836	0,256	1,250	20,5
8	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,164	19
9	0,5088	405,5	0,64624	0,224	1,094	17,5
10	0,4903	392,7	0,61147	0,212	1,035	16,5
11	0,5543	436,7	0,7344	0,254	1,243	20,5
12	0,5413	427,8	0,70883	0,246	1,200	19,5
13	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,164	19
14	0,5209	413,8	0,66932	0,232	1,133	18,5
15	0,5125	408,0	0,65327	0,226	1,106	17,5
16	0,5897	460,8	0,80552	0,279	1,364	21,5
17	0,5572	438,7	0,74014	0,256	1,253	20,5
18	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,164	19
19	0,5079	404,9	0,64453	0,223	1,091	17,5
20	0,4887	391,6	0,60849	0,211	1,030	16,5
21	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19
22	0,4497	364,4	0,53743	0,166	0,91	14,5
23	0,4152	340,0	0,47705	0,165	0,81	12,5
24	0,3782	313,6	0,41489	0,144	0,70	11,5
25	0,3381	284,6	0,35104	0,122	0,59	9

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ASPHALT INSTITUTE

Asphalt institute h_a =varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,687818	0,238	1,16	19
2	0,4800	385,5	0,592389	0,205	1,00	17
3	0,4393	357,1	0,518982	0,180	0,88	15
4	0,4058	333,4	0,461016	0,160	0,78	14
5	0,3377	284,3	0,350425	0,121	0,59	9

Asphalt institute h_b =varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
6	0,5875	459,3	0,801035	0,278	1,356	21,5
7	0,5563	438,1	0,738357	0,256	1,250	20,5
8	0,5305	420,4	0,687818	0,238	1,164	19
9	0,5088	405,5	0,646236	0,224	1,094	17,5
10	0,4903	392,7	0,611469	0,212	1,035	16,5

Asphalt institute E_a =varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
11	0,5543	436,7	0,734397	0,254	1,243	20,5
12	0,5413	427,8	0,70883	0,246	1,200	19,5
13	0,5305	420,4	0,687818	0,238	1,164	19
14	0,5209	413,8	0,669316	0,232	1,133	18,5
15	0,5125	408,0	0,653265	0,226	1,106	17,5

Asphalt institute E_b =varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
16	0,5897	460,8	0,805518	0,279	1,364	21,5
17	0,5572	438,7	0,740142	0,256	1,253	20,5
18	0,5305	420,4	0,687818	0,238	1,164	19
19	0,5079	404,9	0,64453	0,223	1,091	17,5
20	0,4887	391,6	0,608492	0,211	1,030	16,5

Asphalt institute CBR=varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
21	0,5305	420,4	0,687818	0,238	1,16	19
22	0,4497	364,4	0,537433	0,186	0,91	14,5
23	0,4152	340,0	0,477052	0,165	0,81	12,5
24	0,3782	313,6	0,414993	0,144	0,70	11,5
25	0,3381	284,6	0,351045	0,122	0,59	9

Asphalt institute X=varies						
$\Delta IATOMH$	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19

Asphalt institute Y=varies						
$\Delta IATOMH$	D0 (mm)	Dyn (μm)	BB (mm)	S (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	12
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	15
1	0,5305	420,4	0,68782	0,238	1,16	19

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
ΣΕ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΑΘΗΝΩΝ - ΛΑΜΙΑΣ**

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΑΣΗΤΟ

Κυκλοφορία : 100 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα

ΔΙΑΤΟΜΗ	Do (mm)	do (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,53706	0,0212	21770,4	31,028	48864	5,10	5,36	1,4
2	0,79705	0,0314	3396,18	32,702	58798	5,72	9,15	18,7
3	0,62641	0,0247	13047,7	31,422	46011	5,07	6,25	6,5
4	0,50536	0,0199	12626,8	29,452	63447	5,29	6,31	5,6
5	0,49758	0,0196	27053,3	26,398	52121	4,44	5,01	3,1
6	0,48001	0,0189	20507,7	25,216	59883	4,44	5,46	5,6
7	0,64197	0,0253	24963,4	27,856	38547	4,23	5,14	4,9
8	0,69351	0,0273	17764,6	29,747	37600	4,48	5,70	6,6
9	0,65450	0,0258	25906,7	28,959	37271	4,35	5,08	4,0
10	0,62697	0,0247	13163,8	27,974	47327	4,55	6,23	9,2

Κυκλοφορία : 1000 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα

ΔΙΑΤΟΜΗ	Do (mm)	do (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	0,53706	0,0212	21770,4	31,028	48864	5,10	6,06	5,2
2	0,79705	0,0314	3396,18	32,702	58798	5,72	10,25	24,7
3	0,62641	0,0247	13047,7	31,422	46011	5,07	7,03	10,7
4	0,50536	0,0199	12626,8	29,452	63447	5,29	7,10	9,9
5	0,49758	0,0196	27053,3	26,398	52121	4,44	5,68	6,8
6	0,48001	0,0189	20507,7	25,216	59883	4,44	6,16	9,4
7	0,64197	0,0253	24963,4	27,856	38547	4,23	5,81	8,6
8	0,69351	0,0273	17764,6	29,747	37600	4,48	6,43	10,6
9	0,65450	0,0258	25906,7	28,959	37271	4,35	5,75	7,6
10	0,62697	0,0247	13163,8	27,974	47327	4,55	7,01	13,4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΛΗΘΟ

ΔΙΑΤΟΜΗ	Dbisar (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (mm)	do (in)	MR (psi)	D (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,70	9,6
2	459,7	352,9	0,74543	0,029370	17764,6	28,762	34540,3	4,22	5,70	8,1
3	410,7	325,3	0,69458	0,027367	17764,6	29,747	37528,2	4,48	5,70	6,6
4	372,3	303,6	0,65433	0,025781	17764,6	30,732	40220,0	4,74	5,70	5,2
5	341,6	286,3	0,62187	0,024502	17764,6	31,717	42631,2	4,99	5,70	3,9
6	428,9	335,6	0,71353	0,028113	17764,6	21,670	38265,7	3,29	5,70	13,2
7	423,6	332,6	0,70802	0,027896	17764,6	23,837	37951,9	3,60	5,70	11,4
8	418,8	329,9	0,70303	0,027699	17764,6	25,807	37774,3	3,90	5,70	9,8
9	414,5	327,4	0,69855	0,027523	17764,6	27,777	37638,0	4,19	5,70	8,2
10	410,7	325,3	0,69458	0,027367	17764,6	29,747	37528,2	4,48	5,70	6,6
11	459,5	352,6	0,74523	0,029362	17764,6	29,747	34407,9	4,35	5,70	7,3
12	431,9	337,2	0,71665	0,028236	17764,6	29,747	36104,1	4,42	5,70	7,0
13	410,7	325,3	0,69458	0,027367	17764,6	29,747	37528,2	4,48	5,70	6,6
14	393,6	315,6	0,67670	0,026662	17764,6	29,747	38763,4	4,53	5,70	6,4
15	379,4	307,6	0,66180	0,026075	17764,6	29,747	39864,1	4,57	5,70	6,2
16	410,7	325,3	0,69458	0,027367	17764,6	29,747	37528,2	4,48	5,70	6,6
17	378,5	307,1	0,66085	0,026038	17764,6	29,747	39925,4	4,58	5,70	6,1
18	353,6	293,1	0,63459	0,025003	17764,6	29,747	42005,1	4,65	5,70	5,7
19	333,7	281,8	0,61347	0,024171	17764,6	29,747	43833,1	4,72	5,70	5,4
20	317,2	272,5	0,59588	0,023478	17764,6	29,747	45476,4	4,78	5,70	5,0
21	501,1	376,3	0,78798	0,031046	10507,8	29,747	36961,6	4,46	5,70	6,8
22	437,9	340,6	0,72288	0,028481	14861,9	29,747	37339,8	4,47	5,70	6,7
23	410,7	325,3	0,69458	0,027367	17764,6	29,747	37528,2	4,48	5,70	6,6
24	381,4	308,7	0,66390	0,026158	22118,7	29,747	37754,9	4,49	5,70	6,6
25	349,6	290,8	0,63035	0,024836	29375,5	29,747	38011,6	4,50	5,70	6,5

AASHTO S ₀ =varies										
ΔI/ATOMH	Dblear (μm)	Dkuab (μm)	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	O (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,02	5,9
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,09	6,3
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,15	6,6
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,22	7,0
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,29	7,4

AASHTO ΔPSI=varies										
ΔI/ATOMH	Dblear (μm)	Dkuab (μm)	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	O (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,49	8,5
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,40	8,0
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,31	7,5
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,22	7,0
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,15	6,6

AASHTO Y=varies										
ΔI/ATOMH	Dblear (μm)	Dkuab (μm)	D0 (mm)	d0 (in)	MR (psi)	O (in)	Ep (psi)	Sneff	SNy	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,09	6,3
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,11	6,4
1	524,0	389,2	0,81136	0,031968	17764,6	27,777	31237,8	3,94	5,15	6,6

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ASPHALT INSTITUTE

ΔΙΑΤΟΜΗ	Dbisar (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (μm)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	2,14	2,14	13
2	459,7	352,9	0,74543	1,85	1,85	12
3	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
4	372,3	303,6	0,65433	1,47	1,47	9,5
5	341,6	286,3	0,62187	1,35	1,35	8,5
6	428,9	335,6	0,71353	1,71	1,71	11,5
7	423,6	332,6	0,70802	1,69	1,69	11,4
8	418,8	329,9	0,70303	1,67	1,67	11,3
9	414,5	327,4	0,69855	1,65	1,65	11,2
10	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
11	459,5	352,8	0,74523	1,85	1,85	12
12	431,9	337,2	0,71665	1,73	1,73	11,5
13	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
14	393,6	315,6	0,67670	1,56	1,56	10,5
15	379,4	307,6	0,66180	1,50	1,50	10
16	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
17	378,5	307,1	0,66085	1,50	1,50	10
18	353,6	293,1	0,63459	1,40	1,40	9
19	333,7	281,8	0,61347	1,32	1,32	8
20	317,2	272,5	0,59588	1,25	1,25	7,5
21	501,1	376,3	0,78798	2,03	2,03	13
22	437,9	340,6	0,72288	1,75	1,75	12
23	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
24	381,4	308,7	0,66390	1,51	1,51	10
25	349,6	290,8	0,63035	1,38	1,38	9

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ASPHALT INSTITUTE

Asphalt Institute		ha=varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	Dblaar (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (μm)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)		
1	524,0	389,2	0,81136	2,14	2,14	13		
2	459,7	352,9	0,74543	1,85	1,85	12		
3	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11		
4	372,3	303,6	0,65433	1,47	1,47	9,5		
5	341,6	286,3	0,62187	1,35	1,35	8,5		

Asphalt Institute		hb=varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	Dblaar (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (μm)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)		
6	428,9	335,6	0,71353	1,71	1,71	11,5		
7	423,6	332,6	0,70802	1,69	1,69	11,4		
8	418,8	329,9	0,70303	1,67	1,67	11,3		
9	414,5	327,4	0,69855	1,65	1,65	11,2		
10	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11		

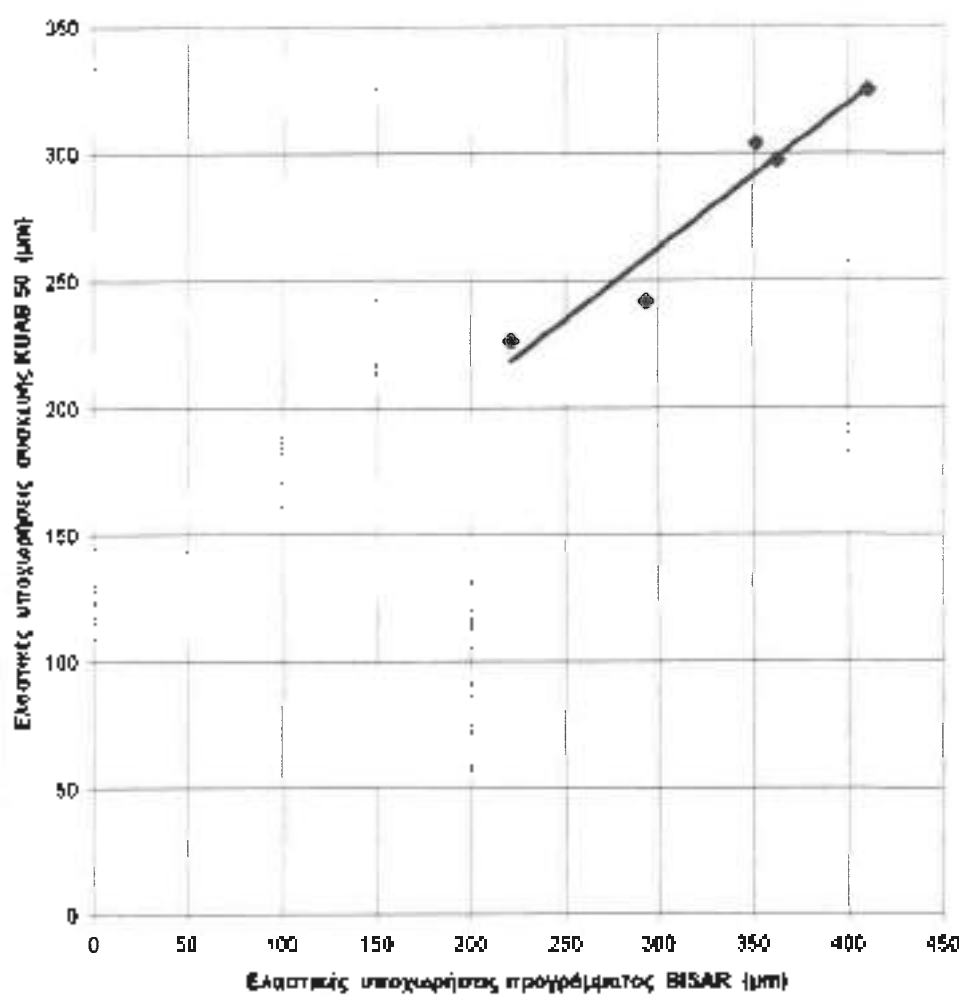
Asphalt Institute		Ea=varies						
ΔΙΑΤΟΜΗ	Dblaar (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (μm)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)		
11	459,5	352,8	0,74523	1,85	1,85	12		
12	431,9	337,2	0,71665	1,73	1,73	11,5		
13	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11		
14	393,6	315,6	0,67670	1,56	1,56	10,5		
15	379,4	307,6	0,66180	1,50	1,50	10		

Asphalt Institute		Eb=varies				
Δ IATOMH	Db _{leas} (μ m)	Dkuab (μ m)	Dyn (μ m)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
16	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11
17	378,5	307,1	0,66085	1,50	1,50	10
18	353,6	293,1	0,63459	1,40	1,40	9
19	333,7	281,8	0,61347	1,32	1,32	8
20	317,2	272,5	0,59588	1,25	1,25	7,5

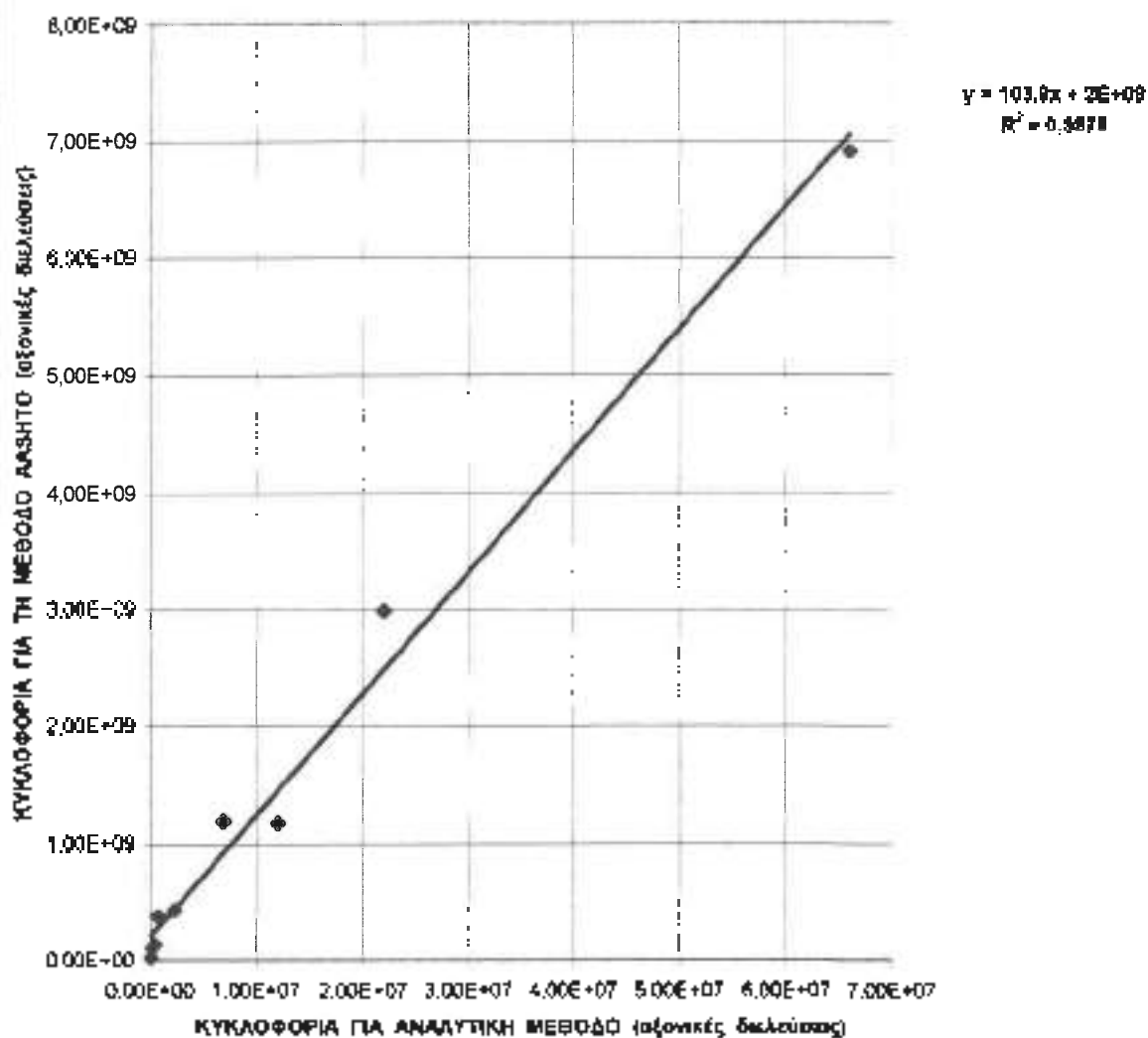
Asphalt Institute CBR=varies							
Δ I/ATOMH	Db _{leas} (μm)	Dkuab (μm)	Dyn (μm)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)	
21	501,1	376,3	0,78798	2,03	2,03	13	
22	437,9	340,6	0,72288	1,75	1,75	12	
23	410,7	325,3	0,69458	1,63	1,63	11	
24	381,4	308,7	0,66390	1,51	1,51	10	
25	349,6	290,8	0,63035	1,38	1,38	9	

Asphalt Institute		Y=varies				
Δ IATOMH	Dblear (μ m)	Dkuab (μ m)	Dyn (μ m)	BB (mm)	RRD (mm)	Hover (cm)
1	524,0	389,2	0,81136	2,14	2,14	10,8
1	524,0	389,2	0,81136	2,14	2,14	10,9
1	524,0	389,2	0,81136	2,14	2,14	11

Συσχετισμός αποτελεσμάτων προγράμματος BISAR με τη συσκευή
KUAB 50

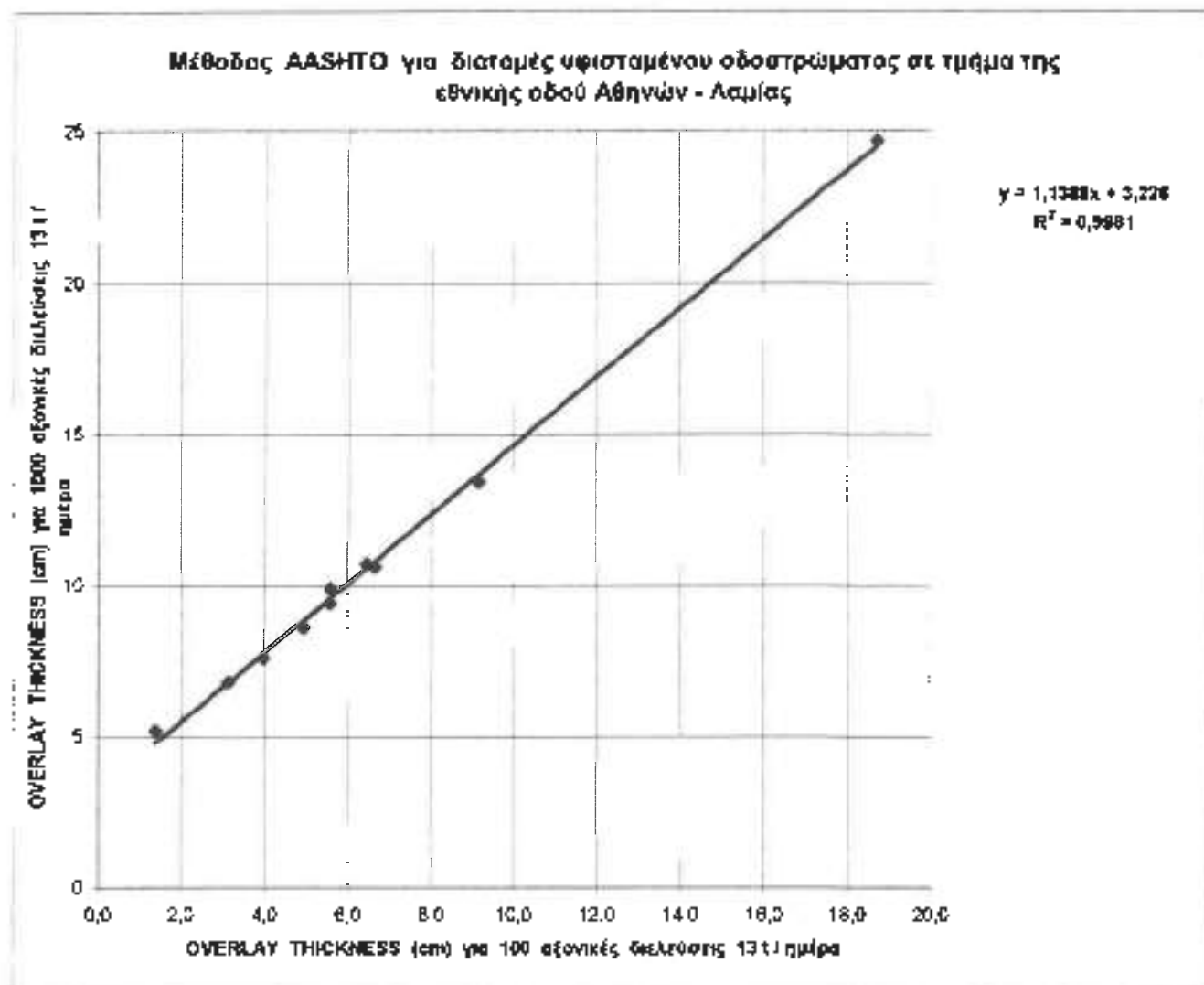


Συσχετισμός της κυκλοφορίας μεταξύ της Αναλυτικής μεθόδου και της μεθόδου AASHTO

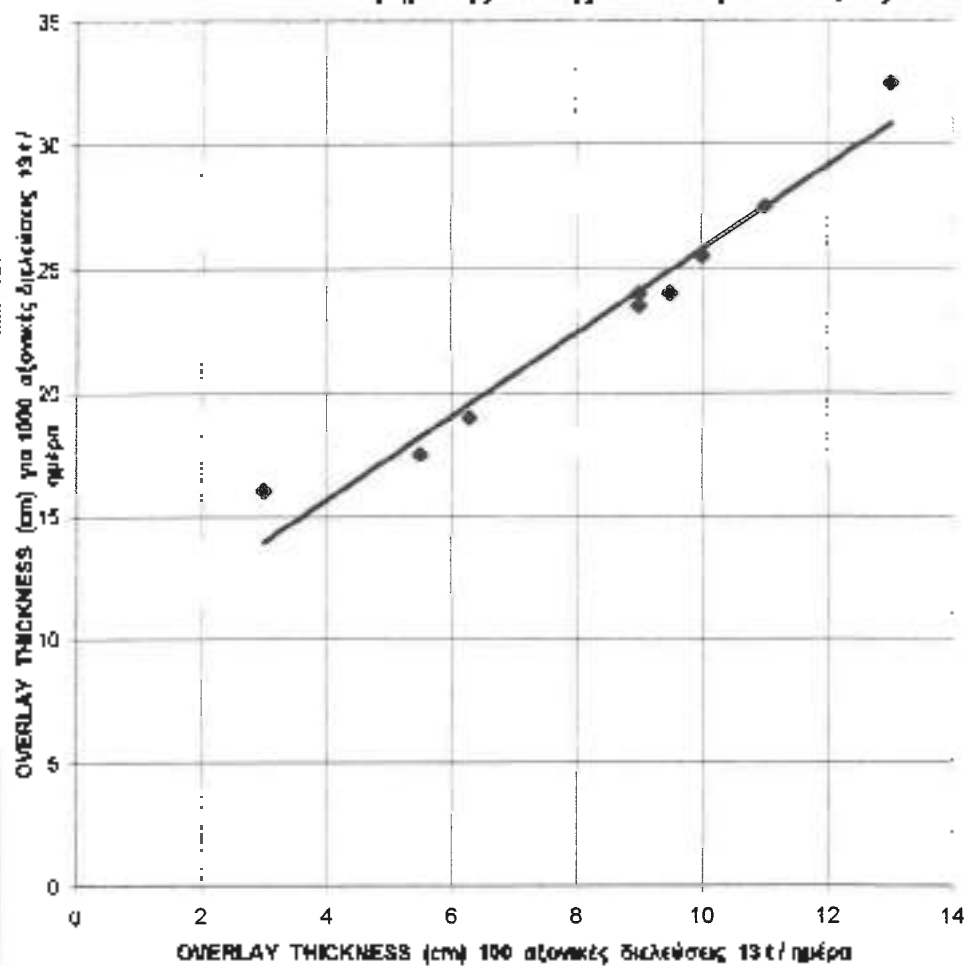


ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ	AASHTO
80000	22131752
2,00E+05	1,01E+08
4,30E+05	1,36E+08
8,00E+05	3,73E+08
2,20E+06	4,29E+08
7,00E+06	1,19E+09
1,20E+07	1,17E+09
2,20E+07	2,99E+09
6,60E+07	6,91E+09

Συσχετισμός πάχους επανεπίστρωσης μεταξύ κυκλοφορίας για 100 και 1000 αξονικές διελεύσεις 13 t / ημέρα για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



Μέθοδος Asphalt Institute για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε
τμήμα της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας



Αναλυτική μέθοδος για διατομές υφισταμένου οδοστρώματος σε τμήμα
της εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας

