

3

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΡΙΘΜ. 13 ΤΟΥ ΔΒ' ΤΟΜΟΥ

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ
ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΣΤΑ ΟΡΕΙΝΑ ΔΑΣΗ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΣΚΙΟΓΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Δασολόγος

Πανεπιστημιακός Βοηθός Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1991

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ.....	38
4.1. Κλίμα.....	38
4.1.1. Θερμοκρασία.....	38
4.1.2. Υδατικά κατακρημνίσματα - υγρασία εδάφους.....	39
4.1.3. Άνεμος.....	40
4.1.4. Παγετός.....	40
4.2. Εδαφος.....	44
4.2.1. Εδαφοτεχνική μελέτη.....	45
4.2.2. Κατάταξη εδαφών.....	45
4.2.3. Μηχανικές ιδιότητες εδάφους.....	49
4.3. Υλικά οδοστρώσις.....	49
4.4. Κυκλοφοριακός φόρτος.....	51
II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	59
5. ΥΛΙΚΑ.....	59
5.1. Εκλογή θέσεων-τόπων έρευνας.....	59
5.2. Προσδιορισμός στοιχείων δασικών δρόμων στους οποίους έχει κατασκευασθεί οδόστρωμα και σχέση των παραγόντων που επηρεάζουν τη δασική εκμετάλλευση.....	64
5.3. Προσδιορισμός των εδαφοτεχνικών συνθηκών στις θέσεις έρευνας.....	66
5.4. Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου, σύνθεσης κυκλοφορίας και προσδιορισμός του τύπου των φορτηγών οχημάτων και του σκοπού μετακίνησής τους.....	70
6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	73
III. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	78
7. ΔΑΣΙΚΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΠΕΡΙΒΟΛΙΟΥ-ΓΡΕΒΕΝΩΝ.....	78
7.1. Δασικός δρόμος I (Περιβόλι-Κατσιαβέλη-Γρεβενά (σχ. 30).....	79
7.2. Δασικός δρόμος II (Περιβόλι-σημείο 3 προς Μικρολίβαδο και Κρανιά).....	91
7.3. Δρόμος III από Μπαϊτάνι προς Περιβόλι.....	97
8. ΔΑΣΙΚΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΠΕΥΚΩΤΟΥ ΑΡΙΔΑΙΑΣ.....	104
8.1. Δασικός δρόμος I.....	105
8.2. Δασικός δρόμος II Πευκωτού.....	112
8.3. Δασικός δρόμος Α κεντρικός Πευκωτού.....	119
9. ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ ΔΡΑΜΑΣ.....	122
9.1. Δρόμος I Εργοτάξιο Μ. Παναγιάς (1500). Νευροκόπι.....	123
9.2. Δρόμος 2 από Μπουσδέλη μέχρι Σιδηρόνερο.....	131

9.3. Δρόμος 3 Κεντρικά - Φυλάκιο θόλου - Παράνεστι.....	135
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩ- ΜΑΤΩΝ.....	143
IV. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	151
11. ΓΕΝΙΚΑ	151
12. ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ.....	151
13. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΣΕΩΝ.....	153
14. ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	172
15. ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	184
16. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	191
V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	195
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	198
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	201
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	207
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	211

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την έρευνα των παραγόντων και συνθηκών που επιδρούν στην κατασκευή ανθεκτικών και οικονομικών οδοστρωμάτων στους δασικούς δρόμους της Ελλάδας προέκυψαν συμπεράσματα, τα οποία αναφέρονται στα επί μέρους αντικείμενα της έρευνας που είναι τα εξής:

I. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Από τα εδαφικά δείγματα και την επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων προσδιορίστηκε η εξίσωση 14.

$$CBR = 8.892 - 0.017X - 0.08Z$$

η οποία εκφράζει τη σχέση της αντοχής (CBR) και της κοκκομετρικής διαβάθμισης (X) των εδαφών, όπου με Z συμβολίζεται το ποσοστό % της αργίλου των εδαφών.

2. Υπολογίστηκαν οι τιμές αντοχής CBR των δασικών εδαφών της χώρας μας, που προέρχονται από τα κυριότερα πετρώματα της Ελλάδας. Οι τιμές αντοχής CBR κυμαίνονται από 3% έως 8%, όπως δείχνουν τα στοιχεία των πινάκων 56 και 57.

II. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

1. Με βάση τα στοιχεία της έρευνας και την τροποποίηση της εξίσωσης 16 (Burllet) με άλλους παράγοντες (K%, Q, n) που κρίθηκαν προσφορότεροι για τη δασική πράξη, αφού προσεγγίζουν περισσότερο τη λύση του προβλήματος, διαρθρώθηκε η εξίσωση 18 με την οποία υπολογίζεται ο δείκτης πάχους SN του οδοστρώματος.

$$SN = - 2.54 + 10^{0.52416 - 0.1647 \log CBR + 0.1068 \log \left[\frac{100}{K} Q \cdot v \cdot n \right]}$$

2. Ο δείκτης πάχους SN του οδοστρώματος επηρεάζεται:

- a. Σε μεγάλο βαθμό από την αντοχή CBR του εδάφους. Αύξηση της τιμής CBR κατά 50% συνεπάγεται μείωση του δείκτη πάχους SN κατά 10.5% (πίνακας 59).

- β. Σε μικρότερο βαθμό από τον παράγοντα n , που εκφράζει τον αριθμό των ισοδύναμων αξόνων (IA) βαρέων οχημάτων, τα οποία μεταφέρουν ποσότητα 1 κυβικού μέτρου ξυλείας. Ο παράγοντας n λαμβάνει για τους δασικούς δρόμους της χώρας μας τιμές από 0.23 έως 0.27 (πίνακας 58). Όταν μειώνεται η τιμή του παράγοντα n κατά 50% παρατηρείται μείωση της τιμής SN κατά 7.9% (πίνακας 59).
- γ. **Ελάχιστα** από τον παράγοντα $K\%$ που εκφράζει το ποσοστό των βαρέων οχημάτων, τα οποία κινούνται μόνο για τη μεταφορά ξυλείας. Ο παράγοντας K λαμβάνει για τους δασικούς δρόμους τιμές από 63.2% έως 91.3% (πίνακας 58). Όταν αυξάνεται κατά 50% παρατηρείται μείωση του δείκτη πάχους SN κατά 6.44%.
3. Τιμές δείκτη πάχους SN ανθεκτικών οδοστρωμάτων δασικών δρόμων, που κατασκευάζονται σε εδάφη προερχόμενα από διάφορα είδη πετρωμάτων, δείχνονται στα σχήματα 62, 63 και 64. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν με βάση τα στοιχεία της έρευνας και σε σχέση με διάφορες τιμές αντοχής CBR του εδάφους και μεταφερόμενης ποσότητας ξυλείας Q . Οι τιμές αυτές συμβάλλουν θετικά στη λύση του προβλήματος υπολογισμού του πάχους ανθεκτικού οδοστρώματος.

III. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΚΑΙ ΑΣΒΕΣΤΗ

1. Τα στοιχεία της έρευνας οδήγησαν στην επιλογή και κατάταξη εδαφών που έχουν την ικανότητα να σταθεροποιούνται με τσιμέντο ή (και) με ασβέστη με σκοπό την επίτευξη οικονομικών οδοστρωμάτων (πιν. 61). Τα απαιτούμενα ποσοστά για το σκοπό αυτό προσδιορίστηκαν για διάφορα εδάφη και δείχνονται στα σχήματα 65 μέχρι 73.
2. Η αντοχή των σταθεροποιημένων με ασβέστη εδαφών αυξάνει, όταν αυξάνεται και το ποσοστό του περιεχομένου μοντμοριλλονίτη στην άργιλο των εδαφών.
3. Η αντοχή των σταθεροποιημένων με τσιμέντο εδαφών αυξάνει, όταν αυξάνεται το ποσοστό του τσιμέντου και ο χρόνος της συντήρησης των δοκιμών πριν από τη θραύση τους.

IV. ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

1. **Η ασφαλτική στρώση** είναι ακριβότερη όλων των άλλων στρώσεων πλην της σταθεροποιημένης βάσης με ασβέστη.
Η κατασκευή ασφαλτικής στρώσης απαιτείται, όταν είναι μεγαλύτερη των $3 \times 10^5 \text{ m}^3$ η ποσότητα ξυλείας που μεταφέρεται στη διάρκεια 30 ετών σε δασικούς δρόμους που κατασκευάστηκαν σε εδάφη με αντοχή $\text{CBR}=3\%$.
2. **Η υπόβαση** σταθεροποιημένη με ασβέστη είναι φθηνότερη από την ασφαλτική στρώση λόγω του χαμηλότερου κόστους πλήρους κατασκευής της υπόβασης.
3. **Οι σταθεροποιημένες** με τσιμέντο και ασβέστη στρώσεις είναι ακριβότερες από τις στρώσεις βάσεων και υποβάσεων με θραυστό αμμοχάλικο 3A ή αμμοχάλικο τύπου 0150.
4. **Οι στρώσεις βάσης και υπόβασης** που κατασκευάζονται με υλικά λατομείου είναι ακριβότερες των ίδιων στρώσεων που κατασκευάζονται από αυτούσιο υλικό.
5. **Για στρώσεις βάσης** που έχουν την ικανότητα να σταθεροποιούνται με ασβέστη και τσιμέντο, οικονομικότερη λύση αποτελεί η σταθεροποίηση με τσιμέντο σε ποσοστό μέχρι 10%. Όταν όμως απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα τσιμέντου, τότε θα πρέπει να προτιμάται η σταθεροποίηση με ασβέστη.
6. Για δείκτη πάχους οδοστρώματος με τιμές $\text{SN} \leq 3$ μπορεί να κατασκευασθεί οδόστρωμα τόσο από απλό φυσικό, όσο και από θραυστό αμμοχάλικο.
7. Προσδιορίστηκαν τυπικές διατομές των οικονομικών και ανθεκτικών οδοστρώματων, που δείχνονται στον πίνακα 68, οι οποίες προέκυψαν από τα στοιχεία της έρευνας (εξίσωση 18, σχήματα 76, πίνακες 65 και 66) και τις τιμές αντοχής CBR του υπεδάφους, του δείκτη πάχους SN του οδοστρώματος και της μεταφερόμενης ποσότητας ξυλείας Q στη δεκαετία που υπολογίζονται για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.