

# Βελτίωση και διαστασιολόγηση μεταφοράς κτηνοτροφικών προϊόντων

## Π. Εσκίογλου

Τομέας Δασοτεχνικών και Υδρονομικών Έργων, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού  
Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,  
540 06 Θεσσαλονίκη

### Περίληψη

Όπως κάθε παραγωγική δραστηριότητα έτσι και η κτηνοτροφία απαιτεί ορθολογική διαχείριση και σύνδεσή της με το λιβαδικό περιβάλλον και τους λιβαδικούς πόρους. Η σωστή χρήση των πόρων αυτών απαιτεί εκτός των άλλων επαρκές και ανθεκτικό οδικό δίκτυο. Η μεταφορά του ζωικού κεφαλαίου καθώς και των παραγόμενων προϊόντων πρέπει να γίνεται με ταχύτητα και ασφάλεια καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, για την άμεση απόδοση του οικονομικού αποτελέσματος και την συνεχόμενη παραγωγή. Οι δρόμοι που συνδέουν το λιβαδικό περιβάλλον με τους χώρους λήψης και κατανάλωσης των προϊόντων, συνήθως δεν ικανοποιούν την ανάγκη αυτή. Τόσο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά όσο και η βατότητα τους πολλές φορές καθιστούν την κίνηση των οχημάτων μεταφοράς δυσχερή και το τελικό προϊόν άγνωστο και ποιοτικά αμφίβολο. Απαιτείται λοιπόν οργανωμένη μελέτη και διαστασιολόγηση των δρόμων αυτών για ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην εργασία αυτή δίνονται τα ερευνητικά αποτελέσματα διαστασιολόγησης δρόμων - με τη βοήθεια σύγχρονων μαθηματικών σχέσεων - σε λιβάδια του Δήμου Ιάσμου του Νομού Ροδόπης, αποτελέσματα που δίνονται σαν απάντηση στο αναπτυξιακό πρόγραμμα για τα έργα υποδομής της περιοχής.

**Λέξεις κλειδιά:** Μεταφορά ζωικού κεφαλαίου, μείωση πάχους σκυρόστρωσης, διαστασιολόγηση και σταθεροποίηση δρόμων.

### Εισαγωγή

Κάθε παραγωγική δραστηριότητα σχεδιάζεται, διαχειρίζεται και εφαρμόζεται από τους κατά περίπτωση ειδικούς επιστήμονες. Σε πολλές περιπτώσεις, επιστήμονες και άλλων ειδικοτήτων μπορούν να συνδράμουν με έρευνες και προτάσεις για καλύτερα αποτελέσματα.

Στην περίπτωση της αξιοποίησης και ανόρθωσης των φυσικών λιβαδιών αλλά και της εκμετάλλευσης του λιβαδικού περιβάλλοντος και των λιβαδικών πόρων, χρειάζεται η συμβολή και άλλων ειδικών αφού οι λιβαδικές εκτάσεις, πλην της βοσκήσιμης ύλης προσφέρουν και άλλα αγαθά και υπηρεσίες (Παπαναστάσης 1992).

Επειδή η προσέγγισή των εκτάσεων αυτών με αυτοκινητόδρομους είναι η πρώτη υποδομή που πρέπει να γίνει - καθώς στη συνέχεια μειώνεται το κόστος όλων των άλλων βελτιώσεων λόγω της μείωσης των μεταφορικών - η συμβολή του δασολόγου οδοποιού θεωρείται σημαντική (Νάστης και συν. 1997).

Ο ρόλος του είναι να απαντήσει σε διάφορα ερωτήματα για την επίτευξη του άριστου αποτελέσματος. Μεταξύ των οποίων είναι: α) Σε τι κατάσταση βρίσκεται το οδικό δίκτυο που συνδέει το λιβαδικό περιβάλλον με τους χώρους λήψης και κατανάλωσης των προϊόντων από άποψη γεωμετρικών χαρακτηριστικών και βατότητας; β) Είναι όλο το έτος σε τέτοια κατάσταση ώστε να εγγυηθούμε στον παραγωγό για την ταχύτητα μεταφοράς και στον έμπορο την άριστη ποιότητα των παραγομένων προϊόντων όταν φθάνουν στο

χώρο κατανάλωσης; γ) Ο κτηνοτρόφος μπορεί να μετακινήσει με ασφάλεια το ζωικό του κεφάλαιο ή να μεταφέρει τις απαραίτητες ζωοτροφές; δ) Υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των κτηνοτρόφων ή απομονώνονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα;

Η απάντηση σε όλες τις παραπάνω ερωτήσεις είναι η πλήρης μελέτη χάραξης, βελτίωσης και διαστασιολόγησης κατασκευής δρόμων χαμηλής έντασης. Η βελτίωση και η ενίσχυση της βατότητας των δρόμων αυτών μπορεί να γίνει είτε με μηχανική σταθεροποίηση είτε με την ανάμιξη του εδάφους με ασβέστη και τσιμέντο για την αύξηση της αντοχής και την βελτίωση των ιδιοτήτων πλαστικότητας (Εσκίολου 1991).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μέθοδος και οι σύγχρονες μαθηματικές σχέσεις με τις οποίες δόθηκε λύση στο πρόβλημα της βελτίωσης των δρόμων μεταφοράς των κτηνοτροφικών προϊόντων σε μία ευαίσθητη περιοχή στη Θράκη και συγκεκριμένα στα λιβάδια και τους χώρους βόσκησης του Δήμου Ιάσμου του Νομού Ροδόπης.

## Περιοχή έρευνας - Υλικά και μέθοδος

Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια ενός ευρύτερου αναπτυξιακού προγράμματος για την επίλυση του δημογραφικού προβλήματος και την οικονομική ανάπτυξη στα ορεινά του Δήμου Ιάσμου του Νομού Ροδόπης και σε δρόμο που εξυπηρετεί και άλλες ανάγκες πλην της κτηνοτροφίας (Δασοπονία, αναψυχή, μετακίνηση πληθυσμού).

Ο Δήμος αυτός αποτελείται από τις πεδινές πρώην κοινότητες που αριθμούν 7000 κατοίκους και από έξι ορεινά χωριά - οικισμούς, οι κάτοικοι των οποίων είναι στο σύνολό τους μουσουλμάνοι και ασχολούνται αποκλειστικά με την κτηνοτροφία. Η έλλειψη κατάλληλης υποδομής και ιδιαίτερα κατάλληλου οδικού δικτύου, οδήγησε πολλές οικογένειες, μπροστά στο ενδεχόμενο απομόνωσης τους αλλά και της δυσκολίας μετακίνησης των προϊόντων τους, να εγκαταλείψουν τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες και να μετακινηθούν στα πεδινά. Για την περιοχή της Θράκης οι μετακινήσεις τέτοιου πληθυσμού έχουν και άλλη σημασία πλην της αστυφιλίας και της απασχόλησης.

Στην προσπάθεια του Δήμου για την αναστροφή του αρνητικού κλίματος, εκπονήθηκε αναπτυξιακό πρόγραμμα μέρος του οποίου αποτελούσε και η διερεύνηση βελτίωσης και ενίσχυσης της βατότητας των δρόμων που οδηγούν στους ορεινούς κτηνοτροφικούς οικισμούς.

Το οδικό δίκτυο που διανοίγει τη Δυτική πλευρά του Νομού Ροδόπης, ξεκινά από υψόμετρο 40 m, καταλήγει στην οροσειρά της Ροδόπης και βρίσκεται πάνω από γρανιτογενευσιακό υπόβαθρο. Αποτελείται από έναν κύριο άξονα μήκους 17 χιλιομέτρων και έξι μικρότερες διακλαδώσεις από 1 έως 2 χιλιόμετρα. Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δίκτυο αυτό μόνο θλίψη και απογοήτευση μπορεί να προσφέρει. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δρόμων είναι τέτοια που δεν επιτρέπουν την ταχεία και ασφαλή κίνηση των οχημάτων ενώ πολλές φορές έχουν σημειωθεί ατυχήματα. Η βατότητα των δρόμων είναι σε πολύ άσχημη κατάσταση αφού δεν διατίθεντο κονδύλια για την συντήρησή τους και επιβάλλεται να γίνει σταθεροποίηση του καταστρώματος.

Για την έρευνα έπρεπε να γίνει καταρχάς διερεύνηση του είδους της επέμβασης ώστε να αυξηθεί η αντοχή και η βατότητα. Η περίπτωση της ασφαλτόστρωσης αλλά και της σταθεροποίησης των εδαφών με τσιμέντο ή ασβέστη αποκλείστηκε για οικονομικούς λόγους. Έτσι το μελετητικό και ερευνητικό ενδιαφέρον στράφηκε τόσο προς τη μηχανική σταθεροποίηση και συμπύκνωση όσο και προς τη χρησιμοποίηση μίγματος χοντρών θραυστών υλικών από τους παρακείμενους χειμάρρους με σκύρα αντοχής CBR = 40. Ελήφθησαν βέβαια σοβαρά υπόψη οι βασικές αιτίες της παραμόρφωσης και της μείωσης της εξυπηρετικότητας των σκυρόστρωτων δρόμων που είναι η υπερφόρτωση των οχημάτων, η μη κανονική κατανομή των αξόνων σε σχέση με τις μεγάλες εγκάρσιες κλίσεις και τα κατακρημνίσματα (Heinimann 1997).

Για τον υπολογισμό του απαραίτητου πάχους σκυρόστρωσης  $t$  χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση ( 1 ) της USDA (Whitcomb 1990) :

$$RD=5.8230 \frac{R^{0.2476}}{(\log t)^{2.002} C_1^{0.9335} C_2^{0.2848}} \quad (1)$$

όπου  $RD$  = το βάθος υποχώρησης =2 in  
 $t$  = πάχος σκυρόστρωσης σε in  
 $R$  = επαναλήψεις σε φορτία ή διελεύσεις  
 $C_1$  = CBR της σκυρόστρωσης στρώσης  
 $C_2$  = CBR υπόβασης

Αν ο χωματόδρόμος δεν πρόκειται να σκυροστρωθεί, τότε με δεδομένο το σταθερό του πάχος των 6 ιντσών, η τιμή της βύθισης (παραμόρφωσης) σε σχέση με τις διελεύσεις  $R$  δίνεται από τη σχέση :

$$RD=9.6213 \frac{R^{0.2476}}{C_1^{0.9335} C_2^{0.2848}} \quad (2)$$

όπου  $C_1$  = CBR συμπυκνωμένου υπεδάφους  
 $C_2$  = CBR μη συμπυκνωμένου υπεδάφους

Για την έρευνά μας απαραίτητες ήταν οι εδαφοτεχνικές εξετάσεις της περιοχής (AASHTO 1986). Για το γρανιτογενευσιακό υπόβαθρο, η εργαστηριακή αντοχή  $C_2$  του υπεδάφους υπολογίστηκε σε τιμές CBR =7.

Το επόμενο βήμα ήταν ο υπολογισμός των κυκλοφορούντων ισοδυνάμων αξόνων (I.A.). Από προηγούμενες έρευνες (Εσκίογλου 1999) αποδείχτηκε ότι τα ελαφρότερα κτηνοτροφικά αυτοκίνητα ισοδυναμούν με 0,006 (I.A.), τα οχήματα unimog με 2,7, τα διαξονικά φορτηγά σε μία πλήρη διαδρομή αντιστοιχούν με 7 I.A. και τα τριαξονικά με 4.5 I.A. Αντίστοιχα η επιβάρυνση του κάθε οχήματος, που δηλώνει πόσοι άξονες χρειάζονται για να μεταφέρουν 1 τόνο ωφέλιμου φορτίου είναι 0,003 για τα ελαφρότερα κτηνοτροφικά οχήματα 0,5 για τα unimog, 0,64 για τα διαξονικά και 0,28 για τα τριαξονικά. Έτσι ανάλογα αν είναι γνωστός ο κυκλοφοριακός φόρτος ή το μεταφερόμενο βάρος, υπολογίζεται το πάχος της οικονομικής και ανθεκτικής στρώσης.

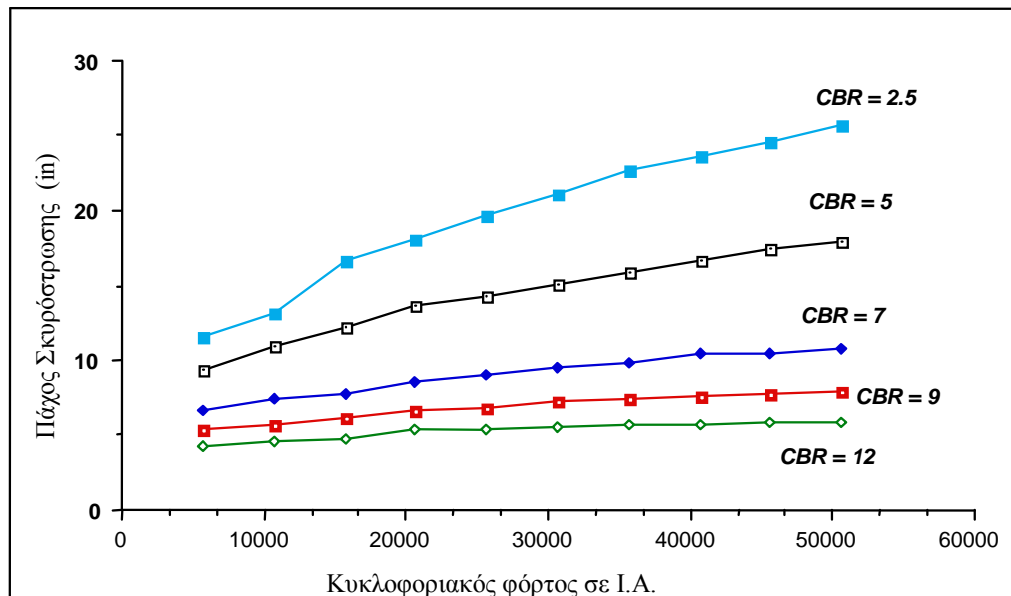
## Αποτελέσματα

Ερευνώντας την σύνθεση της κυκλοφορίας βρέθηκε ότι από τον συγκεκριμένο δρόμο κυκλοφορούν τους θερινούς μήνες αρκετά επιβατηγά οχήματα, ενώ το υπόλοιπο διάστημα ελάχιστα διαξονικά φορτηγά (περίπου 50 ετησίως), περίπου 200 οχήματα Unimog και πάρα πολλά αγροτικά. Ο ετήσιος κυκλοφοριακός φόρτος ανέρχεται σε 1050 ισοδύναμους άξονες και για διάρκεια σχεδιασμού τα 20 χρόνια στους 20100 I.A..

Στην εικόνα 1 δίνεται - με βάση την εξίσωση 1- για όλους τους αγροτικούς δρόμους στους οποίους διακινούνται κτηνοτροφικά προϊόντα, η λύση σκυρόστρωσής τους με την προϋπόθεση ότι η ανεκτή υποχώρηση (παραμόρφωση) είναι 2 ίντσες. Οι καμπύλες αναφέρονται σε 6 διαφορετικές αντοχές υπεδαφών που καλύπτουν το σύνολο των υπεδαφών της χώρας. Η κυκλοφορία είναι η εξαρτημένη και το πάχος η ανεξάρτητη μεταβλητή. Βλέπουμε ότι η τετμημένη δεν ξεπερνά τους 50000 ισοδύναμους άξονες επειδή ο υπολογισμός γίνεται για λίγες επαναλήψεις. Μπορεί όμως να επεκταθεί και για

μεγαλύτερο αριθμό αξόνων όταν η κτηνοτροφία της περιοχής απαιτεί υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο ή όταν χρειάζεται ενίσχυση του υφισταμένου οδικού δικτύου.

Για την έρευνά μας και για το συγκεκριμένο δρόμο προκύπτει το συμπέρασμα ότι απαιτούνται 8 ίντσες ή περίπου μία συμπυκνωμένη στρώση 20m σκύρων για την ταχύτατη και ασφαλέστατη διακίνηση των προϊόντων και του ζωικού κεφαλαίου.



Εικόνα 1. Σχεδιασμός σκυρόστρωτων δρόμων για διάφορα CBR υπεδάφους.

## Συμπεράσματα

Το κυριότερο έργο υποδομής στις λιβαδικές εκτάσεις είναι η προσέγγισή τους με αυτοκινητόδρομους. Στη χώρα μας όμως η κατάσταση των δρόμων τόσο από άποψη γεωμετρικών χαρακτηριστικών όσο και βατότητας δεν είναι ικανοποιητική. Στην περιοχή της έρευνας αλλά και στο σύνολο των λιβαδικών περιοχών τα παραπάνω χαρακτηριστικά οδηγούν τους κτηνοτρόφους, λόγω της απομόνωσής τους αλλά και της δυσκολίας μεταφοράς των προϊόντων, στη σταδιακή εγκατάλειψη της απασχόλησής τους.

Διαπιστώθηκε ότι απαιτείται άμεση βελτίωση των δρόμων που συνδέουν το λιβαδικό περιβάλλον με τους χώρους λήψης και κατανάλωσης των προϊόντων από άποψη τόσο γεωμετρικών χαρακτηριστικών όσο και βατότητας.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δρόμων πάντα θα σχεδιάζονται με βάση τα στοιχεία των δασικών δρόμων ενώ θα πρέπει να σχετίζονται με τις διαστάσεις των κυκλοφορούντων βαρέων οχημάτων. Το πρόβλημα της βατότητας θα επιλύεται μέσα από τις μαθηματικές σχέσεις πάχους σκυρόστρωσης που παρουσιάστηκαν και πάντα με βάση τις εδαφομηχανικές συνθήκες της περιοχής και τον κυκλοφοριακό φόρτο.

Τα παραπάνω σίγουρα θα μειώσουν τα ατυχήματα - κυρίως ανατροπής των οχημάτων - που παρατηρήθηκαν και οφείλονται κυρίως σε 2 αιτίες:

1. Στην υπερβολική ταχύτητα που αναπτύσσουν σε συνάρτηση με την μικρή R καμπυλότητας.
2. Στην κυκλοφορία αγροτικών οχημάτων και τύπων Unimog που χρησιμοποιούν μεγάλο ύψους ελαστικά. Έτσι όμως απομακρύνεται το κέντρο βάρους των οχημάτων από το έδαφος και ανατρέπονται ευκολότερα.

## Βιβλιογραφία

- AASHTO. 1986. Pavement guide for low volume road. Washington DC.
- Εσκίογλου, Π. 1991. Οικονομικά και ανθεκτικά οδοστρώματα στα ορεινά δάση της Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Εσκίογλου, Π. 1999. Η αξονική και μεταφορική επιβάρυνση των οχημάτων στους σκυρόστρωτους δασικούς δρόμους Υπό δημοσίευση στα Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα.
- Heinimann, H.R. 1997. Aggregate - surfaced forest roads - Analysis of vulnerability due to surface erosion. In: Proceedings of the IUFRO / FAO seminar on Forest operations in Himalayan Forest. Bhutan.
- Νάσσης, Α., Π. Στεφανίδης και Κ. Καραγιάννης. 1997. Βελτίωση της υποδομής των λιβαδιών. Φοιτητικές Σημειώσεις. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.
- Παπαναστάσης, Β. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη
- Whitcomb, W. 1990. Aggregate surfacing design Guide. USDA -Forest Service USA.

## Improvement and design of roads for the transportation of livestock products

**P. Eskioglou**

Department of Forest and Natural Environment  
Aristotelian University of Thessaloniki  
540 06 Thessaloniki, Greece

### Summary

As every productive activity so the animal husbandry requires management and connection with the grassland environment and resources. Because of the transportation of animals and rough ages must be fast and safe, a good and durable road network is required. For this reason the forest engineer must calculate the strength of soil (CBR) the type of vehicles (two or three axles) and the load as equivalent axles and to, design an aggregate surfaced road for the increase of bearing capacity with the help of USDA equation. In this paper a such design for the grasslands of Iasmos Rodopis is presented.

**Key words:** Aggregate surfaced layer reduction, design and soil stabilization, transportation livestock products.