

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΘΑΡΜΕΝΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

I. ΓΡΑΒΑΛΟΣ, Θ. ΓΙΑΛΑΜΑΣ, I. ΡΑΠΤΗΣ, Δ. ΚΑΤΕΡΗΣ

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας,
Τμήμα Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων, Τ.Κ. 411 10, Λάρισα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι γεωργικοί ελκυστήρες στην πλειοψηφία τους κατασκευάζονται ως τροχοφόροι που φέρουν ελαστικά επίσωτρα. Τα ελαστικά γενικής χρήσεως είναι αυτά που προτιμούνται από τους Έλληνες αγρότες. Όμως, το υψηλό κόστος αντικατάστασης αναγκάζει τους περισσότερους από αυτούς να επιμένουν, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, στη χρήση φθαρμένων ελαστικών. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνηθεί η επίπτωση που έχουν τα φθαρμένα ελαστικά στην κατανάλωση καυσίμου και στην ελκτική δύναμη του ελκυστήρα. Για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε ένας γεωργικός ελκυστήρας σε άριστη τεχνική κατάσταση και τρία ζεύγη συμβατικών ελαστικών 18,4-34 με διαφορετικό βαθμό φθοράς πέλματος. Ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε διαφορετικές οριζόντιες επιφάνειες εργασίας, ενώ για τη φόρτισή του χρησιμοποιήθηκε ένας δεύτερος ελκυστήρας.

EXAMINATION OF THE CONSEQUENCES OF THE WORN TYRES ON FUEL CONSUMPTION

I. GRAVALOS, TH. GIALAMAS, I. RAPTIS, D. KATERIS

Technological Educational Institute of Larissa, Faculty of Agricultural Technology,
Department of Agricultural Machinery & Irrigation, 41110, Larissa, Greece.

ABSTRACT

Agricultural tractors, in their majority, are designed as being wheeled. Greek farmers prefer the general-purpose tyres. But the high cost of their replacement makes most of them to use worn tyres for a long time. The aim of this paper is the examination of the consequences of the worn tyres on the fuel consumption and the traction force of the tractor. For the experimental process, an agricultural tractor in its best technical state and three couples of tyres 18.4-34 with different degree of wear have been used. The tractor was tested in different horizontal surfaces, while a second tractor was used for its loading.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι γεωργικοί ελκυστήρες στην πλειοψηφία τους κατασκευάζονται ως τροχοφόροι, που φέρουν ελαστικά επίσωτρα. Τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στους γεωργικούς ελκυστήρες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: i) τα συμβατικά ή διαγώνιων λινών (cross ply) και ii) τα ακτινωτά (radial), που επίσης διακρίνονται σ' αυτά με αεροθάλαμο (tube type) και αυτά χωρίς αεροθάλαμο (tube less) [1].

Η βασική διαφορά ανάμεσα στα ελαστικά διαγώνιων λινών και τα ακτινωτά έγκειται στη γωνία των λινών ως προς τη νοητή φορά κύλισης του τροχού. Στα ελαστικά διαγώνιων λινών η γωνία αυτή ποικίλει από 20 έως 80° (συνήθως 40°), ενώ τα στρώματα των λινών τοποθετούνται διαγώνια μεταξύ τους, αυξάνοντας την αντοχή του ελαστικού. Στα ακτινωτά ελαστικά η γωνία αυτή είναι ακριβώς 90° και τα στρώματα των λινών εντελώς παράλληλα μεταξύ τους. Όταν η γωνία λινών και χείλους είναι ακριβώς 90°, τότε βελτιώνεται η πρόσφυση, σε βάρος όμως της αντοχής σε πλευρικά και κάθετα φορτία [2]. Η πρόσθεση της ζώνης στα ακτινωτά ελαστικά περιορίζει την τάση του σκελετού να επιμηκυνθεί, λόγω φορτίων και μεταβολών της πίεσης. Επίσης διατηρεί το πέλμα άκαμπτο, ώστε να μεγαλώνει όσο το δυνατόν η επιφάνεια πρόσφυσης του ελαστικού με το έδαφος.

Προφανώς, είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος πως οι διάφοροι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα ενός ελαστικού αλληλοαναιρούνται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του. Για παράδειγμα αυξάνοντας την ακαμψία του πέλματος έχουμε μικρότερη τριβή κύλισης, δηλαδή μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου, αλλά συγχρόνως παρατηρείται αύξηση της μετάδοσης των μηχανικών δονήσεων (κραδασμών) από το έδαφος προς το σώμα του ελκυστήρα, δηλαδή μεγαλύτερη καταπόνηση του μηχανήματος και του χειριστή του [3]. Αντιθέτως, οι πολύ μαλακές γόμες (γόμες υψηλής υστέρησης) παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή τριβής. Το γεγονός αυτό αντισταθμίζεται με αυξημένη φθορά και υψηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας. Για το λόγο αυτό οι κατασκευαστές αναπτύσσουν διάφορες μορφές και κατηγορίες ελαστικών, ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και τον τρόπο με τον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Στην προσπάθειά τους, να βελτιώσουν τα ελαστικά ακόμη περισσότερο, οι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει τα τελευταία χρόνια ένα νέο τύπο ελαστικών, τα ελαστικά χαμηλού προφίλ [4]. Στα κοινά ελαστικά το ύψος του πλαϊνού είναι ίσο με το 82% του πέλματος. Αντίθετα στα ελαστικά χαμηλού προφίλ το ύψος του πλαϊνού κυμαίνεται από 70% έως 30% του πέλματος. Αποτέλεσμα αυτής της μεταβολής είναι η μείωση της άνεσης και η βελτίωση άλλων χαρακτηριστικών, όπως είναι η αύξηση της κατακόρυφης ακαμψίας με αποτέλεσμα τη δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερων φορτίων, η αύξηση της αντοχής των πλαϊνών και η ταχύτητα απόκρισης στις αλλαγές κατεύθυνσης πορείας [5]. Επίσης, αλλάζει η γεωμετρία του πέλματος, δηλαδή γίνεται βραχύτερο και φαρδύτερο με αποτέλεσμα τη μείωση της φθοράς, την καλύτερη πρόσφυση, τις μικρότερες θερμοκρασιακές μεταβολές [6].

Τα ελαστικά των γεωργικών ελκυστήρων έχουν ειδικά διαμορφωμένα πέλματα, ώστε να αναπτύσσεται καλή πρόσφυση με το έδαφος και ως εκ τούτου να εξασφαλίζεται η μεταφορά της ελκτικής δύναμης ακόμη και σε βαριά εδάφη. Οι προεξοχές (τακούνια) έχουν τέτοια κλίση, ώστε να μην συγκρατούν τις λάσπες και να αυτοκαθαρίζονται (με την κίνηση), ενώ στο κέντρο είναι πιο φαρδιά για να διασφαλίζουν καλύτερη πρόσφυση με το έδαφος και στρωτή οδήγηση στο δρόμο [7], [8].

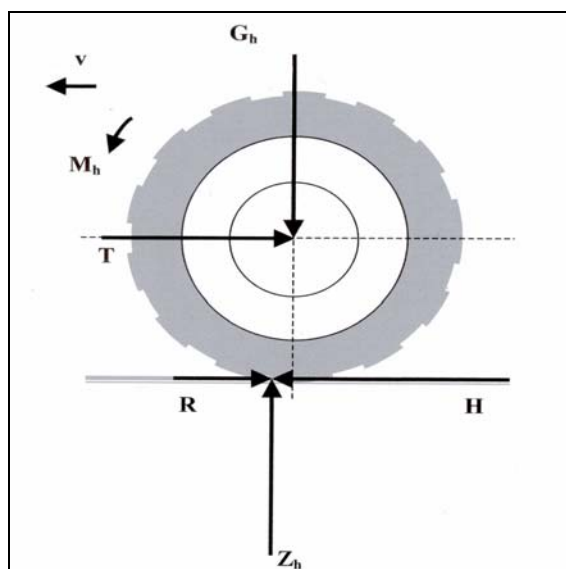
Η σωστή πίεση των ελαστικών παίζει σημαντικό ρόλο. Όταν τα ελαστικά είναι φουσκωμένα περισσότερο από το κανονικό, ο σκελετός τεντώνεται αφύσικα, χάνει την ελαστικότητά του, φθείρεται και σπάει ευκολότερα. Αντίθετα, όταν τα ελαστικά δεν είναι όσο θα πρέπει φουσκωμένα, τα πλευρά τους υποχωρούν εύκολα και τα τακούνια στρεβλώνουν, τα ελαστικά κουράζονται και φθείρονται.

Τα αντίβαρα προσθέτουν βάρος στους κινητήριους τροχούς και βελτιώνουν την ελκτική δύναμη. Συνήθως, χρειάζονται στα αργιλώδη και αμμώδη εδάφη. Επειδή δεν είναι μόνιμο εξάρτημα του ελκυστήρα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν δε φθείρονται τα ελαστικά και με γνώμονα την οικονομία στα καύσιμα [9].

Τα ελαστικά γενικής χρήσεως με τακούνια τύπου V, χωρίς ιδιαίτερα μεγάλο ύψος, είναι αυτά που προτιμούνται από τους Έλληνες αγρότες. Όμως, το υψηλό κόστος αντικατάστασης αναγκάζει τους περισσότερους από αυτούς να επιμένουν, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, στη χρήση φθαρμένων ελαστικών. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνηθεί η επίπτωση που έχουν τα φθαρμένα ελαστικά στην κατανάλωση καυσίμου και ευρύτερα στην ελκτική δύναμη του ελκυστήρα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα ελαστικά των κινητήριων τροχών του γεωργικού ελκυστήρα αποτελούν τμήμα του συστήματος μεταφοράς της ισχύος από τον κινητήρα έως το άγκιστρο έλξης και επομένως, η κατάστασή τους επηρεάζει άμεσα την ελκτική δύναμη του ελκυστήρα και την κατανάλωση καυσίμου. Στο σχήμα 1 απεικονίζονται οι δυνάμεις, οι οποίες ενεργούν επί του κινητήριου τροχού στο οριζόντιο επίπεδο και έχουν σημασία από ενεργειακής πλευράς.



Σχήμα 1. Ανάλυση των δυνάμεων που ενεργούν επί του κινητήριου τροχού.

Στα συγγράμματα των Janosi και Hanamoto [10], Blumental [11], Dwyer [12], Semetko [13] και Τσατσαρέλη [14], περιγράφονται οι ελκτικές ιδιότητες των κινητήριων τροχών με βάση τους ακόλουθους δείκτες:

1. Η «δύναμη έλξης στη δοκό», δηλαδή η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ σώματος ελκυστήρα και τροχού, δίνεται από τη σχέση:

$$T = H - R$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι για να αυξηθεί η ελκτική δύναμη του ελκυστήρα πρέπει η δύναμη ώθησης να αυξάνεται, ενώ η αντίσταση κύλισης να γίνεται μικρότερη.

2. Ένας άλλος δείκτης είναι ο «δυναμικός συντελεστής έλξης»:

$$\mu = T / G_h$$

Ο δυναμικός συντελεστής έλξης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο τύπος των μέσων προώθησης, οι διαστάσεις και η πίεση των ελαστικών, η κατάσταση του εδάφους και άλλοι.

3. Η «ολίσθηση» είναι βασικά η ποσοστιαία έκφραση των απωλειών στην ταχύτητα κίνησης:

$$\delta = [(v_0 - v) / v_0] \cdot 100$$

Η ολίσθηση, εκτός της μείωσης της ταχύτητας, προκαλεί αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου και φθορά των ελαστικών. Σύμφωνα με το NIAE (National Institute of Agricultural Engineering) της Μεγάλης Βρετανίας η ολίσθηση κατά τη διάρκεια εργασίας του ελκυστήρα δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 17 %.

4. Η «αντίσταση κύλισης» προέρχεται από τις τριβές που αναπτύσσονται μεταξύ τροχού και εδάφους:

$$R = f \cdot G_h$$

Μικρή αντίσταση κύλισης σημαίνει ότι διατίθεται μεγαλύτερη ισχύς στην έλξη και μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου. Ο «συντελεστής αντίστασης κύλισης (f)» εκφράζει το λόγο της απαιτούμενης ελκτικής δύναμης για την προώθηση του ελκυστήρα δια του βάρους αυτού.

5. Ένας από τους δείκτες ικανότητας μετατροπής της ροπής στρέψης, που φθάνει στον κινητήριο άξονα, σε ελκτική ισχύ είναι ο «βαθμός απόδοσης ελκτικής ισχύος»:

$$\eta_f = P_f / P_e = (T \cdot v) / (2\pi \cdot M_h \cdot n)$$

Ο βαθμός απόδοσης ελκτικής ισχύος επηρεάζεται από την ολίσθηση και την αντίσταση κύλισης. Μπορεί να προσεγγίσει τιμές πάνω από το 90 % σε σκληρές επιφάνειες αλλά στη γεωργική πράξη παρουσιάζεται μειωμένος κάτω του 50 %. Ο δείκτης αυτός θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερος για να έχουμε οικονομία καυσίμου και να αποφεύγεται η φθορά των ελαστικών.

ΟΝΟΜΑΤΟΘΕΣΙΑ

G_h = Το ασκούμενο φορτίο του κινητήριου τροχού επί του εδάφους [N]. Z_h = Η αντίδραση του εδάφους στο φορτίο του κινητήριου τροχού [N]. H = Η δύναμη ώθησης, που ενεργεί στο σημείο επαφής εδάφους - τροχού [N]. T = Η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης έλξης, που αναπτύσσεται μεταξύ σώματος ελκυστήρα και τροχού [N]. R = Η αντίσταση κύλισης [N]. M_h = Η ροπή στρέψης στον ακραίο κινητήριο άξονα [N·m]. μ = Ο δυναμικός συντελεστής έλξης. δ = Η ολίσθηση [%]. v = Η πραγματική ταχύτητα κίνησης [$m \cdot s^{-1}$]. v_0 = Η θεωρητική ταχύτητα κίνησης [$m \cdot s^{-1}$]. f = Ο συντελεστής αντίστασης κύλισης. η_f = Ο βαθμός απόδοσης ελκτικής ισχύος. P_f = Η αποδιδόμενη ισχύς στην έλξη (ελκτική ισχύς) [W]. P_e = Η εισερχόμενη ισχύς στον ακραίο κινητήριο άξονα [W]. n = Ο αριθμός στροφών των κινητήριων τροχών [s^{-1}].

Στην εργασία αυτή έγινε μία προσπάθεια να διερευνηθούν οι ελκτικές ιδιότητες ελαστικών με διαφορετικό βαθμό φθοράς και η επίπτωση της φθοράς αυτών στην κατανάλωση καυσίμου. Για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε ένας γεωργικός ελκυστήρας, ο οποίος ήταν σε άριστη τεχνική κατάσταση. Ο συγκεκριμένος ελκυστήρας είχε ιπποδύναμη 115 HP, συνολικό βάρος 4930 kg, με κατανομή φορτίου 2050 kg στον εμπρόσθιο άξονα και 2880 kg στον πίσω άξονα, ενώ στους πίσω τροχούς έφερε συμβατικά ελαστικά 18,4/15-34-8PR. Ειδικότερα στις δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν καινούργια ελαστικά με βάθος πέλματος 35 mm, μερικώς φθαρμένα με βάθος πέλματος από 15 έως 20 mm και εντελώς φθαρμένα με βάθος πέλματος από 0 έως 5 mm. Η πίεση των ελαστικών ήταν 0.1 MPa. Ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε διαφορετικές οριζόντιες επιφάνειες εργασίας, όπως: i) έδαφος με υπολείμματα καλαμιάς ύψους 15 cm, ii) καλλιεργημένο έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης με μειωμένη υγρασία και iii) στεγνό κατάστρωμα δημόσιου δρόμου. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου η εμπρόσθια κίνηση (κινητήριος τροχός παρέμειναν μόνο οι οπίσθιοι) και η ταχύτητα κίνησης του ελκυστήρα ήταν σταθερή (1.5 m/s). Για τη φόρτιση του ελκυστήρα χρησιμοποιήθηκε ένας δεύτερος ελκυστήρας μεγαλύτερης ισχύος, στον οποίο έγιναν οι αναγκαίες τροποποιήσεις. Μεταξύ των δύο ελκυστήρων τοποθετήθηκε ένα υδραυλικό δυναμόμετρο έλξης. Εκτός από τη δύναμη έλξης μετρήθηκαν ακόμη η κατανάλωση καυσίμου και η ολίσθηση. Η ολίσθηση μετρήθηκε με τη βοήθεια ενός μικροϋπολογιστικού συστήματος επί του ελκυστήρα (onboard computer), το οποίο αναπαριστά με γραφικό τρόπο το ποσοστό της ολίσθησης. Για τη μέτρηση της κατανάλωσης καυσίμου χρησιμοποιήθηκε μία ογκομετρική συσκευή, η οποία στη βάση της έφερε μία τρίοδη χειροκίνητη βαλβίδα κατευθύνσεως. Με βάση τις ενδείξεις της ογκομετρικής συσκευής υπολογίστηκαν αρχικά η ωριαία κατανάλωση καυσίμου (M_p) και στη συνέχεια η ειδική κατανάλωση καυσίμου κατά την έλξη (m_{pb}). Τέλος, για τη μέτρηση του χρόνου ολοκλήρωσης της κάθε διαδρομής, χρησιμοποιήθηκε ένα ηλεκτρονικό χρονόμετρο.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

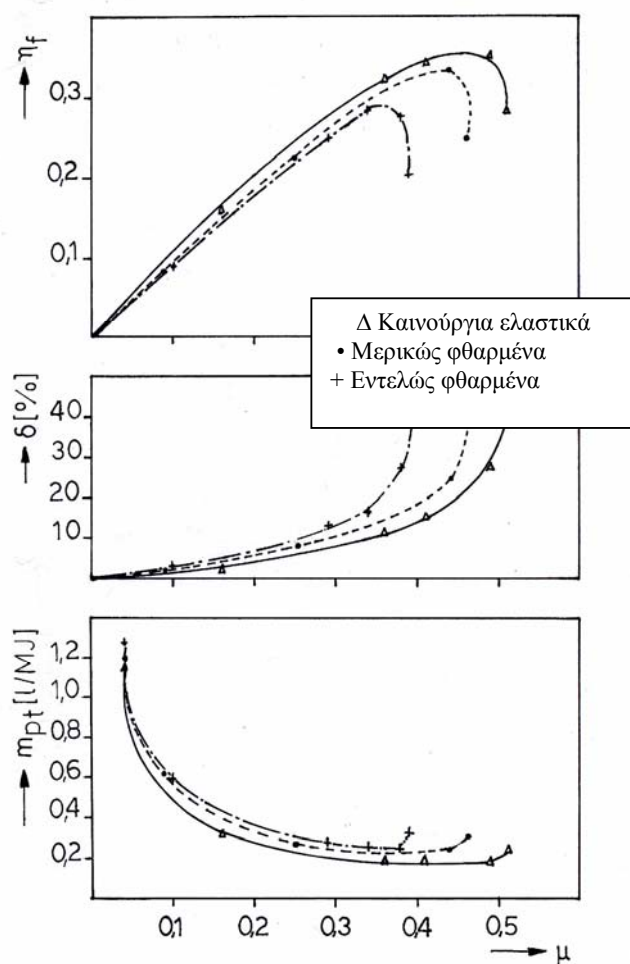
Τα αποτελέσματα δίνονται, για τις τρεις διαφορετικές επιφάνειες των δοκιμών και τα ελαστικά με το διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος, υπό τη μορφή συγκριτικών διαγραμμάτων, από τα οποία προκύπτουν η μεταβολή της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου (m_{pb}), της ολίσθησης (δ) και του βαθμού απόδοσης ελκτικής ισχύος (η_f) σε συνάρτηση του δυναμικού συντελεστή έλξης (μ).

Στο σχήμα 2 παρουσιάζονται τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pb} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε έδαφος με υπολείμματα καλαμιάς ύψους 15 cm και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος. Είναι λοιπόν φανερό ότι στο έδαφος με τα υπολείμματα καλαμιάς, τα εντελώς φθαρμένα ελαστικά παρουσιάζουν μεγαλύτερη ολίσθηση για μικρότερο συντελεστή έλξης, σε σχέση με τα μερικώς φθαρμένα και τα καινούργια ελαστικά. Επομένως είναι λογικό, ο βαθμός απόδοσης ελκτικής ισχύος να εμφανίζεται υψηλότερος, όταν χρησιμοποιήθηκαν τα καινούργια ελαστικά. Παρά ταύτα, δεν παρατηρείται ιδιαίτερα μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις καμπύλες της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου.

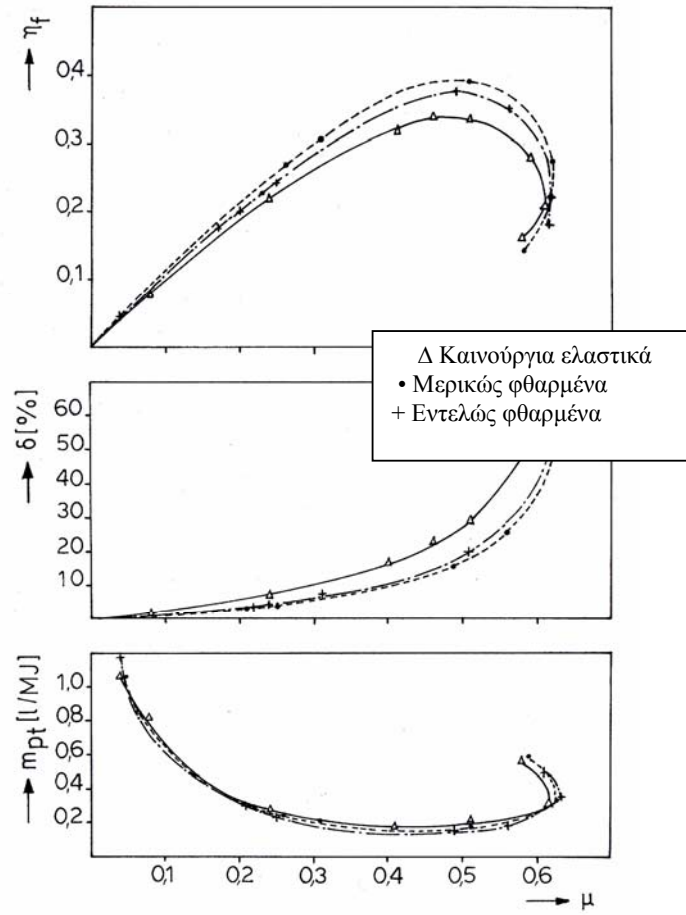
Στο σχήμα 3 παρουσιάζονται τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pb} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε καλλιεργημένο έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης με μειωμένη υγρασία και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος. Στη περίπτωση αυτή, ο βαθμός απόδοσης ελκτικής ισχύος εμφανίζεται βελτιωμένος για τα φθαρμένα ελαστικά σε σχέση με τα καινούργια. Επίσης, η διαφορά ανάμεσα στις καμπύλες της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου περιορίζεται

ακόμη περισσότερο και εμφανίζεται να είναι μικρότερη, όταν χρησιμοποιήθηκαν τα φθαρμένα ελαστικά.

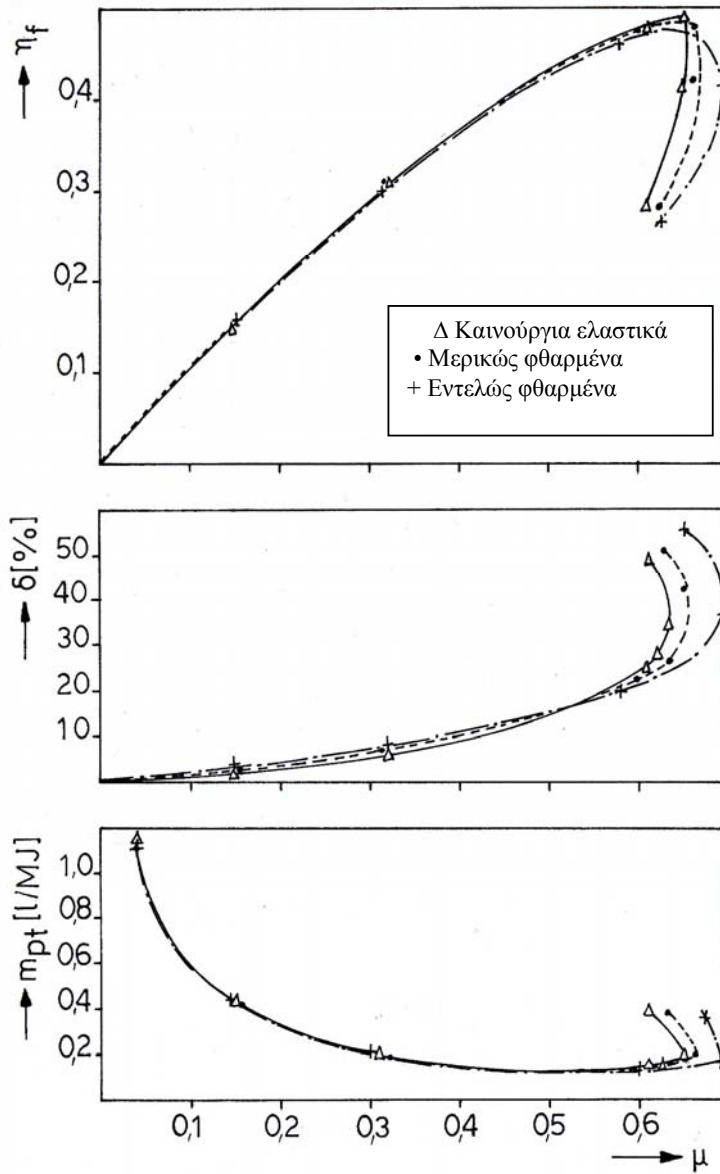
Στο σχήμα 4 παρουσιάζονται τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pt} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε στεγνό κατάστρωμα δημόσιου δρόμου και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος. Παρατηρώντας τις καμπύλες όλων των δεικτών διαπιστώνουμε ότι οι διαφορές μεταξύ τους είναι σχεδόν δυσδιάκριτες και ειδικότερα οι καμπύλες της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου σχεδόν ταυτίζονται.



Σχήμα 2. Τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pt} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε έδαφος με υπολείμματα καλαμιάς ύψους 15 cm και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος.



Σχήμα 3. Τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pt} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε καλλιεργημένο έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης με μειωμένη υγρασία και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος.



Σχήμα 4. Τα συγκριτικά διαγράμματα της μεταβολής των m_{pt} , δ και η_f σε συνάρτηση του μ , όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε στεγνό κατάστρωμα δημόσιου δρόμου και ελαστικά με διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλματος.

Τέλος, από τα αποτελέσματα των δοκιμών προκύπτει, ότι ο ελκυστήρας αποδίδει μεγαλύτερη ελκτική ισχύ, όταν ο δυναμικός συντελεστής έλξης λαμβάνει τιμές $\mu > 0.3$ ενώ οι καμπύλες της κατανάλωσης καυσίμου παρουσιάζονται να είναι περισσότερο επίπεδες. Δεν λαμβάνουμε υπόψη το ακραίο τμήμα των καμπυλών, επειδή δεν έχει καμία πρακτική σημασία για τη λειτουργία του ελκυστήρα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Από τα αποτελέσματα των δοκιμών προκύπτει, ότι ο ελκυστήρας αποδίδει μεγαλύτερη ελκτική ισχύ, όταν ο δυναμικός συντελεστής έλξης λαμβάνει τιμές $\mu > 0.3$, ενώ οι καμπύλες της κατανάλωσης καυσίμου παρουσιάζονται να είναι περισσότερο επίπεδες.
2. Όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε έδαφος με υπολείμματα καλαμιάς ύψους 15 cm, τα φθαρμένα ελαστικά παρουσίασαν, όπως ήταν αναμενόμενο, χειρότερες ελκτικές ιδιότητες σε σχέση με τα καινούργια. Παρά ταύτα, οι αποκλίσεις των καμπυλών της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα σημαντικές.
3. Όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε καλλιεργημένο έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης με μειωμένη υγρασία, τα μερικώς φθαρμένα ελαστικά παρουσίασαν καλύτερες ελκτικές ιδιότητες σε σχέση με τα καινούργια και η διαφορά ανάμεσα στις καμπύλες της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου περιορίστηκε ακόμη περισσότερο.
4. Όταν ο ελκυστήρας δοκιμάστηκε σε στεγνό κατάστρωμα δημόσιου δρόμου, οι αποκλίσεις των καμπυλών όλων των δεικτών είναι σχεδόν δυσδιάκριτες και ειδικότερα οι καμπύλες της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου ταυτίζονται σχεδόν απολύτως.
5. Επομένως, η κατανάλωση καυσίμου επηρεάζεται ελάχιστα από το διαφορετικό βαθμό φθοράς του πέλατος των ελαστικών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Barum Continental Ltd, 1998. *Agricultural Tyres*. Technical Data.
2. Lines, J., A., Murphy, K., 1991. The Radial Damping of Agricultural Tyres. *Journal of Terramechanics*, Vol. 28, No. 2/3, p: 229-241.
3. Keen, A., 2001. The Tyre and Suspension Characteristics of an Off Road Vehicle Determined Using a Single Wheel Tester. *Proceedings of the European Automotive Conference, EAEC*, Bratislava, p: 15-25.
4. Klabal, J., 1986. Nizkoprofilové pneumatiky v zemědělství. *Mechanizace zemědělství*, č. 11, str. 512-513.
5. Van den Akker, J., J., H., 1992. Stresses and required soil strength under terra tyres and tandem and dual wheel configurations. *Proceedings of the International Conference on Soil Compaction and Soil Management*, Tallin, Estonia, p: 23-26.
6. Continental AG, 1996. *Tyre Basics*. Technical Book, Hannover.
7. Gysi, M., Maeder, V., Weisskopf, P., 2001. Pressure distribution underneath tires of agricultural vehicles. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, Vol. 44, p: 1385-1389.
8. Way, T., R., Kishimoto, T., 2003. Interface pressures of a tractor drive tyre on structured and loose soils. *Biosystems Engineering*, Vol. 87, p: 109-120.
9. Way, T., R., Erbach, D., C., Bailey, A., C., Burt, E., C., Johnson, C., E., 2005. Soil displacement beneath an agricultural tractor drive tire. *Journal of Terramechanics*, Vol. 42, p: 35-46.
10. Janosi, Z., Hanamoto, B., 1961. The analytical determination of drawbar pull as a function of slip for tracked vehicles in deformable soils. *Proc. 1st Int. Conf. Mechanics of Soil-Vehicle Systems*, Torino.
11. Blumenthal, R., 1972. *Technisches Handbuch Traktoren*. Veb Verlag Technik, Berlin.
12. Dwyer, M., J., 1978. Maximizing agricultural tractor performance by matching weight, tyre size and speed to the power available. *Proc. 6th Int. Conf., ISTUS*, 479-493.
13. Semetko, J., a kol., 1981. *Traktory a Automobily III*. Priroda, Bratislava.
14. Τσατσαρέλης, Κ., Α., 1997. *Γεωργικοί Ελκυστήρες*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.