

# Μηχανική προσέγγιση στη βελτίωση διαχείρισης λειμώνων

**Π. Καραρίζος**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασοτεχνικών και  
Υδρονομικών Έργων, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας  
Πανεπιστημιούπολη, 541 24 Θεσσαλονίκη,  
e-mail: pkakariz@for.auth.gr

## Περίληψη

Οι εφαρμογές σύγχρονων μεθόδων και η χρήση μηχανημάτων κρίθηκαν απαραίτητες τα τελευταία χρόνια σε όλα τα έργα και ασφαλώς στις εργασίες που αφορούν τη διαχείριση και τη βελτίωση λιβαδιών και λειμώνων. Η εξέλιξη των μηχανημάτων επέβαλε τον εξοπλισμό τους με ηλεκτρονικές διατάξεις και αυτοματισμούς. Όλοι αυτοί οι μηχανισμοί, που είναι πολυποίκιλοι βοηθούν στον προσδιορισμό και την αύξηση της απόδοσης καθώς και στη μείωση του κόστους παραγωγής. Στην εργασία αυτή αξιολογήθηκε η θεωρητική απόδοση ενός σύγχρονου μηχανήματος σποράς σε λειμόνα, από τον στιγμιαίο όγκο ( $m^3/S$ ) και το βάρος ( $kg/s$ ) των κόκκων με βάση το πλάτος εργασίας και την ταχύτητα προώθησης. Για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός της απόδοσης του συγκεκριμένου μηχανήματος σποράς χρησιμοποιήθηκε η σύγχρονη τεχνολογία με την οποία είναι εξοπλισμένο και αφορά την υποστήριξη μικροϋπολογιστών καθώς και αισθητήρων διαφόρων τύπων.

**Λέξεις κλειδιά:** Σύγχρονα μηχανήματα, εξοπλισμός με ηλεκτρονικές διατάξεις, αυτοματισμοί, αύξηση απόδοσης, μείωση κόστους παραγωγής, βελτίωση λειμώνων.

## Εισαγωγή

Υπάρχουν γενικά τρεις διαφορετικοί τρόποι για τη σπορά: α. στα πεταχτά, β. γραμμική και γ. σπορά ακριβείας. Η σπορά στα πεταχτά (broadcasting) είναι η αρχαιότερη μέθοδος και συνίσταται στη διασκόρπιση των σπόρων στην επιφάνεια του εδάφους σε τυχαίες θέσεις. Ο σπόρος διασκορπίζεται σε καλλιεργημένο ήδη έδαφος ή σπανιότερα και σε ακαλλιέργητο. Παλαιότερα η διασκόρπιση γίνονταν από εργάτη-σπορέα. Σήμερα χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα ή ακόμη και αεροπλάνα. Ο ρόλος των σπαρτικών μηχανημάτων είναι να τοποθετούν το σπόρο σε περιβάλλον που θα του επιτρέψει να φυτρώσει γρήγορα και ομοιόμορφα, ώστε η καλλιέργεια που θα προκύψει να αποδώσει τα μέγιστα. (Τσατσαρέλης 2000)

Εργαλεία κατάλληλα π.χ. για γραμμική σπορά αναφέρεται ότι χρησιμοποιήθηκαν από το 2800 π.Χ. στην Κίνα. Είχαν τη μορφή ενός βαρελιού τοποθετημένου σε τροχούς που είχε μια χοάνη με τρία ράμφη. Το 1200 π.Χ. κατασκευάστηκε στη Βαβυλώνα μια σπαρτική όπου η χοάνη ήταν στερεωμένη στο σταβάρι ενός αρότρου. (Hine 1961) Στην Ευρώπη κατασκευάστηκε η πρώτη σπαρτική μηχανή το 1636 μ.Χ. από τον Joseph Locatelli. Είχε ένα κυλινδρικό ξύλινο δοχείο σπόρου μέσα στο οποίο υπήρχε άξονας με κουταλάκια. Καθώς περιστρέφονταν ο άξονας τα κουταλάκια μετέφεραν σπόρο και τον έριχναν σε χοάνες. Στη συνέχεια διαμέσω σωλήνων διασκορπίζονταν στην επιφάνεια του

εδάφους. (Bernacki et al. 1972) Το μηχάνημα αυτό το βελτίωσε ο Άγγλος Jethro Jull γύρω στα 1730. Στη Γαλλία το 1750 κατασκευάζεται η πρώτη σπαρτική με διασπαρτικό σύστημα τύπου φατνίων, από τον Duhamel de Monceau, ενώ το 1754 η πρώτη σπαρτική με κουταλάκια. Το 1785 ο James Cook σχεδίασε μία σπαρτική μηχανή, οι αρχές της οποίας επέζησαν μέχρι σχεδόν της εποχής μας. Η μηχανή αυτή βρήκε ευρεία χρήση στην Αγγλία.

Την ίδια περίπου εποχή (1804) ο Γερμανός Ducket κατασκεύασε μία σπαρτική που αποτελούνταν από δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα ήταν μία μηχανή συρόμενη από ίππους που άνοιγε αυλακίες και το δεύτερο τμήμα μία ωθούμενη από εργάτη σπαρτική μηχανή τριών σειρών. Η διασπορά γίνονταν με άξονα που έφερε εγκοπές. Στο Βέλγιο το 1843 κατασκευάζεται η πρώτη σπαρτική για ζαχαρότευτλα. Στις Η.Π.Α. η πρώτη μηχανή γραμμικής σποράς κατασκευάσθηκε στην Pennsylvania στις αρχές του 19ου αιώνα, αν και είχε δοθεί δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για κατασκευή μιας σπαρτικής μηχανής του είδους αυτού το 1799 στον Eliakin (Γαβριηλίδης 1984). Το 1892 κατασκευάσθηκε για πρώτη φορά ο τύπος σπαρτικής καλαμποκιού με δίσκους και εγκοπές στην περιφέρεια, όπως αυτός περίπου που χρησιμοποιείται και σήμερα. Το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μηχανή γραμμικής σποράς καλαμποκιού δόθηκε στις Η.Π.Α. το 1939 σε κάποιον Rockwell.

Η πρόοδος που συντελέστηκε τα τελευταία χρόνια στην εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών είναι εντυπωσιακή. Από το 1960 εμφανίσθηκαν οι πρώτες πνευματικές μηχανές, οι οποίες θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως οι σπαρτικές ακριβείας. Σήμερα χρησιμοποιούνται στις σπαρτικές, όπως και γενικότερα σ' όλα τα γεωργικά μηχανήματα, ηλεκτρονικές διατάξεις που ρυθμίζουν και σταθεροποιούν τις αποστάσεις, το βάθος, την ποσότητα και άλλα χαρακτηριστικά, με μεγάλη ακρίβεια σε στενά όρια. Νέες μέθοδοι σποράς χρησιμοποιούνται όπως, με αντλία που αντλεί από το δοχείο τους καλυμμένους με gel σπόρους και τους τοποθετεί στο έδαφος (Ward 1981). Επίσης η σπορά με ταυτόχρονη κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, η κατευθείαν σπορά σε ακαλλιέργητο έδαφος κ.ά. Νέες μηχανές εμφανίζονται για ειδικές χρήσεις και ευαίσθητους σπόρους. Νέες ιδέες σποράς δοκιμάζονται, με μεγαλύτερη ή μικρότερη επιτυχία, όπως για παράδειγμα η σπορά με υπερηχητική ταχύτητα του σπόρου, σε ακαλλιέργητο έδαφος (Rogers 1977, Wilkins et al. 1983)

Η χρήση των ηλεκτρονικών βοηθημάτων στηρίζεται σε αισθητήρες διαφόρων τύπων και αρχών, σε μία κεντρική μονάδα μικροϋπολογιστή και στη συνεργασία, για τις ρυθμίσεις που απαιτούνται, με συστήματα ηλεκτροϋδραυλικά, ηλεκτρομηχανικά, ηλεκτρομαγνητικά.

Στις μηχανές σποράς ακριβείας συνήθη είναι τα βοηθήματα που ελέγχουν την παροχή του σπόρου, το διασπαρτικό σύστημα, το βάθος σποράς, ρυθμίζουν εν κινήσει την παροχή, παρέχουν ενδείξεις της έκτασης που έχει σπαρεί, ελέγχουν τους μαρκαδόρους, την παροχή του ανεμιστήρα και της πίεσης στις πνευματικές μηχανές κ.ά. (Bahri et al. 1996). Επίσης, κάθε απόκλιση από την προγραμματισμένη λειτουργία του διασπαρτικού συστήματος έχει ως αποτέλεσμα κακή ποιότητα σποράς (μη σταθερές αποστάσεις). Ηλεκτρονικά βοηθήματα, που στηρίζονται στη διακοπή που προκαλεί κάθε σπόρος που πέφτει σε μία φωτεινή δέσμη, δίνουν ενδείξεις (φωτεινές ή οπτικές) κάθε φορά που πέφτει ένας σπόρος (Reid et al. 1976).

Πειραματικές σπαρτικές ακριβείας χρησιμοποιούν μικροϋπολογιστή σε κάθε στοιχείο σποράς που ελέγχει τον αριθμό των σπόρων που περνούν στο σύστημα μεταφοράς. Για τη μηχανική σπορά στα πεταχτά χρησιμοποιούνται λιπασματοδιανομείς με έναν ή δύο περιστρεφόμενους δίσκους, με παλινδρομικό στόμιο ή με ρεύμα αέρα.

Ιδιαίτερη βοήθεια παρέχουν τα ηλεκτρονικά βοηθήματα στη δημιουργία προκαθορισμένων διαδρομών κίνησης των μηχανημάτων (tramlining). Οι κατασκευαστές δείχνουν ιδιαί-

τερη προσοχή στο θέμα αυτό καθώς η χρήση τους επεκτείνεται συνεχώς.

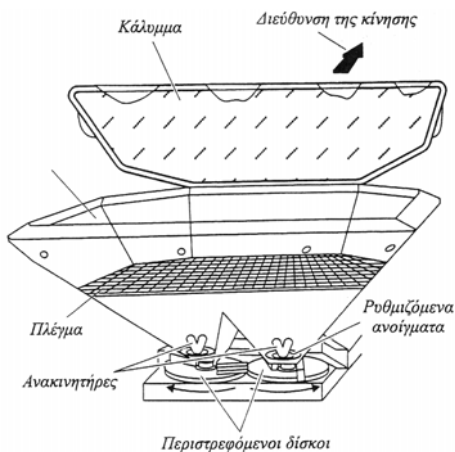
Βελτιώσεις των αισθητήρων των μικροϋπολογιστών αλλά και των προγραμμάτων κατέστησαν δυνατή τα τελευταία χρόνια τη μέτρηση των σπόρων που οδηγούνται στην αυλακιά καθώς και των αποστάσεων επάνω στη γραμμή, όπως συμβαίνει με τις μηχανές σποράς ακριβείας (Feldhaus 1996). Οι βελτιώσεις αυτές βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

Για να μπορούν οι μηχανές γραμμικής σποράς να χρησιμοποιηθούν και για σπορά μεταβαλλόμενης ποσότητας σπόρου, ανάλογα με τις συνθήκες του χωραφιού (precision agriculture) εφοδιάζονται τόσο με συστήματα ηλεκτρονικά όσο και με βοηθητικούς μηχανισμούς με δυνατότητα ρύθμισης της ποσότητας εν κινήσει (Goense 1997).

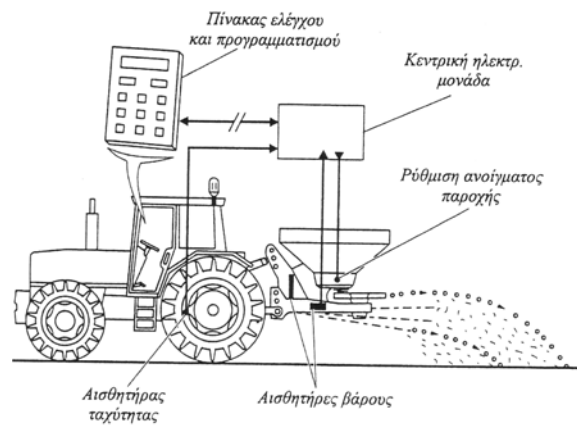
Στην εργασία αυτή έγινε μια έρευνα του προσδιορισμού της θεωρητικής απόδοσης ενός σύγχρονου μηχανήματος σποράς στα πεταχτά σε λειμώνια με βάσει την ταχύτητα μετακίνησης  $v$  (km/h), του ανοίγματος  $D$  που εξαρτάται από τον στιγμιαίο όγκο ( $m^3/s$ ) και το βάρος του (kg/s) των κόκκων.

## Υλικά και μέθοδος

α. *Υλικά.* Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε (Εικόνες 1 και 2) ο φερόμενος επί ελκυστήρα διανομέας με δύο περιστρεφόμενους δίσκους (Τσατσαρέλης 2000)



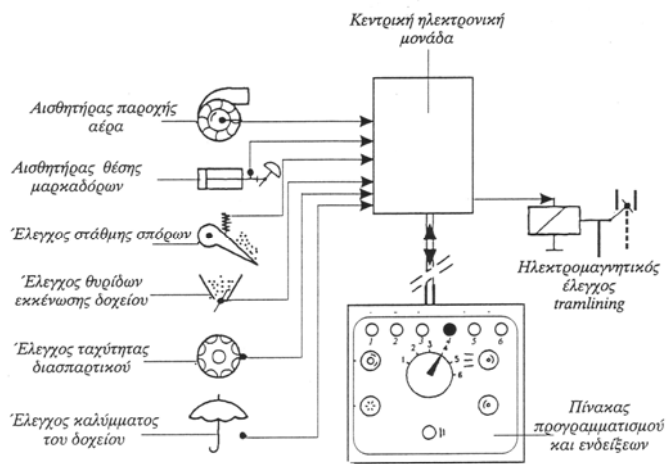
Εικόνα 1. Διανομέας με δύο περιστρεφόμενους δίσκους.



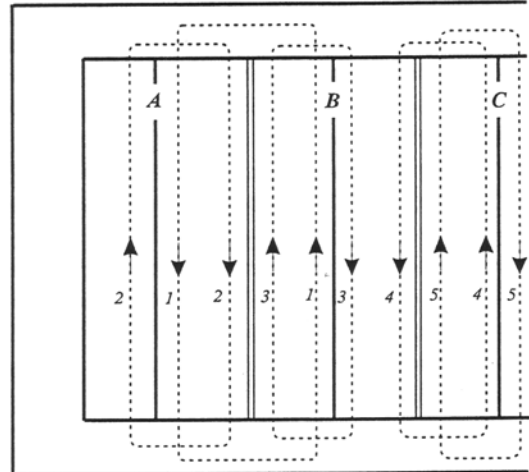
Εικόνα 2. Σχηματική παράσταση ηλεκτρονικών βοηθημάτων διανομέα με δύο περιστρεφόμενους δίσκους.

Στην εικόνα 3 (CEMAGREF 1993) απεικονίζεται ένα γενικευμένο σύστημα ενδείξεων και ελέγχου μιας σπαρτικής μηχανής. Αυτό αποτελείται από αισθητήρες σε διάφορα σημεία της μηχανής, μία κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, ηλεκτροϋδραυλικά και ηλεκτρομαγνητικά συστήματα για τον έλεγχο και ρύθμιση των θέσεων προκαθορισμένων διαδρομών κίνησης των μηχανημάτων (tramlining), των μαρκαδόρων και τον πίνακα προγραμματισμού και ενδείξεων.

Επίσης για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ο πειραματικός λειμώνας (Λ) με έκταση 10.000 τ.μ.<sup>2</sup> και τους διαδρόμους Α, Β, C, εικόνα 4.



Εικόνα 3. Σχηματική παράσταση κυκλωμάτων αυτοματισμού μιας σύγχρονης σπαρτικής.



Εικόνα 4. Πειραματικός λειμώνας (Α).

Ο σπόρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη είναι εκείνος της *Dactylis glomerata* για τη σπορά με το συγκεκριμένο μηχάνημα σε 2-5 kg/ στρέμμα (Τσιουβάρας 1995).

β. Μέθοδος: Η θεωρητική απόδοση του μηχανήματος προσδιορίστηκε από τη σχέση (1): (Τσατσαρέλης 1995).

$$C_T = S \times W \text{ (στρ/h)}$$

όπου  $S$  = ταχύτητα μετακίνησης (km/h)

$W$  = θεωρητικό πλάτος εργασίας (m)

Επειδή όμως μας ενδιέφερε να ερευνήσουμε και την παροχή του σπορέα, προσδιορίσαμε την παροχή  $D$ , kg/min σύμφωνα με τη σχέση 2:

$$Q = \frac{60D}{vw}$$

όπου  $Q$  = ποσότητα σπόρου (kg) ανά στρέμμα

$D$  = παροχή του ανοίγματος (kg/min)

$v$  = ταχύτητα μετακίνησης (km/h)

$w$  = πλάτος διασκόρπισης (m) (Τσατσαρέλης 2000)

Η επαλήθευση των αποτελεσμάτων έγινε από τον στιγμιαίο όγκο ( $m^3/s$ ) και το βάρος (kg/s) των κόκκων από τη στιγμή που υπάρχει αισθητήρας στο άνοιγμα του σπορέα.

Η πραγματική απόδοση στον λειμόνα βρέθηκε σύμφωνα με τη σχέση (3):

$$C_E = C_T \times E_f \text{ (στρ/ώρα) ή}$$

$$C_E = (S \times W) \times E_f$$

όπου  $C_T$  = θεωρητική παραγωγική ικανότητα (στρ/h)

$E_f$  = βαθμός απόδοσης του μηχανήματος στον λειμόνα

(εκπεφρασμένος ως δεκαδικός αριθμός) (Τσατσαρέλης 1995)

Ως βαθμός απόδοσης του μηχανήματος ( $E_f$ ) στον λειμόνα ορίστηκε το 0,75 από τη βιβλιογραφία (Roth et al.1982).

## Αποτελέσματα και συζήτηση

Από την επεξεργασία των στοιχείων στον Η.Υ. προέκυψε ο πίνακας 1 όπου φαίνεται η θεωρητική απόδοση  $C_T$  στρ./h, η παροχή  $D$  (kg/min) καθώς και η πραγματική απόδοση  $C_E$  του μηχανήματος.

Πίνακας 1. Θεωρητική απόδοση, πραγματική απόδοση και παροχή ανοίγματος.

α/α	Θεωρητική ταχύτητα S(km/h)	Πλάτος σποράς w(m)	Θεωρητική απόδοση $C_T = (\text{στρ./h})$	Πραγματική απόδοση $C_E = (\text{στρ./h})$	Παροχή ανοίγματος D (kg/min)
1	7	8	56	42	2,8
2	9	8	72	54	3,6
3	6	8	48	36	2,4
4	8	8	64	48	3,2
5	9	8	72	54	3,6
6	7	8	56	42	2,8
7	6	8	48	36	2,4
8	8	8	64	48	3,2
9	9	8	72	54	3,6
10	7	8	56	42	2,8
M.O.	7,6	8	60,8	45,6	3,04

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι έλεγχοι και αυτοματισμοί με τους οποίους είναι εξοπλισμένο το μηχάνημα και αναφέρθηκαν παραπάνω βοηθούν έτσι ώστε η εργασία του χειριστή να είναι πιο άνετη, ταχύτερη, η ποιότητα της σποράς καλύτερη και το σημαντικότερο να αυξάνεται η απόδοση. Τα ηλεκτρονικά αυτά βοηθήματα αποδείχθηκαν αξιόπιστα στην πράξη και γενικεύονται παρά το κάπως αυξημένο κόστος. Την ίδια εξάλλου πορεία ακολουθούν και στα άλλα γεωργικά μηχανήματα, όπως στους ελκυστήρες και στις μεγάλες μηχανές συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων.

Στα σύγχρονα μηχανήματα απαιτείται η χρήση των ηλεκτρονικών βοηθημάτων που στηρίζονται σε αισθητήρες διαφόρων τύπων και αρχών, σε μία κεντρική μονάδα μικροϋπολογιστή και στη συνεργασία, για τις ρυθμίσεις που απαιτούνται, με συστήματα ηλεκτροϋδραυλικά, ηλεκτρομηχανικά, ηλεκτρομαγνητικά με στόχο την αύξηση της απόδοσης του μηχανήματος, τη μείωση του κόστους παραγωγής καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του έργου.

## Συμπεράσματα

1. Η ταχύτητα του συγκεκριμένου μηχανήματος διασποράς με διπλό δίσκο περιστροφής κρίθηκε ικανοποιητική 6-10 km/h, καθώς και το πλάτος διασποράς από 6-8 m.
2. Η θεωρητική απόδοση  $C_T$  κυμάνθηκε στα 60 στρ./h ενώ η πραγματική απόδοση  $C_E$  έφθασε τα 45 στρ/h. Φαίνεται επομένως ότι η μέθοδος επιτρέπει πολύ γρήγορη τοποθέτηση σπόρων και γενικών καλλιεργειών με μειωμένο αριθμό εργατικών χεριών και μειωμένα καύσιμα. Στα πλεονεκτήματα επίσης συμπεριλαμβάνονται και η ορθολογικότερη και οικονομικότερη χρησιμοποίηση των λιπασματοδιασκομμένων διασκομμένων καθώς και η μειωμένη επιβάρυνση του εδάφους λόγω του μεγάλου πλάτους εργασίας.
3. Από τη σχέση (1) και τα αποτελέσματα είναι φανερό ότι η θεωρητική απόδοση  $C_T$  εκφράζει τη μέγιστη δυνατή απόδοση του μηχανήματος που σπάνια επιτυγχάνεται στο χωράφι γιατί είναι πολύ δύσκολο να εργάζεται συνεχώς χωρίς απώλεια χρόνου με τη συνιστώμενη ταχύτητα και με το θεωρητικό πλάτος. Στην πράξη η απόδοση του μηχανήματος είναι μικρότερη της θεωρητικής. Παρ' όλα αυτά όμως η θεωρητική απόδοση είναι αρκετά χρήσιμη γιατί παρέχει τη βάση για συγκρίσεις μεταξύ των μηχανημάτων.

4. Από τη σχέση (3) και τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η πραγματική απόδοση εκφράζει το πραγματικό έργο που παράγεται από το μηχάνημα στο χρόνο που βρίσκεται στο χωράφι (έκταση που πράγματι μπορεί να κατεργασθεί σ' ορισμένο χρόνο). Από τις σχέσεις (1 και 3) προκύπτει ότι η πραγματική παραγωγικότητα επηρεάζεται από το πλάτος εργασίας του μηχανήματος, τη ταχύτητά του και το πραγματικό χρόνο εργασίας.
5. Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι η ποσότητα του απόρου ανά στρέμμα συνδέεται άμεσα με την παροχή του ανοίγματος, την ταχύτητα μετακίνησης και το πλάτος διασκόρπισης. Για ομοιομορφία της σποράς θα πρέπει οι παράγοντες αυτοί να παραμένουν σταθεροί. Συνήθως όμως υπάρχει μεταβολή της ταχύτητας μετακίνησης, που προκύπτει από τις διαφορετικές συνθήκες του χωραφιού.

## Βιβλιογραφία

- Bahri, A., K.von Barga, M.F. Kocher, L.L. Bashford, P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson. 1996. Metering characteristics accompanying rate changes necessary for precision farming. Precision agriculture. Proceedings of the 3rd International Conference: 369-377.
- Bernacki, H., J. Haman and Cz. Konaforski. 1972. Agriculture machines. Theory and construction. Vol. II Warsaw. p. 282.
- Γαβριηλίδης, Σ.Θ. 1984. Μηχανική κατεργασία του εδάφους και σπορά. Θεσ/νίκη. σελ. 254.
- CEMAGREF. 1993. Les matériels de travail du sol, semis et plantation. Technologies de l' agriculture. Collection Formagri. Paris.
- Feldhaus, B. 1996. Counting seed in drills. Landtechnik. 51: 10-11.
- Hine, H.J. 1961. Dictionary of agricultural engineering. Heffer. Cambridge.
- Heege, H.J. and B. Feldhaus. 1998. Counting seeds-control of direct seeding machines by seed numbers. Landtechnik. 53 (4): 240-241
- Goense, D. 1997. The potential for GPS and precision agriculture for contractors. Landbouwmechanisatie. 48 :18-1.
- Reid,W.S., D.J. Buckley and W. Mason. 1976. A photoelectric seed counting detector. J.agric. Engng Res. 21(2): 213-215.
- Rogers, J.A. 1977. Preliminary assessment of a "supersonic" seed sowing device. J. agric. Engng Res. 22: 97-100.
- Roth, L.O., F.R. Crow and G.W.A. Mahoney. 1982. An introduction to agricultural engineering. A VI Publishing Co. Westport, Connecticut.
- Τσατσαρέλης, Κ. 1995. Διαχείριση Γεωργικών Μηχανημάτων. Διδακτικό βιβλίο Τμήμα Γεωπονίας του ΑΠΘ .Θεσσαλονίκη, σελ. 510.
- Τσατσαρέλης, Κ. 2000. Αρχές Μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. Διδακτικό βιβλίο Τμήμα Γεωπονίας του Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη 2000.
- Τσιουβάρας, Κ. 1995. Λειμώνες-βοσκές-διαχείριση βοσκοτόπων. Πανεπιστημιακές σημειώσεις.
- Ward, S.M. 1981. Performance of a prototype fluid drill. J. agric. Engng Res. 26: 321-331.
- Wilkins, D.E., G.A. Muilenburg, R.R. Allmaraw and C.E. Johnson. 1983. Grain-drill opener effects on wheat emergence. Transactions of the ASAE. 26: 651-655,660.

# Mechanical approach to the improvement of meadows management

**P. Kararizos**

Aristotle University of Thessaloniki, School of Forestry and Natural Environment  
Department of Forest Technique and Hydronomic Works, Laboratory of Mechanical  
Sciences and Surveying, University Campus, 541 24 Thessaloniki,  
e-mail: pkarariz@for.auth.gr

## Summary

During the recent years the applications of modern machinery and the use of methods were considered necessary for all works and certainly in works which deal with the management and the improvement of pasturelands and meadows. The development of machinery has led to their equipment with electronic settings and automations. All these mechanisms, which are multi-various, are helpful for the determination and the increase of efficiency as well as to the decrease of the production cost. In this paper was carried out the determination of the theoretical efficiency of a modern seeding- machinery in a meadow from the instant volume ( $m^3/s$ ) and the weight ( $kg/s$ ) of grains based on the working width and the speed forwarding. In order to carry out the determination of efficiency of the specific seeding machinery it has been used the modern technology by which it is equipped and concerns the support of micro-computers as well as the sensors of various types.

**Key words:** Modern machinery, equipment with electronic settings, automations, increase of efficiency, decrease of production cost, improvement of meadows.