

ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
“ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ”

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΓΕΩΡΓΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΛΥΚΟΣΚΟΥΦΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
“ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ”

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΓΕΩΡΓΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΛΥΚΟΣΚΟΥΦΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή Γεωργικής Μηχανολογίας της Γεωπονικής Σχολής του ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ κ. Δημήτριο Καραμουσαντά για την επιλογή του θέματος της εργασίας μου, τις πολύτιμες συμβουλές του που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της, αλλά και για την ουσιαστική συμβολή του στην διεξαγωγή της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον δρα κ. Ιωαννη Λυκοσκούφη, καθηγητή Γεωπονίας του Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ για την βοήθεια του καθ' όλη την διεξαγωγή της εργασίας.

Καλαμάτα – Απρίλιος 2012

Γεώργας Ι. Βασίλειος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα γεωργικά μηχανήματα αποτελούν το κλειδί για την επιτυχία της νέας πράσινης επανάστασης που θα βγάλει την παγκόσμια γεωργία από την κρίση. Αυτό είναι το συμπέρασμα από το 1^ο Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανοποίησης στην γεωργία που πραγματοποιήθηκε στη Ρώμη.

Τα αποθέματα τροφίμων έχουν μειωθεί, οπότε απαιτείται επαναπροσδιορισμός της αγροτικής παραγωγής προκειμένου να αυξηθούν. Ωστόσο ο εξοπλισμός και τα μηχανήματα δεν επαρκούν για την αγροτική παραγωγή, αλλά και την παραγωγή καυσίμων. Σε σύγκριση με την Ευρώπη η οποία κατέχει το 40% των ελκυστήρων σε λειτουργία παγκοσμίως, όλη η Αφρική κατέχει μόνο το 2%. Αυτό σημαίνει ανεπάρκεια στα συστήματα οργώματος, απώλεια υδάτινων πόρων και μεγαλύτερη εξάρτηση από τις κλιματικές μεταβολές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | | |
|-----------|--|--------|
| 1. | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | Σελ.5 |
| 1.1. | Κατεργασία εδάφους..... | Σελ.5 |
| 1.1.2. | Δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης..... | Σελ.5 |
| 1.1.3. | Καταπολέμηση ζιζανίων..... | Σελ.6 |
| 1.1.4. | Βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών του Εδάφους..... | Σελ.7 |
| 1.1.4.1. | Πορώδες | Σελ.7 |
| 1.1.4.2. | Υγρασία του εδάφους..... | Σελ.8 |
| 1.1.4.3. | Θερμοκρασία..... | Σελ.8 |
| 1.1.4.4. | Δομή και ρόγος..... | Σελ.9 |
| 1.1.4.5. | Κατανομή των συσσωμάτων..... | Σελ.9 |
| 1.1.4.6. | Κάλυψη των λιπασμάτων και των φυτικών υπολειμάτων..... | Σελ.10 |
| 1.1.4.7. | Καταπολέμηση εντομολογικών ασθενειών..... | Σελ.11 |
| 1.1.4.8. | Προστασία του εδάφους απο τη διάβρωση..... | Σελ.11 |
| 1.1.4.9. | Ισοπέδωση του εδάφους,ώστε να διευκολύνεται η εργασία των λοιπών μηχανημάτων..... | Σελ.12 |
| 1.1.4.10. | Προετοιμασία του εδάφους για άρδευση..... | Σελ.12 |
| 1.2. | Συστήματα εκτέλεσης εργασιών..... | Σελ.13 |
| 1.3. | Διαχείριση γεωργικών μηχανημάτων..... | Σελ.19 |
| 1.3.1. | Επιλογή των γεωργικών μηχανημάτων..... | Σελ.19 |
| 1.3.2. | Σπουδαιότητα της διαχείρισης των γεωργικών μηχανημάτων..... | Σελ.24 |
| 1.4. | Κατεργασιμότητα – προσπελασιμότητα των εδαφών..... | Σελ.26 |
| 2. | ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ | Σελ.28 |
| 2.1. | Άροτρα..... | Σελ.28 |
| 2.1.1. | Ιστορική ανασκόπηση..... | Σελ.28 |

| | |
|---|----------------|
| 2.1.2. Υνιάροτρα..... | Σελ.42 |
| 2.1.2.1.Γενική κατάταξη..... | Σελ.43 |
| 2.1.2.2.Άροτρα με βάση τον τρόπο έλξης..... | Σελ.43 |
| 2.1.2.3.Άροτρα με βάση το είδος της εργασίας..... | Σελ.52 |
| 2.1.2.4.Άροτρα αναστρεφόμενα..... | Σελ.60 |
| 2.1.2.5.Άροτρα με περιστρεφόμενα σώματα..... | Σελ.62 |
| 2.1.3. Δισκάροτρα..... | Σελ.63 |
| 2.1.3.1.Κατασκευαστικά στοιχεία - χρήσεις..... | Σελ.63 |
| 2.2. Καλλιεργητές βαρέως τύπου (chisels)..... | Σελ.72 |
| 3. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ | Σελ.78 |
| 3.1. Σβάρνες..... | Σελ.78 |
| 3.1.1. Κατηγορίες οδοντωτών σβαρνων..... | Σελ.81 |
| 3.1.1.1.Οδοντωτές σβάρνες με σταθερά δόντια..... | Σελ.81 |
| 3.1.1.2.Οδοντωτές σβάρνες με ελατηριωτά..... | Σελ.83 |
| 3.1.2. Δισκοσβάρνες..... | Σελ.86 |
| 3.1.2.1.Κατασκευαστικά στοιχεία – χρήσεις..... | Σελ.86 |
| 3.2. Καλλιεργητές..... | Σελ.94 |
| 3.3. Κύλινδροι..... | Σελ.101 |
| 3.4. Φρέζα..... | Σελ.108 |
| 3.4.1. Γενικά..... | Σελ.108 |
| 3.4.2. Περιστροφικά σκαπτικά..... | Σελ.110 |
| 3.4.3. Κατασκευαστικά στοιχεία..... | Σελ.112 |
| 4. ΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ | Σελ.115 |
| 4.1. Συμβατικά γεωργικά μηχανήματα..... | Σελ.115 |
| 4.2. Τεχνολογίες πλοήγησης συμβατικών μηχανημάτων | Σελ.116 |
| 4.2.1. Αυτόνομα γεωργικά μηχανήματα..... | Σελ.118 |
| 4.2.2. Τεχνολογίες πλοήγησης αυτόνομων γεωργικών μηχανημάτων..... | Σελ.119 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Κατεργασία του εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους είναι μια από τις κυριότερες καλλιεργητικές εργασίες. Έχει σκοπό τον χειρισμό του εδάφους με διάφορα μέσα για να καταστεί κατάλληλο για τη σπορά, το φύτευμα και την ανάπτυξη των φυτών. Διακρίνεται στην κύρια κατεργασία (πρωτεύουσα) και στην συμπληρωματική (δευτερεύουσα).

Η κύρια κατεργασία (όργωμα) γίνεται πριν την σπορά. Το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείται είναι το υνάροτρο ενώ το βάθος κατεργασίας κυμαίνεται από 15 έως 40 cm. Η δευτερεύουσα κατεργασία (σβάρνισμα, κυλίνδρισμα) γίνεται σε βάθος που δεν ξεπερνά τα 15 cm. Συνήθως πραγματοποιείται μετά το όργωμα και πριν την σπορά.

Μπορεί όμως να γίνει και μετά την σπορά ή το φύτευμα. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι οι σβάρνες και οι κύλινδροι.

Η κατεργασία του εδάφους επιδιώκει την αναδιοργάνωση της δομής του έτσι ώστε να δεχθεί μία νέα καλλιέργεια με τις καλύτερες αγρονομικές και οικονομικές συνθήκες. Οι σκοποί της κατεργασίας είναι οι παρακάτω:

1.1.2. Δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης.

Ο κυριότερος σκοπός της κατεργασίας είναι η δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης. Πρέπει το έδαφος να έρθει σε μια κατάσταση ώστε να δεχθεί το σπόρο στο κατάλληλο βάθος και με την κατάλληλη διανομή. Να τον προστατεύσει από τα πτηνά, τη βροχή και τον αέρα. Να διευκολύνει την επαφή του με τα στερεά σωματίδια του εδάφους ώστε να προσροφήσει υγρασία για να μπορέσει να φυτρώσει. Να επιτρέπει και να διευκολύνει την ανάπτυξη των ριζών. Αν το έδαφος δεν καλλιεργηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα συμπυκνώνεται, το πορώδες μειώνεται με αποτέλεσμα ο σπόρος να μην βρίσκει κατάλληλες συνθήκες για το φύτευμα. Η κατεργασία πριν τη σπορά βελτιώνει αυτές τις συνθήκες. Οι εργασίες πριν την σπορά πρέπει να είναι επιμελημένες. Οι εαρινές καλλιέργειες απαιτούν συνήθως περισσότερο επιμελημένη κατεργασία από τις φθινοπωρινές. Το όργωμα γίνεται την εποχή που το επιτρέπουν οι εδαφικές συνθήκες και όχι οπωσδήποτε πριν την σπορά. Οι υπόλοιπες εργασίες γίνονται συνήθως λίγο πριν την σπορά.

1.1.3. Καταπολέμηση ζιζανίων.

Τα ζιζάνια, ιδιαίτερα τα αυτοφυή έχουν μεγάλη προσαρμοστική ικανότητα και είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά με τα καλλιεργούμενα είδη για το φώς, τον αέρα, αλλά και για τα θρεπτικά στοιχεία. Πολλά είδη καταπολεμούνται δύσκολα,

ενώ διαθέτουν πολύ αποτελεσματικούς μηχανισμούς πολλαπλασιασμού και διασποράς. Με την κατεργασία του εδάφους τα ζιζάνια αποκόπτονται και ενσωματώνονται στο έδαφος. Το ριζικό τους τμήμα μπορεί να εκτεθεί στις καιρικές συνθήκες και να ξεραθεί, ή να εκριζωθεί εντελώς. Η καταπολέμηση των ζιζανίων συμβάλλει συχνά και στην καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών, αφού αυτά είναι συνήθως ξενιστές τους. Τα τελευταία χρόνια με την εμφάνιση νέων και αποτελεσματικών ζιζανιοκτόνων η εντατική κατεργασία μειώνεται.

1.1.4. Βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους.

1.1.4.1. Πορώδες

Αν το έδαφος δε καλλιεργηθεί για μεγάλο διάστημα το πορώδες μειώνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον κακό αερισμό, την δυσχέρεια στη διακίνηση του νερού και την δυσμενή επίδραση στη διάχυση της θερμοκρασίας του εδάφους. Η κατεργασία βελτιώνει το πορώδες αναδιατάσσοντας τα συσσωματώματα. Η βελτίωση αυτή επιτυγχάνεται μόνο όταν οι εργασίες πραγματοποιούνται τη χρονική περίοδο που το έδαφος είναι στο ρόγο του. Όταν το έδαφος είναι πολύ ξηρό οι επεμβάσεις δημιουργούν μεγάλους βώλους και υπερβολικό πορώδες το οποίο δεν είναι επιθυμητό. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί συμπύκνωση του εδάφους με την μορφή αδιαπέρατης ζώνης στο βάθος κατεργασίας, τότε απαιτείται κατεργασία του εδάφους σε

βάθος 10-15 cm κάτω από το βάθος της ζώνης αυτής. Στις περιπτώσεις επιφανειακής κρούστας που δυσκολεύει το φύτευμα των σπόρων απαιτείται επίσης επέμβαση.

1.1.4.2. Υγρασία του εδάφους

Η κατεργασία συμβάλλει στην βελτίωση της υγρασιακής κατάστασής του. Όταν το έδαφος είναι υγρό, η κατεργασία συντελεί στη μείωση της υγρασίας διότι φέρνει στην επιφάνεια έδαφος με μεγαλύτερη υγρασία. Οι επεμβάσεις όμως με υπερβολική υγρασία πρέπει να γίνονται προσεκτικά γιατί οδηγούν στη συμπύκνωση της δομής του εδάφους. Η εξοικονόμηση της υγρασίας επιτυγχάνεται με τον θρυμματισμό της επιφάνειας του εδάφους ο οποίος δημιουργεί μεγαλοπορώδες και διακόπτει την εξάτμιση του νερού από τα βαθύτερα στρώματα προς την επιφάνεια. Εξοικονόμηση επίσης επιτυγχάνεται και με την καταστροφή των ζιζανίων. Τα φθινοπωρινά οργώματα επιτυγχάνουν αποθήκευση του νερού γιατί δεν θρυμματίζουν πολύ το έδαφος και αφήνουν την επιφάνεια ανώμαλη. Έτσι λειτουργεί ως παγίδα του νερού της βροχής.

1.1.4.3. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από την υγρασία και το πορώδες του εδάφους καθώς και από τη θερμοκρασία του αέρα. Η υγρασία του εδάφους συντελεί στην αργή θέρμανσή του. Ο αέρας αντιθέτως θερμαίνεται γρηγορότερα με

αποτέλεσμα τη θέρμανση του εδάφους. Η κατεργασία επομένως που επηρεάζει την υγρασία του εδάφους, επιδρά στην ρύθμιση της θερμοκρασίας του.

1.1.4.4. Δομή και ρόγος

Η κατεργασία του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα την αναδιάταξη των συσσωματωμάτων και του πορώδους, επομένως και της δομής του εδάφους. Η εποχή της κατεργασίας, το βάθος, η εντατικότητα, το είδος των εργαλείων, το μέγεθος και το βάρος των ελκυστήρων, η επιφάνεια επαφής των ελαστικών σε συνδυασμό με τη μηχανική σύσταση του εδάφους, η περιεχόμενη οργανική ουσία κ. ά. είναι παράγοντες που καθορίζουν τη δομή του εδάφους είτε θετικά, είτε αρνητικά.

1.1.4.5. Κατανομή των συσσωμαμάτων

Με τη κατεργασία επιτυγχάνεται κατανομή των συσσωματωμάτων διαφόρων μεγεθών ανάλογα με το βάθος κατεργασίας. Στο βάθος της σποράς πρέπει να επιτευχθεί συγκέντρωση συσσωματωμάτων μικρής διαμέτρου, ώστε οι σπόροι να έρθουν σε επαφή με τα στερεά σωματίδια για να αποκτήσουν υγρασία. Πάνω από το βάθος σποράς πρέπει να βρίσκονται σωματίδια μεγαλύτερων διαστάσεων, ώστε να εξασφαλίζεται καλή θερμοκρασία, καλός αερισμός και είσοδος του νερού. Κάτω από το βάθος σποράς επιδιώκεται ισορροπία μεταξύ των μεγάλων και μικρών βόλων. Με το υνάροτρο

επιτυγχάνεται ισορροπία στην κατανομή των σωματιδίων διαφορετικού μεγέθους στο βάθος άρωσης. Τα εργαλεία με δόντια και οι φρέζες κατανέμουν τα λεπτότερα συσσωματώματα κοντά στο βάθος κατεργασίας. Οι κύλινδροι επιδρούν διαφορετικά στην κατανομή των συσσωματωμάτων. Ορισμένοι δημιουργούν λεπτόκοκκα σωματίδια στην επιφάνεια και άλλοι στο βάθος σποράς.

1.1.4.6. Κάλυψη των λιπασμάτων και των φυτικών υπολειμμάτων.

Η εφαρμογή των λιπασμάτων γίνεται συνήθως επιφανειακά με τους λιπασματοδιανομείς. Στην συνέχεια γίνεται ενσωμάτωσή τους με διάφορα καλλιεργητικά εργαλεία για να αποφευχθεί η επιφανειακή απορροή τους, αλλά και για να χρησιμοποιηθούν καλύτερα από τα φυτά.

Τα φυτικά υπολείμματα ενσωματώνονται στο έδαφος με τα καλλιεργητικά εργαλεία. Η ενσωμάτωση μπορεί να είναι πλήρης, όπως συμβαίνει στα παραδοσιακά συστήματα κατεργασίας ή μερική όπως στα συστήματα μειωμένης κατεργασίας. Στο σύστημα της ακαλλιέργειας δεν γίνεται καμία εργασία ενσωμάτωσης. Το βάθος της ενσωμάτωσης των φυτικών υπολειμμάτων εξαρτάται από τις απαιτήσεις του σπόρου της νέας καλλιέργειας. Αν απαιτείται καλή σποροκλίση η ενσωμάτωση γίνεται σε βαθύτερα στρώματα. Αν ο σπόρος φυτρώνει εύκολα, τότε γίνεται επιφανειακά. Είναι προτιμότερο πάντως η κάλυψη των υπολειμμάτων να γίνεται

σε βάθος περίπου 10 cm, διότι είναι ευκολότερη η μετατροπή τους σε χούμο. Το βάθος της ενσωμάτωσης εξαρτάται επίσης και από την ποσότητα και το είδος των υπολειμμάτων. Αν πρόκειται για ογκώδη και ξυλώδη φυτικά υπολείμματα (αραβόσιτου, βάμβακος, καπνού) τότε απαιτείται μεγάλο βάθος ενσωμάτωσης. Το ίδιο συμβαίνει και με τα υπολείμματα της καλαμιάς λόγω των μεγάλων ποσοτήτων (περίπου 500 Kg/στρ.). Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι τα υνάροτρα. Τα άροτρα ενσωματώνουν τα υπολείμματα σε όλο το βάθος κατεργασίας. Για την ενσωμάτωσή τους στα επιφανειακά στρώματα χρησιμοποιούνται δισκοσβάρνες. Η εργασία της ενσωμάτωσης διευκολύνεται αν προηγηθεί κοπή των στελεχών με στελεχοκόπτη. Αν πρόκειται για το άχυρο που αφήνεται πάνω στις γραμμές, με την διασκόρπισή του σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού.

1.1.4.7. Καταπολέμηση εντομολογικών ασθενειών.

Ορισμένα έντομα διαχειμάζουν στο έδαφος. Η κατεργασία και η αναστροφή του εδάφους εκθέτει τις νύμφες ή τις προνύμφες σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και έτσι μειώνεται ο πληθυσμός τους. Η ενσωμάτωση επίσης των προσβεβλημένων φυτών καταστρέφει και τις εστίες αναμόλυνσης.

1.1.4.8. Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση

Λόγω της εντατικής κατεργασίας του εδάφους το πρόβλημα της διάβρωσης έχει γίνει πολύ έντονο τα τελευταία χρόνια.

Πολλές περιοχές έχουν καταστεί άγονες ή ημιέρημες. Η κατεργασία του εδάφους δρα προστατευτικά, αλλά πολλές φορές διευκολύνοντας την διάβρωση. Σε επικλινή εδάφη με έντονες βροχοπτώσεις, όργωμα κατά την κλίση του χωραφιού είναι καταστροφική. Σε αντίθετη περίπτωση κατεργασία με εργαλεία με δόντια που αφήνουν που αφήνουν στην επιφάνεια τα φυτικά υπολείμματα δρα προστατευτικά. Κατεργασία επίσης κατά τις ισοϋψείς περιορίζει σημαντικά την διάβρωση, ακόμη και αν χρησιμοποιηθεί το υνάροτρο.

1.1.4.9. Ισοπέδωση του εδάφους, ώστε να διευκολύνεται η εργασία των λοιπών μηχανημάτων.

Οι σπαρτικές μηχανές έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις για να τοποθετούν τους σπόρους σε σταθερές αποστάσεις και σταθερό βάθος. Οι μηχανές συγκομιδής έχουν τις ίδιες απαιτήσεις για να διευκολύνεται η εργασία τους. Αν πρόκειται να διορθωθούν ανωμαλίες του εδάφους από την προηγούμενη καλλιέργεια, χρησιμοποιούνται εργαλεία με δόντια ή δίσκους σε δύο διελεύσεις. Η πρώτη γίνεται με γωνία περίπου 20° ως προς τη διεύθυνση των ανωμαλιών και η δεύτερη με γωνία -20° σε μικρότερο βάθος. Αν πρόκειται για ανωμαλίες της κύριας κατεργασίας, χρησιμοποιούνται εργαλεία δευτερεύουσας κατεργασίας (δισκοσβάρνες, κύλινδροι κ. ά.)

1.1.4.10. Προετοιμασία του εδάφους για άρδευση.

Με την κατεργασία γίνεται προετοιμασία του εδάφους για την

άρδευση των καλλιεργειών. Οι προτεραιότητες που δίνονται με την προετοιμασία του εδάφους επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες: μηχανική σύσταση του εδάφους, υγρασία, τοπογραφία, κλιματικές συνθήκες, απαιτήσεις των σπόρων και της καλλιέργειας, πληθυσμός ζιζανίων, εχθροί και ασθένειες και τέλος από το είδος και το μέγεθος των ελκυστήρων και των εργαλείων καθώς και τις συνήθειες των παραγωγών.

1.2. Συστήματα εκτέλεσης εργασιών στον αγρό

Τα συστήματα εκτέλεσης των εργασιών στο χωράφι ταξινομούνται ανάλογα με τον τρόπο που θα κινηθούν τα μηχανήματα και θα εκτελέσουν τους ελιγμούς στις στροφές:

1) Στα κυκλικά, όπου το μηχάνημα ξεκινά από την περιφέρεια του αγρού ή από το κέντρο και κινείται συνεχώς παράλληλα προς κάθε πλευρά του, κάνοντας ελιγμό γωνίας όταν αλλάζει πλευρά του αγρού και

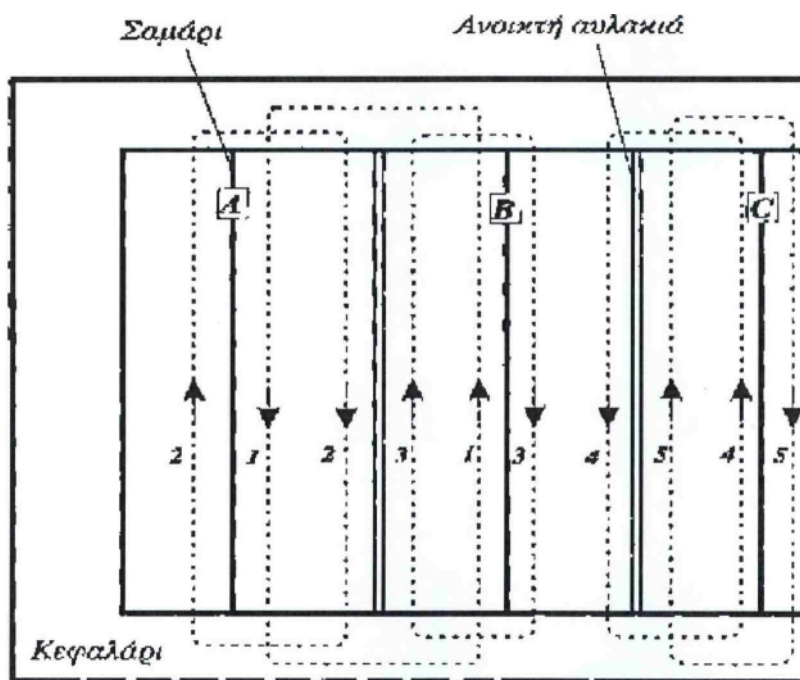
2) Στα παλινδρομικά, όπου το μηχάνημα κινείται παράλληλα προς μια πλευρά του αγρού, συνήθως τη μεγαλύτερη, κάνει αναστροφή στο άκρο και συνεχίζει προς την αντίθετη πλευρά. Βέβαια υπάρχουν και πολλές παραλλαγές αυτών των συστημάτων.

Το σύστημα που θα ακολουθηθεί επηρεάζεται από το μέγεθος και το σχήμα του αγρού, από τη τοπογραφία του (κλίση, λεκάνη, υψώματα), από το είδος της εργασίας, από το είδος και το μέγεθος των γεωργικών μηχανημάτων και από τις

συνήθειες του γεωργού. Η κύρια επιδίωξη των συστημάτων πρέπει να είναι η μείωση των νεκρών διαδρομών και γενικώς των νεκρών χρόνων.

Η άρση απαιτεί συγκεκριμένα συστήματα, τα οποία είναι τα εξής:

α) Άρση κατά ορθογώνια (σποριές) Το πιο κοινό σύστημα άρσης με απλό άροτρο. Το χωράφι χωρίζεται σε περισσότερα τμήματα και το όργωμα γίνεται συγχρόνως σε δύο. Το άροτρο



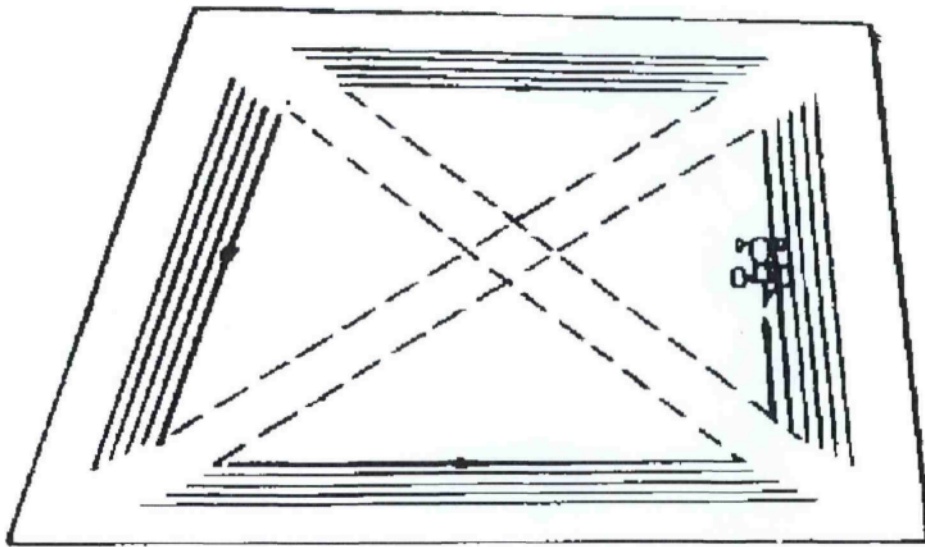
Εικ. 1.1. Όργωμα κατά ορθογώνια.

κινείται προς μία κατεύθυνση αναστρέφοντας το έδαφος προς τα δεξιά μέχρι το τέλος του χωραφιού. Στο κεφαλάρι ανασηκώνονται τα υνία, ο ελκυστήρας κάνει αναστροφή και κατέρχεται αναστρέφοντας το έδαφος προς το ήδη οργωμένο από την προηγούμενη διαδρομή. Έτσι στις θέσεις Α, Β, C δημιουργούνται σαμάρια. Η έκταση μεταξύ δύο σαμαριών ονομάζεται σποριά όπως φαίνεται στην εικόνα **1.1**.

Το όργωμα γίνεται σε δύο σποριές ταυτοχρόνως. Στα σημεία που το έδαφος αποκλίνει σχηματίζονται ανοικτές αυλακιές. Το χωράφι οργώνεται στο σύνολο του, εκτός από τα κεφαλάρια ή επιστροφές που οργώνονται στο τέλος.

β) Περιφερειακό σύστημα με τελική διαγώνια άροση

Το όργωμα αρχίζει από την περιφέρεια. Στη γωνία το άροτρο ανασηκώνεται διαγράφεται ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας (90°) και τοποθετείται στην επόμενη πλευρά όπως φαίνεται στην εικόνα **1.2**.

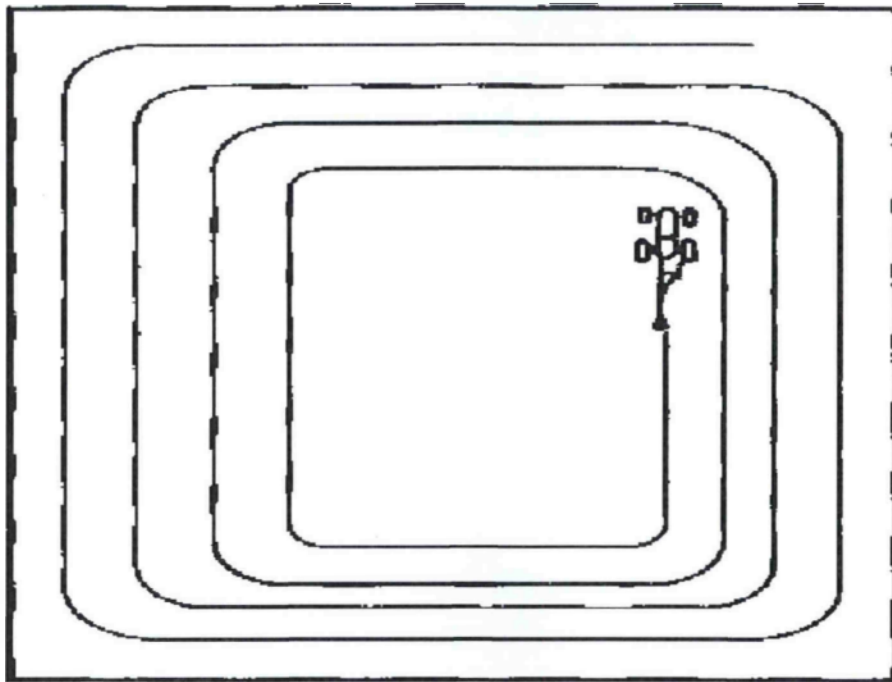


Εικ. 1.2. Περιφερειακό σύστημα με τελική διαγώνια άροση.

Όσο προχωρεί το όργωμα προς το κέντρο του χωραφιού σχηματίζονται τέσσερα οργωμένα τρίγωνα, που χωρίζονται από δύο διασταυρούμενες ακαλλιέργητες λωρίδες. Οι λωρίδες αυτές οργώνονται στο τέλος. Το σύστημα συνίσταται για ελκόμενα ή ημιφερόμενα άροτρα.

γ) Συνεχές περιφερειακό όργωμα.

Το άροτρο τοποθετείται στην περίμετρο του χωραφιού. Στις στροφές δεν ανασηκώνονται τα υνία αλλά συνεχίζει το όργωμα κάνοντας ελιγμό κυκλοτερούς γωνίας. Στο τέλος μένει στο κέντρο του χωραφιού μια λωρίδα η οποία οργώνεται με το σύστημα κατά τετράγωνα εικόνα **1.3**.



Εικ. 1.3. Συνεχές περιφερειακό όργωμα.

Με αυτό το σύστημα μένει μόνο μία ανοικτή αυλακιά στο μέσο του χωραφιού. Έχει όμως ένα βασικό μειονέκτημα: οι γωνίες δεν οργώνονται καλά και αφήνονται ακαλλιέργητα μικρά τμήματα.

δ) Όργωμα με ελιγμό γωνίας βρόχο

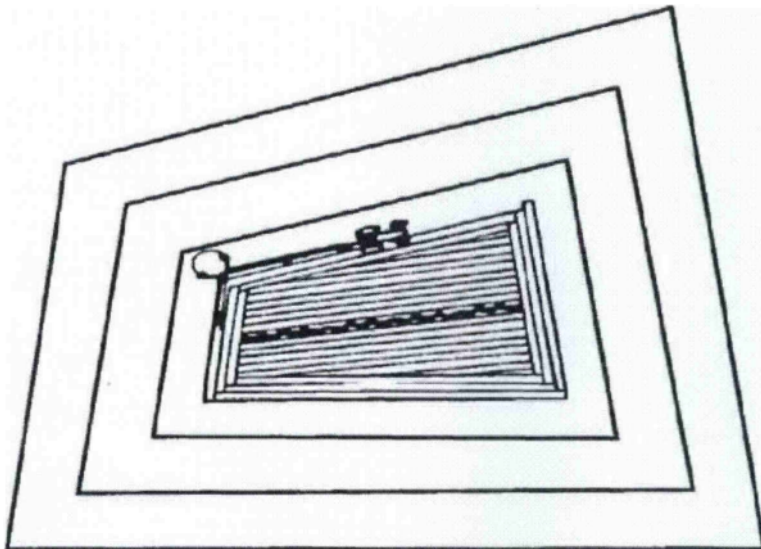
Το όργωμα αρχίζει συνήθως από το κέντρο προς την περιφέρεια. Οργώνεται στο κέντρο του χωραφιού μια σποριά και συνεχίζεται το όργωμα περιφερειακά γύρω από την σποριά. Σε κάθε στροφή τα ινία ανασηκώνονται και ο ελκυστήρας πραγματοποιεί ελιγμό γωνίας βρόχου (270°)

εικ.1.4. Η ποιότητα του οργώματος είναι πολύ καλή αλλά

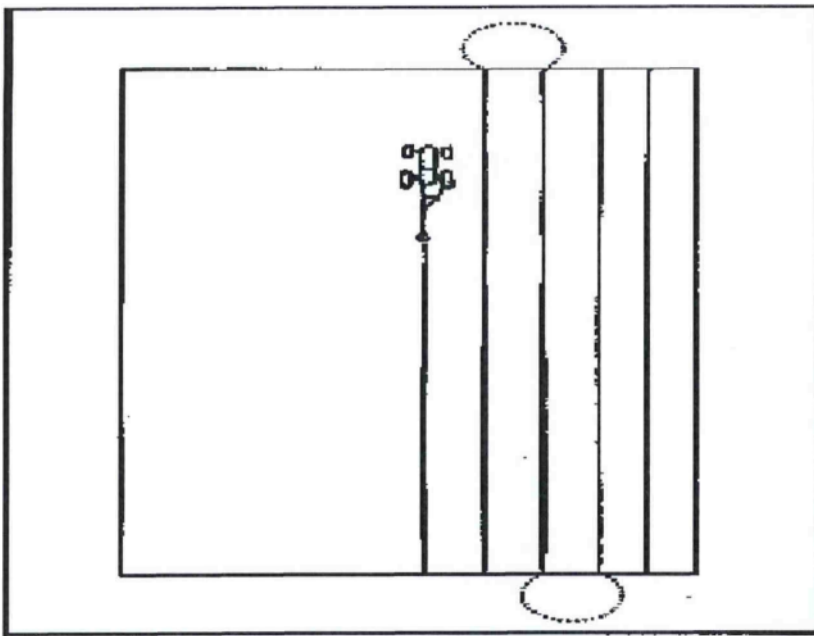
απαιτεί δεξιότητες και εμπειρία από το χειριστή.

ε) Όργωμα με αναστρεφόμενο άροτρο

Το όργωμα με αναστρεφόμενο άροτρο ξεκινά από την μία πλευρά του χωραφιού, αυτή που έχει το μεγαλύτερο μήκος. Στο κεφαλάρι τα ινία ανασηκώνονται, το μηχάνημα κάνει αναστροφή (180°), πραγματοποιώντας ελιγμό τύπου βρόχου ή ανάστροφης επιστροφής, αναστρέφει τα ινία και οργώνει προς την αντίθετη κατεύθυνση αναστρέφοντας το έδαφος προς την ίδια πλευρά. Στο κάτω τμήμα του χωραφιού κινείται ανάλογα με την προηγούμενη αναστροφή, **εικ. 1.5.**



Εικ. 1.4. Όργωμα με ελιγμό γωνίας



Εικ. 1.5. Όργανο με αναστρεφόμενα άροτρα.

Το σύστημα παρουσιάζει μικρές νεκρές διαδρομές και αφήνει ισοπεδωμένη την επιφάνεια του χωραφιού.

1.3. Διαχείριση γεωργικών μηχανημάτων

Τα γεωργικά μηχανήματα αποτελούν τμήμα του επενδυμένου κεφαλαίου μιας γεωργικής εκμετάλλευσης. Στις μεγάλες γεωργικές εκμεταλλεύσεις οι επενδύσεις σε μηχανικό εξοπλισμό συμμετέχουν σε ποσοστό 25-35% των συνολικών. Στις μικρές εκμεταλλεύσεις, όπως αυτές της χώρας μας, όπου το κόστος του εδάφους μειώνεται οι επενδύσεις σε μηχανολογικό εξοπλισμό ανεβαίνουν στο 35-40% του συνολικού κόστους.

Η διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων (farm machinery

management) ορίζεται ως η διαδικασία λήψης αποφάσεων, όπου τα γεωργικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται στις εναλλακτικές διεργασίες, ώστε να επιτευχθούν οι αντικειμενικοί στόχοι που έχουν τεθεί. Ειδικότερα ασχολείται με την ποσοτική εκτίμηση των μηχανικών και οικονομικών παραμέτρων των γεωργικών μηχανημάτων που επηρεάζουν την απόδοση και το κόστος λειτουργίας τους. Αποσκοπεί δηλαδή στην αύξηση της αποδοτικότητας των γεωργικών μηχανημάτων, μειώνοντας έτσι το συνολικό κόστος του κεφαλαίου μηχανήματα.

1.3.1 Επιλογή των γεωργικών μηχανημάτων

Αποτελεί την πιο σημαντική απόφαση που θα πάρει ο παραγωγός. Αυτή θα επηρεάσει το ύψος των επενδύσεων αλλά και το κόστος, δηλαδή τα λειτουργικά έξοδα της επιχείρησης. Επηρεάζει επίσης την παραγωγικότητα του εδάφους και της εργασίας. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες, έτσι ώστε ο αριθμός, ο τύπος και το μέγεθος των μηχανημάτων να είναι αυτά που πραγματικά απαιτούνται. Έτσι οι εργασίες θα εκτελούνται έγκαιρα με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Συναρμογή των μηχανημάτων. Θεωρείται η αρμονική συνεργασία των μηχανημάτων, από άποψη μεγέθους, ώστε να εκτελούνται οι εργασίες με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Η συναρμογή προκύπτει όταν επιλέγονται μηχανήματα που πρέπει να συνεργασθούν με τον ελκυστήρα. Επίσης συναρμογή έχουμε και όταν πρόκειται για μια σειρά από

συνεργαζόμενα παρελκόμενα για να περατωθεί η εργασία με μια μόνο διέλευση.

Χρήση των μηχανημάτων. Η διαχείριση αποσκοπεί στην αποδοτικότερη χρήση των μηχανημάτων, έτσι ώστε το κόστος να μειωθεί. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την λειτουργία τους σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Με την λειτουργία τους σύμφωνα με τις ενδεικνυόμενες ταχύτητες, με την αποφυγή υπερφορτίσεων, με την καλή ρύθμιση των ελκυστήρων με τα παρελκόμενα, με την αποφυγή επεμβάσεων που επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργία και την αποδοτικότητα κ. ά.

Συντήρηση - επισκευές. Είναι ο ελαστικότερος παράγοντας του κόστους που μπορεί να ελέγξει ο παραγωγός. Η συντήρηση περιλαμβάνει ότι ορίζει το βιβλίο του κατασκευαστή. Η καλή συντήρηση πρέπει να είναι η κύρια φροντίδα του παραγωγού. Η συντήρηση περιλαμβάνει τις ημερήσιες φροντίδες, τις περιοδικές φροντίδες και την ετήσια συντήρηση. Στις επισκευές περιλαμβάνεται η αντικατάσταση φθαρμένων ή κατεστραμμένων τμημάτων.

Αντικατάσταση των γεωργικών μηχανημάτων. Η αντικατάσταση επιβάλλεται πολλές φορές λόγω τεχνολογικής τους απαρχαίωσης ή λόγω περάτωσης της οικονομικής τους ζωής ή ακόμα λόγω μεταβολής του μεγέθους της εκμετάλλευσης. Πρέπει να συνεκτιμηθούν πολλοί παράγοντες που θα οδηγήσουν σε ορθολογική αντικατάσταση των μηχανημάτων.

Συστήματα διαχείρισης των γεωργικών μηχανημάτων. Κάθε γεωργός έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί ιδιόκτητα μηχανήματα, να ενοικιάζει ξένα, να χρησιμοποιεί επαγγελματικά, συνεταιριστικά και συνεταιρικά. Μπορεί να συμμετέχει επίσης σε ομάδα παραγωγών που χρησιμοποιούν κοινά μηχανήματα κ.ά.

Η διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων ακολουθεί ορισμένα βασικά στάδια αυτά είναι:

- α) ο σχεδιασμός,
- β) η οργάνωση,
- γ) η εκτέλεση και
- δ) ο έλεγχος.

α) Ο σχεδιασμός συνδέεται με την κατάστρωση των αντικειμενικών στόχων και τις ενέργειες που θα οδηγήσουν στην επίτευξή τους. Ο σχεδιασμός γεφυρώνει την απόσταση από το που βρίσκεται η κατάσταση και πού είναι επιθυμητό να φτάσει. Ο σχεδιασμός και ο έλεγχος είναι στοιχεία άρρηκτα συνδεδεμένα. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει: Τα σχέδια των αντικειμενικών στόχων, το σχεδιασμό ενδιάμεσων στόχων, η στρατηγική, η πολιτική, οι διαδικασίες και οι προϋπολογισμοί της κάθε φάσης αλλά και συνολικά. Οι βασικοί αντικειμενικοί στόχοι καταλαμβάνουν την κορυφή της ιεράρχησης. Οι ενδιάμεσοι στόχοι έχουν σχέση με τα αποτελέσματα που πρέπει να επιτευχθούν. Η στρατηγική έχει σχέση με κύριους βασικούς σχεδιασμούς. Η πολιτική σχετίζεται με τις

διαδικασίες που θα ακολουθηθούν για να επιτευχθούν οι στόχοι. Οι διαδικασίες είναι σχέδια που απαιτούν μεθόδους επίλυσης. Οι κανονισμοί είναι κανόνες που πρέπει να τηρούνται. Ο προϋπολογισμός συμπληρώνει κάθε σχεδιασμό. Στη διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: Καθορίζονται οι αντικειμενικοί στόχοι. Ακολουθούν οι εναλλακτικές διαδικασίες και τέλος τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν. Επίσης γίνεται και λεπτομερής καταρτισμός του προγράμματος εκτέλεσης των εργασιών.

β) Η οργάνωση αναφέρεται στον ορθολογικό συντονισμό δραστηριοτήτων και στον καταμερισμό της εργασίας και των ευθυνών ενός αριθμού ατόμων για την επίτευξη ενός κοινού στόχου. Το εργατικό δυναμικό θα πρέπει να οργανώνεται έτσι ώστε οι χειριστές και το λοιπό προσωπικό να γνωρίζουν ακριβώς την εργασία που πρέπει να εκτελέσουν και πότε. Ο κάθε εργαζόμενος θα πρέπει να απασχολείται εκεί που έχει ειδικότητα ή εμπειρία.

γ) Στην διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων η εκτέλεση αναφέρεται στην εκτέλεση των εργασιών, με τα μηχανήματα και τους ανθρώπους που καθορίστηκαν στα προηγούμενα στάδια. Αν ο χειριστής των μηχανημάτων είναι και ο γεωργός-διαχειριστής θα πρέπει να φτάσει τους αντικειμενικούς σκοπούς που έχει θέσει. Έτσι κατά την εκτέλεση των εργασιών θα πρέπει να φροντίζει ώστε το κόστος να κρατείται χαμηλό, η ποιότητα των εργασιών υψηλή, τα μηχανήματα να

λειτουργούν ορθολογικά και με βάση τα χαρακτηριστικά τους και τις δυνατότητές τους. Η εκτέλεση είναι αυτή που πολλές φορές διαφοροποιεί το αποτέλεσμα στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

δ) Με τον έλεγχο είναι δυνατό να γίνει γνωστό αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι. Στον έλεγχο μετρώνται τα αποτελέσματα της μέχρι στιγμής εφαρμογής και διορθώνονται οι δράσεις, ώστε η επιχείρηση να πετύχει τους αντικειμενικούς στόχους που τέθηκαν στο σχεδιασμό. Η διαδικασία ελέγχου περιλαμβάνει:

- 1) τον προσδιορισμό των σχεδίων και τα σημεία που πρέπει να ελέγχονται,
- 2) μέτρηση των μέχρι στιγμής αποτελεσμάτων και
- 3) διόρθωση των αποκλίσεων.

Στην πρώτη περίπτωση τα σημεία που ελέγχονται πρέπει να είναι 'κριτικά' δηλαδή να επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται με βάση τον προσδιορισμό κάποιων κριτηρίων. Π.χ. παραγωγικότητα (στρ/η, τόνοι/η), ποιότητα εργασίας, κριτήρια κόστους, κριτήρια κεφαλαίου (επενδύσεων), κριτήρια απόδοσης (αποδοτικότητα, καθαρό εισόδημα κ. ά.). Η μέτρηση των αποτελεσμάτων μπορεί να γίνεται σε καθημερινή βάση, μόνο στα κριτικά σημεία ή στο τελικό αποτέλεσμα. Αν διαπιστωθούν αποκλίσεις θα πρέπει να γίνουν διορθώσεις. Αυτές μπορούν να γίνουν είτε στα σχέδια είτε στους σκοπούς.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διαχείριση

των γεωργικών μηχανημάτων είναι κριτήρια παραγωγικότητας. Δύναται όμως να χρησιμοποιηθούν και κριτήρια ποιότητας ή κόστους.

1.3.2. Σπουδαιότητα της διαχείρισης των γεωργικών μηχανημάτων

Σε μια 'μέση' αγροτική εκμετάλλευση, οι συνολικές επενδύσεις ανέρχονται σε 100.000-120.000 Euro. Από αυτά το 45-50% αντιπροσωπεύει το έδαφος, το 35-40% τα μηχανήματα και το υπόλοιπο 10-15% αντιπροσωπεύει τα βοηθητικά κτήρια και τις αποθήκες. Οι κατοικία δεν υπολογίζεται σε αυτές τις επενδύσεις. Στις μεγάλες εκμεταλλεύσεις τα πράγματα είναι διαφορετικά. Το κόστος του εδάφους είναι μεγαλύτερο, ενώ τα μηχανήματα καταλαμβάνουν το 25-35% του συνολικού κόστους. Στις επενδύσεις μηχανικού εξοπλισμού οι ελκυστήρες συμμετέχουν με ποσοστό μεγαλύτερο του 50% στις μικρές εκμεταλλεύσεις και με ποσοστό 40% στις μεγάλες.

Στην κατανομή των ετήσιων δαπανών τα μηχανήματα καταλαμβάνουν την πρώτη θέση με ποσοστό 50-60%.

Ακολουθεί το έδαφος με ποσοστό 30-35% και στο τέλος τα κτίσματα με 5-15%. Ανάλογη κατανομή παρατηρείται και στο εξωτερικό. Στο έδαφος, ως στοιχείο κόστους λαμβάνεται μόνο ο τόκος του επενδυμένου κεφαλαίου. Στα μηχανήματα το κόστος περιλαμβάνει τις σταθερές και τις μεταβλητές δαπάνες

σε ποσοστό 55% και 45% αντίστοιχα. Στο μεταβλητό κόστος των μηχανημάτων υπολογίζονται και οι αμοιβές των χειριστών. Φαίνεται ότι τα μηχανήματα συμβάλλουν αποφασιστικά στη διαμόρφωση του κόστους σε μια μέση γεωργική εκμετάλλευση. Το κόστος μάλιστα αυτό είναι περισσότερο ελαστικό, σε σχέση με το κόστος των άλλων επενδύσεων. Η ορθή διαχείριση θα μπορούσε να μειώσει το κόστος αυτό. Η μείωση μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

- α) με ορθολογική επιλογή των μηχανημάτων και αποφυγή υπερβολικών επενδύσεων,
- β) διατήρηση του μηχανήματος επί μακρό χρόνο στην εκμετάλλευση,
- γ) αύξηση της ετήσιας χρήσης,
- δ) Αγορά και χρήση μεταχειρισμένων μηχανημάτων, όσο το επιτρέπουν οι συνθήκες. Όλα τα παραπάνω μειώνουν τις σταθερές δαπάνες.
- ε) προσπάθεια περιορισμού των μεταβλητών δαπανών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την σωστή λειτουργία των μηχανημάτων, την σωστή ρύθμιση των μηχανισμών, τις επισκευές, τη συντήρηση κ.ά. στ) τη σωστή συναρμογή του ελκυστήρα με τα παρελκόμενα ώστε να χρησιμοποιούνται ορθολογικότερα και με μικρότερο κόστος.

1.4. Κατεργασιμότητα - Προσπελασιμότητα των εδαφών

Ο χρόνος διενέργειας και η ποιότητα της κατεργασίας εξαρτώνται από:

Το έδαφος (δομή, μηχανική σύσταση, υγρασία, κατάσταση της επιφάνειας και λοιπές φυσικές ιδιότητες)

Τα εργαλεία

Την καλλιέργεια που πρόκειται να εγκατασταθεί Έτσι οδηγούμαστε στις έννοιες

α) της κατεργασιμότητας και

β) της προσπελασιμότητας.

α) Η κατεργασιμότητα χαρακτηρίζει την κατάσταση του εδάφους που επιτρέπει τη διέλευση και την εργασία των μηχανημάτων με συνθήκες που να διασφαλίζουν την αναβάθμισή του. Ή τουλάχιστον τη μη υποβάθμισή του. Η κατεργασιμότητα του εδάφους επηρεάζεται από την υγρασία και από την μηχανική του σύσταση. Οι επιπτώσεις από επεμβάσεις που πραγματοποιούνται σε εδάφη που δεν βρίσκονται σε ικανοποιητική υγρασιακή κατάσταση είναι ιδιαίτερα σοβαρές. Οδηγούν σε υποβάθμιση της δομής του, απαιτούν περισσότερες φροντίδες δευτερεύουσας κατεργασίας με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος και ο χρόνος προετοιμασίας. Δυστυχώς δεν υπάρχει ασφαλής μέθοδος για να προσδιορισθεί η κατεργασιμότητα εκτός από την εμπειρία του γεωργού και την γνώση των χωραφιών.

β) Η προσπελασιμότητα χαρακτηρίζει τη δυνατότητα του εδάφους να επιτρέπει τη διέλευση των μηχανημάτων χωρίς να υποβαθμίζεται η δομή του. Επηρεάζεται από τη μηχανική σύσταση του εδάφους, την υγρασία, την πυκνότητα, την κλίση,

τα κλιματικά στοιχεία, την κατάσταση της επιφάνειας του εδάφους και την στράγγισή του. Επηρεάζεται επίσης από το βάρος των μηχανημάτων, το μέγεθος και τον τύπο των ελαστικών, την ολίσθηση και γενικότερα από τον τύπο των μηχανημάτων. Σημαντικά επηρεάζουν επίσης και τα συστήματα κατεργασίας. Σε πολλές χώρες έχουν αναπτυχθεί μοντέλα που προβλέπουν την προσπελασιμότητα και την κατεργασιμότητα. Φαίνονται οι διαθέσιμες ημέρες για ποικίλες εργασίες και με διαφορετικά επίπεδα πιθανοτήτων.

2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Τα κύρια μηχανήματα πρωτογενούς κατεργασίας εδάφους είναι τα εξής :

- 1) Υνιοφορα άροτρα**
- 2) Δισκοφορα άροτρα**
- 3) Καλλιεργητές βαρέως τύπου (chisels)**

Με τα παραπάνω μηχανήματα επιδιώκει ο καλλιεργητής :

- α) Την κατάκοψη, αναστροφή και ενσωμάτωση των ζιζανίων με το εδάφους.**
- β) Την αναστροφή και κάλυψη υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας για αποσύνθεση και διευκόλυνση σποράς.**
- γ) Περιορισμός διάβρωσης σε επικλινή εδάφη με σχηματισμό**

αναβαθμίδων

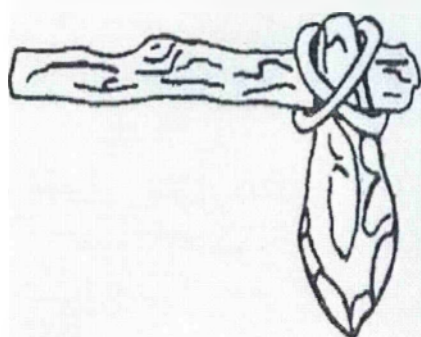
δ) Διευκόλυνση ανάπτυξης ριζικού συστήματος

2.1. ΑΡΟΤΡΑ

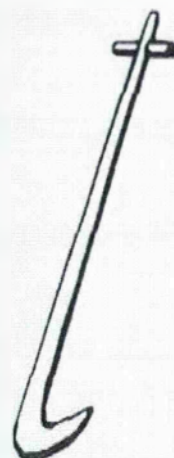
2.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ

Η ιστορία του αρότρου δεν είναι απόλυτα εξακριβωμένη έτσι ώστε όσα αναφέρονται να είναι μάλλον υποθέσεις, με βάση τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν κατά καιρούς. Εκείνο όμως που μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα είναι ότι το πρώτο εργαλείο που ήταν μια σκαπάνη πυριτόλιθου (**εικ. 2.1**) εμφανίσθηκε κατά τη Μεσολιθική εποχή (12.000 έως 5.000 π.Χ.).

Κατά τη Νεολιθική εποχή (5.000 - 2.500 π.Χ.) εμφανίσθηκαν οι πρώτες σκαπτικές ράβδοι με μορφή ενός μυτερού κλαδιού δένδρου, καμπυλωτού στο κάτω μέρος και λυγισμένου προς τα πίσω, στο πάνω ή και διαφόρων άλλων τύπων. Τα εργαλεία αυτά κατασκεύαζαν και χρησιμοποιούσαν διάφοροι λαοί, κυρίως στη λεκάνη της Μεσογείου και της Ασίας (Μεσοποταμίας). Η **εικ. 2.2.** δείχνει ένα τύπο σκαπτικής



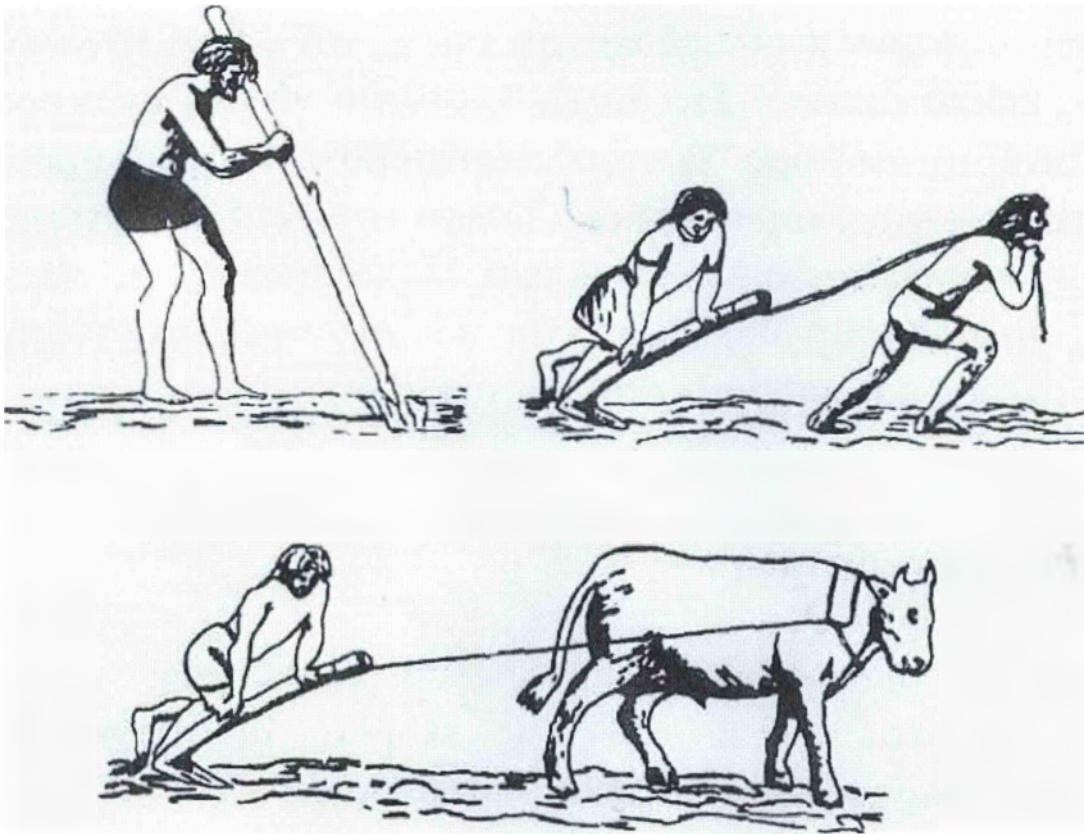
Εικ. 2.1. Σκαπάνι από Πυριτόλιθο της Μεσολιθικής εποχής (12.000-5.000 π.Χ.)



Εικ.2.2. Σκαπτική ράβδος (4.000 π.Χ.) Σχέδιο σε ²⁹ αρχαίο νόμισμα των Συρακουσών

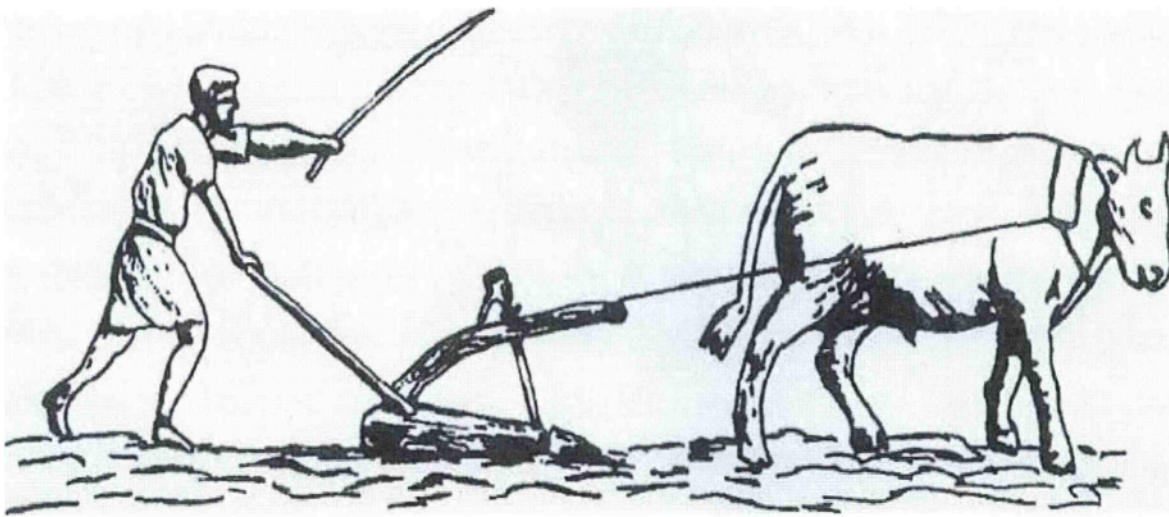
ράβδου που χρησιμοποιούνταν το 4.000 π.Χ., όπως εμφανίζεται σε αρχαίο νόμισμα των Συρακουσών.

Η **εικ. 2.3** δείχνει διάφορα είδη σκαπτικών ράβδων που αποτελούν τα πρώιμα άροτρα κατά τη Νεολιθική εποχή. Τα πρώιμα αυτά εργαλεία με το χρόνο και τη χρήση τελειοποιήθηκαν και κατέληξαν σε ένα ξύλινο άροτρο το οποίο είχε χειρολαβές για να το κατευθύνει ο γεωργός. Το υνί (σκαπτικό εργαλείο) ήταν στην αρχή ένα μυτερό ξύλο ή πέτρα. Το άροτρο δεν είχε αναστρεπτήρα ή τροχούς και για την έλξη του χρησιμοποιούνταν συνήθως ζώα (ζευγάρι βοών ή αγελάδων, βουβαλιών ή ημιόνων και αργότερα ίππων). Όταν δεν υπήρχαν ζώα την έλξη αναλάμβαναν και οι άνθρωποι. Το άροτρο δεν έκανε πραγματικό όργωμα (αναστροφή, θρυμματισμό, ενσωμάτωση ζιζανίων κ.ά.) αλλά απλώς διάνοιγε μια μικρού βάθους αυλακιά στο βάθος της οποίας έσπερναν το σπόρο.



Εικ. 2.3. Εργαλεία κατεργασίας Νεολιθικής εποχής (5.000-2.500 π.Χ.).

Τα άροτρα αυτά φαίνεται ότι πρωτοεμφανίσθηκαν στη Μεσοποταμία. Υποστηρίζεται ότι πρώτοι τα χρησιμοποίησαν οι Σουμέριοι, λαός της κάτω Μεσοποταμίας, περί το 3.000 π.Χ., όπως αναπαριστάνεται σε πήλινο αγγείο που βρέθηκε στη Μεσοποταμία (εικ. 2.4.). Την ίδια εποχή, περί το 2.500 π.Χ. χρησιμοποιούνται παρόμοια άροτρα και στην Αίγυπτο (εικ. 2.5.) (από Αιγυπτιακό σχέδιο).

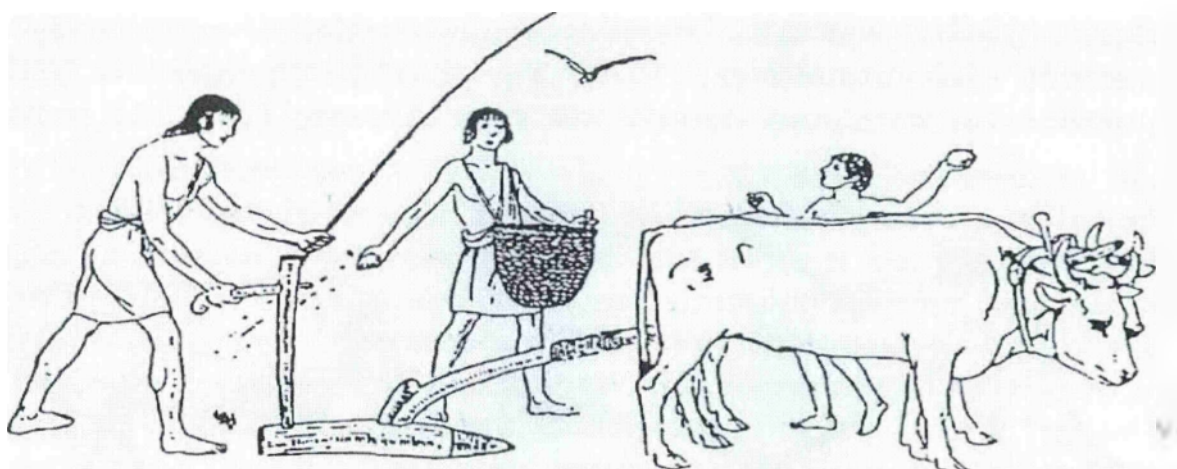


Εικ. 2.4. Άροτρα Νεολιθικής εποχής της Μεσοποταμίας (4.000-3.000 π.Χ.).

Παραλλαγή του ξύλινου αυτού αρότρου χρησιμοποιούσαν και οι αρχαίοι Έλληνες. Το άροτρο αυτό, που περιγράφει ο Ησίοδος στο έργο του "Έργα και Ημέραι" είναι γνωστό με το όνομα "ησιόδειο άροτρο". Το ίδιο άροτρο βελτιωμένο ως προς το σκαπτικό εξάρτημα του (υνί), που σήμερα αποτελείται από μία μεταλλική λάμα, χρησιμοποιείται ακόμη σε πολλά μέρη του κόσμου. Κατά την ελληνική μυθολογία, ο πρώτος που κατασκεύασε και χρησιμοποίησε άροτρο ήταν ο Τριπτόλεμος από την Ελευσίνα. Στον Τριπτόλεμο είχε διδάξει την τέχνη η Θεά Δήμητρα. Η εικ. 2.6 δείχνει τις εργασίες της άροσης, με ησιόδειο ξύλινο άροτρο και της σποράς κατά την αρχαιότητα, όπως εμφανίζεται σε αρχαίο ελληνικό αγγείο.

άροτρο βελτιωμένο ως προς το σκαπτικό εξάρτημα του (υνί), που σήμερα αποτελείται από μία μεταλλική λάμα,

χρησιμοποιείται ακόμη σε πολλά μέρη του κόσμου. Κατά την ελληνική μυθολογία, ο πρώτος που κατασκεύασε και χρησιμοποίησε άροτρο ήταν ο Τριπτόλεμος από την Ελευσίνα. Στον Τριπτόλεμο είχε διδάξει την τέχνη η Θεά Δήμητρα. Η **εικ. 2.6** δείχνει τις εργασίες της άροσης, με ησιόδειο ξύλινο άροτρο και της σποράς κατά την αρχαιότητα, όπως εμφανίζεται σε αρχαίο ελληνικό αγγείο.



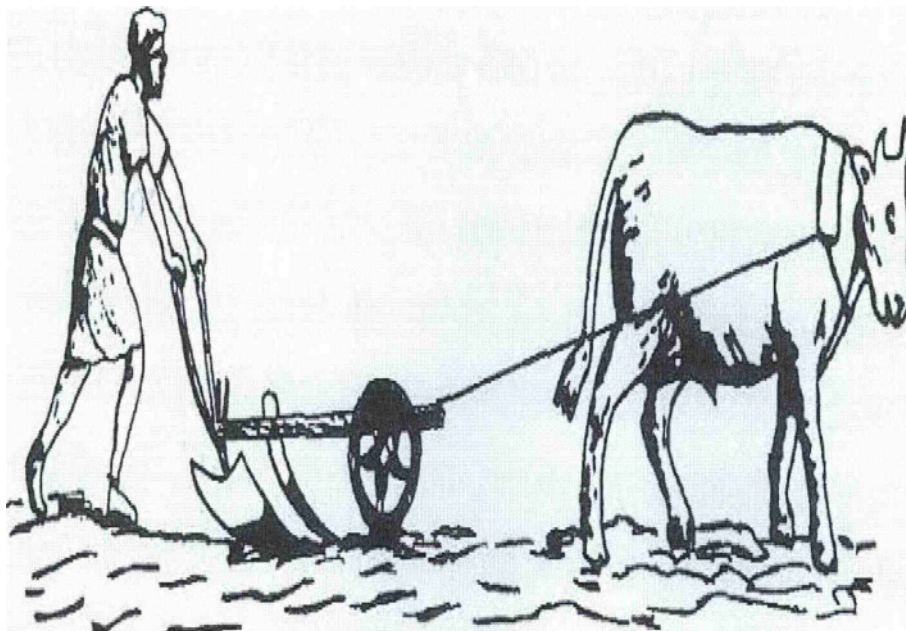
Εικ. 2.6. Άροση με ησιόδειο άροτρο και σπορά, στην αρχαία Ελλάδα. Από παράσταση ελληνικού αγγείου.

Τα άροτρα αυτού του τύπου χρησιμοποιήθηκαν για πολλούς αιώνες τόσο στις αρχικές περιοχές (Μεσοποταμία - Μεσόγειο) όσο και σε άλλες, με παραλλαγές και βελτιώσεις. Θα πρέπει να τονισθεί ότι η χρήση του αρότρου αποτελεί χαρακτηριστικό λαών που είχαν ανέλθει σε ανώτερη βαθμίδα πολιτισμού. Και τούτο γιατί ο άνθρωπος από τη στιγμή που αρχίζει να χρησιμοποιεί εργαλεία για να καλλιεργεί τη γη έχει απομακρυνθεί πια από την πρωτόγονη κατάσταση και έχει

προχωρήσει σε νέο ανώτερο από το προηγούμενο, επίπεδο ζωής. Έτσι δεν αποτελεί μόνο το σύμβολο της γεωργίας αλλά στα πρωϊμότερα χρόνια και το σύμβολο του πολιτισμού ενός λαού. Ας μη λησμονείται δε τοί γεγονός ότι ανακαλύφθηκε και χρησιμοποιήθηκε σε περιοχές που είχαν αρχικά ένα ικανοποιητικό στάδιο ανάπτυξης και στη συνέχεια ανέπτυξαν σημαντικότερους πολιτισμούς (Μεσοποταμία, Αίγυπτος, Ελλάδα και στη συνέχεια Ρώμη). Οι πολιτισμοί αυτοί στηρίχθηκαν κυρίως στην ανάπτυξη της γεωργίας. Όταν δε παραμελήθηκε η γεωργία ήλθε ως φυσιολογική συνέπεια και η παρακμή τους. Ο Ξενοφών αναφέρει πολύ χαρακτηριστικά: «... καλώς δε κακεῖνος ειπεν ος εφη την γεωργίαν των άλλων τεχνών μητέρα και τροφόν είναι, εδμεν γαρ φερομένης της γεωργίας ερρωνται και αίαλλαι τέχναι απασαι, οπου δ αν αναγκασθη η γη χερσεύειν, άποσβέννυνται και αί αλλαι τέχναι σχεδόν τι και κατά γην και κατά ύάλατταν ...» (Οικονομικός V,17) (... Είχε δίκιο εκείνος που είπε ότι η γεωργία είναι μητέρα και τροφός των άλλων τεχνών. Όταν όλα πάνε καλά στη γεωργία, όλες οι άλλες τέχνες ευημερούν, όταν όμως αναγκαστικά η γη μένει ακαλλιέργητη, οι άλλες τέχνες μαραίνονται, και στη στεριά και στη θάλασσα...). Η πρόοδος κατά το διάστημα μέχρι τη δεύτερη χιλιετία π.Χ. ήταν πολύ μικρή. Εξακολουθούσαν να χρησιμοποιούν το ξύλινο άροτρο με βασική βελτίωση του υνίου. Έτσι το ξύλινο υνί αντικαταστάθηκε από μεταλλική λάμα, μπρούτζινη στην αρχή και σιδηρά στη συνέχεια.

Περί το 2000 π.Χ. εμφανίζεται και στην Κίνα (περιοχή του Honan) το πρώτο μεταλλικό άροτρο κατασκευασμένο από σίδηρο. Αποτελούνταν από ξύλινες χειρολαβές και το υνί είχε σχήμα V με μεταλλική επικάλυψη. Όμοια άροτρα, ξύλινα ή εν μέρει μεταλλικά (υνί), χρησιμοποιούνται και στην Ινδία από πολλά χρόνια.

Κατά τον 10ο αιώνα π.Χ. το άροτρο βελτιώθηκε, στην περιοχή της Παλαιστίνης, έτσι ώστε να μπορεί να αναστρέφει κάπως το έδαφος. Κανονική όμως αναστροφή με αναστρεπτήρα επιτεύχθηκε πολύ αργότερα. Στην Παλαιά Διαθήκη (περί το 900 π.Χ.) αναφέρεται ότι ο Ελισαιέ όργωνε με δώδεκα ζεύγη βοών «... και ευρίσκει τον Έλισαιέ υιόν Σαφάτ, και αυτός ηροτρία εν βουσί -δώδεκα ζεύγη ενώπιον αυτού, και αυτός εν τοις δώδεκα - ...» (Βασιλειών Γ~, ΙΘ.19). Δεν διευκρινίζεται αλλά τα δώδεκα ζεύγη θα χρησιμοποιούνταν για την έλξη περισσότερων του ενός αρότρων. Συνήθως ένα έως δύο ζεύγη ήταν αρκετά για την έλξη ενός αρότρου. Κατά τον τρίτο περίπου αιώνα π.Χ. κατασκευάζονται τα πρώτα άροτρα με τροχούς από τους Ρωμαίους (εικ. 2.7.). Τα άροτρα είναι ακόμη ξύλινα με μεταλλικές επενδύσεις στο υνί και συνήθως φέρουν και μαχαίρι. Τα άροτρα με τροχούς τα ονόμαζαν carrura, όπως ονόμαζαν και τις άμαξες των κυριών.

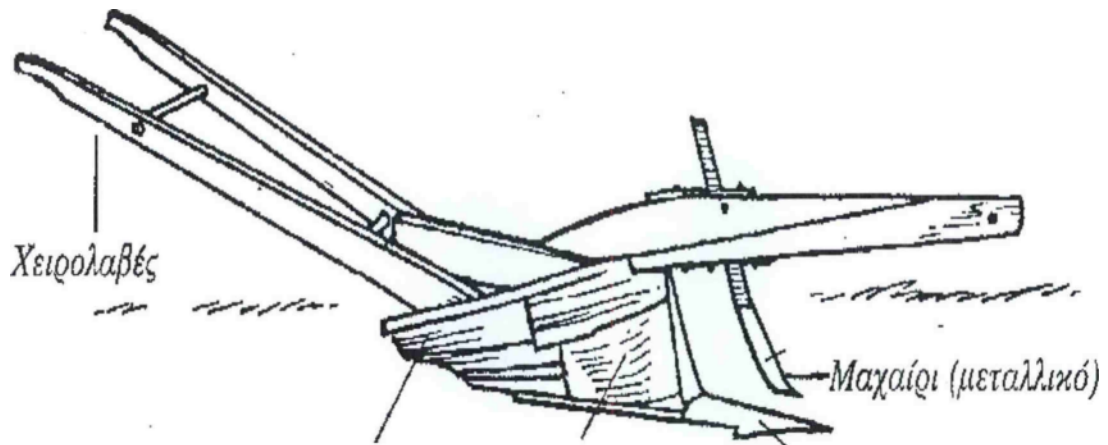


Εικ. 2.7. Ρωμαϊκό άροτρο με τροχούς και μαχαίρι (3ος αιώνας π.Χ.).

Σημαντική βελτίωση των αρότρων παρατηρείται τον 5ο και 6ο αιώνα μΧ οπότε εμφανίζεται στοιχειώδης αναστρεπτήρας (εικ. 2.8). Στην πραγματικότητα επρόκειτο για μια σανίδα τοποθετημένη πλάγια ως προς το υνί που απομάκρυνε το έδαφος και το θρυμματίζε. Συνήθως έφεραν και μαχαίρι. Άροτρα αυτού του τύπου χρησιμοποιήθηκαν επί μακρόν στην Ευρώπη. Κατά τον 8ο αιώνα μ.Χ. εμφανίσθηκαν στην Αγγλία άροτρα που κατασκευάσθηκαν από τους Σάξονες. Τα άροτρα ήταν ξύλινα στην αρχή και έφεραν υνί, στοιχειώδη αναστρεπτήρα, μαχαίρι, τροχούς και χειρολαβές. Αργότερα

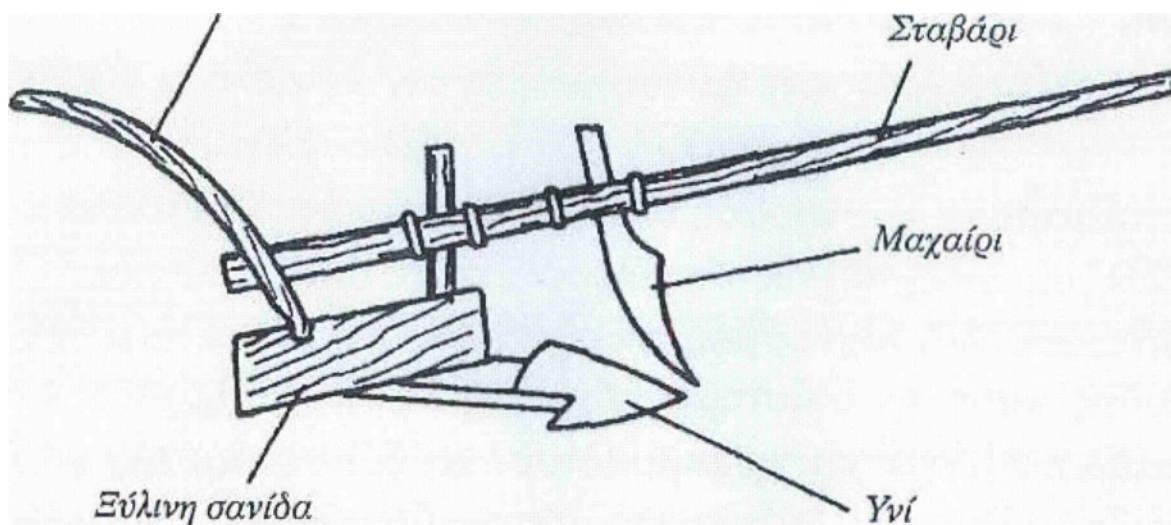
ξύλινα τμήματα του αντικαταστάθηκαν από μεταλλικά. Περί το 1500 μ.Χ. τα άροτρα έφεραν υνί και αναστρεπτήρα πιο εξελιγμένο, μαχαίρι, τροχούς και χειρολαβές. Ορισμένα από τα τμήματα του (υνί, μαχαίρι) ήταν μεταλλικά. Για την έλξη των αρότρων χρησιμοποιούνταν η ζωική δύναμη. Δυσκολίες φαίνεται υπήρχαν ως προς τη ζεύξη των ζώων, όπως προκύπτει από νόμο που ψήφισε η Ιρλανδική βουλή το 1634, ο οποίος απαγόρευε το σκληρό τρόπο έλξης από τις ουρές των ζώων. Την εποχή αυτή, γύρω στον 16ο με 17ο αιώνα μ.Χ., ανακαλύφθηκαν τα κολάρα ζεύξης των αλόγων, στην Κίνα.⁶ Τα κολάρα αυτά έκαναν δυνατή τη χρησιμοποίηση περισσότερων ζώων για την έλξη αρότρων σε βαριά εδάφη. Σε ακραίες περιπτώσεις χρησιμοποιούνταν μέχρι και 8 ζώα για την έλξη. Την ίδια εποχή η ζεύξη των βοών γίνονταν με το γνωστό και σήμερα ζυγό.

Στις αρχές του 1700 μ.Χ. εμφανίσθηκε στην Ολλανδία, Αγγλία και Σκωτία το καλούμενο άροτρο Rotherham (εικ. 2.9.) που δεν διαφέρει πολύ από τα σημερινά. Κατά τον 18ο αιώνα μ.Χ. έγιναν σημαντικές βελτιώσεις. Στην αρχή κατασκεύαζαν το υνί και τον αναστρεπτήρα ως ξεχωριστά τμήματα που μπορούσαν να αντικαθίστανται στο χωράφι, όταν υπήρχε ανάγκη. Την ίδια εποχή έγιναν προσπάθειες για τη μαθηματική έκφραση του σχήματος του αναστρεπτήρα. Ένας από αυτούς που μελέτησαν το πρόβλημα ήταν και ο τρίτος Πρόεδρος των ΗΠΑ Thomas Jefferson ο οποίος και κατασκεύασε, με μία γεωμετρική μέθοδο, το 1798 άροτρο με ελικοειδή αναστρεπτήρα.



Εικ.2.9. Άροτρο
Rotherham(1700μ.Χ.).

ΗΠΑ ο C. Newbold αποκτά την πρώτη ευρεσιτεχνία για χυτοσίδηρο ενιαίο άροτρο. Την εποχή εκείνη οι γεωργοί της περιοχής θεωρούσαν ότι ο σίδηρος μολύνει το έδαφος και προκαλεί την ανάπτυξη ζιζανίων .Την ίδια εποχή στη Γερμανία

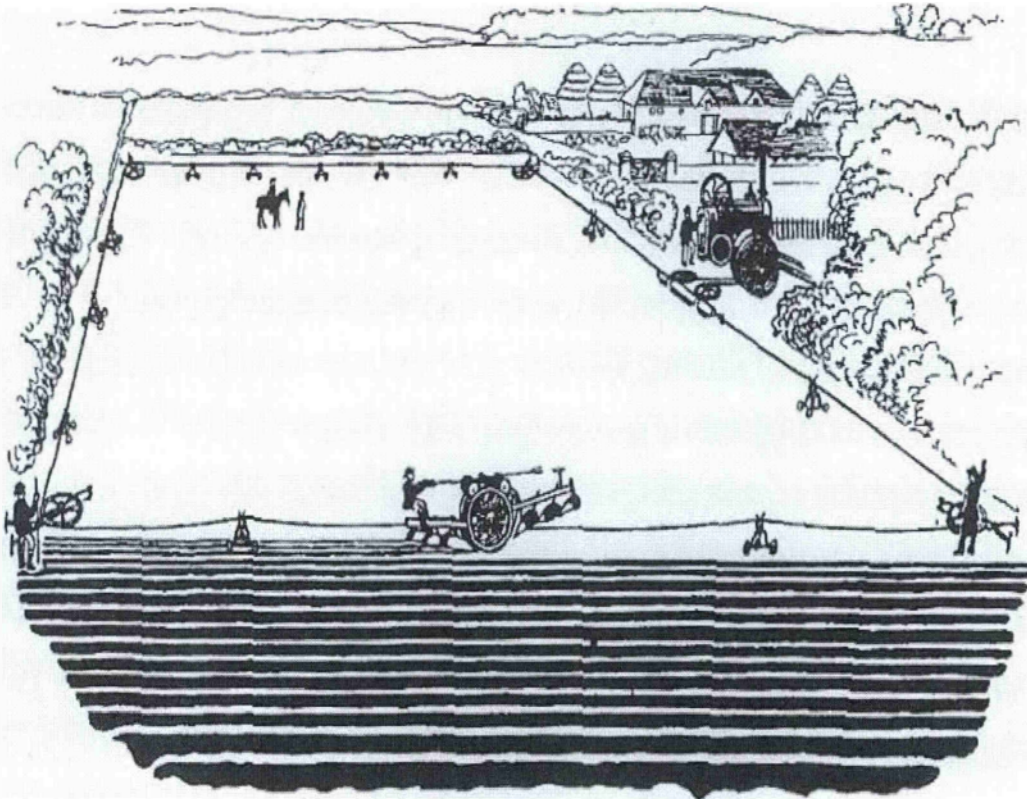


Εικ. 2.8.Αροτρο βαυαρικού τύπου (5ος – 6ος αιώνας μ.Χ).

κατασκευάζονται άροτρα τελείως μεταλλικά (από σίδηρο) ενώ το 1868 βελτιώθηκε η τεχνική του Ransome από τον Lane στις ΗΠΑ και κατασκευάστηκαν άροτρα με τριπλό στρώμα χάλυβα. Τα δύο εξωτερικά είναι πιο σκληρά από το εσωτερικό .Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται και σήμερα γιατί οι φθορές των μετάλλων είναι μικρές, δεν απαιτείται ουσιαστικά ακόνισμα και η διάρκεια ζωής είναι μεγάλη. Το 1830 ο John Deere κατασκευάζει ένα μονόουνο άροτρο εξ' ολοκλήρου χαλύβδινο .Περί το 1825 στην Τσεχοσλοβακία κατασκευάζεται άροτρο στο

οποίο το υνί και ο αναστρεπτήρας είναι ενιαία και έχουν μορφή κυλινδρική. Το άροτρο αυτό υπήρξε ο πρόδρομος των σημερινών αρότρων της άνοιξης .Το 1842 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ένας νέος τύπος αρότρου. Αντί για υνί και αναστρεπτήρα έφερε δίσκο, που αποτελούσε τμήμα σφαίρας .Ταυτόχρονα με τις βελτιώσεις των αρότρων έγινε μεγάλη προσπάθεια για την αντικατάσταση της ζωικής δύναμης έλξης από μηχανική. Στην αρχή για την έλξη χρησιμοποιήθηκαν ατμομηχανές. Το μεγάλο όμως βάρος τους (15-20 τόνοι) αποτελούσε σοβαρό εμπόδιο για τη χρησιμοποίησή τους για όργωμα. Οι πρώτες ατμομηχανές χρησιμοποιούνται για όργωμα με βαρούλκο από τον Pratt στην Αγγλία το 1849 (εικ. 2.10). Κατά το διάστημα 1870-1880 βελτιώθηκαν σημαντικά οι ατμοκίνητοι ελκυστήρες και χρησιμοποιήθηκαν πολυάριθμοι, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ για άροση και αλωνισμό .Σημαντική όμως πρόοδος τόσο στην κατασκευή των αρότρων όσο και γενικότερα στην εκμηχάνιση συντελέσθηκε με την ανακάλυψη και βελτίωση των μηχανών εσωτερικής καύσης από τις αρχές του 20ου αιώνα. Το 1907 ο Γερμανός R. Stock κατασκευάζει ένα αυτοκινούμενο μηχανάροτρο 4-6 υνο. Μηχανάροτρα του τύπου αυτού είχαν εισαχθεί και στη χώρα μας στις αρχές της δεκαετίας του 1920 και βοήθησαν στον επισιτισμό του στρατού αλλά και των προσφύγων που ήλθαν κατά την ανταλλαγή των πληθυσμών το 1923. Καθώς οι γεωργικοί ελκυστήρες με κινητήρες εσωτερικής καύσης βελτιώνονται, κατασκευάζονται συνεχώς

και νέα άροτρα ,πολύυνα, κατάλληλα για διαφορετικές εργασίες και εδάφη.



Εικ. 2.10. Όργωμα με βαρούλκο. Ως κινητήρια μηχανή χρησιμοποιείται ατμομηχανή (1849).

Οι κυριότεροι σταθμοί στην εξέλιξη των ελκυστήρων και αρότρων την εποχή αυτή συνοπτικά είναι: Το 1922 ο C. Howard κατασκευάζει το πρώτο περιστροφικό άροτρο (φρέζα, rotavator). Το ίδιο έτος ο Harry Ferguson κατασκευάζει άροτρο στερεό προσαρμοσμένο στον ελκυστήρα και αναρτώμενο με 4 σημεία στήριξης. Το άροτρο δεν έφερε τροχούς και η ανάρτηση ήταν μηχανική. Το 1935 εμφανίσθηκαν τα πρώτα συστήματα υδραυλικής ανάρτησης ενώ το 1938 η Ferguson

παρουσιάζει το υδραυλικό σύστημα ανάρτησης τριών σημείων, με αυτόματη ρύθμιση του βάθους, αναλόγως της προβαλλόμενης αντίστασης (draft control). Το γεγονός αυτό αποτελεί πραγματικό σταθμό τόσο στην ιστορία του ελκυστήρα όσο και της εκμηχάνισης των εργασιών, ιδιαίτερα της άροσης. Το 1948 το υδραυλικό σύστημα εξελίσσεται ακόμη και μπορεί να διατηρεί σταθερό ύψος ή βάθος (position control). Το 1950 εμφανίζονται στους ελκυστήρες συστήματα PTO ημιανεξάρτητα και ανεξάρτητα για τη μετάδοση ισχύος σε πολλά παρελκόμενα μηχανήματα. Κατά τη δεκαετία του 1970 γενικεύονται τα παρελκόμενα μηχανήματα που ενεργοποιούνται από το PTO των ελκυστήρων ενώ κατά τις δεκαετίες 1980 και 1990 εμφανίζονται και διαδίδονται συστήματα υδραυλικής ανύψωσης των εργαλείων με ηλεκτρονική υποβοήθηση και νεότερα ακόμη, με ηλεκτρονική διαχείριση ελκυστήρων-εργαλείων. Στο αμέσως προσεχές μέλλον θα κάνουν πλέον την εμφάνιση τους, σε στάδιο εφαρμογής, συστήματα προηγμένης κατεργασίας με εκπομπή και λήψη στοιχείων μέσω δορυφόρων (precision agriculture). Οι τεχνικές αυτές βρίσκονται ήδη σε αρχικό στάδιο εφαρμογής.

Κατά τη διάρκεια τόσο του μεσοπολέμου όσο και μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, μέχρι και τη δεκαετία περίπου του 1970, έγιναν εντατικές προσπάθειες τόσο από ιδιώτες και εταιρίες όσο κυρίως από ειδικά ερευνητικά κέντρα, ινστιτούτα και πανεπιστήμια για τη βελτίωση των αρότρων ή και την

κατασκευή νέων τύπων. Οι εργασίες και οι έρευνες αφορούσαν κυρίως στη βελτίωση του αναστρεπτήρα και του υνίου, στη μείωση του βάρους, στην αύξηση της αντοχής, στη μείωση της αντίστασης που προβάλλει το έδαφος στην κίνηση, στην αύξηση του βαθμού απόδοσης στον αγρό, στις ευκολίες συντήρησης και επισκευών κ.ά. με σκοπό τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της ποιότητας του οργώματος. Οι έρευνες συνεχίζονται ακόμη. Σήμερα εκτός των 10 εκατομμυρίων μηχανοκίνητων αρότρων και των περίπου 100 εκατομμυρίων μεταλλικών, ζωικής έλξης, εργάζονται ακόμη σε πολλά μέρη του κόσμου περίπου 200 εκατομμύρια ξύλινα άροτρα, πολλά από τα οποία διαφέρουν πολύ λίγο από τα παλαιά πρωτόγονα, θα μπορούσε να ειπωθεί προϊστορικά άροτρα.

2.1.2. ΥΝΙΑΡΟΤΡΑ

Τα υνάροτρα μπορούν να καταταγούν ποικιλοτρόπως με βάση διάφορα κριτήρια. Τα συνήθη κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι ο τρόπος έλξης, το είδος της εργασίας και το μέγεθος τους. Η κατάταξη πάντως με βάση τα κριτήρια αυτά δεν είναι απόλυτη. Έτσι οι διάφοροι τύποι δεν μπορούν να διαχωριστούν σαφώς ούτε είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Για παράδειγμα ένα άροτρο φερόμενο μπορεί να είναι απλό ή αναστρεφόμενο, μονόυνο ή πολύυνο κ.ο.κ.

2.1.2.1. Γενική κατάταξη

Με βάση τον τρόπο έλξης διακρίνονται σε:

- α)** άροτρα μηχανικής έλξης, στα οποία υπάγονται τα φερόμενα, ημιφερόμενα, συρόμενα και πρόσθιας ανάρτησης (ωθούμενα) και
- β)** ζωικής έλξης.

Με βάση τον τρόπο ή το είδος της εργασίας, διακρίνονται:

- α)** Ανάλογα με τον τύπο του αναστρεπτήρα και τη γενικότερη κατασκευή του σώματος σε: άροτρα αναστροφής, θρυμματισμού, γενικής χρήσης και ειδικά,
- β)** Ανάλογα με τον τρόπο οργώματος σε: άροτρα που οργώνουν με σαμάρια και αυλακιές και σε άροτρα με επίπεδο όργωμα,
- γ)** Ανάλογα με τον τρόπο κοπής της αυλακιάς σε: άροτρα ορθογώνιας και ρομβοειδούς κοπής.

Με βάση το μέγεθος διακρίνονται ανάλογα με το πλάτος του κάθε σώματος καθώς και με βάση τον αριθμό των σωμάτων (υνίων).

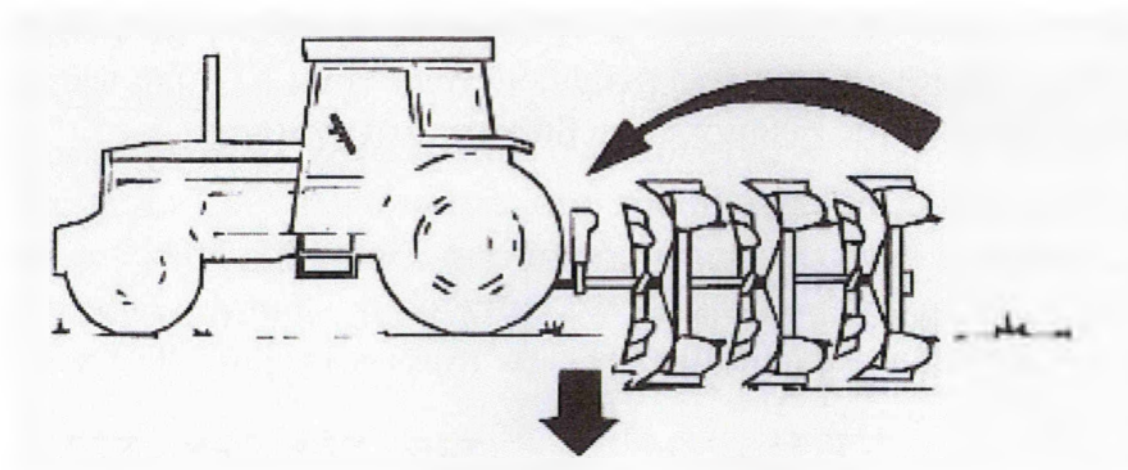
2.1.2.2. Άροτρα με βάση με τον τρόπο έλξης

Στις αναπτυγμένες χώρες τα άροτρα αυτά είναι μηχανικής έλξης και διακρίνονται σε:

α) Άροτρα φερόμενα

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται εκείνα που αναρτώνται στον ελκυστήρα με τρόπο ώστε όλο το βάρος τους να υποβαστάζεται από αυτόν (εικ. 2.11). Συνδέονται στον ελκυστήρα με τρία σημεία, έτσι ώστε να αποτελούν μία προέκταση του. Η ρύθμιση τους γίνεται με το υδραυλικό σύστημα ανάρτησης των εργαλείων. Σε ορισμένες περιπτώσεις (ελεύθερη ρύθμιση) το βάθος ελέγχεται με τροχό επιφανείας, όπως συμβαίνει επίσης και με υδραυλικά συστήματα απλής ενέργειας (παλαιού τύπου). Τα φερόμενα άροτρα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως μεγάλο βαθμό ευελιξίας, ευκολία και ταχύτητα μεταφοράς, ευκολία στη ρύθμιση και στον έλεγχο της θέσης, ιδιαίτερα με τα σημερινά εξελιγμένα συστήματα υδραυλικής ανύψωσης των ελκυστήρων. Λόγω της μεταφοράς φορτίου στους κινητήριους τροχούς (πίσω) επιτυγχάνεται καλύτερη πρόσφυση των με το έδαφος με αποτέλεσμα αποδοτικότερο βαθμό απόδοσης ισχύος στην έλξη των ελκυστήρων. Σ' ορισμένες όμως περιπτώσεις όταν άροτρα είναι μεγάλα και βαριά είναι δυνατό να προκληθεί πολύ μεγάλη μεταφορά φορτίου στους πίσω τροχούς με κίνδυνο απώλειας επαφής με το έδαφος των προσθίων τροχών και τάση ανατροπής η και ανατροπή προς τα πίσω. Επιπροσθέτως λόγω του μεγάλου φορτίου, προκαλούν μεγάλη πίεση στα ελαστικά, γρήγορη φθορά και μεγάλη συμπίεση του εδάφους. Για όλα τα ανωτέρω, τα φερόμενα άροτρα κατασκευάζονται μέχρι το πολύ πενταυνα,

συνηθεστέρα δε τριυνα η τετραυνα. Υπάρχουν σπανιότερες περιπτώσεις που μεγάλος ελκυστήρας μπορεί να φέρει μέχρι και άξονα. Όταν τα φερόμενα άροτρα είναι αναστρεφόμενα κατασκευάζονται επίσης το πολύ μέχρι πενταυνα, συνηθεστέρα τριυνα η τετραυνα. Για να εξουδετερώνεται η τάση ανατροπής προς τα πίσω οι ελκυστήρες εφοδιάζονται με αντίβαρα στο πρόσθιο τμήμα καθώς επίσης και με ελαστικά μεγαλύτερου εύρους η και με δίδυμους τροχούς.

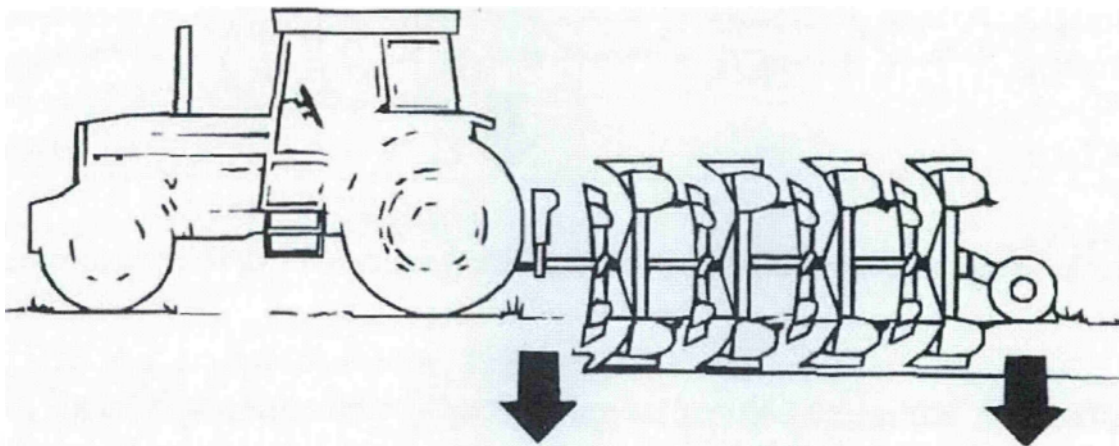


Εικ. 2.11. Άροτρο φερόμενο αναστρεφόμενο με παράσταση των φορτίσεων των τρεχόντων ελκυστήρα.

β) Άροτρα ημιφεράμενα

Τα ημιφερόμενα άροτρα κατασκευάζονται με τρόπο ώστε το πρόσθιο τμήμα τους να προσδένεται στους δύο κατώτερους

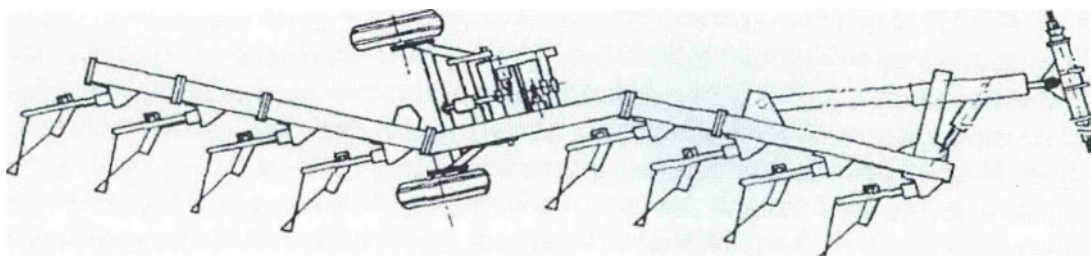
βραχίονες του συστήματος υδραυλικής ανάρτησης τριών σημείων των ελκυστήρων ενώ στο πίσω τμήμα τους υπάρχει ένας ή δύο τροχοί που υποβαστάζουν μέρος του βάρους του αρότρου (εικ. 2.12). Οι τροχοί μπορεί να είναι τοποθετημένοι και σε ενδιάμεσο τμήμα (εικ. 2.13) ενώ είναι δυνατό σ' ορισμένες κατασκευές να υπάρχει φορείο (δύο τροχοί) στο ενδιάμεσο τμήμα καθώς και τροχός αυλακιάς στο πίσω τμήμα. Ο έλεγχος της θέσης πραγματοποιείται στους εξελιγμένους τύπους υδραυλικά. Το πρόσθιο τμήμα ελέγχεται με το χειριστήριο του υδραυλικού συστήματος του ελκυστήρα ενώ η θέση του οπίσθιου ή των ενδιάμεσων τροχών με πρόσθετο υδραυλικό κύλινδρο. Σε ορισμένους τύπους η ρύθμιση του οπίσθιου τροχού γίνεται μηχανικά μέσω ρυθμιζόμενου άξονα. Ο πίσω τροχός επιφανείας λειτουργεί ως τροχός ρύθμισης του βάθους κατεργασίας.



Εικ

. 2.12. Άροτρο ημυφερόμενο αναστρεφόμενο

Τα ημιφερόμενα άροτρα φέρουν από 6 έως 12 υνία και είναι είτε απλά είτε αναστρεφόμενα. Με το μεγάλο αριθμό των υνίων μπορούν έτσι να εκμεταλλευτούν την ισχύ ενός μεγάλου ελκυστήρα. Για τη λειτουργία τους απαιτούν υδραυλικό σύστημα



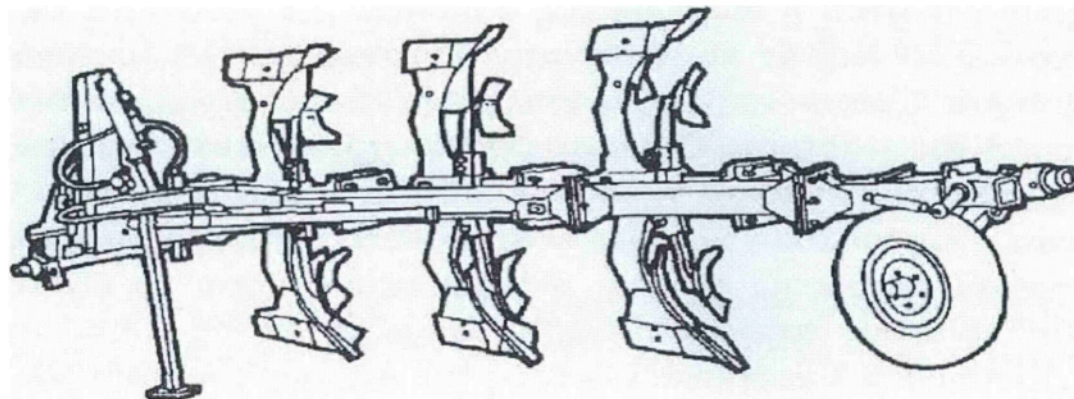
Εικ. 2.13. Ημιφερόμενο άροτρο με ενδιάμεσο φορείο δύο τροχών. (Huard)

μικρότερης ισχύος απ' ότι τα αντίστοιχα φερόμενα. Πλεονέκτημα παρουσιάζουν ακόμη και γιατί δεν επιβαρύνουν υπερβολικά τους πίσω τροχούς. Προκαλούν όμως ικανοποιητική μεταφορά φορτίου με αποτέλεσμα βελτίωση του βαθμού απόδοσης ισχύος στην έλξη, μικρότερη όμως από τα φερόμενα. Παρουσιάζουν ικανοποιητική ευελιξία. Για αύξηση της μάλιστα οι πίσω τροχοί κατασκευάζονται ως οδηγοί.

γ) Άροτρα πρόσθιας ανάρτησης (ωθούμενα)

Στις αρχές της δεκαετίας του '80 εμφανίσθηκαν τα πρώτα άροτρα πρόσθιας ανάρτησης. Τα άροτρα αυτά, κατά κανόνα αναστρεφόμενα, φέρουν 2-4 υνία και τροχό αυλακιάς (εικ.

2.14). Αναρτώνται στο πρόσθιο τμήμα ελκυστήρων με 4 κινητήριους τροχούς και ελέγχονται από το υδραυλικό σύστημα ανάρτησης των πρόσθιων εργαλείων.



Εικ. 2.14. Αναστρεφόμενο άροτρο πρόσθιας ανάρτησης.

Χρησιμοποιούνται πάντα ως ζεύγος με τα κανονικά φερόμενα (στο οπίσθιο τμήμα) άροτρα και εκμεταλλεύονται καλύτερα την ισχύ ενός μεγάλου ελκυστήρα. Λόγω των δυνάμεων που αναπτύσσονται και στο πρόσθιο άροτρο η ροπή περιστροφής ελκυστήρα-αρότρου μειώνεται. Η κατανομή του βάρους στους ελκυστήρες είναι αρκετά ικανοποιητική ώστε να αναπτύσσεται υψηλός βαθμός απόδοσης ισχύος στην έλξη. Τα μειονεκτήματά τους αντίθετα προέρχονται από το γεγονός ότι ο ελκυστήρας με τα δύο άροτρα είναι αρκετά μακρύς και παρουσιάζει δυσκολίες τόσο κατά τη μετακίνηση όσο και κατά την εργασία. Εργάζονται ικανοποιητικά σε χωράφια μεγάλης επιφάνειας και μεγάλου μήκους. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία τους είναι η ύπαρξη υδραυλικού συστήματος

ανάρτησης στο πρόσθιο τμήμα. Στην πράξη έχουν βρει σχετικά μικρή επιτυχία. Οι γεωργοί προτιμούν για την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων ενός ισχυρού ελκυστήρα τα ημιφερόμενα.

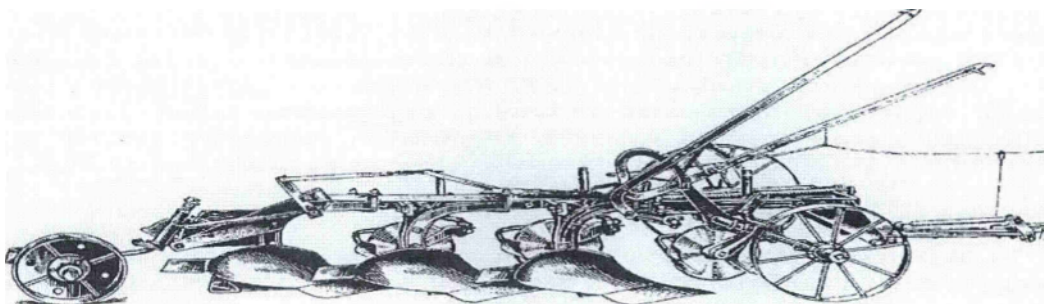
δ) Άροτρα ελκυόμενα ή συρόμενα

Τα συρόμενα άροτρα φέρουν τρεις τροχούς που συγκρατούν το βάρος και ταυτόχρονα ρυθμίζουν το βάθος κατεργασίας και την οριζοντίωση. Έλκονται από τη δοκό έλξης του ελκυστήρα. Τα άροτρα αυτά χρησιμοποιήθηκαν πριν από την εμφάνιση του υδραυλικού συστήματος ανύψωσης των εργαλείων στους ελκυστήρες. Σήμερα η χρήση τους είναι πολύ περιορισμένη στην Δ. Ευρώπη.

Βρίσκουν όμως ακόμη εφαρμογή σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης καθώς και σε χώρες της Αμερικής, σε μεγάλες εκμεταλλεύσεις. Συνήθως φέρουν 8-12 υνία και απαιτούν έναν πολύ ισχυρό ελκυστήρα (μεγαλύτερο των 150 kW) για την έλξη τους. Χρησιμοποιούνται επίσης για βαριές εργασίες (υπεδάφη οργώματα και εκχερσώσεις), συνήθως ως μονόυνα. Πολλές φορές για επαύξηση του πλάτους εργασίας μπορούν να συνδεθούν δύο άροτρα σε σειρά (το ένα πίσω από το άλλο). Αυτό ευκολύνει επίσης και την εργασία σε εδάφη με ανώμαλη επιφάνεια.

Φέρουν τρεις τροχούς (εικ. 2.15), δύο πρόσθιους και έναν οπίσθιο. Οι δύο πρόσθιοι έχουν την αυτή ή διαφορετική διάμετρο και κινούνται σε χωριστούς άξονες. Ο πρόσθιος δεξιός κινείται στην αυλακιά και είναι συνήθως μεγαλύτερης

διαμέτρου. Εκτός του βάρους που υποβαστάζει χρησιμοποιείται και για την οριζοντίωση του αρότρου. Ο αριστερός τροχός κινείται στο ακαλλιέργητο έδαφος και χρησιμοποιείται και για τη ρύθμιση του βάθους άροσης. Ο οπίσθιος τροχός κινείται στην αυλακιά και είτε είναι κάθετος είτε έχει μικρή κλίση ώστε να εξουδετερώνει μέρος της πλάγιας ώθησης που δέχεται το άροτρο από την αντίδραση του εδάφους κατά την κίνηση. Ο τροχός αυτός βοηθά στη ρύθμιση του βάθους άροσης και υποβαστάζει μέρος του βάρους του αρότρου. Οι τροχοί μπορεί να είναι μεταλλικοί ή με ελαστικά επίσωτρα (σύγχρονοι τύποι). Η ρύθμιση του βάθους και η οριζοντίωση του αρότρου γίνεται με χωριστούς μοχλούς. Με τη ρύθμιση της θέσης του αριστερού τροχού για το βάθος άροσης γίνεται αυτόματα, μέσω μοχλών και αξόνων και η ρύθμιση της θέσης του οπίσθιου τροχού. Η ανύψωση των αρότρων, κατά τη μεταφορά τους ή το κατέβασμα κατά την εργασία τους, γίνεται με έναν υδραυλικό κύλινδρο τοποθετημένο στο πλαίσιο του αρότρου και ενεργοποιούμενο από το υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα.



Εικ. 2.15. Τρίνο συρόμενο

Στους παλαιότερους τύπους η ανύψωση των υνίων γίνονταν μηχανικά με ένα συμπλέκτη μισής περιστροφής (καστανιά) που ήταν τοποθετημένος στον άξονα του αριστερού τροχού. Ο συμπλέκτης ελέγχεται με σχοινί από τη θέση του χειριστή. Σύγχρονα συρόμενα άροτρα ελέγχονται πλήρως με το υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα. Ο έλεγχος αφορά τη ρύθμιση του βάθους (αριστερός και οπίσθιος τροχός, με χωριστούς κυλίνδρους), την οριζοντίωση (δεξιός τροχός) με ιδιαίτερο υδραυλικό κύλινδρο και την ανύψωση των υνίων με άλλο ιδιαίτερο κύλινδρο.

Για να διευκολύνονται οι στροφές ο οπίσθιος τροχός είναι στρεπτός περί κατακόρυφο άξονα (τροχός οδήγησης). Σε πολλά νεότερου τύπου άροτρα και ο πρόσθιος τροχός αυλακιάς είναι επίσης τροχός οδήγησης.

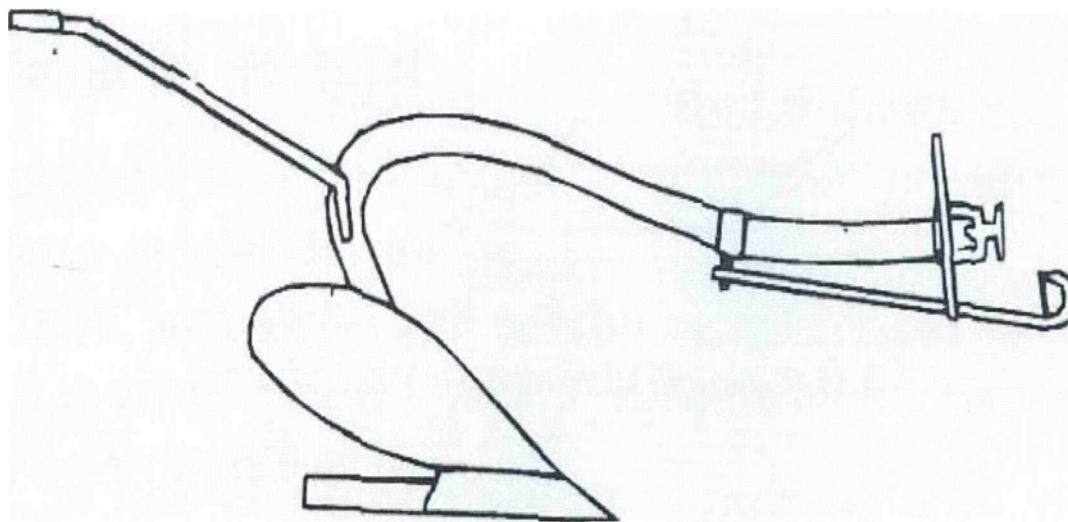
ε) Άροτρα ζωικής έλξης

Άροτρα ζωικής έλξης (**εικ. 2.16**) χρησιμοποιήθηκαν για μακρά περίοδο σ' όλο τον κόσμο. Σήμερα χρησιμοποιούνται ελάχιστα στην Ευρώπη ενώ σε αναπτυσσόμενες χώρες εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα.

Συνήθως είναι μονόυνα αν και παλαιότερα χρησιμοποιήθηκαν και πολύυνα. Για την έλξη τους χρησιμοποιείται συνήθως ένα ζεύγος ίππων ή βοών αν και σε διάφορες χώρες χρησιμοποιούνται και άλλα ζώα.

Κατά κανόνα φέρουν μόνο το σώμα του αρότρου χωρίς τροχούς ή άλλα βοηθητικά εξαρτήματα. Το σταβάρι καταλήγει σε σημείο έλξης. Είναι χειροδηγούμενα με χειρολαβές. Το

μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 25 και 30 cm ενώ το βάθος άροσης επηρεάζεται πολύ από τη μυϊκή δύναμη των ζώων και τη μηχανική σύσταση του εδάφους.



Εικ. 2.16. Υνάροτρο ζωικής έλξης.

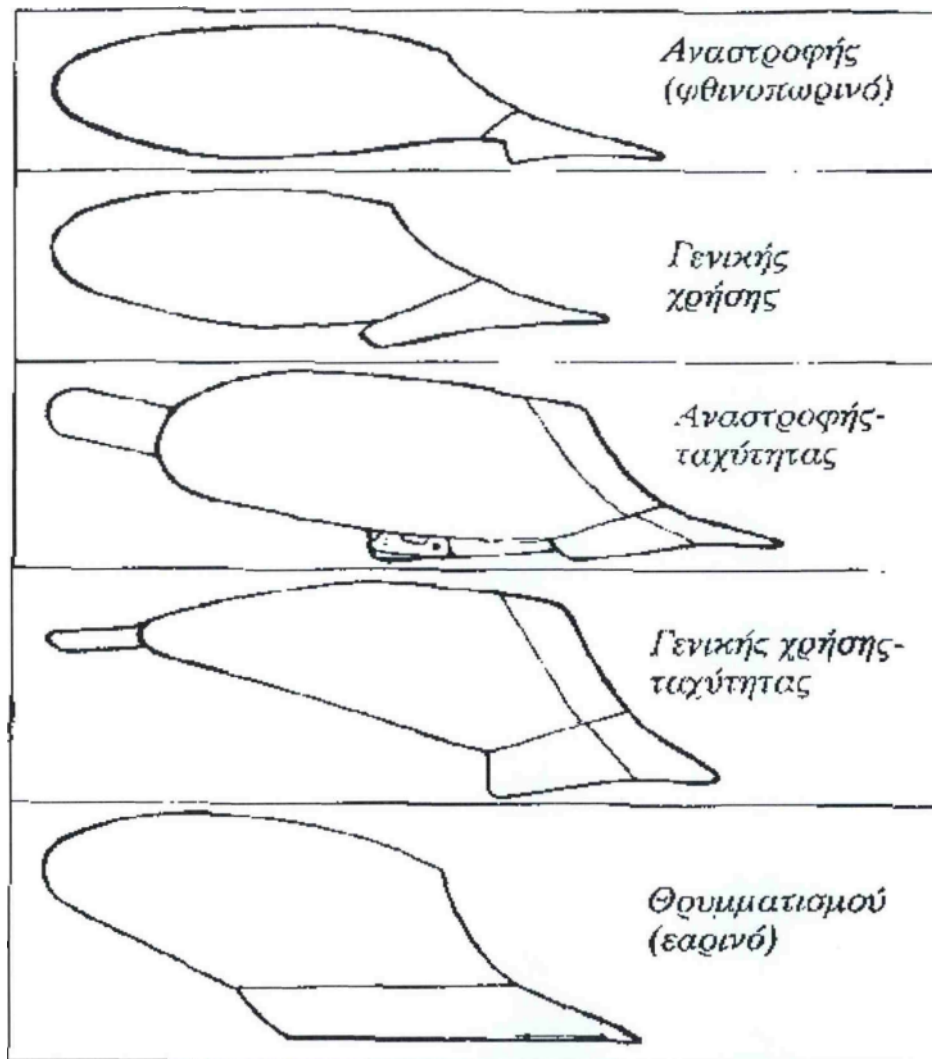
2.1.2.3. Άροτρα με βάση το είδος της εργασίας

α) Με βάση τον τύπο του σώματος

Τα άροτρα ανάλογα με τον τύπο του σώματος και κυρίως τη μορφή του αναστρεπτήρα, του υνίου και των χαρακτηριστικών γωνιών διακρίνονται σε:

Άροτρα αναστροφής (**εικ. 2.17**) : Είναι τα άροτρα με ελικοειδή αναστρεπτήρα που κάνουν αναστροφή του εδάφους και μικρό

Θρυμματισμό. Χρησιμοποιούνται για φθινοπωρινές-χειμερινές αρόσεις.

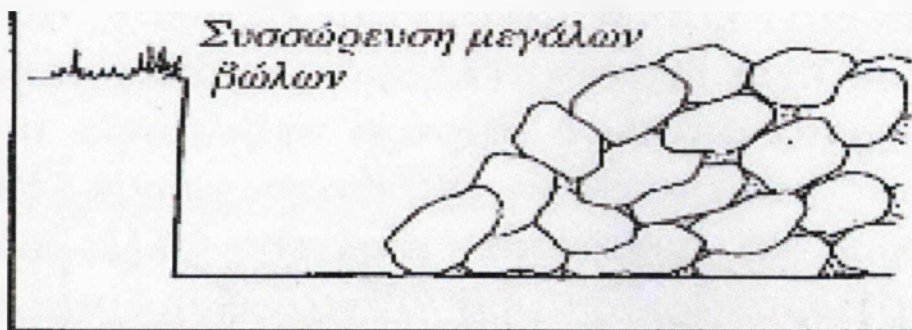


Εικ. 2.17. Διάφοροι τύποι σωμάτων υναροτρων

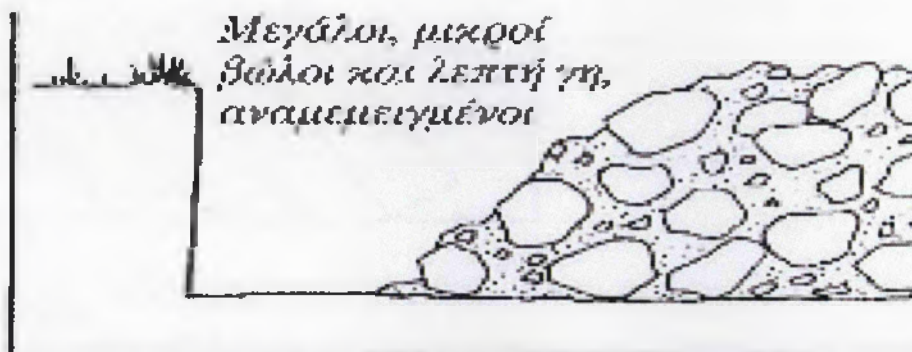
Άροτρα θρυμματισμού: Είναι τα άροτρα με κυλινδρικό αναστρεπτήρα που κάνουν μεγαλύτερο θρυμματισμό. Χρησιμοποιούνται για ανοιξιάτικες αρόσεις.

Άροτρα γενικής χρήσης: Έχουν αναστρεπτήρα μικτό (κυλινδροελικοειδή) και επιτυγχάνουν ενδιάμεσο θρυμματισμό συγκρινόμενα με τα προηγούμενα. Είναι τα άροτρα που χρησιμοποιούν οι γεωργοί τόσο για φθινοπωρινές όσο και για ανοιξιιάτικες αρόσεις.

Ως ειδικά θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν άροτρα κατάλληλα για βαθιά οργώματα όπου το ύψος του αναστρεπτήρα και η γωνία ανόδου του εδάφους έχουν μεγάλες τιμές με αποτέλεσμα να μπορούν να οργώσουν σε μεγαλύτερο βάθος. Στις περιπτώσεις αυτές και το διάκενο τους (ελεύθερο ύψος πλαισίου) πρέπει να είναι μεγάλο. Στην ίδια κατηγορία θα μπορούσαν να καταταγούν και τα καλούμενα άροτρα ταχύτητας. Τα άροτρα αυτά έχουν μειωμένες τις χαρακτηριστικές γωνίες και έτσι η αντίσταση που προβάλλει το έδαφος είναι μικρότερη με αποτέλεσμα δυνατότητα αύξησης της ταχύτητας άροσης με ικανοποιητική ποιότητα εργασίας. Η **εικ. 2.18** δείχνει σχηματικά κατατομές (προφίλ) του καλλιεργημένου εδάφους με τους τρεις πρώτους τύπους. Εκτός των ανωτέρω υπάρχει πληθώρα ειδικών αρότρων καταλληλότερων για κάποια συγκεκριμένη εργασία ή συνθήκες όπως π.χ. άροτρα για κολλώδη ή τυρφώδη εδάφη (με επιμήκεις λωρίδες), για έντονο θρυμματισμό κ.ο.κ.



Άροτρα αναστροφής



Άροτρα γενικής χρήσης



Άροτρα θρυμματισμού

Εικ. 2.18. Κατανομές (προφίλ) οργωμένου εδάφους

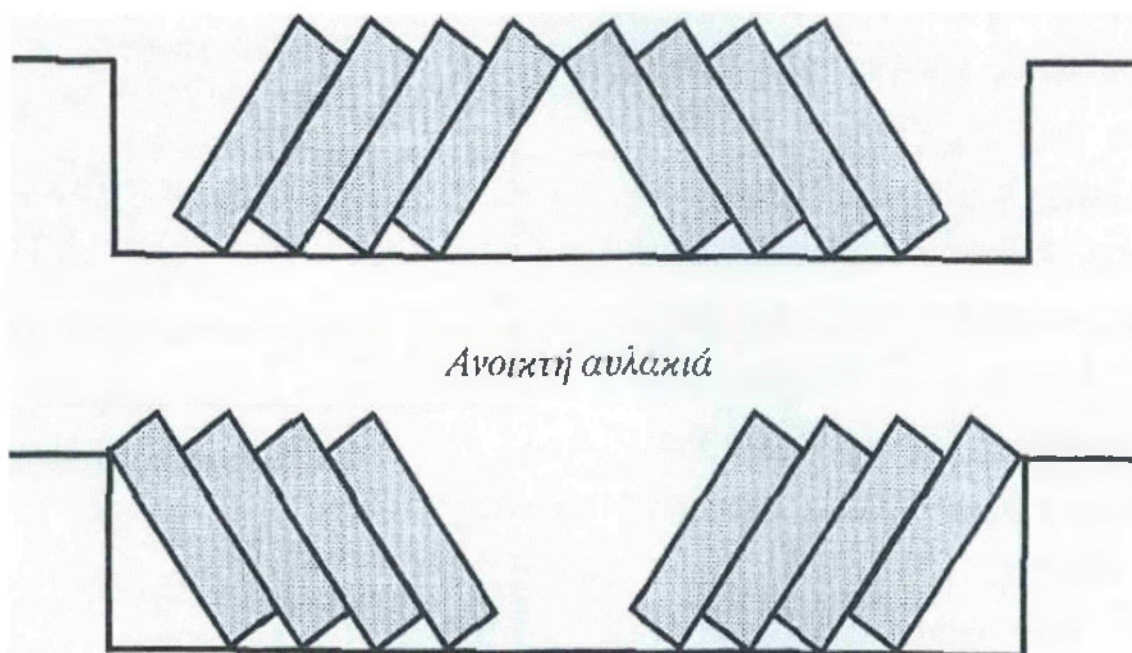
β) Με βάση με τον τρόπο άροσης

Τα υνάροτρα κατά το όργωμα αναστρέφουν το χώμα πάντα προς τη μία πλευρά, κατά κανόνα προς τα δεξιά και πολύ σπάνια προς τα αριστερά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σε οργωμένο χωράφι να δημιουργούνται κατά θέσεις ανοικτές αυλακιές και σαμάρια.

Τα τελευταία όμως χρόνια χρησιμοποιούνται με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό άροτρα τα οποία μπορούν να αναστρέφουν το έδαφος είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά. Η χρησιμοποίηση τέτοιων αρότρων έχει ως αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται σαμάρια-αυλακιές αλλά το οργωμένο έδαφος είναι ομαλό και επίπεδο.

Για την κατεργασία του εδάφους με τον πρώτο τρόπο (όργωμα με σαμάρια -αυλακιές) χρησιμοποιούνται τα κοινά, κλασικά άροτρα που φέρουν μία σειρά σωμάτων. Τα άροτρα αυτά αναστρέφουν το έδαφος πάντα προς μία πλευρά (δεξιά) καθώς κινούνται. Εξαιτίας αυτού απαιτείται ειδικός τρόπος οργώματος που έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες νεκρές διαδρομές και νεκρούς χρόνους. Στα σημεία όπου το άροτρο περατώνει το όργωμα δημιουργούνται ανοικτές αυλακιές με απόκλιση της αναστροφής (από τη μία πλευρά το χώμα αναστρέφεται προς τα δεξιά και από την άλλη προς τα αριστερά). Κατά την έναρξη του οργώματος δημιουργούνται σαμάρια με σύγκλιση της αναστροφής (εικ. 2.19.).

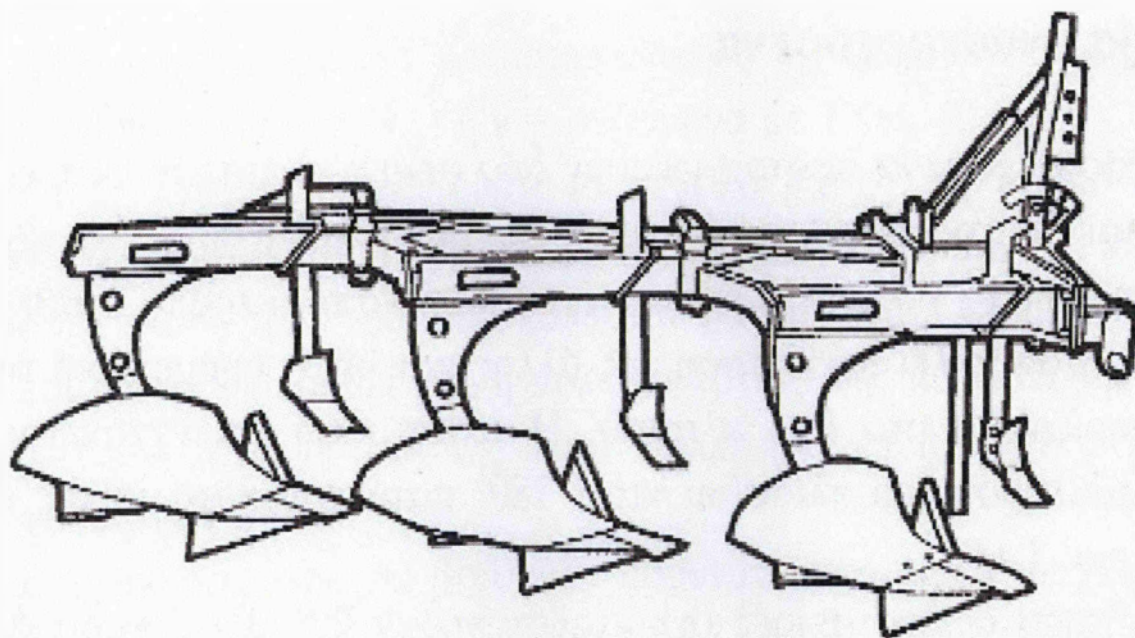
Σαμάρι



Εικ. 2.19. Σχηματική παράσταση οργώματος με σαμάρια και ανοικτές αυλακιές.

Τα κοινά άροτρα κατασκευάζονται ως φερόμενα (**εικ. 2.20**), ημιφερόμενα ή συρόμενα σε μεγέθη που ποικίλουν, ανάλογα με τις ανάγκες, από μονούνα μέχρι και 12ουνα. Τα άροτρα αυτά χρησιμοποιούνται ευρύτατα σ' όλο τον κόσμο. Στη χώρα μας σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται άροτρα αυτού του τύπου. Στις ΗΠΑ, τον Καναδά και σ' άλλες χώρες της Αμερικής όπου υπάρχουν μεγάλες καλλιεργούμενες εκτάσεις τα άροτρα αυτά κυριαρχούν. Σε τέτοιες μεγάλες εκτάσεις οι νεκροί χρόνοι δεν είναι σημαντικοί και έτσι αίρεται ένα από τα σοβαρά μειονεκτήματά τους. Τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι η

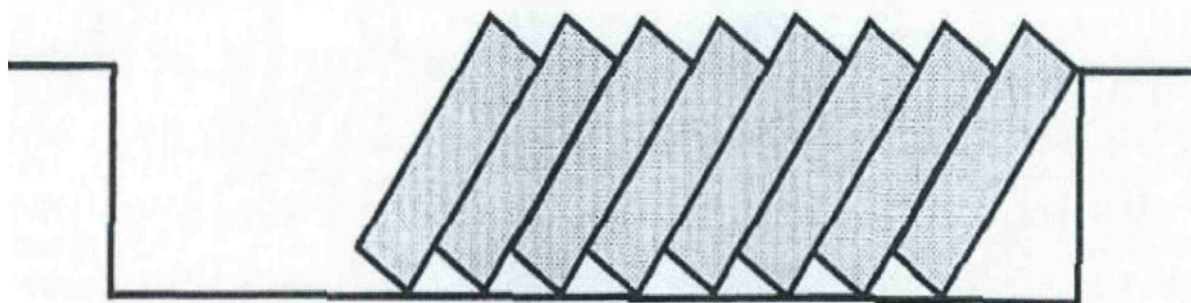
απλότητα τους, το χαμηλό κόστος, το μικρό βάρος και οι μικρότερες απαιτήσεις ισχύος του υδραυλικού συστήματος του ελκυστήρα. Έτσι λόγω του μικρού βάρους μπορούν να κατασκευασθούν ως φερόμενα πολύυνα, χωρίς να προκαλούν ισχυρές τάσεις ανατροπής ούτε και να προκαλούν πολύ μεγάλη μεταφορά φορτίου στους πίσω τροχούς. Για τις μεγάλες εκτάσεις κατασκευάζονται συνήθως ως ημιφερόμενα ή ακόμη και ως συρόμενα, εκμεταλλευόμενα την ισχύ ενός μεγάλου ελκυστήρα.



Εικ. 2.20. Απλό φερόμενο άροτρο για όργωμα με σαμάρια και ανοικτές αυλακιές.

Για την κατεργασία με το δεύτερο τρόπο, αναστροφή του εδάφους προς μία κατεύθυνση (δεξιά ή αριστερά) που αφήνει

το έδαφος επίπεδο, χρησιμοποιούνται άροτρα που αναστρέφουν το έδαφος προς τα δεξιά κατά τη μία κατεύθυνση (άνοδο) και προς τα αριστερά κατά την αντίθετη (κάθοδο) (εικ. 2.21). Ο τρόπος αυτός άροσης παρουσιάζει μικρές νεκρές διαδρομές και νεκρούς χρόνους, ιδιαίτερα σε χωράφια μικρής έκτασης και αφήνει το οργωμένο έδαφος ομαλό. Αυτό διευκολύνει τις περαιτέρω καλλιεργητικές εργασίες. Πολλές φορές απαιτεί λιγότερο εντατική δευτερεύουσα κατεργασία, διευκολύνει την άρδευση και κυρίως διευκολύνει τις μηχανές συγκομιδής. Οι βαριές αυτές μηχανές εργάζονται πιο γρήγορα, με μικρότερες απώλειες και με μικρότερους κινδύνους ζημιών.



Εικ. 2.21. Όργωμα με αναστροφή τον εδάφους προς μία κατεύθυνση.

Για την κατεργασία του εδάφους με τον τρόπο αυτό χρησιμοποιούνται άροτρα δυο βασικών τύπων :

- α) άροτρα αναστρεφόμενα και
- β) άροτρα με περιστρεφόμενα σώματα.

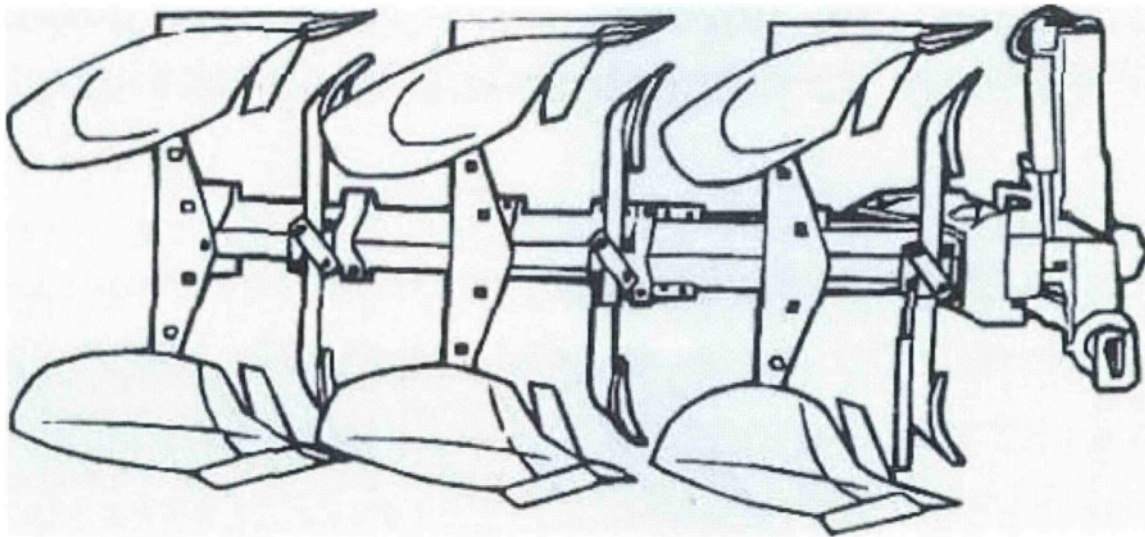
2.1.2.4. Άροτρα αναστρεφόμενα

Τα αναστρεφόμενα άροτρα φέρουν δύο σειρές σωμάτων εκ των οποίων η μία αναστρέφει το έδαφος προς τα δεξιά και η άλλη προς τα αριστερά. Η κατασκευή τους τα τελευταία χρόνια έχει κατά κάποιο τρόπο σταθεροποιηθεί. Η μία σειρά αποτελεί προέκταση της άλλης και είναι συμμετρική της. Οι δυο σειρές στηρίζονται στο ίδιο πλαίσιο. Η αναστροφή επιτυγχάνεται με περιστροφή ολόκληρου του πλαισίου κατά 180° κατά τον κατά μήκος άξονα του αρότρου (εικ. 2.22)

Παλαιότερα οι δυο σειρές σχημάτιζαν γωνία 90°. Τα άροτρα δεν παρουσίαζαν συμμετρική κατανομή του βάρους και εμφάνιζαν κάποια προβλήματα κατά την αναστροφή.

Κατά την εργασία μόλις το άροτρο φθάνει στην άκρη του χωραφιού ανασηκώνεται, αναστρέφεται και επιστρέφει για να οργώσει κατά την αντίθετη φορά το ακαλλιέργητο έδαφος, εκκινώντας από την ανοικτή αυλακιά.

Η αναστροφή του αρότρου γίνεται είτε μηχανικά, μέσω ενός μοχλού που ενεργοποιεί ο χειριστής τον ελκυστήρα με το χέρι του, είτε υδραυλικά μέσω του χειριστηρίου του υδραυλικού συστήματος. Η υδραυλική αναστροφή έχει πλέον



Εικ. 2.22. Άροτρο φερόμενο αναστρεφόμενο.

επικρατήσει και υπάρχουν τελευταίως πολλά και εξελιγμένα συστήματα υδραυλικής αναστροφής. Μηχανική αναστροφή συνήθως χρησιμοποιείται σε μικρά μονόυνα φερόμενα. Η αναστροφή γίνεται πάντα με το άροτρο σε θέση μεταφοράς (ανασηκωμένα τα υνία). Αναστροφή όταν τα υνία εγγίζουν το έδαφος μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες και καταστροφές λόγω της μεγάλης στροφορμής που αναπτύσσεται. Λόγω ακριβώς αυτής της στροφορμής πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή ώστε κατά τη στιγμή της αναστροφής να μην παρευρίσκονται άτομα ή εμπόδια σε κοντινή απόσταση.

Τα αναστρεφόμενα άροτρα κατασκευάζονται ως φερόμενα, ημιφερόμενα, ωθούμενα (πρόσθιας ανάρτησης) ή και συρόμενα με 1 έως 12 υνία.

Βασικά τους μειονεκτήματα είναι το μεγάλο βάρος, το υψηλό

κόστος, η απαίτηση μεγάλης ισχύος του υδραυλικού συστήματος και η μεγάλη επιβάρυνση που προκαλούν στους πίσω τροχούς, λόγω του βάρους τους. Ως μειονέκτημα θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί και η πολυπλοκότητα της κατασκευής τους. Για να αποφεύγεται η τάση ανατροπής του ελκυστήρα τα φερόμενα κατασκευάζονται συνήθως έως 5ου. Τα αναστρεφόμενα άροτρα βρίσκουν ευρύτατη εφαρμογή σε χώρες της Δ. Ευρώπης και κυρίως Ιταλία, Γαλλία, Γερμανία, Αγγλία, Ολλανδία κ.ά. Σ' ορισμένες μάλιστα από τις χώρες αυτές τα κοινά άροτρα έχουν πλέον αντικατασταθεί από αναστρεφόμενα. Στη χώρα μας, με τα μικρής έκτασης αγροτεμάχια, τα άροτρα αυτά θα μπορούσαν να εργασθούν ικανοποιητικότερα από τα κοινά που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα.

2.1.2.5. Άροτρα με περιστρεφόμενα σώματα

Πρόσφατα (τέλος της δεκαετίας του '80) έχουν κάνει την εμφάνιση τους στη Γαλλία και τις ΗΠΑ αλλά και στη συνέχεια σ' άλλες χώρες της Δ. Ευρώπης, άροτρα για όργωμα με αναστροφή του εδάφους προς μία πάντα διεύθυνση (επίπεδο όργωμα) στηριζόμενα στην αρχή της περιστροφής των σωμάτων. Τα άροτρα αυτά έχουν μία σειρά σωμάτων, όπως και τα κοινά, με δυνατότητα όμως περιστροφής του σώματος περί τον κατακόρυφο άξονα συμμετρίας σε τρόπο ώστε κατά τη μία διεύθυνση να αναστρέφουν το έδαφος προς τα δεξιά και κατά την αντίθετη προς τα αριστερά.

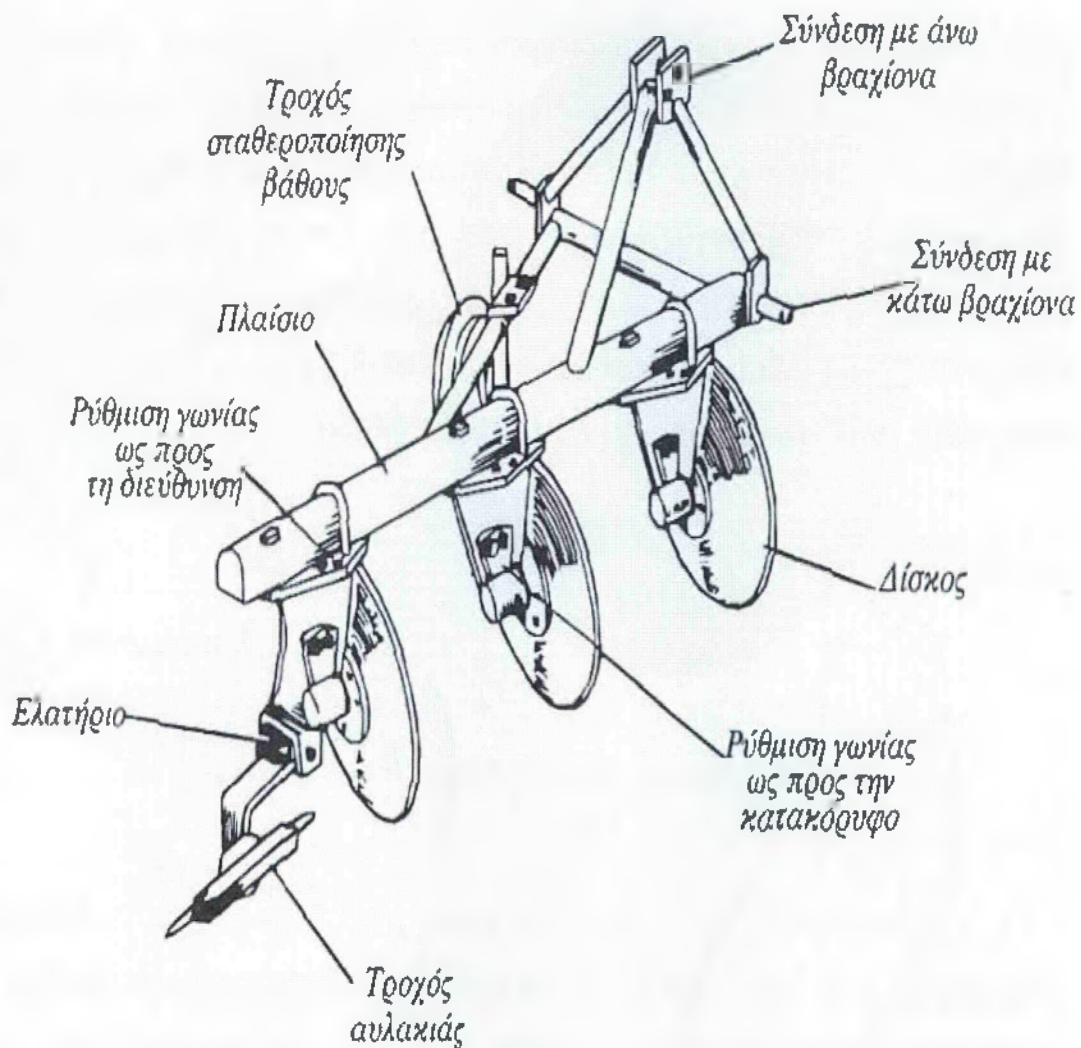
Τα άροτρα αυτά έχουν ειδικό συμμετρικό αναστρεπτήρα και υνί έτσι ώστε να μπορούν να οργώνουν και από τις δυο πλευρές. Ταυτόχρονα με την περιστροφή του σώματος γίνεται και η διόρθωση της κλίσης (ως προς την κατεύθυνση της κίνησης) και όλου του αρότρου, ώστε να μπορεί να οργώνει και κατά τις δύο κατευθύνσεις. Η περιστροφή των σωμάτων καθώς και η διόρθωση της γωνίας του αρότρου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια υδραυλικού κυλίνδρου. Σ' ορισμένους τύπους η γωνία περιστροφής των σωμάτων είναι μεταβλητή ώστε να προσαρμόζεται το άροτρο καλύτερα στις συνθήκες των αγρών. Τα άροτρα με περιστρεφόμενα σώματα συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των κοινών και των αναστρεφόμενων αρότρων. Είναι ελαφρά, φθηνότερα από τα αναστρεφόμενα, απαιτούν μικρότερη ισχύ υδραυλικού συστήματος και εξοικονομούν χρόνο. Κατασκευάζονται ως φερόμενα ή ημιφερόμενα. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι η δυσκολία κατεργασίας εδάφους βαριάς μηχανικής σύστασης και με μικρή υγρασία.

2.1.3. ΔΙΣΚΑΡΟΤΡΑ

2.1.3.1. Κατασκευαστικά στοιχεία - χρήσεις

Τα δίσκάροτρα (disk plows) είναι εργαλεία κύριας κατεργασίας (εικ. 2.23). Φέρουν δίσκους που περιστρέφονται σε ανεξάρτητους άξονες. Στα σημεία περιστροφής τους συνήθως υπάρχουν δύο κωνικοί ένσφαιροι τριβείς (ρουλεμάν). Τα φερόμενα έχουν 1-4 δίσκους ενώ τα ημιφερόμενα και συρόμενα 1-7. Η διάμετρος τους κυμαίνεται από 60-80 cm και

σε μεγάλα μονόδισκα μπορεί να φθάσει και τα 90 cm. Η ακτίνα καμπυλότητας κυμαίνεται μεταξύ 45 και 65 cm. Το πλάτος κατεργασίας κυμαίνεται από 25 έως 40 cm ανά δίσκο. Σ' ορισμένα μπορεί να μεταβληθεί με μετακίνηση των σωμάτων των δίσκων επάνω στο πλαίσιο τους. Σ' άλλους τύπους μπορεί να αφαιρούνται ή να προστίθενται δίσκοι, έτσι ώστε το άροτρο να ανταποκρίνεται καλύτερα στις συνθήκες του χωραφιού και την ισχύ του ελκυστήρα.



Εικ.2.23.Φερόμενο

Οι δίσκοι τοποθετούνται με γωνία $15-25^\circ$ ως προς την κατακόρυφο και $40-50^\circ$ ως προς τη διεύθυνση της κίνησης. Έρευνες έδειξαν ότι γωνία κλίσης 45° δίνει μικρότερη αντίσταση απ' ότι 40° ή 50° .² Όταν η γωνία ως προς την κατακόρυφο αυξάνεται από 15° σε 25° , η αναστροφή του εδάφους διευκολύνεται αλλά δυσκολεύεται η διείσδυση και

αυξάνεται η αντίσταση έλξης. Όταν αυξάνεται η γωνία ως προς τη διεύθυνση της κίνησης ευκολύνεται η διείσδυση αλλά απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη έλξης. Σ' ορισμένα άροτρα οι γωνίες μπορούν να μεταβληθούν ενώ σ' άλλα είναι σταθερές. Το πλάτος κατεργασίας κυμαίνεται από 25 έως 40 cm ανά δίσκο. Σ' ορισμένα μπορεί να μεταβληθεί με μετακίνηση των σωμάτων των δίσκων επάνω στο πλαίσιο τους. Σ' άλλους τύπους μπορεί να αφαιρούνται ή να προστίθενται δίσκοι, έτσι ώστε το άροτρο να ανταποκρίνεται καλύτερα στις συνθήκες του χωραφιού και την ισχύ του ελκυστήρα.

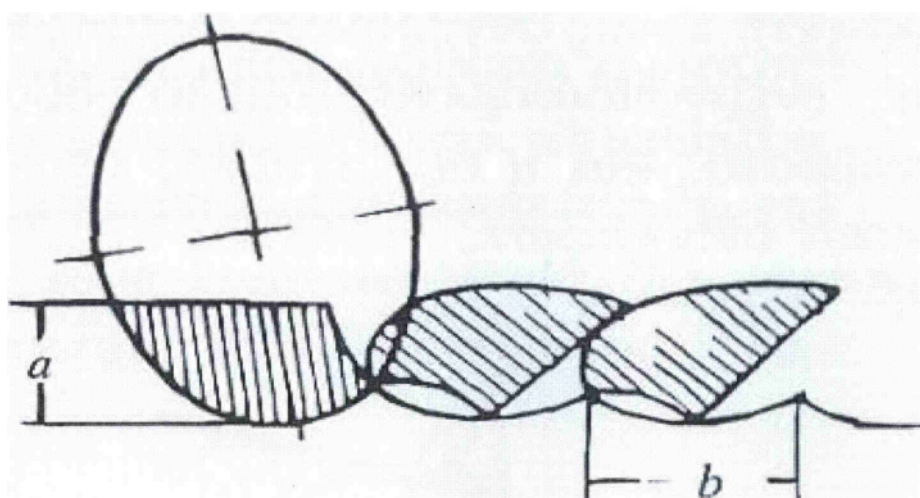
Τα δισκάροτρα διεισδύουν στο έδαφος λόγω του βάρους τους και όχι όπως στα υνάροτρα, λόγω της κατακόρυφης συνιστώσας που ωθεί το σώμα στο έδαφος. Για το λόγο αυτό είναι εργαλεία βαριά με βάρος από 180-600 kg ανά δίσκο. Σε βαριά, σκληρά εδάφη προστίθενται και άλλα βάρη ώστε πολλές φορές το βάρος ανά δίσκο να φθάνει τα 720 kg. Η διείσδυση σε σκληρά εδάφη γίνεται καλύτερα όταν για το ίδιο συνολικό βάρος μειώνεται ο αριθμός και αυξάνεται η διάμετρος των δίσκων.

Τα δισκάροτρα φέρουν ως πρόσθετα εξαρτήματα ειδικές ξύστρες που καθαρίζουν τους δίσκους από τα χώματα και βοηθούν και στο θρυμματισμό. Οι ξύστρες μεγάλου εύρους βοηθούν στο θρυμματισμό του εδάφους και στην ενσωμάτωση των υπολειμμάτων. Σε αργιλώδη εδάφη προτιμώνται ξύστρες μικρού πλάτους. Μπορεί σπανίως να φέρουν και προϋνιο για καλύτερη ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων.

Είναι κατάλληλα για ξηρά σκληρά εδάφη, για περιοχές που έχουν πέτρες ή ριζώματα γιατί δεν καταστρέφεται ο σκληρός δίσκος καθώς και για υγρά, κολλώδη εδάφη, λόγω της ξύστρας που φέρουν οι δίσκοι. Είναι επίσης κατάλληλα για χωράφια με πολλά φυτικά υπολείμματα γιατί δεν μπουκώνουν εύκολα, όπως συμβαίνει με τα υνάροτρα ή ακόμη και για εδάφη με φερτά υλικά. Χρησιμοποιούνται γενικώς εκεί όπου οι συνθήκες του εδάφους δεν επιτρέπουν ικανοποιητικό όργωμα με υνάροτρα.

Χρησιμοποιούνται συνήθως στις ΗΠΑ και ιδιαίτερα στις νοτιοδυτικές και μεσοδυτικές πολιτείες, καθώς και στον Καναδά και στην Νότιο Αφρική. Σχετική διάδοση έχουν βρει επίσης σε χώρες της Κ. και Β. Ευρώπης (Ρωσία, Πολωνία κ.ά.). Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται σπανίως, αν και θα μπορούσαν να δώσουν ικανοποιητικές λύσεις στην ενσωμάτωση της καλαμιάς και του άχυρου, με όργωμα αμέσως μετά τη συγκομιδή των σιτηρών.

Το μέτωπο κοπής του εδάφους παρουσιάζει μία μάλλον ελλειπτική μορφή σε αντίθεση με την ορθογώνια μορφή του



Εικ.2.24. Μέτωπο κοπής εδάφους με δισκαροτρο

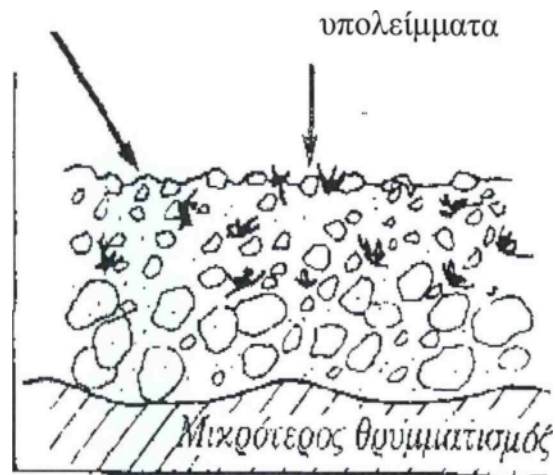
υναρότρου (**εικ. 2.24**). Έτσι ούτε κανονικό πυθμένα ούτε κάθετο τοίχωμα παρουσιάζει η αυλακιά. Πρόσφατες μελέτες αναλύουν θεωρητικά και προσομοιώνουν τις κατατομές και τη συμπεριφορά των δίσκων, κάτω από διάφορες συνθήκες εργασίας. Η αναστροφή του εδάφους οφείλεται στην περιστροφή του δίσκου λόγω των δυνάμεων που αναπτύσσονται. Δεν κάνουν όμως κανονικό όργωμα με καλό θρυμματισμό και δεν αφήνουν ομοιόμορφο, επίπεδο έδαφος, όπως τα υνάροτρα. Έτσι οι μετέπειτα δευτερεύουσες εργασίες απαιτείται να είναι περισσότερο επιμελημένες. Η **εικ. 2.25** δείχνει κατατομές (προφίλ) εδαφών ημιπλαστικού (αριστερά) και εύθριπτου (δεξιά), καλλιεργημένων με δισκάροτρο. Τα δισκάροτρα διακρίνονται σε φερόμενα, ημιφερόμενα και συρόμενα. Τα συρόμενα (**εικ. 2.26**) έχουν όλα τα χαρακτηριστικά των συρόμενων αρότρων. Φέρουν τρεις τροχούς από τους οποίους οι δύο κινούνται στην αυλακιά και ο

Φυτικά υπολείμματα πολύ λίγοι βόλοι
επιφάνεια



Εδαφος ημιπλαστικό

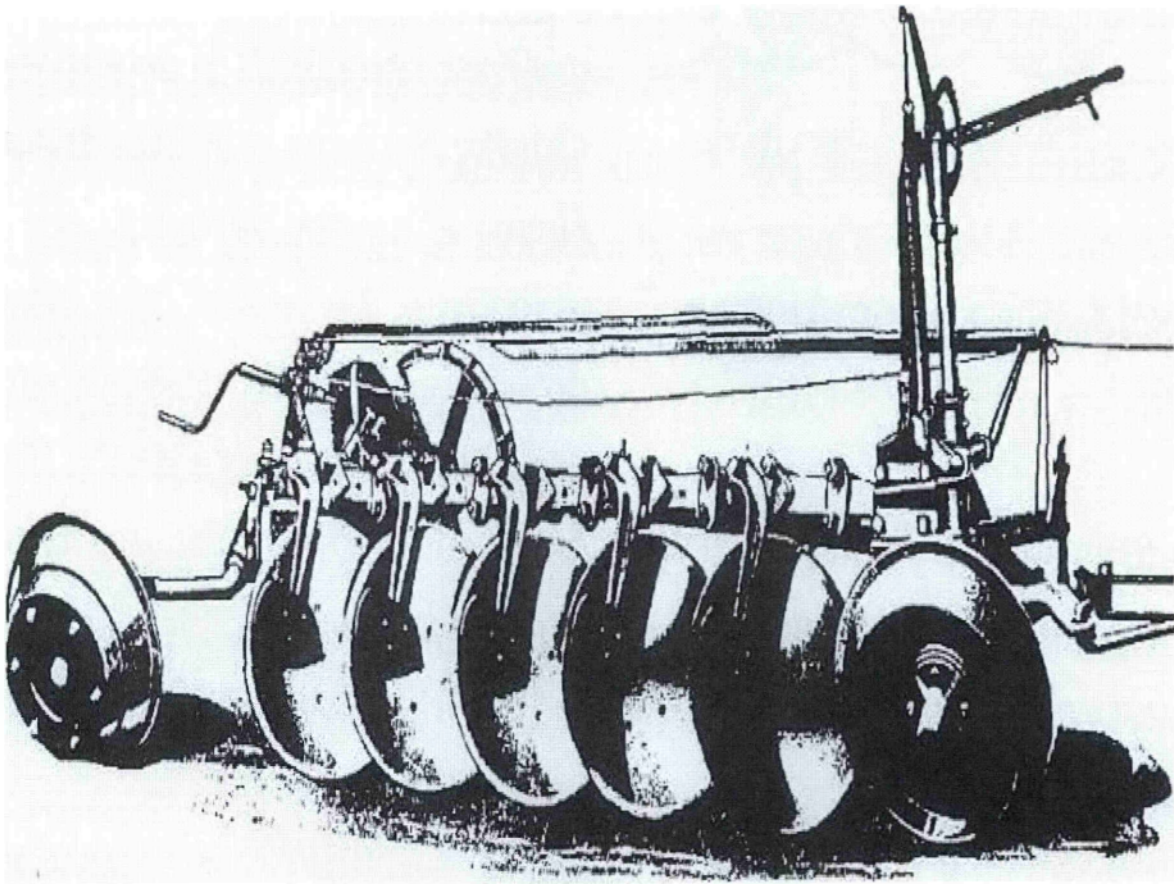
Φυτικά



Εδαφος στο ρόγο

Εικ. 2.25. Κατατομές εδάφους (προφίλ) καλλιεργημένων με όισκάροτρα.

άλλος στο ακαλλιέργητο έδαφος. Οι τροχοί που κινούνται στην αυλακιά έχουν πάντα κλίση ως προς την κατακόρυφο για να εξουδετερώνουν τις οριζόντιες δυνάμεις που αναπτύσσονται κάθετα προς την αυλακιά. Τις δυνάμεις αυτές, όπως είναι γνωστό, στα υνάροτρα τις εξουδετερώνουν κατά το μεγαλύτερο μέρος οι ευθυντηρίες και κατά το υπόλοιπο ο πλάγιος οπίσθιος τροχός αυλακιάς.



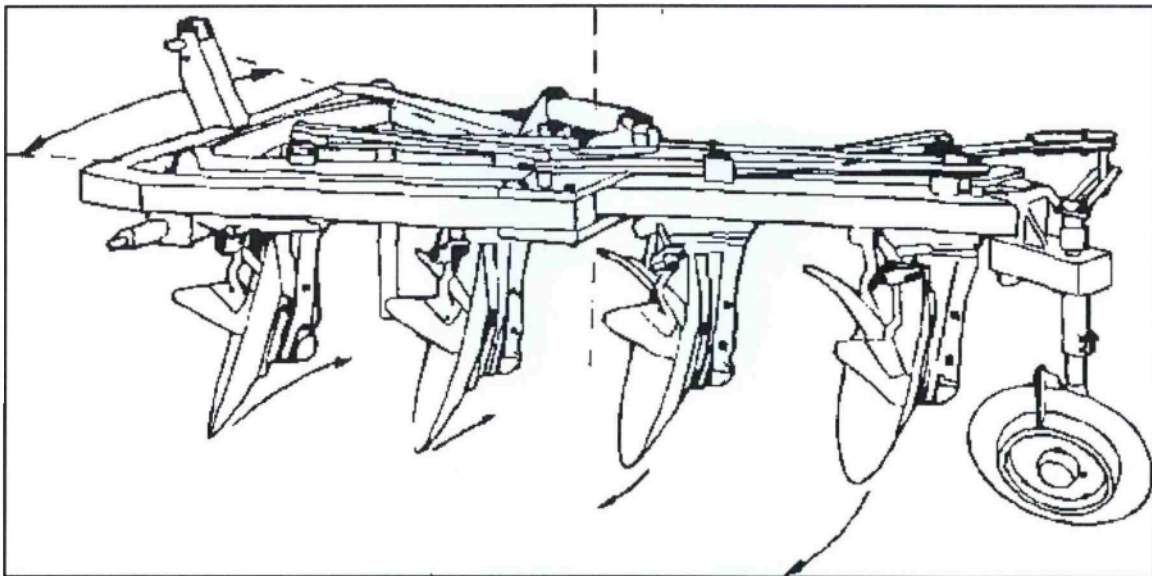
Εικ. 2.26. Συρόμενο δισκάροτρο

Ο πρόσθιος τροχός αυλακιάς συνδέεται με το σύστημα έλξης για να οδηγεί το άροτρο και να το διευκολύνει στις στροφές. Ο τροχός επιφανείας χρησιμοποιείται για την ανύψωση του αρότρου κατά τις νεκρές διαδρομές και φέρει ειδική καστανιά μισής περιστροφής (όπως στα υνάροτρα). Στους συγχρόνους τύπους την ανύψωση αναλαμβάνει υδραυλικός κύλινδρος, ενεργοποιούμενος από το υδραυλικό σύστημα τον ελκυστήρα. Το βάθος οργώματος και η οριζοντίωση επιτυγχάνεται με μοχλούς αντίστοιχους των συρόμενων υναρότρων.

Τα φερόμενα παρουσιάζουν τα γνωστά πλεονεκτήματα των φερόμενων εργαλείων. Για τη σταθεροποίηση τους φέρουν κατά κανόνα οπίσθιο κεκλιμένο δίσκο (τροχό). Σε πολλούς τύπους υπάρχει επίσης και τροχός σταθεροποίησης του βάθους. Επειδή στα δίσκάρωτρα δεν υπάρχει εξάρτημα που να εξουδετερώνει την πλάγια ώθηση θα πρέπει να γίνεται επιμελημένη ρύθμιση της οριζοντίωσης. Θα πρέπει επίσης να γίνεται σταθεροποίηση των κάτω βραχιόνων του υδραυλικού συστήματος ανάρτησης, με τους ειδικούς δεσμούς ασφάλειας (αλυσίδες, τηλεσκοπικοί άξονες κ.ά.) που φέρουν όλα τα συστήματα.

Τα ημιφερόμενα συνδέονται με τους δύο κατώτερους βραχίονες του συστήματος ανάρτησης των εργαλείων στο πρόσθιο τμήμα τους και φέρουν και τροχό που κινείται στο ακαλλιέργητο έδαφος. Η ρύθμιση του βάθους επιτυγχάνεται με το υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα, που ρυθμίζει το πρόσθιο τμήμα του αρότρου και τους τροχούς επιφανείας που ρυθμίζουν το οπίσθιο. Η ρύθμιση των τροχών επιφανείας γίνεται μηχανικά ή με υδραυλικό κύλινδρο, όπως και στα ημιφερόμενα υνάρωτρα. Προσθέτως τα δίσκάρωτρα φέρουν ένα ή δύο κεκλιμένους τροχούς αυλακιάς για τη σταθεροποίηση τους (εξουδετέρωση των πλάγιων δυνάμεων). Όλα τα δίσκάρωτρα που αναφέρθηκαν αναστρέφουν το έδαφος προς τη μία πλευρά (δεξιά). Υπάρχουν όμως και δίσκάρωτρα γνωστά και ως διπλής κατεύθυνσης που αναστρέφουν το έδαφος είτε προς τα δεξιά είτε προς τα

αριστερά. Τα άροτρα αυτά ομοιάζουν ως προς τον τρόπο λειτουργίας με τα υνάροτρα με περιστρεφόμενα σώματα. Περιστρέφουν δηλαδή τα σώματα των δίσκων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται αναστροφή κατά τις δυο κατευθύνσεις. Η περιστροφή των σωμάτων γίνεται μηχανικά ή με υδραυλικούς κυλίνδρους. Η **εικ. 2.27** δείχνει φερόμενο δισκάροτρο αναστρεφόμενο ή διπλής κατεύθυνσης. Τα πλεονεκτήματά τους είναι ανάλογα των αναστρεφόμενων υναρότρων, δηλαδή οικονομία χρόνου, ισοπεδωμένο έδαφος κλπ.

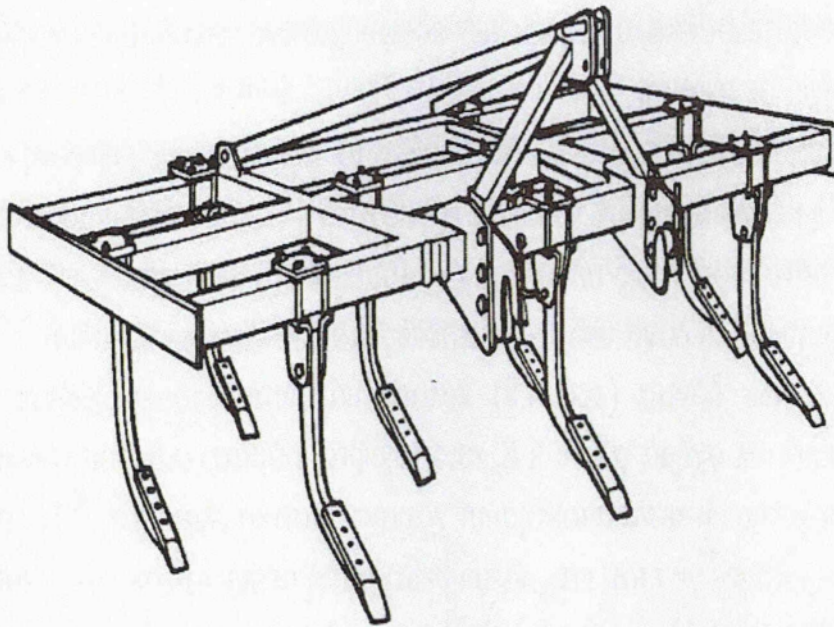


Εικ. 2.27. Φερόμενο δισκάροτρο διπλής κατεύθυνσης (αναστρεφόμενο).

2.2. Καλλιεργητές βαρέως τύπου (chisels)

Οι καλλιεργητές βαρέως τύπου ή chisels αποτελούν μία ενδιάμεση κατηγορία μηχανημάτων με ελάσματα μεταξύ των

εδαφοσχιστών και των καλλιεργητών. Εμφανίσθηκαν πρώτα στις ΗΠΑ κατά τη δεκαετία του '50 και στη συνέχεια εξαπλώθηκαν και σ' άλλες χώρες, ιδιαίτερα στην Κ. Ευρώπη. Αποτελούνται από ένα μεταλλικό στιβαρό πλαίσιο που φέρει 2-4 μεταλλικές ράβδους-εργαλειοφορείς κάθετες προς τη διεύθυνση της κίνησης, διατομής συνήθως τετραγωνικής ή ορθογωνικής. Στις ράβδους αυτές στερεώνονται τα σκαπτικά εξαρτήματα (ελάσματα) σε αποστάσεις μεταξύ τους από 25 cm έως 60 cm (**εικ. 2.28**) και σε θέσεις που να επιτρέπουν την ελεύθερη μετακίνηση των φυτικών υπολειμμάτων. Το ελεύθερο ύψος του πλαισίου κυμαίνεται από 60-85 cm ώστε να επιτρέπει βάθος κατεργασίας μεταξύ 20 και 35 cm. Το βάρος του εργαλείου είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μπορεί να διεισδύει αρκετά. Κυμαίνεται από 200 έως 500 kg ανά μέτρο πλάτους κατεργασίας ή περίπου 50-100 kg ανά έλασμα. Οι καλλιεργητές είναι συνήθως φερόμενοι. Το βάθος κατεργασίας ρυθμίζεται συνήθως από το υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα ή στους μεγαλύτερους τύπους από δύο τροχούς επιφανείας.



Εικ. 2.28. Καλλιεργητής βαρέως τύπου (chisel).

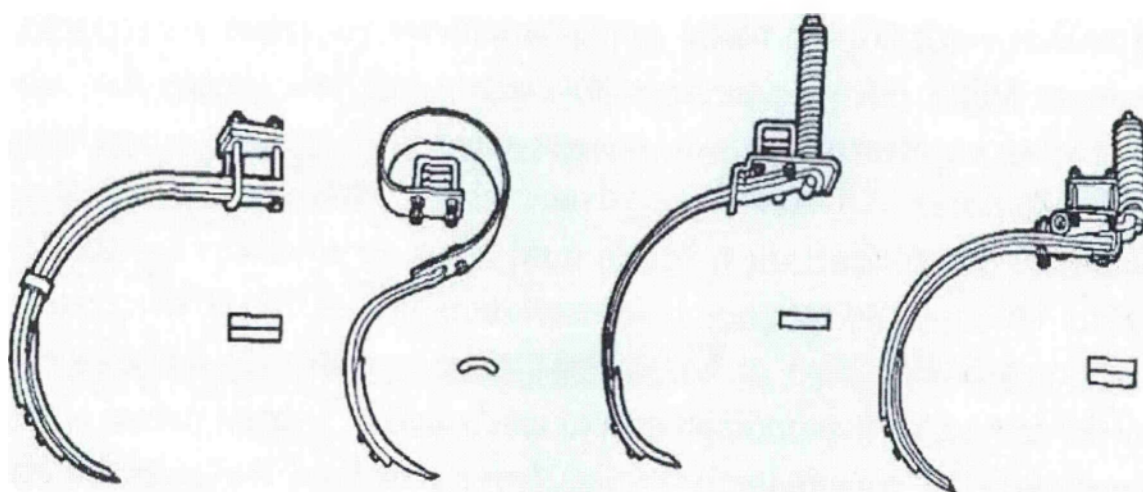
Οι καλλιεργητές βαρέως τύπου χρησιμοποιούνται για κύρια κατεργασία του εδάφους, σε βάθος συνήθως μεγαλύτερο εκείνου των υναρότρων. Δεν κάνουν κανονική κοπή και αναστροφή του εδάφους παρά μόνο χαλάρωση και θρυμματισμό (ψευδό-όργωμα). Δεν επιτυγχάνουν πλήρη ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος και η δράση αυτή κάνει το εργαλείο κατάλληλο για συστήματα κατεργασίας αειφόρας (conservation tillage). Η επιφάνεια του εδάφους που καλλιεργήθηκε με καλλιεργητή είναι περισσότερο ανώμαλη απ' ό,τι με το υνάροτρο και με περισσότερα φυτικά υπολείμματα. Ως εκ τούτου για φυτά που απαιτούν καλή προετοιμασία σποροκλίνης, χρειάζεται

εντατικότερη δευτερεύουσα κατεργασία και ενδεχομένως χρήση μεγαλύτερων ποσοτήτων ζιζανιοκτόνων. Κατεργασία με καλλιεργητική βαρέως τύπου επιτρέπει καλή διήθηση και συγκέντρωση νερού στο έδαφος όπως και το άροτρο. Λόγω των φυτικών υπολειμμάτων και του τρόπου κατεργασίας εδάφη κατεργασμένα με chisels επιτρέπουν στους ελκυστήρες ανάπτυξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης και έλξης από ό,τι έδαφος καλλιεργημένο με υνάροτρο.

Εκτός της κύριας κατεργασίας είναι κατάλληλοι και για επανάληψη οργώματος, μετά από κύρια κατεργασία με υνάροτρο, όταν απαιτείται δεύτερο όργωμα. Οι βαρύτεροι τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και για καταστροφή αδιαπέραστης στρώσης, αντί των εδαφοσχιστών.

Χρησιμοποιούνται επίσης για εκρίζωση βαθύρριζων ζιζανίων, λόγω της δράσης των δοντιών, καθώς και σε οπωρώνες. Συγκρίσεις αποδόσεων σε πολλά φυτά έδειξαν ότι δεν υπάρχουν συστατικές διαφορές μεταξύ κατεργασίας με υνάροτρο και καλλιεργητή βαρέως τύπου δόντια των καλλιεργητών βαρέως τύπου είναι άκαμπτα (σταθερά) ή εύκαμπτα. Αποτελούνται, όπως και των εδαφοσχιστών, από το στέλεχος (βάση) που καταλήγει σε υνάκια. Τα άκαμπτα δόντια συνδέονται στο πλαίσιο του εργαλείου με ισχυρούς κοχλίες κατευθείαν ή μέσω ελατηρίων, τα οποία εργάζονται ή ως μηχανισμοί ασφάλειας με αυτόματη επαναφορά ή ως αποσβεστήρες (αμορτισέρ) των κρούσεων. Στην τελευταία περίπτωση το δόντι υποχωρεί μερικώς όταν συναντήσει

εμπόδιο .Τα εύκαμπτα δόντια (εικ. 2.29) κατασκευάζονται από εύκαμπτες λάμες διπλές ή απλές σε σχήμα τόξου ή S, από ισχυρά κράματα σιδήρου-νικελίου με ειδική κατεργασία ώστε να αποκτήσουν χαρακτηριστικά ελατηρίου. Η πρόσδεση των ελασμάτων γίνεται είτε κατευθείαν είτε μέσω ελατηρίων - αποσβεστήρων (αμορτισέρ). Η πρόσδεση με ελατήρια επιτρέπει στο έλασμα να υποχωρεί ολίγον προς τα πίσω κατά τη διάρκεια της κατεργασίας και να επανέρχεται πάλι στην αρχική του θέση. Η κίνηση αυτή (ταλάντωση) διευκολύνει την εκρίζωση των ζιζανίων αλλά και την άνοδο και θρυμματισμό των βώλων. Το σχήμα και ο τύπος των ελασμάτων επιδρούν στον όγκο του εδάφους που αναμοχλεύεται, στην ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων και στην αντίσταση του εδάφους.



Εικ. 2.29. Εύκαμπτα δόντια καλλιεργητών βαρέος τύπου.

Τα υνάκια που χρησιμοποιούνται, ως απόληξη των στελεχών,

είναι διαφόρων τύπων. Ομοιάζουν με τα υνάκια των καλλιεργητών αλλά είναι μεγαλύτερων διαστάσεων και πιο ισχυρά.

Τα στενά υνάκια (πλάτους 50-60 mm) απαιτούν μικρή ισχύ, διεισδύουν καλώς στο έδαφος αλλά δεν κάνουν καλό θρυμματισμό. Χρησιμοποιούνται συνήθως για επανάληψη του οργώματος. Τα υνάκια γενικής χρήσης απαιτούν μεγαλύτερη ισχύ αλλά θρυμματίζουν καλύτερα το έδαφος. Τα υνάκια εκριζωτές χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται εκρίζωση βαθύρριζων ζιζανίων και έχουν είτε μορφή λεπτή επιμήκη είτε είναι τύπου Α ή ποδιού χήνας. Τα ελικοειδή χρησιμοποιούνται για καλή ανάμιξη των φυτικών υπολειμμάτων ενώ τα καμπύλα είναι καταλληλότερα για καλύτερο θρυμματισμό χωρίς να απαιτούν μεγάλη ισχύ.

Το βάθος κατεργασίας των εργαλείων επηρεάζεται από το βάρος, τον τύπο των ελασμάτων, τη γωνία διείσδυσης καθώς και από τη μηχανική σύσταση και την κατάσταση του εδάφους. Η γωνία διείσδυσης κυμαίνεται μεταξύ 20 και 30°. Κατά την εργασία η γωνία μεγαλώνει, λόγω της αντίστασης που προβάλλει το έδαφος.

3. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Τα κύρια μηχανήματα δευτερεύουσας ή συμπληρωματικής κατεργασίας εδάφους είναι τα εξής :

- 1) Σβάρνες (οδοντωτές, δισκοσβάρνες)
- 2) Ελαφρούς καλλιεργητές
- 3) Κύλινδροι
- 4) Φρέζες

Με τα παραπάνω μηχανήματα επιδιώκει ο καλλιεργητής :

- α) Την δημιουργία σποροκλίνης ή υφής εδάφους κατάλληλης για ανάπτυξη των ριζών των καλλιεργούμενων φυτών.
- β) Κάλυψη λιπασμάτων, ενσωμάτωση φυτοφαρμάκων.
- γ) Διαμόρφωση εδάφους

3.1 Σβάρνες

Οι σβάρνες (harrow), σε σύγκριση με τα προηγούμενα μηχανήματα πρωτογενής κατεργασίας, είναι κατάλληλα για ελαφρότερη κατεργασία του εδάφους. Η κατεργασία με σβάρνα χαρακτηρίζεται ως δευτερεύουσα ή συμπληρωματική γιατί συμπληρώνει το όργωμα μετά από το οποίο γίνεται συνήθως. Τα αποτελέσματά τους είναι ανάλογα, με τη διαφορά ότι με τις σβάρνες απαιτούνται περισσότερες διελεύσεις για το ίδιο αποτέλεσμα. Οι σβάρνες χρειάζονται για τον τελικό θρυμματισμό και την ισοπέδωση του εδάφους,

προετοιμάζοντας έτσι κατάλληλα το έδαφος για να δεχθεί το σπόρο. Χρησιμοποιούνται επίσης για την καταστροφή των ζιζανίων, ιδιαίτερα όταν βρίσκονται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους. Εκκριζώνουν τα ζιζάνια τα οποία έχουν καλυφθεί με την άροση. Χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την κάλυψη του σπόρου, την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων, λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και βελτιωτικών του εδάφους. Μετά τη σπορά σιτηρών τόσο με μηχανές γραμμικής σποράς όσο και στα πεταχτά, είναι χρήσιμο να ακολουθεί σβάρνισμα για να καλυφθούν οι σπόροι όχι μόνο για καλύτερη παραγωγή αλλά και για να προφυλαχθούν τα πουλιά και η λοιπή πανίδα από τα φυτοφάρμακα με τα οποία καλύπτονται οι σπόροι. Καταστρέφουν την επιφανειακή κρούστα που σχηματίζεται πριν και μετά το φύτερωμα. Βοηθούν στον καλύτερο αερισμό και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του εδάφους. Σβαρνίσματα μπορούν επίσης να γίνουν και μετά τη σπορά και πριν από το φύτερωμα αλλά και μετά το φύτερωμα, για την καταπολέμηση ζιζανίων. Συνδυασμός σβαρνίσματος και χημικής καταπολέμησης μειώνει τη χρήση φυτοφαρμάκων και είναι πολύ αποτελεσματικό. Δύο σβαρνίσματα συνήθως αντιστοιχούν με τρεις ψεκασμούς με φυτοφάρμακα. Τα σβαρνίσματα, όπως γενικώς και οι λοιπές κατεργασίες του εδάφους, πρέπει να εκτελούνται μόνον όταν χρειάζονται έτσι ώστε να συμβάλλουν και στη μείωση του κόστους αλλά και στη διατήρηση της δομής του εδάφους. Προκειμένου για

φθινοπωρινές καλλιέργειες φαίνεται ότι ένα μόνο σβάρνισμα είναι αρκετό, αν δεν υπάρχουν πολλά ζιζάνια. Προτιμάται για τις καλλιέργειες αυτές να αφήνονται μερικοί μικροί βώλοι που θα προστατεύσουν τα νεαρά φυτά από τους παγερούς ανέμους του χειμώνα. Με το θρυμματισμό που υφίστανται από τις βροχές, βοηθούν επίσης και το αδελφωμα των σιτηρών. Για τις εαρινές καλλιέργειες απαιτούνται, ανάλογα με το έδαφος, την υγρασία και την καλλιέργεια, ένα έως δύο σβαρνίσματα, ώστε και τα ζιζάνια να καταστραφούν αλλά και να θρυμματισθεί και ισοπεδωθεί κατάλληλα το έδαφος. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την έγκαιρη εκτέλεση του σβαρνίσματος την εποχή αυτή. Άμεσο σβάρνισμα μετά το όργωμα μπορεί να ζημιώσει το ρόγο και το έδαφος να μη θρυμματισθεί αρκετά, λόγω της συνήθως υψηλής υγρασίας του. Καθυστέρηση εξ άλλου έχει ως αποτέλεσμα απώλεια πολύτιμης υγρασίας, ξήρανση των βώλων και δυσκολία θρυμματισμού. Η επέμβαση επομένως πρέπει να γίνεται τη στιγμή που οι βώλοι μπορούν να θρυμματισθούν ικανοποιητικά.

Γενικώς κατάλληλη είναι η στιγμή που η επιφάνεια των βώλων του εδάφους έχει ένα λεπτό ξηρό στρώμα. Ανάλογα με το είδος των σκαπτικών εξαρτημάτων οι σβάρνες κατατάσσονται σε **οδοντωτές** και **δισκοσβάρνες**.

3.1.1. Οι οδοντωτές σβάρνες ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- α)** τις οδοντωτές με σταθερά δόντια και
- β)** τις οδοντωτές με ελατηριωτά δόντια.

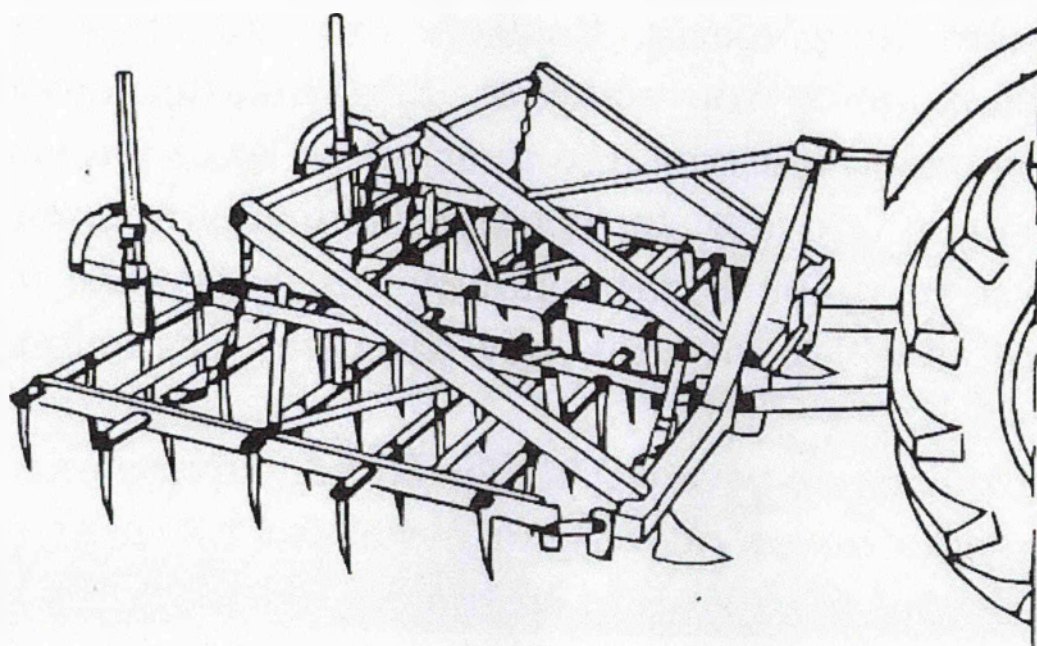
3.1.1.1. Οδοντωτές σβάρνες με σταθερά δόντια.

Οι οδοντωτές σβάρνες με σταθερά δόντια (spike teeth harrows) χρησιμοποιούνται σ' όλο τον κόσμο και αναπτύχθηκαν παράλληλα με το άροτρο. Αποτελούνται από πλαίσια πλάτους 1,20-1,80 τη, τα οποία συνδέονται αρθρωτά μεταξύ τους για να αυξάνεται το πλάτος κατεργασίας (**εικ. 3.1**). Κάθε πλαίσιο αποτελείται από ένα σκελετό:

- α)** τύπου "Z" ή "Zig-zag",
- β)** παραλληλόγραμμου με συνήθως 2 επιμήκεις και 5 εγκάρσιες ράβδους,
- γ)** τύπου S ή
- δ)** μορφής διαγωνίου.

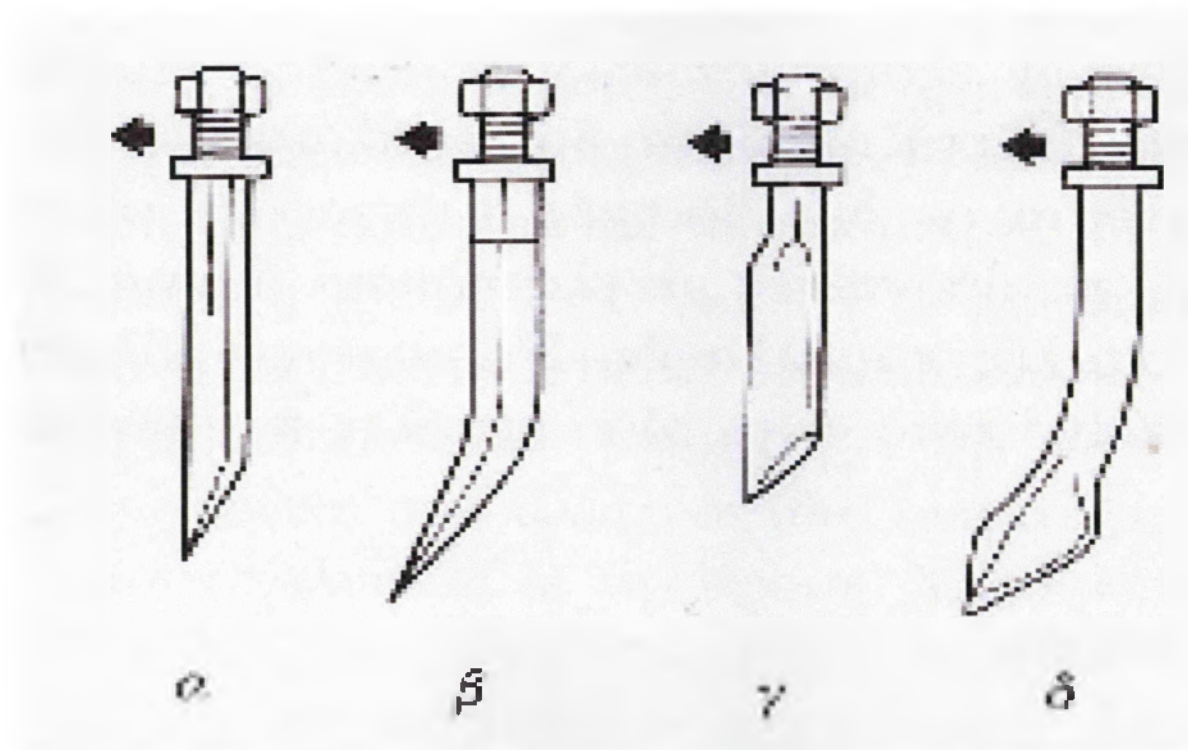
Στους σκελετούς αυτούς είναι στερεωμένα τα δόντια σε αποστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 4 και 7 cm, διατηρώντας όμως μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των αξόνων, ώστε να μην μπουκώνουν τα δόντια κατά τη διάρκεια της εργασίας τους. Ανάλογα με την κατασκευή οι σβάρνες μπορούν να έχουν πλάτος κατεργασίας που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 12 m. Στις

σύγχρονες κατασκευές υδραυλικοί κύλινδροι επιτρέπουν την αναδίπλωση των πλαισίων για τις μετακινήσεις τους. Τα δόντια είτε επικολλώνται στους άξονες είτε προσδένονται με περικόχλια (βίδες). Οι σβάρνες είτε είναι φερόμενες (οι νεότεροι τύποι) είτε είναι φερόμενες (οι νεότεροι τύποι) είτε συρόμενες. Οι συρόμενες συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία. Τα δόντια που χρησιμοποιούνται στις σβάρνες δεν φέρουν υνάκια. Οι συχνότεροι τύποι που χρησιμοποιούνται φαίνονται στην **εικ. 3.2**.



E

ικ.3.1. Οδοντωτή σβάρνα με δυνατότητα μεταβολής της κλίσης των δοντιών

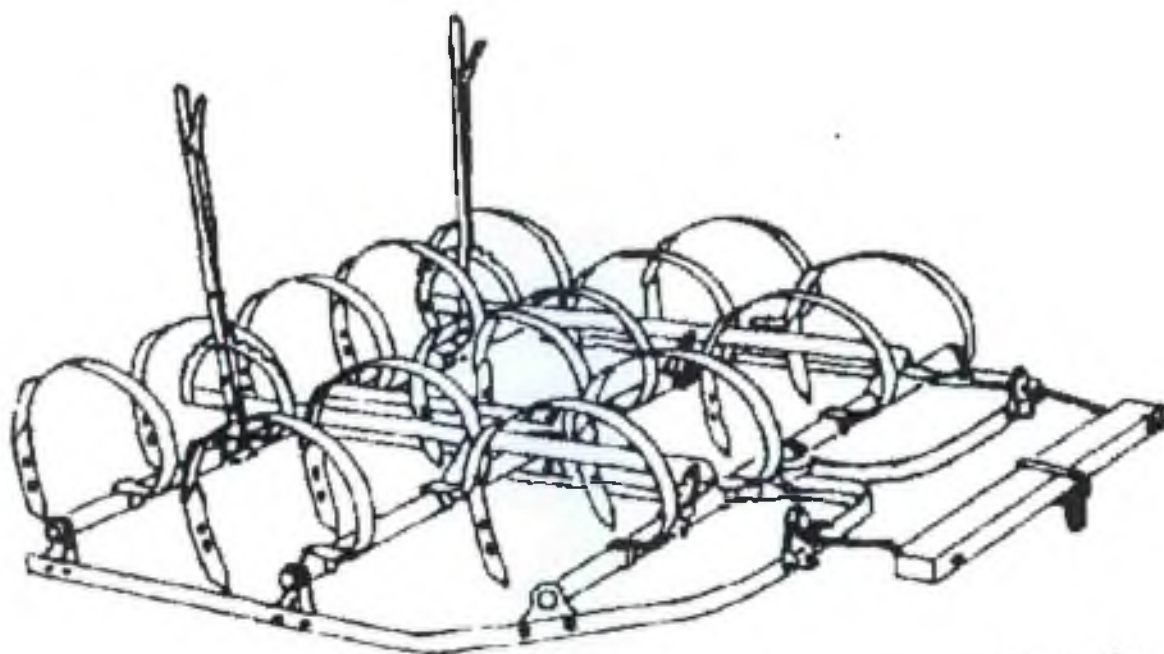


Εικ. 3.2 Τύποι σταθερών δοντιών οδοντωτής σβάρνας

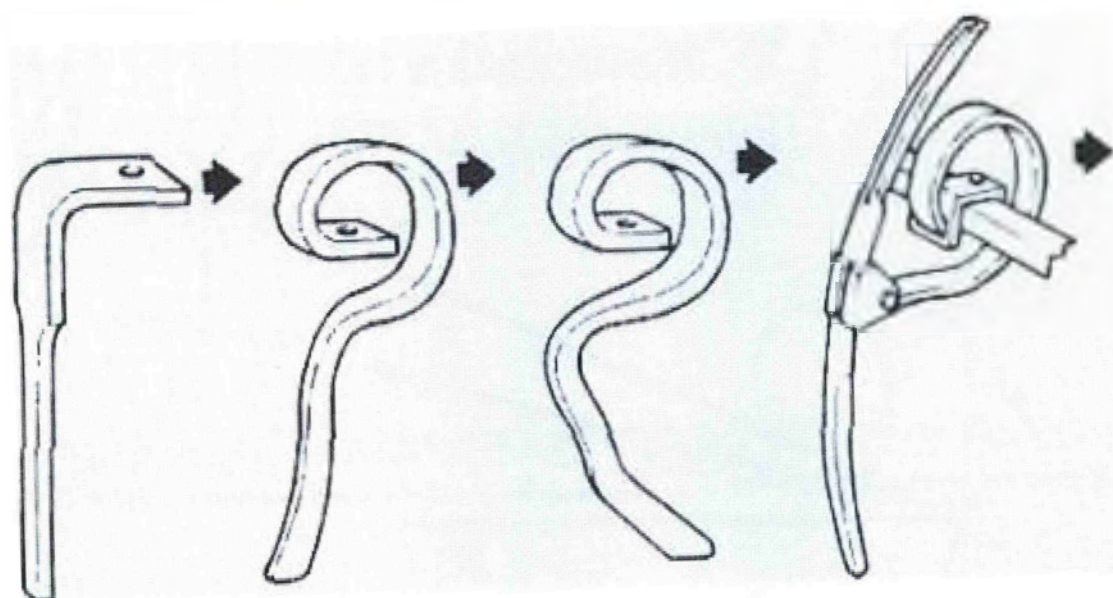
3.1.1.2. Τις οδοντωτές σβάρνες με ελατηριωτά δόντια.

Οι οδοντωτές σβάρνες με ελατηριωτά δόντια (spring teeth harrows) ή ελατηριωτές όπως είναι περισσότερο γνωστές, είναι στην πραγματικότητα πολύ ελαφρούς καλλιεργητές. Έχουν μεγάλα εύκαμπτα δόντια, κατά κανόνα καμπυλωτά μορφής 'C', που συνήθως μπορούν να αλλάζουν κλίση για ρύθμιση του βάθους κατεργασίας, με τη βοήθεια απλών μοχλών (εικ. 3.3) ή και υδραυλικών κυλίνδρων. Τα δόντια όμως μπορούν να έχουν και άλλα σχήματα ώστε να είναι κατάλληλα για διαφορετικές εδαφικές συνθήκες (εικ. 3.4). Τα δόντια δεν φέρουν υνάκια εκτός ειδικών περιπτώσεων, όπως

όταν το έδαφος προκαλεί μεγάλη φθορά. Στην περίπτωση αυτή τα υνάκια αναστρέφονται όταν φθαρούν από τη μία πλευρά. Το μέγιστο βάθος κατεργασίας μπορεί να ξεπεράσει και τα 15 cm. Συνήθως όμως εργάζονται σε βάθος 5-10 cm. Όταν η σβάρνα χρειάζεται να καλλιεργήσει επιφανειακά, η μύτη των δοντιών είναι σχεδόν κάθετη στο έδαφος, η σβάρνα δεν διεισδύει βαθιά και η δράση ομοιάζει με εκείνη μιας σβάρνας με σταθερά δόντια. Σε ενδιάμεση θέση, τα δόντια παρουσιάζουν κλίση και η σβάρνα διεισδύει βαθύτερα και λειτουργεί όπως ένας πολύ ελαφρός καλλιεργητής. Για πλήρες βάθος τα δόντια είναι σχεδόν οριζόντια. Όταν η σβάρνα εργάζεται με μεγάλη ταχύτητα μετακίνησης, τα εύκαμπτα δόντια υποβάλλονται σε κίνηση ταλάντωσης η οποία διατηρείται λόγω της μετακίνησης και της αντίδρασης του εδάφους. Λόγω αυτής της δράσης θεωρούνται κατάλληλες για εδάφη σκληρά ή χαλικώδη. Σε εδάφη με μεγάλες ποσότητες φυτικών υπολειμμάτων δεν αποδίδουν ικανοποιητικά γιατί μπουκώνουν εύκολα. Φέρουν σχετικώς εύκολα στην επιφάνεια ζιζάνια χωρίς να τα τεμαχίζουν καθώς και βώλους χώματος, που πρέπει να θρυμματισθούν. Σπάζουν εύκολα την κρούστα της επιφάνειας του εδάφους, αναμειγνύουν φυτικά υπολείμματα με το έδαφος και ρυθμίζουν τον αερισμό και την υγρασία του. Θεωρούνται ιδιαίτερα κατάλληλες για ανανέωση χορτοδοτικών φυτών και για καταπολέμηση ζιζανίων σε σιτηρά.



Εικ. 3.3. Ελατηριωτή σβάρνα με ρύθμιση της κλίσης δοντιών.



Εικ. 3.4. Δόντια για ελατηριωτές σβάρνες.

3.1.2. Δισκοσβάρνες

3.1.2.1. Κατασκευαστικά στοιχεία - χρήσεις

Οι δισκοσβάρνες (disk harrows) είναι δισκοφόρα εργαλεία με δίσκους τοποθετημένους σε άξονες που περιστρέφονται ως ενιαία σύνολα. Οι δίσκοι είναι κάθετοι στην επιφάνεια του εδάφους ενώ παρουσιάζουν γωνία ως προς τη διεύθυνση της κίνησης. Τα χαρακτηριστικά αυτά τις κάνουν να ομοιάζουν πολύ με τα πολύδισκα. Δεν φέρουν όμως τους μηχανισμούς ρύθμισης τους.

Οι δισκοσβάρνες θεωρούνται ως τα πιο σημαντικά, μετά τα υνάροτρα, εργαλεία κατεργασίας του εδάφους στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Στη χώρα μας και την Ευρώπη θεωρούνται από τα σημαντικότερα με μεγάλη διάδοση. Τα τελευταία χρόνια (από την δεκαετία του '60) αντιμετωπίζουν τον ανταγωνισμό των καλλιεργητών, στα συστήματα μειωμένης κατεργασίας, αλλά και της φρέζας.

Χρησιμοποιούνται κυρίως ως εργαλεία δευτερεύουσας κατεργασίας για να προετοιμάσουν το έδαφος για σπορά μετά από κατεργασία με υνάροτρο, τόσο για τις φθινοπωρινές καλλιέργειες, όσο και για τις εαρινές. Οι ελαφρύτερες χρησιμοποιούνται για θρυμματισμό βόλων, ισοπέδωση, καταστροφή ζιζανίων, ενσωμάτωση κόπρου, λιπασμάτων και φυτικών υπολειμμάτων, αερισμό κλπ. Προσοχή χρειάζεται όταν χρησιμοποιούνται για σβάρνισμα εδαφών σε πολυετή

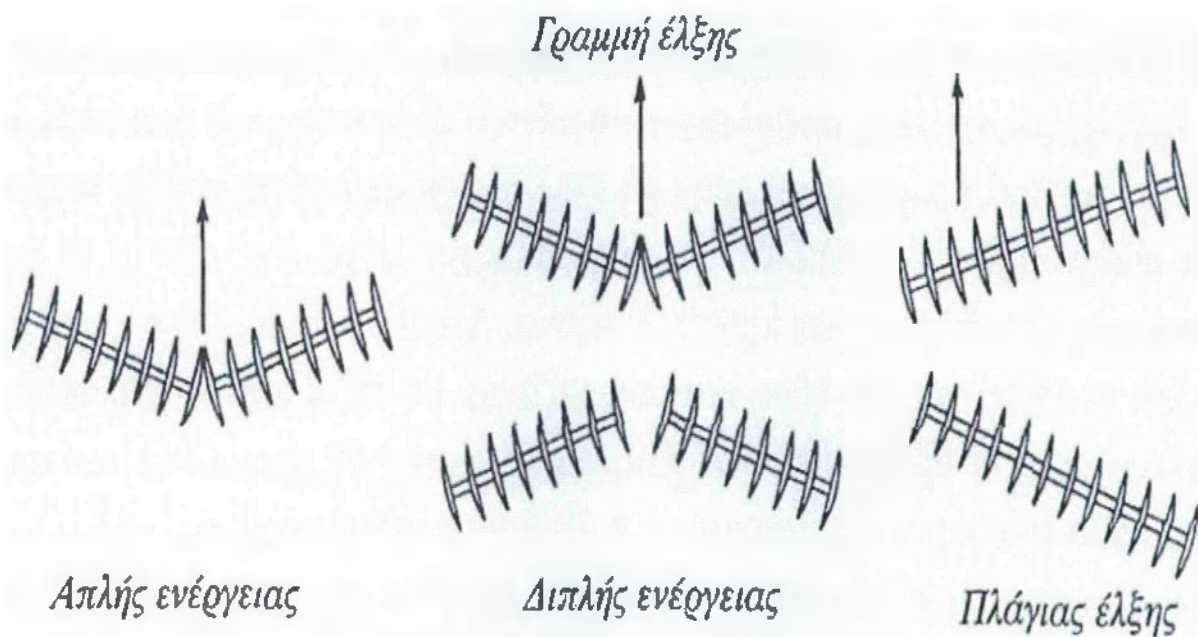
ζιζάνια με ριζώματα. Με φυσιολογικές συνθήκες υγρασίας υπάρχει κίνδυνος να τα πολλαπλασιάσουν, με τον τεμαχισμό που κάνουν στα ριζώματα. Όπως και σε άλλα σημεία τονίσθηκε συνδυασμός μηχανικής κατεργασίας και χημικής καταπολέμησης δίνουν καλύτερη καταπολέμηση των ζιζανίων. Οι γεωργοί της χώρας μας, δείχνουν προτίμηση στη δισκοσβάρνα ιδιαίτερα στις φθινοπωρινές καλλιέργειες. Δισκοσβάρνες χρησιμοποιούνται ακόμη ως στελεχοκόπτες, για την κοπή των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας ιδιαίτερα βάμβακος, καπνού, καλαμποκιού κ.ά., πριν από το όργωμα. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό και με στελεχοκόπτες ώστε να τεμαχίζονται καλύτερα τα φυτά και να διευκολύνεται το όργωμα που θα ακολουθήσει. Δισκοσβάρνες βαριάς κατασκευής, ιδιαίτερα πλάγιας έλξης, χρησιμοποιούνται ακόμη και ως εργαλεία κύριας κατεργασίας για να οργώσουν ακαλλιέργητο έδαφος. Τα τελευταία μάλιστα χρόνια η χρήση τους, στη θέση των αρότρων, βρίσκει ολοένα και μεγαλύτερη εφαρμογή σε συστήματα κατεργασίας αειφορίας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν όλα τα είδη των εδαφών και με υγρασία που κυμαίνεται σε ευρέα όρια. Σε χώρες αναπτυσσόμενες ως μοναδικό εργαλείο θα μπορούσαν να εκμηχανίσουν πλήρως την προετοιμασία του εδάφους για ποικίλες καλλιέργειες έτσι ώστε να υποκαταστήσουν ανθρώπινη εργασία. Κύρια κατεργασία με υνάροτρο ή chisel και δευτερεύουσα με δισκοσβάρνα μπορούν να

προετοιμάσουν το έδαφος κατάλληλα και να δώσουν καλή παραγωγή ιδιαίτερα σε χειμερινές καλλιέργειες.

Ανάλογα με τον αριθμό των αξόνων των δίσκων και την τοποθέτηση τους διακρίνονται σε δισκοσβάρνες:

- α) απλής ενέργειας,
- β) διπλής ενέργειας· και
- γ) πλάγιας έλξης (εικ. 3.5).

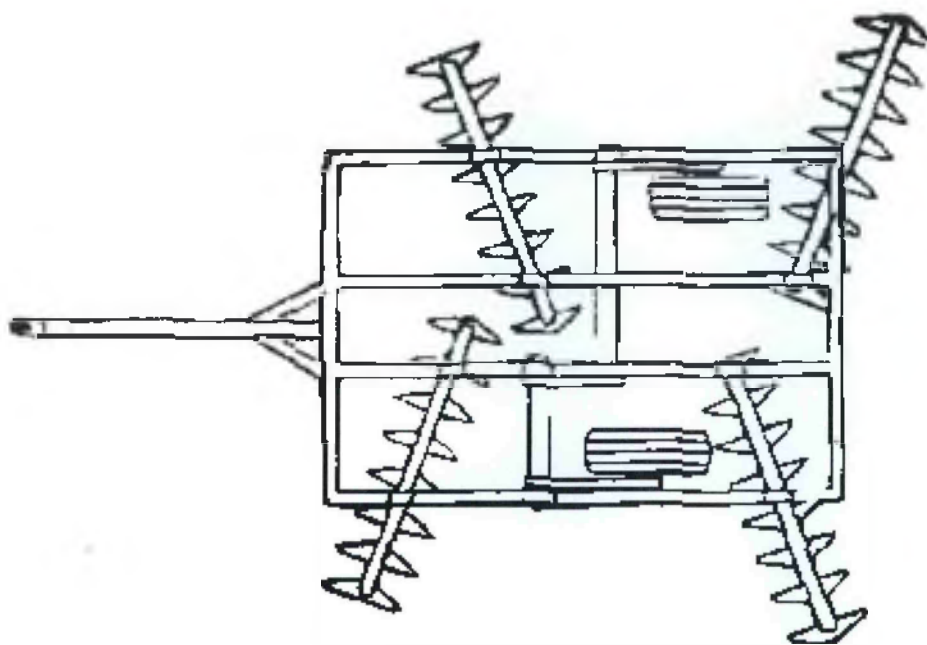
Οι δισκοσβάρνες απλής ενέργειας, με δύο άξονες μορφής V, με το άνοιγμα του V προς τον ελκυστήρα, χρησιμοποιούνται σήμερα ελάχιστα και σε ειδικές εργασίες όπως η κατασκευή και η καταστροφή αναχωμάτων σε αρδευόμενες εκτάσεις. Η γωνία των αξόνων ρυθμίζεται ως προς τη διεύθυνση της κίνησης, είτε με μοχλούς είτε με τη βοήθεια υδραυλικών κυλίνδρων, όπως και στους



Εικ. 3.5. Σχηματική παράσταση των τριών βασικών τύπων δισκοσβάρνών: απλής ενέργειας, διπλής ενέργειας και πλάγιας έλξης.

άλλους τύπους. Οι δίσκοι του ενός άξονα αναστρέφουν το έδαφος προς τη μία πλευρά ενώ του άλλου προς την αντίθετη. Οι δισκοσβάρνες διπλής ενέργειας έχουν τέσσερις άξονες με δίσκους σε μορφή Χ. Οι δυο πρόσθιοι αναστρέφουν το έδαφος προς τα έξω ενώ οι δυο οπίσθιοι προς τα μέσα. Με τη διάταξη αυτή το έδαφος καλλιεργείται δυο φορές και θρυμματίζεται και ισοπεδώνεται καλύτερα σε σύγκριση με τη δισκοσβάρνα απλής ενέργειας. Μία στενή λωρίδα εδάφους μπορεί να μείνει ακαλλιέργητη στο μέσο της δισκοσβάρνας απλής ή διπλής

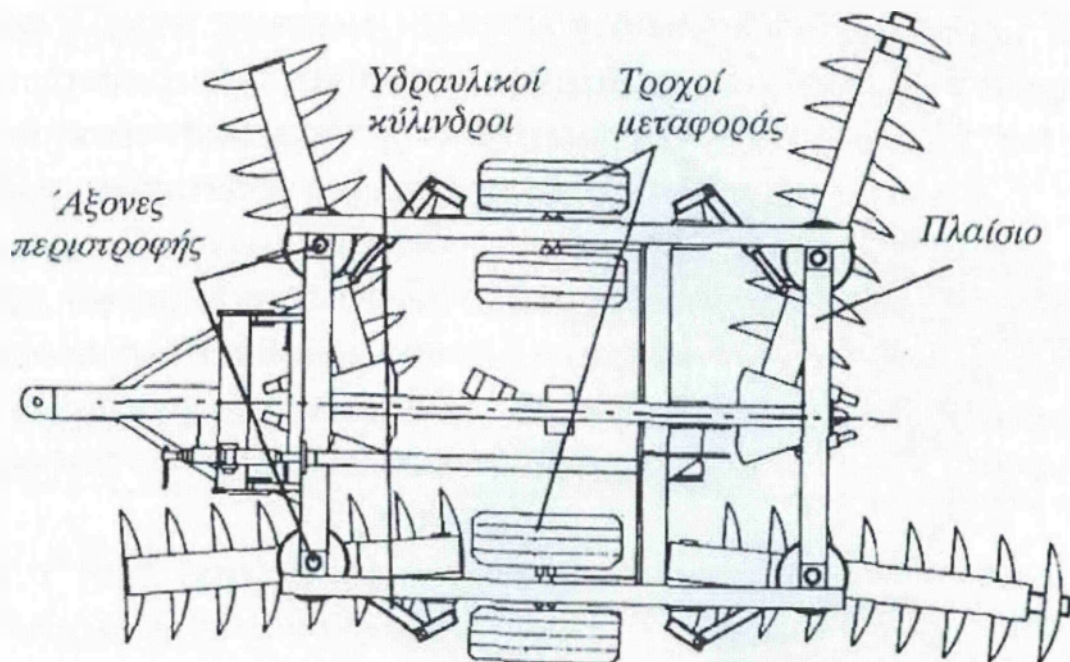
ενέργειας. Η λωρίδα αυτή μπορεί να καλλιεργηθεί με ένα σκαλιοτήρι ή δόντι καλλιεργητή στο μέσο της σβάρνας ή με κατάλληλη διάταξη των αξόνων με τους δίσκους (εικ. 3.6).



Εικ. 3.6. Διάταξη αξόνων δισκοσβάρνας διπλής ενέργειας ώστε να καλλιεργείται όλη η επιφάνεια του εδάφους.

Οι δισκοσβάρνες πλάγιας έλξης φέρουν δύο άξονες με δίσκους τον ένα πίσω από τον άλλο με μορφή V, με το άνοιγμα προς τα πλάγια. Ο πρώτος άξονας αναστρέφει το έδαφος προς τη μία πλευρά, κατά κανόνα προς τα έξω, ενώ ο δεύτερος αντίθετα. Όπως αναλύεται πιο κάτω, η κατασκευή με τον τρόπο αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βρίσκεται το κέντρο αντίστασης της δισκοσβάρνας δεξιά ή αριστερά από το μέσο επίπεδο της. Έλκοντας από το κέντρο αντίστασης, η σβάρνα προεξέχει από

τον δεξιό ή αριστερό τροχό, ανάλογα με τη φορά αναστροφής του εδάφους του πρόσθιου άξονα. Λόγω αυτής της θέσης η σβάρνα πήρε και το όνομα της. Συνήθως κατασκευάζονται με δεξιά τοποθέτηση ως προς τον ελκυστήρα. Η θέση αυτή επιτρέπει την εργασία σε οπωρώνες και αμπελώνες, όπου το έδαφος καλλιεργείται πολύ κοντά στους κορμούς, ενώ ο ελκυστήρας διέρχεται πολύ μακρύτερα, με αποτέλεσμα να μην προκαλούνται ζημιές στον κορμό ή στα κλαδιά των δένδρων ή των πρεμνών. Για να μετακινούνται με ασφάλεια οι μεγάλοι τύποι, μπορούν να αναδιπλώνουν κατακόρυφα τους άξονες ή να τους περιστρέφουν οριζόντια (εικ. 3.7.). Για την αναδίπλωση χρησιμοποιούνται υδραυλικοί κύλινδροι.



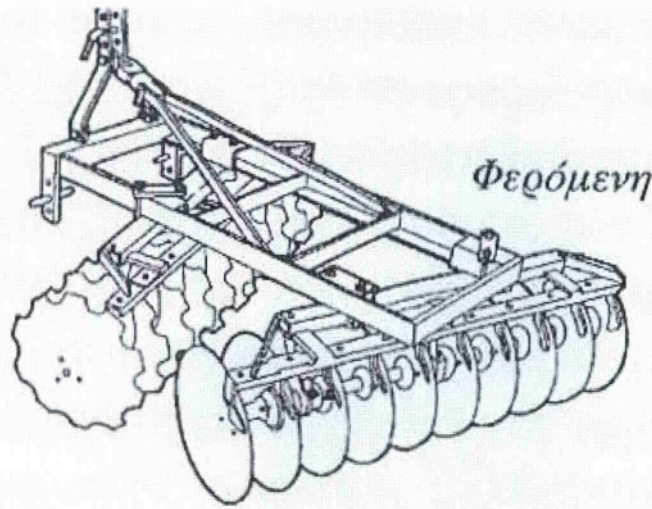
Ει

κ. 3.7. Οριζόντια περιστροφή των αξόνων δισχοσβάρνας, για μεταφορά.

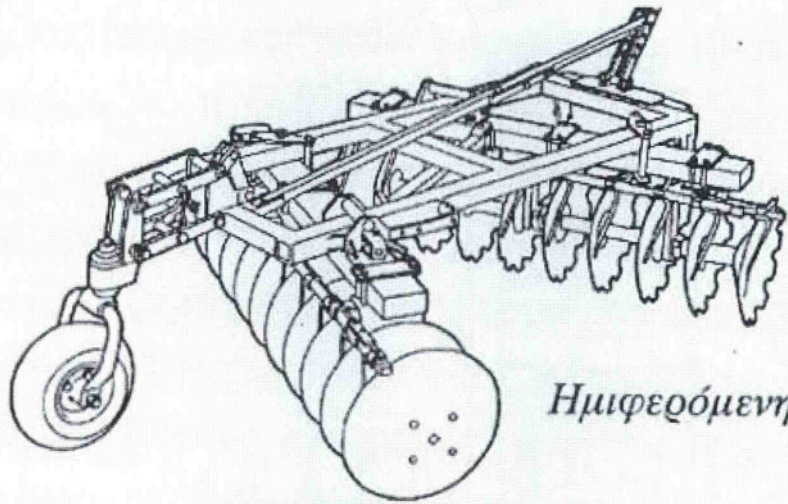
Οι άξονες που φέρουν τους δίσκους περιστρέφονται στηριζόμενοι σε κουζινέτα, που συνήθως είναι ένσφαιροι τριβείς (ρουλεμάν), όπως και στα πολυδισκα. Η λίπανση είναι κλειστή για όλη τη διάρκεια ζωής της δισχοσβάρνας.

Οι δισχοσβάρνες μπορεί να είναι φερόμενες, ελκυόμενες ή ημιφερόμενες (**εικ. 3.8**). Ως φερόμενες κατασκευάζονται οι μικρού πλάτους και ελαφρές. Έχουν όλα τα πλεονεκτήματα των φερόμενων εργαλείων και συνήθως το βάθος κατεργασίας ρυθμίζεται από το υδραυλικό σύστημα. Κατά τη μεταφορά τους και στις στροφές ανασηκώνονται. Η ρύθμιση της γωνίας των αξόνων ως προς την οριζόντια γίνεται επίσης με υδραυλικούς κυλίνδρους.

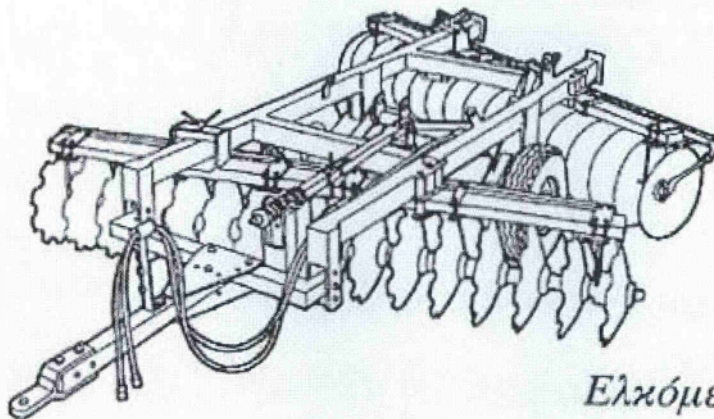
Ως συρόμενες (ελκυόμενες) μπορούν να κατασκευασθούν όλοι οι τύποι μεγάλου πλάτους κατεργασίας. Συνήθως κατασκευάζονται οι διπλής ενέργειας και οι πλάγιας έλξης. Παλαιότερα οι συρόμενες για να μετακινηθούν περιέστρεφαν τους άξονες των δίσκων ώστε να γίνουν κάθετοι ως προς τη διεύθυνση της κίνησης και οι δίσκοι έπαιζαν το ρόλο των τροχών μεταφοράς. Αυτό όμως είχε ως αποτέλεσμα καταστροφή των δίσκων αλλά και των δρόμων. Σήμερα φέρουν 2 ή 4 τροχούς με ελαστικά επίσωτρα. Για τη μεταφορά ανασηκώνονται οι άξονες με τους δίσκους με την ενέργεια υδραυλικών κυλίνδρων και η σβάρνα στηρίζεται



Φερόμενη



Ημιφερόμενη



Ελκόμενη

Εικ. 3.8. δισκοσβάρνες :
φερόμενη, ημιφερόμενη,
ελκόμενη.

αποκλειστικά στους τροχούς. Οι τροχοί βοηθούν επίσης και στη ρύθμιση του βάθους κατεργασίας. Ως ημιφερόμενες κατασκευάζονται κάποιοι τύποι πλάγιας έλξης, ελαφρού ή μέσου βάρους. Το πρόσθιο τμήμα τους στηρίζεται στο υδραυλικό σύστημα ανάρτησης του ελκυστήρα ενώ φέρουν οπίσθιο τροχό. Ο τροχός ρυθμίζεται αυτόματα με τη ρύθμιση του πρόσθιου τμήματος και βοηθά τόσο στη μεταφορά όσο και στη ρύθμιση του βάθους κατεργασίας.

3.2. Καλλιεργητές

Οι καλλιεργητές (cultivators ή field cultivators) είναι εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για δευτερεύουσα κατεργασία. Είναι κατάλληλοι για θρυμματισμό των μεγάλων βόλων. Προκαλούν την άνοδο τους καθώς και άλλων υλικών που υπάρχουν στο έδαφος (πέτρες, ρίζες) στην επιφάνεια και διαλογή τους κατά μέγεθος. Στην επιφάνεια ανέρχονται οι μεγάλοι βόλοι ενώ στα βαθύτερα στρώματα κατευθύνεται η λεπτή γη. Είναι επίσης κατάλληλοι για εκρίζωση, καταστροφή και μερική ενσωμάτωση των ζιζανίων, καθώς και για ρύθμιση της υγρασίας και του αερισμού του εδάφους.

Χρησιμοποιούνται πολλές φορές και για την τελική προετοιμασία του εδάφους για σπορά, αντικαθιστώντας σβάρνες, κατεργαζόμενοι το έδαφος επιφανειακά. Μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν και για ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνων και άλλων φυτοφαρμάκων. Καλλιεργητές

μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για καταπολέμηση ζιζανίων σε φυτρωμένα χωράφια. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να ρυθμίζεται η ταχύτητα και το βάθος και να επιλέγεται το κατάλληλο υνάκι έτσι ώστε να μην αφήνουν πολύ ανώμαλη την επιφάνεια, ιδιαίτερα σε καλλιέργειες ψυχανθών (σόγια, φασόλια κ.ά.) γιατί επηρεάζει το μηχανισμό θερισμού των θεριζοαλωνιστικών μηχανών και ως εκ τούτου και τις απώλειες. Έρευνες έδειξαν ότι η καλύτερη ταχύτητα για πιο ομοιόμορφη ενσωμάτωση ήταν τα 6,4 km/h με υνάκια τύπου Α. Συγκριτικές δοκιμές μεταξύ δισκοσβάρνας και καλλιεργητή έδειξαν ότι τα εδαφικά συσσωματώματα που σχηματίζονται με τις δισκοσβάρνες είναι μεγαλύτερα και πιο συμπαγή και επομένως απαιτούν εντονότερη επακόλουθη κατεργασία για την προετοιμασία για σπορά.

Για να μπορέσουν να δράσουν καλύτερα οι καλλιεργητές θα πρέπει το έδαφος να μην έχει πολύ υγρασία να είναι μάλλον προς το ξηρό. Μετά την κατεργασία με καλλιεργητές το έδαφος μένει χαλαρό και ανώμαλο ενώ το μεγαλύτερο μέρος των φυτικών υπολειμμάτων παραμένει στην επιφάνεια. Η ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων κυμαίνεται περίπου στο 25%, επηρεαζόμενη από το βάθος κατεργασίας, το είδος των δοντιών και την ποσότητα των φυτικών υπολειμμάτων. Λόγω αυτής της δράσης οι καλλιεργητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως και οι αντίστοιχοι βαρέως τύπου (chisels), για κατεργασία αειφόρας, προστατεύοντας το έδαφος από τη διάβρωση.

Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, όπως και σε άλλες, παρατηρείται αυξανόμενη χρησιμοποίηση των καλλιεργητών τόσο στις μεγάλες καλλιέργειες όσο και σε δενδροκομικές και αμπελουργικές εκμεταλλεύσεις, γιατί έχουν μεγάλη απόδοση (μεγάλο πλάτος κατεργασίας με μεγάλη ταχύτητα μετακίνησης) και μικρό κόστος.

Λόγω της καλύτερης κατακόρυφης διακίνησης του νερού στο έδαφος που προκαλούν και της αύξησης του μεγέθους του ριζικού συστήματος των φυτών φαίνεται ότι συμβάλλουν στην καλύτερη ανάπτυξη της φυτικής βλάστησης. Φυτά επομένως που καλλιεργούνται για τη φυτική βλάστηση (όπως καλαμπόκι για ενσίρωση) αναμένεται να αποδώσουν καλύτερα.

Το βάθος κατεργασίας κυμαίνεται ευρύτατα μεταξύ των διαφόρων τύπων. Οι ελαφρύτεροι τύποι κατεργάζονται το έδαφος σε βάθος μεταξύ 5 και 15 cm ενώ οι βαρύτεροι μεταξύ 15 και 25 cm.

Στους ελαφρύτερους τύπους το ελεύθερο διάκενο του πλαισίου κυμαίνεται μεταξύ 45 και 60 cm, με απόσταση μεταξύ των δοντιών, στο επίπεδο του εδάφους, μεταξύ 15 και 25 cm (1 έως 1,5 φορά το βάθος). Στους βαρύτερους το ελεύθερο διάκενο κυμαίνεται μεταξύ 60 και 75 cm, ενώ η απόσταση των δοντιών μεταξύ 20 και 25 cm. Το βάρος τους κυμαίνεται μεταξύ 130 και 385 kg ανά μέτρο πλάτους κατεργασίας.

Οι καλλιεργητές αποτελούνται από πλαίσια με 2-4, κάθετες προς τη διεύθυνση της κίνησης, ράβδους διατομής

τετραγωνικής ή ορθογωνικής στις οποίες προσδένονται τα δόντια. Τα δόντια διατάσσονται έτσι ώστε να μη δυσκολεύεται η διακίνηση του εδάφους και των φυτικών υπολειμμάτων (εικ. 3.9)



Εικ. 3.9. Φερόμενος καλλιεργητής

Οι καλλιεργητές είναι φερόμενοι, ημιφερόμενοι και σπανιότερα συρόμενοι. Το πλάτος των φερόμενων κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4 m ενώ των ημιφερόμενων ή συρόμενων φθάνει μέχρι και 14 m. Συνήθως κατασκευάζονται σε πλαίσια, πλάτους συνήθως 2 m, έτσι ώστε με προσθήκη πλαισίων να αυξάνεται το πλάτος και να αξιοποιείται η ισχύς ενός μεγάλου ελκυστήρα. Για τις μετακινήσεις υπάρχει δυνατότητα να αναδιπλώνουν με τη βοήθεια υδραυλικών κυλίνδρων.

Το βάθος κατεργασίας στους φερόμενους τύπους ρυθμίζεται από το υδραυλικό σύστημα ενώ στους ημιφερόμενους ή συρόμενους με τροχούς επιφανείας.

Κάθε δόντι ή έλασμα των καλλιεργητών, όπως και των προηγούμενων εργαλείων, αποτελείται από το στέλεχος και το υνάκι. Το στέλεχος προσαρμόζεται στο πλαίσιο με τρόπο ώστε να επιτρέπει τη ρύθμιση της απόστασης μεταξύ των δοντιών. Τα στελέχη των ελασμάτων και ως εκ τούτου και τα ελάσματα των καλλιεργητών μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες:

- α) άκαμπτα,
- β) ημιεύκαμπτα και
- γ) εύκαμπτα (εικ. 3.10).

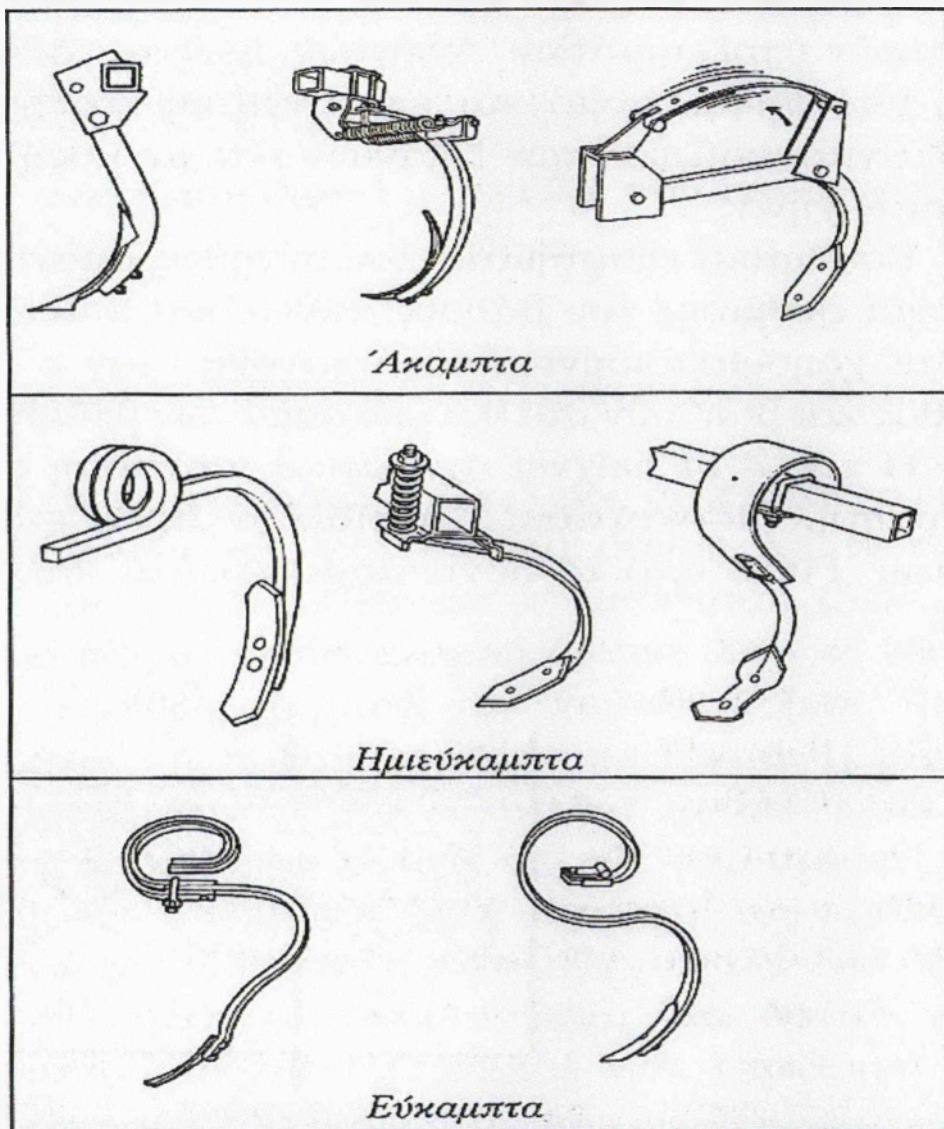
Στην κατηγορία των ευκάμπτων περιλαμβάνονται και στελέχη λίαν εύκαμπτα τα οποία χρησιμοποιούνται σε ειδικούς τύπους καλλιεργητών.

Τα άκαμπτα στελέχη ομοιάζουν προς τα αντίστοιχα των καλλιεργητών βαρέως τύπου και είναι συνήθως καμπύλα με το ανώτερο τμήμα ευθύ, ώστε να παρεμποδίζουν την άνοδο των

βώλων και το κατώτερο καμπύλο, ώστε να επιτρέπουν καλή διείσδυση. Συνήθως χρησιμοποιούνται για βαθύτερη κατεργασία. Μπορεί να προσαρμόζονται στο πλαίσιο είτε χωρίς είτε με συστήματα ασφάλειας.

Τα ημιεύκαμπτα στελέχη κατασκευάζονται συνήθως από μία μεταλλική λάμα πεπλατυσμένη, καμπύλη και λίγο εύκαμπτη. Φέρουν όμως κατά κανόνα ένα ή δύο ελατήρια- αποσβεστήρες που τα επιτρέπουν να υποχωρούν εν μέρει και να επανέρχονται στην αρχική τους θέση. Η κίνηση αυτή προκαλεί καλύτερο θρυμματισμό του εδάφους ενώ η καμπυλότητα διευκολύνει την άνοδο των βώλων στην επιφάνεια και την ανάμειξη των φυτικών υπολειμμάτων.

Τα λίκια εύκαμπτα στελέχη έχουν μορφή S και παρουσιάζουν μεγάλες ταλαντώσεις, κατά και κάθετα προς τη διεύθυνση μετακίνησης, κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, εξαιτίας της μορφής τους, της μικρής διατομής και των ειδικών κραμάτων χάλυβα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. Έτσι είναι κατάλληλα για επιφανειακή κατεργασία (10-15 cm) και τελική προετοιμασία του εδάφους για σπορά, επειδή προκαλούν καλό θρυμματισμό του εδάφους. Οι καλλιεργητές που χρησιμοποιούν δόντια αυτού του τύπου καλούνται ειδικότερα καλλιεργητές με ταλαντευμένα ελάσματα.



Εικ. 3.10. Είδη ελασμάτων καλλιεργητών.

3.3. ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ

Το κυλίνδρισμα, όπως και το σβάρνισμα, αποτελεί βοηθητική ή συμπληρωματική εργασία και επιδιώκει:

α) Τη συμπίεση των επιφανειακών στοιβάδων του εδάφους με ταυτόχρονο θρυμματισμό. Με τη συμπίεση και το θρυμματισμό έρχονται σε καλύτερη επαφή οι σπόροι με το χώμα. Η επαφή αυτή διευκολύνει τον εμποτισμό του σπόρου με νερό λόγω της μεγαλύτερης υγρασίας ανά μονάδα όγκου εδάφους. Ο εμποτισμός αυτός διευκολύνει το φύτευμα. Ο θρυμματισμός με ταυτόχρονη συμπίεση, πριν από τη σπορά, βοηθά επίσης στη σταθεροποίηση του βάθους σποράς, γεγονός που ευνοεί το ομοιόμορφο φύτευμα και ανάπτυξη των φυτών. Ο θρυμματισμός του εδάφους που επιτυγχάνεται με τους κυλίνδρους δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί, τις περισσότερες φορές, με άλλα καλλιεργητικά εργαλεία,

β) Τη συμπίεση καλλιεργημένων χωραφιών. Πολλές φορές τα χωράφια που έχουν καλλιεργηθεί και σπάρει το φθινόπωρο, λόγω των καιρικών συνθηκών του χειμώνα, χαλαρώνουν επιφανειακά (φουσκώνουν), με αποτέλεσμα το ανώτερο στρώμα του εδάφους να μην έρχεται σε επαφή με κατώτερα στρώματα. Το κυλίνδρισμα αποκαθιστά την επαφή και βοηθά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος,

γ) Την ισοπέδωση της επιφάνειας των χωραφιών. Η ισοπέδωση αυτή διευκολύνει την εργασία όλων των μηχανημάτων ιδιαίτερα των μηχανών συγκομιδής,

δ) Τη συμπίεση και θρυμματισμό των κάτω από την επιφάνεια στρωμάτων του εδάφους με κυλίνδρους βαθύτερων στρωμάτων

ενώ αφήνεται η επιφάνεια χαλαρή και με φυτικά υπολείμματα. Με τον τρόπο αυτό δεν δημιουργείται επιφανειακή κρούστα και βοηθείται η σπορά, το φύτευμα και η ανάπτυξη των φυτών. Το κυλίνδρισμα μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο την άνοιξη όσο και το φθινόπωρο. Η αποτελεσματικότητα όμως και γενικώς η χρησιμότητα του εξαρτάται από τις φυσικές συνθήκες του εδάφους και κυρίως την περιεχόμενη υγρασία. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν το έδαφος είναι στο ρόγο του.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτούν τα βαριά εδάφη κυρίως όταν έχουν αυξημένη υγρασία. Το έδαφος με τέτοιες συνθήκες κολλά στην επιφάνεια των κυλίνδρων και είναι δυνατό να συντελέσει στο σχηματισμό επιφανειακής κρούστας. Αντίθετα σε βαριά ξηρά εδάφη το κυλίνδρισμα δεν φέρει ουσιαστικό αποτέλεσμα. Έρευνες έδειξαν ότι σε βαριά εδάφη κυλίνδρισμα μετά από όργωμα έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στο φύτευμα ζαχαρότευτλων απ' ότι μόνο όργωμα, ενώ σε ελαφρά δεν υπήρξαν διαφορές. Σε εδάφη ελαφρά ή μέσης μηχανικής σύστασης, κυλίνδρισμα μπορεί να εφαρμοσθεί και όταν το έδαφος χάνει κάπως την υγρασία του. Στις περιπτώσεις μάλιστα αυτές είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν κύλινδροι croskill ή ανάλογοι.

Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες το κυλίνδρισμα μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο το φθινόπωρο όσο και την άνοιξη. Το φθινόπωρο χρησιμοποιείται κατά κανόνα λίγο πριν από τη σπορά ώστε να προετοιμασθεί κατάλληλα η σποροκλίση. Σπανιότερα

εφαρμόζεται και λίγο μετά τη σπορά, ώστε οι σπόροι να έλθουν σε επαφή με το έδαφος. Κυλίνδρισμα το φθινόπωρο όταν το έδαφος είναι ξηρό, αμέσως μετά το όργωμα, με κυλίνδρους που δρουν στα στρώματα κάτω από την επιφάνεια, βοηθά και στη συγκράτηση της υγρασίας. Την άνοιξη είναι πολλές φορές χρήσιμο, αν όχι απαραίτητο, ένα κυλίνδρισμα στις περιπτώσεις εκείνες που λόγω των καιρικών συνθηκών του χειμώνα χαλαρώνεται το έδαφος επιφανειακά (το έδαφος φουσκώνει). Η επιφανειακή αυτή χαλάρωση δυσκολεύει την ανάπτυξη των ριζών. Το κυλίνδρισμα επομένως αποκαθιστά την επαφή των ριζών με τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Έτσι η ανάπτυξη είναι καλύτερη και στα σιτηρά φαίνεται ότι βοηθείται και το αδελφωμα. Για ανάλογους, όπως και για τα σιτηρά, λόγους κυλίνδρισμα μπορεί να εφαρμοσθεί την άνοιξη σε ημιμόνιμες καλλιέργειες χορτοδοτικών, ιδιαίτερα σε εδάφη βαριά ή πετρώδη. Το κυλίνδρισμα συμπιέζει το φουσκωμένο έδαφος και αποκαθιστά καλύτερη επαφή των ριζών. Σε πετρώδη εδάφη το κυλίνδρισμα βοηθά να συμπιεσθούν οι πέτρες στο χώμα ώστε να διευκολυνθούν οι μετέπειτα εργασίες.

Κατά την εργασία κυλινδρίσματος σε φυτρωμένα χωράφια απαιτείται προσοχή ώστε να μην προκληθεί υπερφόρτιση και ολίσθηση των τροχών του ελκυστήρα. Η πιο μικρή ολίσθηση ιδιαίτερα σε μη γραμμικές καλλιέργειες μπορεί να προκαλέσει καταστροφή των φυτών. Η ταχύτητα επίσης θα πρέπει να είναι μικρή (γύρω στα 5 km/h) ώστε το κυλίνδρισμα να είναι αποτελεσματικό και να μην προκληθούν καταστροφές. Προσοχή

απαιτείται και στα κεφαλάρια γιατί κλειστές στροφές μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή των φυτών.

Στις εαρινές καλλιέργειες το κυλίνδρισμα θεωρείται απαραίτητο κατά την προετοιμασία της σποροκλίνης. Συνήθως εφαρμόζονται ένα ή δύο κυλινδρίσματα πριν ή και λίγο μετά τη σπορά. Καλή πρακτική είναι επίσης να γίνεται κυλίνδρισμα αμέσως μετά την άροση το φθινόπωρο σε μέσα και βαριά εδάφη για εαρινές καλλιέργειες. Το έδαφος παραμένει καλώς ισοπεδωμένο και οι εαρινές εργασίες υποβοηθούνται. Πιο απαιτητικοί σε καλύτερη προετοιμασία του εδάφους είναι οι μικροί σπόροι. Οι σπόροι αυτοί έχουν μικρά αποθέματα θρεπτικών ουσιών και θα πρέπει γρήγορα να προσροφήσουν θρεπτικά υλικά μέσω του εδαφικού διαλύματος. Κυλινδρίσματα επομένως πριν ή μετά τη σπορά θα βοηθήσουν προς την κατεύθυνση αυτή. Εάν το έδαφος είναι στο ρόγο ή προς το ξηρό το κυλίνδρισμα είναι προτιμότερο να γίνεται πριν από τη σπορά. Αντίθετα αν το έδαφος είναι υγρό το κυλίνδρισμα συνιστάται να εφαρμόζεται μετά τη σπορά και αφού το έδαφος ξηραθεί λίγο. Μάλιστα στις περιπτώσεις αυτές ένα ελαφρύ σβάρνισμα μετά το κυλίνδρισμα θα ήταν χρήσιμο ώστε να μη σχηματισθεί κρούστα. Η πρακτική αυτή είναι απαραίτητη όταν χρησιμοποιείται λείος κύλινδρος. Όταν χρησιμοποιηθεί κύλινδρος τύπου Cambridge το σβάρνισμα δεν είναι απαραίτητο. Πολλές φορές κυλίνδρισμα μετά από σπορά, στα πεταχτά, μικρών σπόρων βοηθούν στην κάλυψη των σπόρων.

Το βάθος επίδρασης του κυλινδρίσματος δεν υπερβαίνει συνήθως τα 5 έως 8 cm, εξαρτάται δε από το έδαφος, την

υγρασία του, το βάρος των κυλίνδρων ανά μονάδα πλάτους εργασίας, τη διάμετρο τους και την ταχύτητα εργασίας. Γενικώς θα πρέπει να τονισθεί ότι η επίδραση του κυλινδρίσματος είναι εντονότερη σε υγρό απ' ό τι σε ξηρό έδαφος. Έρευνες έδειξαν ότι σε ξηρά εδάφη ακόμη και έντονη κατεργασία με κυλίνδρους δεν βελτίωσε την σποροκλίση για σπορά ζαχαρότευτλων.

Τα κυλινδρίσματα που πραγματοποιούνται με τα πιο απλά εργαλεία κατεργασίας, τους κυλίνδρους, δεν έτυχαν ευρείας και επισταμένης έρευνας. Εντούτοις τα αποτελέσματα στις αποδόσεις των φυτών είναι σημαντικά. Πειράματα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με λείο κύλινδρο μεταβαλλόμενου βάρους 50,100 και 150 kg/m και πίεσης 0,6,0,9 και 1,1 kg/cm² έδειξαν σημαντική επίδραση στην ταχύτητα φυτρώματος, την ανάπτυξη και την απόδοση αραχίδας.

Ευεργετική ήταν η επίδραση του κυλινδρίσματος στην αναλογία φυτρώματος και την ταχύτητα ανάπτυξης και στο σουσάμι.

Οι κύλινδροι (rolls, rollers, crumblers, packers, pulverisers), όπως και το όνομα τους δηλώνει, είναι εργαλεία με κυλινδρικό σχήμα και μπορεί να αποτελούνται από ένα ενιαίο κυλινδρικό σώμα πλάτους 1,5 έως 3 m που περιστρέφεται στον άξονα του καθώς σύρεται στο έδαφος ή να συγκροτούνται από πολλούς τροχούς σε κοινό άξονα. Οι τροχοί αυτοί είτε περιστρέφονται όλοι μαζί είτε ο καθένας ανεξάρτητα, καθώς κυλίνουν στο έδαφος. Η επιφάνεια των απλών κυλίνδρων μπορεί να είναι λεία, αυλακωτή, οδοντωτή κ.ά. Μπορεί όμως να διαμορφώνεται με παράλληλες λάμες ή ράβδους (κύλινδροι τύπου κλωβού). Στους

κυλίνδρους με πολλούς τροχούς οι τροχοί έχουν στεφάνη λεία, οδοντωτή, διατομής V, T κ.ά.

Οι κύλινδροι κατατάσσονται είτε με βάση τον τρόπο δράσης τους είτε με τη μορφή της επιφάνειας τους ή και τον τρόπο κατασκευής τους.

Με βάση την πρώτη κατάταξη χαρακτηρίζονται ως:

α) κύλινδροι επιφάνειας (Εικ.3.11.) και

β) κύλινδροι βαθύτερων στρωμάτων. (Εικ.3.12.)

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ευρεία χρήση των κυλίνδρων σε πολλές χώρες, όχι τόσο ως αυτοτελών αλλά σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία, κυρίως δε με δυναμοδοτούμενα και εργαλεία με δόντια.



Εικ. 3.11. κύλινδροι επιφάνειας



Εικ. 3.12. κύλινδροι βαθύτερων στρωμάτων.

3.4. ΦΡΕΖΑ

3.4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Δυναμοδοτούμενα εργαλεία (μηχανήματα) κατεργασίας του εδάφους είναι όλα εκείνα τα οποία απαιτούν ισχύ τόσο για τη μετακίνηση τους όσο και για τη λειτουργία των σκαπτικών τους μηχανισμών. Η ισχύς για τη λειτουργία τους παρέχεται κατά κανόνα από το δυναμοδότη άξονα του ελκυστήρα (PTO) και σπανίως από ιδιαίτερη θερμική μηχανή. Καλούνται επίσης και μηχανήματα με κίνηση ή και ενεργά. Στην αγγλική ορολογία αναφέρονται ως PTO driven, active ή powered implements ενώ στη γαλλική ως outils animes ή outils actives.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι κόπτουν το έδαφος με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη εκείνης με την οποία μετακινούνται. Σε αντίθεση τα εργαλεία που εξετάσθηκαν ήδη, καλούμενα και παθητικά, κόπτουν το έδαφος με την ίδια ταχύτητα με την οποία μετακινούνται. Λόγω της μεγάλης ταχύτητας κοπής η κατεργασία γίνεται ενεργητική και με μία μόνο διέλευση του εργαλείου μπορεί να προετοιμασθεί το έδαφος για σπορά, μειώνοντας έτσι το χρόνο και το συνολικό κόστος. Ταυτόχρονα διατηρείται η δομή του εδάφους λόγω των περιορισμένων διελεύσεων.

Εξαιτίας της δυναμοδότησης περιορίζεται σημαντικότερα η απαιτούμενη ισχύς έλξης του ελκυστήρα, ενώ αντίθετα απαιτείται σημαντικά αυξημένη ισχύς PTO. Έτσι μπορούν να

χρησιμοποιηθούν ελαφρότεροι ελκυστήρες με μεγάλη ισχύ κινητήρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη συμπίεση του εδάφους. Εξάλλου και η ολίσθηση περιορίζεται σημαντικά με αποτέλεσμα μειωμένη συμπύκνωση του εδάφους και ανάπτυξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης ισχύος στην έλξη του ελκυστήρα, δηλαδή αποδοτικότερη χρησιμοποίηση της ενέργειας του καυσίμου. Υπενθυμίζεται ότι ο βαθμός απόδοσης ισχύος στην έλξη αποτελεί το λόγο της αποδιδόμενης ισχύος στην έλξη ως προς την εισερχόμενη ισχύ στους κινητήριους άξονες.

Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι η ισχύς (ή ενέργεια) που απαιτούν τα εργαλεία της κατηγορίας αυτής είναι σημαντικά υψηλότερη εκείνης που απαιτούν τα παθητικά (εργαλεία χωρίς κίνηση). Ο Frevert αναφέρει ότι ένα περιστροφικό σκαπτικό (φρέζα) απαιτεί μέχρι και τριπλάσια ειδική ενέργεια (ενέργεια ή έργο ανά μονάδα όγκου εδάφους που κατεργάζεται το εργαλείο) απ' ότι ένα υνάρτρο. Στις συγκρίσεις όμως θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συνολική ενέργεια για όλα τα στάδια της κατεργασίας. Αναφέρεται ότι κατεργασία με περιστροφικό σκαπτικό (φρέζα) αντιστοιχεί από άποψη προετοιμασίας του εδάφους με ένα όργωμα με υνάρτρο, δύο δισκοσβαρνίσματα και ένα σβάρνισμα με οδοντωτή σβάρνα. Έρευνες έδειξαν ότι η συνολική ενέργεια που απαιτείται για φρέζα είναι μικρότερη απ' ότι για παθητικά εργαλεία.

3.4.2. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΑ ΣΚΑΠΤΙΚΑ (ΦΡΕΖΕΣ)

Τα περιστροφικά σκαπτικά, γνωστά επίσης και ως περιστροφικά άροτρα ή περιστροφικοί καλλιεργητές ή φρέζες (rotary tillers ή rotary cultivators), αποτελούν τον κύριο εκπρόσωπο των δυναμοδοτούμενων εργαλείων κατεργασίας του εδάφους. Χρησιμοποιούνται τόσο για κύρια κατεργασία του εδάφους (οι μεγαλύτεροι τύποι) όσο κυρίως για δευτερεύουσα και προετοιμασία της σποροκλίνης. Είναι κατάλληλα για κοπή και καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων των καλλιεργειών και των ζιζανίων, ενσωμάτωση στο έδαφος κόπρου, λιπασμάτων, βελτιωτικών του εδάφους και φυτών χλωρής λίπανσης, καθώς επίσης και για σκάλισμα γραμμικών καλλιεργειών, ως σκαλιστήρια. Χρησιμοποιούνται στις μεγάλες καλλιέργειες, σε οπωρώνες και αμπελώνες αλλά και σε εντατικές, ανοιχτές ή υπό κάλυψη, ανθοκομικές και λαχανοκομικές καλλιέργειες. Για τις καλλιέργειες μάλιστα αυτές βρέθηκαν πολύ αποτελεσματικά, γιατί με μία διέλευση μπορεί να προετοιμασθεί κατάλληλα το έδαφος για τη σπορά ή να καταπολεμηθούν ζιζάνια. Μεγάλη επίσης εφαρμογή βρίσκουν τα τελευταία χρόνια σε οπωρώνες ή αμπελώνες, γιατί με την εύκολη ρύθμιση του βάθους κατεργασίας και τη δυνατότητα πλευρικής τοποθέτησης τους σε σχέση με τον ελκυστήρα, μπορούν να καλλιεργήσουν το έδαφος κοντά στα δένδρα χωρίς τον κίνδυνο να προκαλέσουν ζημία στον κορμό, στα κλαδιά ή τις ρίζες. Υπάρχουν μάλιστα τύποι στους οποίους η πλευρική αυτή μετατόπιση ρυθμίζεται αυτόματα με

υδραυλικό σύστημα που ενεργοποιεί ένας αισθητήρας (ψηλαφητής) που προεξέχει από το βασικό άξονα του εργαλείου, ανάλογος εκείνου που αναλύθηκε ήδη. και στα ειδικά υνάροτρα αμπελώνων. Μπορούν επίσης με κατάλληλες λεπίδες να χρησιμοποιηθούν για ανανέωση χορτοδοτικών ψυχών}

Στις μεγάλες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται κυρίως στις εαρινές, γιατί με μία διέλευση μπορεί να προετοιμασθεί το έδαφος για τη σπορά. Συνήθως η κατεργασία αυτή ακολουθεί προηγηθείσα άροση με υνάροτρο, που έχει διενεργηθεί κατά κανόνα το φθινόπωρο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για φθινοπωρινές καλλιέργειες. Συνήθως όμως αποφεύγεται η χρησιμοποίησή τους γιατί προκαλούν υπερβολικό θρυμματισμό. Με τις βροχές του χειμώνα το έδαφος κατακάθεται και σχηματίζεται επιφανειακή κρούστα, με αποτέλεσμα να μην ευκολύνεται η διείσδυση του νερού και να παρατηρείται επιφανειακή απορροή, προκαλώντας και διάβρωση. Αν χρησιμοποιηθεί πάντως το φθινόπωρο ρυθμίζεται. έτσι η σχέση περιφερειακής ταχύτητας του στροφείου και ταχύτητας μετακίνησης ώστε να αποκόπτεται όσο το δυνατό μεγαλύτερος όγκος χώματος από τις λεπίδες (μεγάλο βήμα κοπής).

Ταυτοχρόνως ανασηκώνεται και ο προφυλακτήρας ώστε να προκαλείται ο μικρότερος δυνατός θρυμματισμός. Φρέζες χρησιμοποιούνται ακόμη και για την προετοιμασία ορυζώνων. Για να περιορισθεί ο αριθμός των διελεύσεων των μηχανημάτων στο χωράφι και για να μειωθεί το κόστος, συχνά οι φρέζες

συνδυάζονται με άλλα εργαλεία κυρίως σπαρτικές μηχανές και λιπασματοδιανομείς έτσι ώστε να περατώνονται ταυτοχρόνως οι εργασίες προετοιμασίας, σποράς και λίπανσης.

Τα περιστροφικά άροτρα κατασκευάζονται ως:

α) Φερόμενα ή ημιφερόμενα, πλάτους κατεργασίας μέχρι 4 m.

Για τη λειτουργία τους απαιτούν ισχύ που παρέχεται από το ΡΤΟ του ελκυστήρα και

β) Αυτοπροωθούμενα.

Τα σκαπτικά του τύπου αυτού κατασκευάζονται ως αυτοπροωθούμενα με κινητήριο μηχανισμό ένα μοναξονικό ελκυστήρα. Μικρότεροι ελκυστήρες, τα μοτοσκαπτικά δεν φέρουν τροχούς αλλά στηρίζονται στον άξονα του σκαπτικού. Τα εργαλεία της πρώτης κατηγορίας χρησιμοποιούνται για φυτά μεγάλων καλλιεργειών και σε οπωρώνες-αμπελώνες. Της δεύτερης χρησιμοποιούνται σε μικρές εκτάσεις λαχανοκομιών, ανθοκομιών, θερμοκηπίων, σπορείων κ.ά. για προετοιμασία του εδάφους, σκαλίσματα κ.ά. Μεγαλύτεροι τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε μικρούς αμπελώνες.

Παλαιότερα κατασκευάσθηκαν και μεγάλοι τύποι, ελκυόμενα από ελκυστήρα με ανεξάρτητο όμως θερμικό κινητήρα για τη λειτουργία τους.

3.4.3. Κατασκευαστικά στοιχεία

Τα περιστροφικά σκαπτικά αποτελούνται από έναν περιστρεφόμενο κύλινδρο (άξονα), το στροφείο, πάνω στο οποίο

κατά θέσεις τοποθετούνται οι σκαπτικοί μηχανισμοί (λεπίδες). Το στροφέιο περιστρέφεται περί άξονα παράλληλο προς την επιφάνεια του εδάφους και κάθετο ως προς τη διεύθυνση της κίνησης (εικ. 3.13.).

Η εξωτερική διάμετρος του στροφείου (περιλαμβάνει και το μήκος των λεπίδων) κυμαίνεται από 35 μέχρι 60 cm. Το πλάτος εργασίας κυμαίνεται από 30 έως 70 cm για τους μικρούς τύπους (μοτοσκαπτικά, μοναξονικοί ελκυστήρες), από 0,8 έως 2 m για τους τύπους οπωρώνων και αμπελώνων και από 1,2 έως 4 m για τους τύπους των μεγάλων καλλιεργειών. Η περιστροφή του στροφείου γίνεται κατά τη διεύθυνση της κίνησης (κατά τη φορά περιστροφής των τροχών του ελκυστήρα), με ταχύτητα που κυμαίνεται μεταξύ 120 και 250 στρ/μίν για τους βαρύτερους τύπους και 200 έως 400 στρ/μίν για τους ελαφρύτερους. Με βάση τα κατασκευαστικά αυτά

στοιχεία υπολογίζεται ότι η περιφερειακή ταχύτητα των σκαπτικών μηχανισμών (λεπίδων) κυμαίνεται μεταξύ 4 και 10 m/s (14,4 - 36 km/h). Αν ληφθεί υπόψη ότι η μέση ταχύτητα μετακίνησης είναι περίπου 5 km/h προκύπτει ένας λόγος ταχύτητας περιστροφής προς ταχύτητα μετακίνησης (λ) που κυμαίνεται περίπου μεταξύ 2,9 και 7,2.



Εικ. 3.13. Φερόμενο περιστροφικό σκαπτικό (φρέζα)

Οι σκαπτικοί μηχανισμοί στηρίζονται συνήθως με κοχλίες (βίδες) σε δίσκους που συγκρατούνται κατά θέσεις στον άξονα του στροφείου. Οι αποστάσεις των δίσκων κυμαίνονται μεταξύ 20 και 25 cm για τις κοινές λεπίδες τύπου L ή C και μεταξύ 12 και 15 cm για τις ευθείες (δόντια). Σε κάθε δίσκο τοποθετούνται συνήθως 3 ζεύγη λεπίδων. Τα ζεύγη αποτελούνται από εναλλάξ δεξιές και αριστερές λεπίδες. Έτσι συνολικά τοποθετούνται 6 λεπίδες σε κάθε δίσκο και στους συνήθεις τύπους των μεγάλων καλλιεργειών 24 λεπίδες ανά μέτρο. Σπανιότερα τοποθετούνται 2 ζεύγη ανά δίσκο. Συνολικά 16 λεπίδες ανά μέτρο.

Οι λεπίδες τοποθετούνται στο στροφείο με σπειροειδή διάταξη. Με τη διάταξη αυτή οι λεπίδες εγγίζουν το έδαφος προοδευτικά, η μία μετά την άλλη και ποτέ δύο ή περισσότερες ταυτόχρονα. Έτσι η εργασία γίνεται ομαλά, το βάθος διατηρείται σταθερό και η καταπόνηση του εργαλείου είναι μικρή.

4. Τάσεις των γεωργικών μηχανημάτων και των νέων τεχνολογιών

Οι τάσεις που επικρατούν παγκοσμίως είναι δύο. Από την μία πλευρά τα μεγάλα συμβατικά μηχανήματα στα οποία προστίθενται συνεχώς νέες τεχνολογίες για την αύξηση του βαθμού αυτονομίας τους και από την άλλη η προοπτική ομάδων αποτελούμενων από μικρά αυτόνομα γεωργικά μηχανήματα.

4.1. Συμβατικά γεωργικά μηχανήματα

Ο σχεδιασμός των μηχανημάτων μέχρι σήμερα βασίζεται στις οικονομίες της κλίμακας. Επιδιώκεται αύξηση του βαθμού απόδοσης, με την αύξηση του μεγέθους του μηχανήματος. Έτσι επιδεινώνεται όμως το πρόβλημα της συμπίεσης του εδάφους και αυξάνεται το κόστος των εισροών που αφορούν το μηχάνημα. Η συνηθισμένη τακτική για την μείωση της συμπίεσης είναι η χρήση τροχών μεγάλου εύρους ή η χρήση ερπυστριών, έτσι ώστε να αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του οχήματος με το έδαφος. Δεν αποφεύγεται όμως η συμπίεση των υποκείμενων εδαφικών

στρωμάτων. Υπάρχουν όμως και έμμεσες επιπτώσεις της συμπίεσης. Στη Βόρεια Ευρώπη η σπορά των ανοιξιάτικων καλλιεργειών γίνεται με χρονικό κριτήριο την προσπελασιμότητα του εδάφους από άποψη υγρασίας, για να προκληθούν οι μικρότερες δυνατές ζημιές στο έδαφος από την διέλευση των μηχανημάτων σποράς. Η χρονική στιγμή της σποράς δεν είναι η καλύτερη, αλλά επιβάλλεται από την εκμηχάνιση της καλλιέργειας.

4.2. Τεχνολογίες πλοήγησης συμβατικών μηχανημάτων

Την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί και διατίθενται στο εμπόριο τεχνολογίες πλοήγησης γεωργικών μηχανημάτων. Χρησιμοποιούν σαν βάση το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού της θέσης (GPS Navigation Systems). Η πρώτη τεχνολογία που αναπτύχθηκε ήταν των συστημάτων φωτεινών ράβδων. Στη συνέχεια στα συστήματα αυτά προστέθηκε η οθόνη προβολής της επιθυμητής πορείας. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα δίνουν τη δυνατότητα επιλογής του συστήματος εργασίας (**εικ. 4.1**). Η τελευταία εξέλιξη των συστημάτων αυτών αποτελούν τα συστήματα αυτόματης οδήγησης, όπου τη διόρθωση της πορείας αναλαμβάνει αυτόματο σύστημα κλειστού βρόχου που ελέγχει τη στροφή του τιμονιού.

Τα πλεονεκτήματα των μηχανημάτων με τα συστήματα

πλοήγησης είναι τα εξής:

- α)** μείωση των επικαλύψεων και των παραλήψεων,
- β)** αύξηση της ταχύτητας,
- γ)** παράταση της εργάσιμης μέρας εξαιτίας του γεγονότος ότι το μηχάνημα μπορεί να εργαστεί και σε περιορισμένες συνθήκες φωτισμού,
- δ)** μεγαλύτερη ευελιξία στην επιλογή χειριστών των μηχανημάτων, αφού δεν απαιτείται μεγάλη εμπειρία και
- ε)** αύξηση του βαθμού εκμετάλλευσης των εισροών.



Εικ. 4.1. Συστήματα GPS

4.2.1. Αυτόνομα γεωργικά μηχανήματα

Τα μικρά αυτόνομα γεωργικά μηχανήματα είναι η λύση που

προτείνεται σχετικά με το πρόβλημα της συμπίεσης του εδάφους και του αυξημένου κόστους της ανθρώπινης εργασίας. Τα βασικά προτερήματα αυτών των οχημάτων είναι τα εξής:

Είναι περισσότερο ευκίνητα

Έχουν μικρότερη εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες

Παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια από τα μεγαλύτερα

Μπορούν να εργάζονται όλο το 24ωρο

Μια ομάδα αποτελούμενη από απλές μικρότερες μονάδες είναι πιο απλή στο σχεδιασμό, από μια μεγαλύτερη και πολυπλοκότερη.

Όλα τα προτερήματα που αναφέρθηκαν είναι εν δυνάμει προτερήματα. Πρέπει να ξεκαθαρίσουν πολλά ζητήματα πριν καθοριστεί η ωφελιμότητα της εφαρμογής τους στη γεωργία. Αν μπορούν για παράδειγμα να αποτελέσουν λύση για καλλιέργειες μεγάλων εκτάσεων. Αυξάνουν επίσης τον βαθμό εξειδίκευσης του ανθρώπινου δυναμικού. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την πλοήγηση των αυτόνομων γεωργικών μηχανημάτων είναι η χρήση δεκτών GPS. Το όχημα ακολουθεί μια προκαθορισμένη τροχιά δοσμένη σε ένα απόλυτο σύστημα συντεταγμένων. Το μειονέκτημα είναι η εξάρτηση της τροχιάς από την ορθότητα των μετρήσεων, η οποία μπορεί να παρεκκλίνει. Η πλοήγηση επίσης μπορεί να βασίζεται στον προσδιορισμό της σχετικής του θέσης. Μπορεί, για παράδειγμα, η θέση του οχήματος να προσδιορίζεται σε σχέση με τη θέση μεμονωμένων φυτών μέσω της αξιοποίησης πληροφοριών που προέρχονται από οπτικούς (κάμερες), ή μη

οπτικούς (οδόμετρα, γυροσκόπια κ. ά.) αισθητήρες. Βασικό μειονέκτημα είναι ο περιορισμός των συνθηκών κάτω από τις οποίες μπορούν να λειτουργήσουν με ακρίβεια οι αισθητήρες.

4.2.2. Τεχνολογίες πλοήγησης αυτόνομων γεωργικών μηχανημάτων

Έχουν αναπτυχθεί δύο προσεγγίσεις. Στην πρώτη χρησιμοποιούνται αισθητήρες από τους οποίους προκύπτει η απόλυτη θέση του οχήματος, όπως χρήση δεκτών GPS. Το όχημα ακολουθεί μια προκαθορισμένη τροχιά που δίνεται σε ένα απόλυτο σύστημα συντεταγμένων. Το μειονέκτημά της είναι ότι η πορεία του οχήματος εξαρτάται από την ορθότητα των μετρήσεων. Μπορεί όμως να παρεκκλίνει για δύο λόγους:
α) αναμενόμενα, λόγω των σχετικών θέσεων των δορυφόρων,
β) απρόβλεπτα, λόγω της βλάστησης σε περίπτωση που τμήμα της υπερέχει της θέσης του δέκτη.

Στη δεύτερη προσέγγιση, η πλοήγηση του οχήματος βασίζεται στον προσδιορισμό της σχετικής του θέσης. Η θέση του οχήματος προσδιορίζεται σε σχέση με την θέση μεμονωμένων φυτών ή σειρών γραμμικής καλλιέργειας. Ο προσδιορισμός γίνεται με την αξιοποίηση των πληροφοριών που προέρχονται από οπτικούς αισθητήρες (κάμερες), ή μη οπτικούς (οδόμετρα, γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα κ. ά.). Με αυτή την προσέγγιση ο τρόπος πλοήγησης είναι πιο ενεργός και τα απρόβλεπτα συμβάντα μπορούν να αντιμετωπιστούν. Το μειονέκτημα αυτού του

συστήματος είναι οι περιορισμοί των συνθηκών κάτω από τις οποίες μπορούν να λειτουργήσουν με ακρίβεια οι αισθητήρες. Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα πλοήγησης μηχανής συγκομιδής παρουσιάστηκε δυσλειτουργία κατά την σκίαση της κάμερας από την σκιά της μηχανής.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ASAE. 2004. ASAE Standard EP 496. Agricultural machinery management. ASAE, St Joseph, MI.

ASAE Standards. 1996. ASAE Standards EP 291.2. Terminology and definitions for soil tillage soil-tool relationships. St Joseph, Mi.

ASAE Standards. ASAE D. 497.2. 1995. Agricultural machinery management data. St. Joseph, Mi.

CEMAGREF, 1993. Les materiels de travail du sol, semis et plantation. Collection Form-agri. Paris.

Agrievolution 2008. First world Summit on Agricultural Machinery. ROME 30-31 May 2008.

Allmaras, R.R., S.M. Copeland, J.F. Power, D.L. Tanaka. 1994.

Conservation tillage systems in the Northernmost Central United States. In Conservation tillage in temperate agroecosystems. Editor: Carter, M.R. Lewis Publishers. Boca Raton.

Bainer, R., R.A. Kepner, E.L. Barger. 1995. Principles of farm machinery. J. Wiley and sons N.Y.

Barthelemy, P., D. Boisgontier, P. Lajoux. 1994. Simplification du travail du sol. Les derniers aquis. Perspectives Agricoles. No 194.

Bedard, Y., S. Tessier, C. Lague, L.Q. Chi. 1993. Soil compaction reduction by oversize tires and multi-axles running gear.

Bernacki, H., J. Haman, Cz. Kanaforjski, 1972. Agricultural machines. Theory and Construction. Vol. I. Warsaw.

Blackmore, B. S. 2004. From precision farming to phytotechnology. In *Proc. Automation Technology for Off-Road Equipment, Conference* (Kyoto, Japan), ASAE Publication Number 701P1004. Eds. Q Zhang, M Iida, A Mizushima.

Boisgontier, D., P. Lajoux, P. Viaux, L. Jouy, L. Lescar. 1996. Minimum tillage and consequences on weed control strategies. In *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European Countries. Proceedings. Giessen. Bowers, W. 1992. Machinery management. Deere and Co Service Publications. J. Deere. Moline, Illinois.*

Carter, M.R. 1994. Conservation tillage in temperate agroecosystems. Lewis Publishers. Boca Raton

Carter, M.R. 1994. Conservation tillage in temperate agroecosystems. Lewis Publishers.

Chamen, W.C.T., R.E. Cope, D.J. Longstaff, D.E. Patterson, C.D. Richardson. 1996. The energy efficiency of seedbed preparation following mouldboard ploughing. *Soil and Tillage Research*. 39 (1,2): 13-30.

Culpin, C. 1992. Farm machinery. Blackwell Scientific Publications. London.

- Dickey, E.C., P.J. Jasa, D.P. Shelton, J.C. Siemens. 1992. Conservation tillage systems. In conservation tillage systems and management. Iowa State University. Ames Iowa.
- Earl, R. 1996. Prediction of traffic ability and work ability using tensiometers. J. agric. Engng Res. 63 (1): 27-34.
- Erickson, A.E. 1982. Tillage effects on soil aeration. In Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. ASA Special Publication No 44. Wisconsin.
- Hofman, V. 1992. Dry land small grain equipment. In conservation tillage systems and management. Iowa State University. Ames Iowa. [Http://www.trimble.com/docushare/dsweb/get/document-32413/](http://www.trimble.com/docushare/dsweb/get/document-32413/)
- Hunt, D. 2001. *Farm power and machinery management*. Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Hunt, D. 1999. Field machinery management. In: CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Plant Production Engineering. Eds. CIGR. Publ. ASAE, St. Joseph, MI.
- Hunt, D. 1983. *Farm power and machinery management*. Iowa State University Press. Ames.
- Kaspar, T.C., D.C. Erbach. 1998. Improving stand establishment in no-till residue-clearing planter attachments. Transactions of the ASAE. 41(2): 301-306.
- Khattak, M.K., M. Ramzan. 1995. Effect of different tillage implements combination on fuel consumption and yield of maize. Sarhad journal of

Agriculture. 11 (3): 125-131.

Kitami, O. 1991. Agricultural machinery for the management of lowland clayey soils. CABI Databases.

Kornmann, M., K. Koller. 1997. Direct seeding of maize experience from fields trials. Landtechnik. 52(4): 178-179.

Kutzbach, H.D. 2000. Trends in Power and Machinery. *Journal of Agricultural Engineering Research*.

Mcdonald, T.P., B.J. Stokes, J. Wilhoir. 1993. Field evaluation of skidder tire tractive performance. Applied Engineering in Agriculture. 9

(6): 571-576.

Mouat, G.C., F. Coleman. 1954. Tillage implements. Temple Press Ltd. London.

Renoll, E. S. 1981. Predicting machine field capacity for specific field and operating conditions. Transactions of the ASAE 24(1): 45-47. Renoll, E. S. 1972. Concept for predicting capacity of row-crop machines. Transactions of the ASAE 15(5): 1025-1030.

Throckmorton, R.I. 1986. Tillage and planting equipment for reduced tillage. In No-tillage and surface tillage agriculture. Editors: Sprague, M.E., G.B. Triplett. John Wiley and Sons. N.Y.

Witney, B. 1988 Choosing and using farm machines. Longman Scientific and Technical. N. Y.

Καφετζάκης Ν., Α Υφούλης. 1986. Εκμηχάνιση καλλιεργητικών φροντίδων. ΟΕΔΒ. Αθήνα.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2006. *Διαχείριση Γεωργικών Μηχανημάτων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000. *Αρχές Μηχανικής Κατεργασίας του Εδάφους και Σποράς*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 1997. *Γεωργικοί Ελκυστήρες*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη.