



ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΗΣ
ΣΠΟΡΟΚΛΙΝΗΣ**

Αναστασία Κανατάκη – Δέτση

Δημήτριος Μαραγκόζης

Επιβλέπων: Χαράλαμπος Καριπίδης

Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Αρτα, Ιούνιος 2021



ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΤΗΣ
ΣΠΟΡΟΚΛΙΝΗΣ

Αναστασία Κανατάκη – Δέτση

Δημήτριος Μαραγκόζης

Επιβλέπων: Χαράλαμπος Καριπίδης

Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Άρτα, Ιούνιος 2021

**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF MACHINERY
EFFICIENCY IN SEEDBED PREPARATION**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, Ιούνιος 2021

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Χαράλαμπος Καριπίδης

Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

2. Μέλος επιτροπής

Ελένη Λενέτη

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

3. Μέλος επιτροπής

Κωνσταντίνος Ζήσης

Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Η Προϊστάμενη του Τμήματος

Τζώρα Αθηνά

Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Υπογραφή

© Κανατάκη – Δέτση Αναστασία, 2021.

© Μαραγκόζης Δημήτριος, 2021.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνουμε υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μας ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Μαραγκόζης Δημήτριος,

Κανατάκη - Δέτση Αναστασία

Υπογραφή

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Επιθυμούμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες, στον κ. Χαράλαμπο Καριπίδη Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την επίβλεψη της πτυχιακής μας εργασίας.

Ευχαριστίες θα θέλαμε επίσης να απευθύνουμε στον κ. Κατέρη Δημήτριο για τις πολύτιμες συμβουλές που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της, καθώς και για το ενδιαφέρον του αλλά και την ουσιαστική συμβολή του στην διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας και στον κ. Ζήση Κωνσταντίνο για την πολύτιμη βοήθεια του και τον χρόνο που αφιέρωσε κατά την διάρκεια της εκτέλεσης του πειραματικού μέρους.

Τέλος ευχαριστούμε θερμά τον κ. Θεοχάρη Μενέλαο για τον χρόνο του, την βοήθεια του, καθώς και για την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κατά την πειραματικής διαδικασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος της Γεωργίας τόσο στη χώρα μας, όσο και σε πολλές άλλες παρουσιάζει εντυπωσιακή πρόοδο. Η εκμηχάνιση της αποτελεί πλέον κοινή πεποίθηση πως έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη αυτή. Στόχοι της Γεωργίας αποτελούν, η παραγωγή προϊόντων ικανών να καλύψουν τη ζήτηση, η επίτευξη υψηλής ποιότητας με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και με κύριο μέλημα την διατήρηση των φυσικών πόρων με στόχο την αειφορία. Η εκμηχάνιση της Γεωργίας επιφέρει όλο και περισσότερα πλεονεκτήματα για τους ανθρώπους. Ο όρος εκμηχάνιση υποδηλώνει τη χρήση των μηχανημάτων στις γεωργικές εκμεταλεύσεις με σκοπό την υποβοήθηση του ανθρώπου. Η χρήση των μηχανημάτων έχει μεγάλο αντίκτυπο στη ζωή του ανθρώπου δρώντας ενεργά και θετικά τόσο στον οικονομικό τομέα όσο και στο βιοτικό του επίπεδο. Δημιούργημα της εκμηχάνισης αποτελούν τα διάφορα μηχανήματα, τα συστήματα κατεργασίας του εδάφους, οι τεχνικές ελιγμών των μηχανήματων και πολλά άλλα. Διαπιστώνεται λοιπόν πως η εκμηχάνιση της Γεωργίας και πιο συγκεκριμένα η χρήση των γεωργικών μηχανημάτων δρουν αποτελεσματικά και ευνοούν το βαθμό απόδοσης αυξάνοντας τόσο την παραγωγικότητα αλλά προσφέροντας παράλληλα πολλά ακόμα πλεονεκτήματα. Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία με την χρήση γεωργικών μηχανημάτων με σκοπό τη γνώση και την κατανόηση όλων αυτών παραγόντων και του τρόπου επίδρασης τους στον βαθμό απόδοσης των μηχανημάτων. Στόχος η καλύτερη αξιολόγηση των χρησιμοποιούμενων πρακτικών εργασίας στοχεύοντας στην βελτίωση τους.

Λέξεις κλειδιά: άροτρο, βαθμός απόδοσης, εκμηχάνιση

ABSTRACT

In recent years, the Agriculture industry has shown impressive progress both in our country and in many others. Its mechanization is now a common belief that it has played a decisive role in this development. Agriculture's goals are to produce products that can meet demand, to achieve high quality at the lowest possible cost and with the main concern of conserving natural resources with the aim of sustainability. The mechanization of Agriculture brings more and more benefits to the people. The term mechanization refers to the use of machinery on agricultural holdings, for the purpose of assisting humans. The use of machines has a great impact on human life, acting actively and positively both in the economic field and in the standard of living. The creation of mechanization are the different machines, the soil treatment systems, the maneuvering techniques of the machines and many more. It is therefore found that the mechanization of Agriculture and more specifically the use of agricultural machinery act effectively and favor the degree of efficiency by increasing both productivity but at the same time, offering many more advantages. In the present work, an experimental process was carried out with the use of agricultural machinery in order to know and understand all these factors and how they affect the efficiency of the machinery. The aim is to evaluate better the work practices which are used, aiming at their improvement.

Keywords: plow, performance level, mechanization

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΟΧΟΜΕΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ	12
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	13
1. ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ.....	1
2. ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ	4
2.1. Αύξηση της παραγωγικότητας	4
2.2. Προστασία περιβάλλοντος	5
2.3. Ασφάλεια - άνεση	6
3. Σκοποί της εκμηχάνισης	6
3.1. Αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους	7
3.2. Αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας	7
3.3. Μείωση του κόστους παραγωγής	8
3.4. Αύξηση της ανταγωνιστικότητας της γεωργίας	8
3.5. Αύξηση του γεωργικού και οικογενειακού εισοδήματος	8
3.6. Βελτίωση της ποιότητας ζωής της γεωργικής οικογένειας	9
4. Βαθμός εκμηχάνισης της γεωργίας	10
5. Βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων	11
5.1. Βαθμός απόδοσης	11

5.2. Βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό	12
5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης	13
5.4. Θεωρητική παραγωγικότητα	14
6. Συστήματα εκτέλεσης των εργασιών στον αγρό	15
6.1. Άροση κατά ορθογώνια (σποριές)	16
6.2. Περιφερειακό σύστημα με τελική διαγώνια άροση	17
6.3. Συνεχές περιφερειακό όργανο	18
6.4. Όργανο με ελιγμό γωνίας βρόχου	19
6.5. Όργανο με αναστρεφόμενο άροτρο	20
7. Τύποι ελιγμών – Ευελιξία των γεωργικών μηχανημάτων	21
7.1. Ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας	23
7.2. Ελιγμός ορθής γωνίας	23
7.3. Ελιγμός γωνίας τύπου βρόχου	24
7.4. Ελιγμός ανάστροφης γωνίας	25
7.5. Ελιγμός επιστροφής τύπου βρόχου	26
7.6. Ελιγμός ανάστροφης επιστροφής	27
7.7. Σχήμα του αγροτεμαχίου	28
7.8. Μέγεθος του αγρού	30
7.9. Κεφαλάρια	31
7.10. Απόδοση των καλλιεργειών	31
7.11. Εδαφοκλιματικές συνθήκες	31
7.12. Βλάστηση	32
7.13. Αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων	32
7.14. Περιορισμός λόγω συστημάτων	33

7.15. Συναρμολόγηση των μηχανημάτων	33
7.16. Ρυθμίσεις – Εμπλοκές	33
7.17. Ζημιές – Επισκευές – Συντήρηση των μηχανημάτων	34
7.18. Διαδικασίες πλήρωσης – Αποπλήρωσης των μηχανημάτων	35
7.19. Χειριστής	35
7.20. Απόδοση των συνδυασμένων μηχανημάτων	35
7.21. Οικονομική απόδοση των μηχανημάτων	37
7.22. Παραγωγικότητα των μηχανημάτων	37
7.23. Θεωρητική παραγωγικότητα	39
7.24. Πραγματική Παραγωγικότητα	40
8. Μηχανήματα Κατεργασίας	41
8.1. Άροτρα	41
8.1.1. Ποιότητα – Εποχή οργώματος	44
8.1.2. Βαθμός – Συχνότητα οργώματος	45
8.1.3. Γενικά	46
8.2. Περιστασιακά σκαπτικά (Φρέζες)	47
8.2.1. Χρήσεις	47
8.2.2. Κατασκευαστικά στοιχεία	49
8.2.3. Λειτουργία – ρυθμίσεις	50
9. Πειραματική διαδικασία προσδιορισμού του βαθμού απόδοσης	52
9.1. Γεωργικός ελκυστήρας	52
9.2. Γεωργικά παρελκόμενα	53
9.3. GPS	55
9.4. Πειραματικά αποτελέσματα	56

9.5.1. Παλινδρομικό σύστημα άροσης κατά ορθογώνια με χρήση απλού τρίνου αρότρου	57
9.5.2. Αποτελέσματα με τη χρήση της φρέζας	59
10. Συμπεράσματα	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 9.5.1. Βασικά στοιχεία των πειραματικών μετρήσεων με το άροτρο..... 57

Πίνακας 9.5.2. Βασικά στοιχεία των πειραματικών μετρήσεων με τη φρέζα 59

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 8.1. Πολύυνο άροτρο	43
Εικόνα 9.1. Ο γεωργικός ελκυστήρας που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις	53
Εικόνα 9.2.1. Το τρίυνο άροτρο που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις..	54
Εικόνα 9.2.2. Η φρέζα που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις	54
Εικόνα 9.3.1. Το GPS χειρός που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της πορείας του γεωργικού ελκυστήρα	55
Εικόνα 9.3.2. Η επιφάνεια ανάγνωσης των πληροφοριών	56
Διάγραμμα 9.5.1.1. Απεικόνιση της διακύμανσης της ταχύτητας του ελκυστήρα στην ευθεία κατά την εκτέλεση της εργασίας με απλό υνάροτρο με την εφαρμογή του συστήματος άροσης κατά ορθογώνια	58
Διάγραμμα 9.5.1.2. Διακύμανση της ταχύτητας του γεωργικού ελκυστήρα κατά την εκτέλεση του ελιγμού στο τμήμα του αγροκτήματος με τον περισσότερο διαθέσιμο χώρο, με απλό υνάροτρο και το σύστημα άροσης κατά ορθογώνια	58
Διάγραμμα 9.5.1.3. Διακύμανση της ταχύτητας του γεωργικού ελκυστήρα κατά την εκτέλεση του ελιγμού στο τμήμα του αγροκτήματος με τον λιγότερο διαθέσιμο χώρο, με απλό υνάροτρο και το σύστημα άροσης κατά ορθογώνια	59
Διάγραμμα 9.5.2.1. Διακύμανση της ταχύτητας του ελκυστήρα κατά την εκτέλεση της εργασίας σε ευθεία	60
Διάγραμμα 9.5.2.2. Διακύμανση ταχύτητας κατά την εκτέλεση του ελιγμού σε περιορισμένο χώρο	61
Διάγραμμα 9.5.2.3. Διακύμανση της ταχύτητας κατά την εκτέλεση το ελιγμού σε περισσότερο διαθέσιμο χώρο.....	61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόοδος που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια στη γεωργία είναι εντυπωσιακή. Στην πρόοδο αυτή έχουν συμβάλει πολλοί παράγοντες. Κοινή όμως είναι η πεποίθηση ότι η εκμηχάνιση έχει παίξει πολύ σημαντικό ρόλο. Σήμερα δεν νοείται άσκηση γεωργίας χωρίς τη χρησιμοποίηση γεωργικών μηχανημάτων. Η μείωση του κόστους παραγωγής, η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος τόσο με την αύξηση της παραγωγής όσο και με τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, η αντιμετώπιση της έλλειψης των εργατικών χεριών και η απαλλαγή του αγρότη και της οικογένειάς του από πολλές επίμοχθες εργασίες είναι οι βασικότεροι λόγοι που επιβάλλουν τη χρησιμοποίησή τους.

Βασικές επιδιώξεις της γεωργίας είναι η παραγωγή προϊόντων ικανών να καλύψουν τις ανάγκες της ζήτησης, υψηλής ποιότητας, χαμηλού κατά το δυνατό κόστους, με κύρια φροντίδα τη διατήρηση των φυσικών πόρων, ώστε να επιτυγχάνεται αειφορία. Έτσι οι παραγωγοί μπορούν να επιτυγχάνουν ικανοποιητικό εισόδημα, αλλά και οι καταναλωτές να αποκτούν επιθυμητά προϊόντα με λογικό κόστος.

Για την επιτυχία των ανωτέρω συμβάλλουν πολλοί παράγοντες, όπως οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι (έδαφος, νερό, περιβάλλον), η εργασία και το κεφάλαιο. Πολύ σημαντική θεωρείται και η συμβολή των γεωργικών μηχανημάτων. Μεταξύ των γεωργικών μηχανημάτων κυρίαρχη είναι η συμβολή των ελκυστήρων. Η εκμηχάνιση της γεωργίας συνδέεται άμεσα με τη χρήση των ελκυστήρων και οι δείκτες της στηρίζονται στον αριθμό τους.

1. Εκμηχάνιση της γεωργίας

Ο όρος εκμηχάνιση της γεωργίας δηλώνει τη χρησιμοποίηση μηχανημάτων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις για την υποβοήθηση ή υποκατάσταση του ανθρώπου και των ζώων στην εκτέλεση των διαφόρων εργασιών. Η χρήση των μηχανημάτων επιτρέπει στον άνθρωπο να ελέγχει την ισχύ τους, αντί να είναι ο ίδιος πηγή της απαιτούμενης ισχύος.

Αν και οι αλλαγές που έχουν συντελεστεί στον τομέα της γεωργίας είναι πολύ μεγάλες, ιδιαίτερα τον εικοστό αιώνα, εντούτοις το έδαφος θα πρέπει ακόμη να καλλιεργηθεί, οι σπόροι να σπαρθούν, τα φυτά να φροντισθούν, οι καρποί να συλλεχθούν και να αποθηκευτούν. Οι τρόποι όμως και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν έχουν δραστηκότητα αλλάξει.

Από την αυγή της ιστορίας της γεωργίας, και για χιλιετίες, ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη μυϊκή του δύναμη ως πηγή ενέργειας. Απλά εργαλεία από ξυλά, λίθους η οστά στην αρχή και στη συνέχεια, ανάλογα με το στάδιο του πολιτισμού, χάλκινα, ορειχάλκινα ή σιδερένια, χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των εργασιών. Με την πρόοδο του πολιτισμού και την εξημέρωση των ζώων, η μυϊκή δύναμη του ανθρώπου υποβοηθήθηκε η υποκαταστάθηκε από εκείνη των ζώων. Κατά τη διαδρομή των αιώνων χρησιμοποιήθηκαν όποια ζώα υπήρχαν διαθέσιμα, κυρίως άλογα, έλκοντας απλά εργαλεία. Η αποκλειστική χρήση της μυϊκής ισχύος για την παροχή της απαιτούμενης ενέργειας διήρκεσε μέχρι τις αρχές του 18^{ου} αιώνα. Από το 1712 εμφανίζεται νέα πηγή ενέργειας, η θερμική, με τη μορφή μηχανών εξωτερικής καύσης στην αρχή. Στη συνέχεια, περί το 1830, κατασκευάστηκε ο πρώτος κινητήρας εσωτερικής καύσης. Οι μηχανές αυτές χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία και ως κινητήρες των γεωργικών ελκυστήρων. Εντούτοις οι πρώτοι επιτυχημένοι ελκυστήρες, με κινητήρες Otto, εμφανίστηκαν γύρω στο 1930, οπότε και η εκμηχάνιση της γεωργίας έλαβε επαναστατική μορφή (Τσατσαρέλης, 2011).

Οι σημερινοί ελκυστήρες αποτελούν πράγματι πολύ εξελιγμένα μηχανήματα, με διαθέσιμη ισχύ ανάλογη των απαιτήσεων και χαρακτηριστικά που τους καθιστούν κατάλληλους για πλήθος εργασιών.

Παράλληλα προς τους ελκυστήρες αναπτύχθηκαν και τελειοποιήθηκαν όλα τα άλλα γεωργικά μηχανήματα, είτε αυτά που χρησιμοποιούν την ισχύ των ελκυστήρων, τα καλούμενα παρελκόμενα, είτε τα αυτοκινούμενα. Αναπτύχθηκαν νέες μηχανές πιο αποδοτικές και πολύπλοκες, ικανές να εκμηχανίσουν όλα σχεδόν τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας των φυτών. Πρόσφατα αναπτύχθηκαν στη γεωργική πράξη μηχανήματα νέας τεχνολογίας, με χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων και πληθώρα αισθητήρων, που είναι πιο αποδοτικά και με εξαιρετική ποιότητα εργασίας (Τσατσαρέλης, 2011).

Στον τομέα της κατεργασίας του εδάφους τα μηχανήματα έγιναν πιο ελαφρά, πιο ανθεκτικά, πιο αποτελεσματικά και πολυδύναμα. Νέα μηχανήματα εμφανίστηκαν για ειδικές χρήσεις, και σύνθετα ώστε να εκτελούνται ταυτόχρονα πολλές εργασίες, επιτυγχάνοντας μείωση του κόστους και του χρόνου. Κατασκευάστηκαν και χρησιμοποιούνται πνευματικές σπαρτικές για σπορά ακριβείας, με εξαιρετική ποιότητα εργασίας και λογικό κόστος. Οι ψεκαστήρες εφοδιάζονται με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και ρύθμισης της ποσότητας του φαρμάκου που ψεκάζεται. Πολλοί είναι αυτοκινούμενοι, με κλειστή καμπίνα, ώστε να προφυλάσσεται ο χειριστής από την επίδραση των φαρμάκων. Νεότεροι τύποι είναι δυνατό να ψεκάζουν με διαφοροποιημένη ποσότητα

ψεκαστικού υλικού, ανάλογα με την προσβολή, επιτυγχάνοντας οικονομία αλλά και προστασία του περιβάλλοντος. Οι τελευταίοι, όπως και αντίστοιχοι νέοι τύποι λιπασματοδιανομέων, βρίσκουν εφαρμογή στα πλαίσια της καλούμενης γεωργίας ακριβείας.

Για την άρδευση χρησιμοποιούνται αυτόματα ή ημιαυτόματα συστήματα, που απαλλάσσουν τον γεωργό από την πράγματι επίμοχθη αυτή εργασία. Σε πολλά συστήματα μικροϋπολογιστές ρυθμίζουν την έναρξη, διάρκεια και λήξη της άρδευσης, ανάλογα με τις συνθήκες των φυτών.

Για τη συγκομιδή κατασκευάζονται μηχανές με νέες αρχές και βελτιώθηκαν σημαντικά οι παλαιότερες. Έτσι σήμερα μπορούν να συγκομισθούν με αποτελεσματικό τρόπο, γρήγορα, έγκαιρα και με χαμηλό κόστος, σχεδόν όλα τα γεωργικά προϊόντα, όπως σιτηρά, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, πατάτες, βιομηχανική ντομάτα, σχεδόν το σύνολο των λαχανοκομικών φυτών, φρούτα για μεταποίηση, σταφύλια για οινοποίηση κ.ά.

Κορυφαία μοντέλα μηχανών συγκομιδής σιτηρών, βάμβακος, κ.ά. έχουν τη δυνατότητα χαρτογράφησης των αποδόσεων του χωραφιού, με τη βοήθεια του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS). Για τη χαρτογράφηση αυτή οι μηχανές είναι εφοδιασμένες με ειδικούς δέκτες λήψης των ραδιοσημάτων, τα οποία εκπέμπουν οι δορυφόροι του συστήματος GPS. Έτσι καταγράφεται η πραγματική θέση των μηχανών στο χωράφι. Ταυτοχρόνως γίνεται και η καταγραφή των αποδόσεων κάθε θέσης, με πληθώρα αισθητήρων και μικροϋπολογιστών. Τα στοιχεία καταγράφονται σε μνήμη, για περαιτέρω επεξεργασία στο σπίτι, είτε ακόμη και για επιτόπου δημιουργία χρωματικού χάρτη των αποδόσεων ή εκτύπωση των αποδόσεων κάθε σημείου. Τα δεδομένα αυτά αναλύει στη συνέχεια ο γεωργός και προβαίνει, με κατάλληλες ενέργειες, στη βελτίωση των περιοχών με τις χαμηλές αποδόσεις. Η χαρτογράφηση αυτή συνδέεται άμεσα με την εφαρμογή της “γεωργίας ακριβείας”.

Για τη μετά τη συγκομιδή μεταχείριση των προϊόντων κατασκευάζονται σύγχρονα ξηραντήρια, για ξήρανση όλων σχεδόν των προϊόντων, όπως καλαμποκιού, ρυζιού, καπνών, χόρτου, σταφίδας κ.ά. Τα τελευταία μάλιστα χρόνια χρησιμοποιείται επικουρικά και ηλιακή ενέργεια, που μειώνει το κόστος ξήρανσης (Τσατσαρέλης, 2011).

Πρέπει πάντως να τονισθεί ότι το επίπεδο της εκμηχάνισης, που αναφέρθηκε, παρατηρείται μόνο στις αναπτυγμένες χώρες. Υπάρχουν όμως ακόμη χώρες, ιδιαίτερα του τρίτου καλούμενου κόσμου, όπου ανθρώπινη εργασία και ζωική δύναμη εξακολουθούν να αποτελούν τις κύριες πηγές ισχύος στις γεωργικές εργασίες. Πάντως και στις πιο ανεπτυγμένες, η ανθρώπινη εργασία δεν έχει παντελώς υποκατασταθεί. Δεν πρέπει δε να παραβλέπετε ότι η ανθρώπινη εργασία με τη μορφή του εξειδικευμένου χειριστή των

μηχανημάτων, ως ελεγκτή της ισχύος των μηχανημάτων, είναι κυρίαρχη ακόμη. Ήδη γίνονται τα πρώτα βήματα για την υποκατάσταση και αυτής της εργασίας, από αυτοματοποιημένα συστήματα.

2. Τάσεις στην εκμηχάνιση

Αν και πολλά από τα γεωργικά μηχανήματα, όπως οι ελκυστήρες, οι θεριζοαλωνιστικές κ.ά., έχουν εμφανισθεί πριν από πολλά χρόνια και έχουν υποστεί σημαντικές βελτιώσεις, εντούτοις δεν έχουν παύσει να εξελίσσονται συνεχώς. Νέα δε μηχανήματα εισέρχονται στη γεωργία, με αποτέλεσμα να έχουν εκμηχανισθεί σχεδόν όλα τα στάδια των καλλιεργητικών φροντίδων. Σήμερα τα γεωργικά μηχανήματα καλούνται να ανταποκριθούν σε ορισμένες βασικές προκλήσεις και ανάγκες, όπως η μεγαλύτερη παραγωγικότητα, η προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και η ποιότητα των προϊόντων. Σημαντικές είναι επίσης οι ανάγκες για ασφάλεια των χειριστών και των μηχανημάτων, καθώς και η μείωση του μόχθου. Πολλές από τις προκλήσεις είναι αναγκασμένοι οι κατασκευαστές να τις αντιμετωπίσουν και από τις πολιτικές που επιβάλουν η Ε.Ε. και τα άλλα αναπτυγμένα κράτη (Τσατσαρέλης, 2011).

2.1. Αύξηση παραγωγικότητας

Η ανάπτυξη νέων πιο παραγωγικών μηχανών φαίνεται ότι θα αποτελεί την κατευθυντήρια γραμμή των εργοστασίων. Στους ελκυστήρες, αλλά και στις λοιπές αυτοκινούμενες μηχανές, αυτό μεταφράζεται σε ισχυρότερους κινητήρες. Στους ελκυστήρες η τάση φαίνεται να μειώνεται, λόγω κορεσμού. Στις αυτοκινούμενες μηχανές το πλάτος εργασίας θα μεγαλώνει ακόμη, γεγονός που σημαίνει και ισχυρότερους κινητήρες. Στις θεριζοαλωνιστικές προβλέπεται ότι η ισχύς των κινητήρων θα φθάσει τα 350 kW. Για αύξηση της παραγωγικότητας πολλά από τα σημερινά παρελκόμενα μηχανήματα θα μετεξελιχθούν σε αυτοκινούμενα.

Η αύξηση της παραγωγικότητας δεν επιτυγχάνεται μόνο με μεγαλύτερα μηχανήματα αλλά και με νέες αρχές. Έτσι, για παράδειγμα, στις μηχανές συγκομιδής σιτηρών, εκτός του μεγέθους, εξελίχθηκαν και νέα συστήματα θερισμού, αλωνισμού και διαχωρισμού (αξονικού ή περιστροφικού τύπου) κ.ά. Στις μηχανές σποράς νέα συστήματα για σπορά ακριβείας επιτυγχάνουν ταχύτητα, εξαιρετική διανομή του σπόρου και χαμηλό κόστος.

Η ταχύτητα εργασίας, βασική παράμετρος της παραγωγικότητας, μπορεί πλέον να αυτορυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις. Έτσι επιτυγχάνεται αυξημένη ταχύτητα, μέχρι

25% σε όργωμα και μέχρι 16% σε κοπή-τεμαχισμό χόρτου για ενσίρωση. Για την αυτορρύθμιση αυτή είναι αναγκαία πολλά προηγμένα συστήματα μετάδοσης της κίνησης και πολλοί αισθητήρες.

Υψηλότερη παραγωγικότητα επιτυγχάνεται επίσης με τους ποικίλους αισθητήρες που ελέγχουν διάφορα όργανα και πολλές φορές προβαίνουν και σε αυτορρυθμίσεις. Όλες οι αυτοκινούμενες μηχανές συγκομιδής, αλλά και οι ελκυστήρες, έχουν μεγάλο αριθμό τέτοιων αισθητήρων και συστημάτων και προβλέπεται ότι θα ενταθεί η χρήση τους στις νέες μηχανές. Συνήθως κεντρικός υπολογιστής αναλαμβάνει την διαχείριση όλων των συστημάτων. Με τα συστήματα αυτά η ποιότητα της εργασίας αναβαθμίζεται, η ταχύτητα αυξάνεται, το ενεργό πλάτος εργασίας αυξάνεται και ο χειριστής καταβάλλει μικρότερη προσοχή και κόπο.

Προς την ίδια κατεύθυνση δρα και η χρήση του συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS), καθώς επίσης και τα νέες τεχνολογίας μηχανήματα διαφοροποιημένης παροχής κατά θέσεις, των διαφόρων εισροών (λιπάσματα, φάρμακα, σπόροι). Την αύξηση της παραγωγικότητας, βοηθούν επίσης σύγχρονα μηχανήματα, με τα οποία συνδυάζονται περισσότερες εργασίες με μία μόνο διέλευση. Αν και οι αρχές είναι παλαιές εντούτοις τα σύγχρονα μηχανήματα είναι πιο αποτελεσματικά.

2.2. Προστασία περιβάλλοντος

Για την προστασία του γεωργικού περιβάλλοντος, ιδιαίτερα του εδάφους, βελτιώνονται τα συστήματα προώθησης. Έτσι μεγάλες μηχανές εξαγωγής ζαχαρότευτλων με βάρος, με την αποθήκη γεμάτη, που προσεγγίζει τους 40 τόνους, εφοδιάζονται με ελαστικά μεγάλου πλάτους. Οι ελαστικές ερπύστριες, καθώς και οι ημιερπύστριες, έχουν επίσης καλά χαρακτηριστικά έλξης, με μικρή συμπίεση του εδάφους. Για μείωση του συνολικού βάρους των μεγάλων μηχανών συγκομιδής, πολλές κατασκευάζονται χωρίς αποθήκη.

Για προστασία του περιβάλλοντος από ζιζανιοκτόνα γίνεται ήδη στροφή προς τη μηχανική καταπολέμηση. Οι μηχανικοί εργάζονται προς πολλαπλές κατευθύνσεις, όπως μηχανική κατεργασία και διαχωρισμό των ζιζανίων τα οποία αποτίθενται συγκεντρωμένα, θερμική καταστροφή, ανάλυση εικόνας και καταστροφή με σκαλιστήρι κ.ά. Όσον αφορά τα λιπάσματα αναπτύχθηκαν λιπασματοδιανομείς με διαφοροποίηση της ποσότητας, ανάλογα με τις ανάγκες (Τσατσαρέλης, 2011).

2.3. Ασφάλεια - άνεση

Στον τομέα της ασφάλειας των χειριστών και των μηχανημάτων, καθώς και της άνεσης και μείωσης του σωματικού κόπου, οι εξελίξεις υπήρξαν, από την περασμένη δεκαετία 1990-2000, πολύ σημαντικές. Έτσι όλες οι αυτοκινούμενες μηχανές, περιλαμβανομένων των ελκυστήρων, έχουν εργονομικό σχεδιασμό, που μειώνει την κόπωση και αυξάνει την παραγωγικότητα. Η καθιέρωση του θαλάμου ασφαλείας (καμπίνας) στους ελκυστήρες και στη συνέχεια και στις άλλες αυτοκινούμενες μηχανές, βελτίωσε σημαντικά την ασφάλεια των χειριστών.

Οι νέες γενιάς ελκυστήρες φέρουν συστήματα ανάρτησης στον πρόσθιο άξονα, ώστε να μειώνονται οι δονήσεις και να αυξάνεται η ασφάλεια. Αυτή η ενσωμάτωση επέτρεψε την αύξηση της ταχύτητας μετακίνησης στους δημόσιους δρόμους στα 40 Km/h, από το μέγιστο των 30 Km/h, που έχουν οι απλοί. Πλήρης δε ανάρτηση, σε ειδικούς ελκυστήρες, επέτρεψε την αύξηση της ταχύτητας σε 50 Km/h. Πραγματικά συστήματα πέδησης και στους πρόσθιους τροχούς ενσωματώνονται σε νεώτερους ελκυστήρες, με αποτέλεσμα αύξηση της ασφάλειας.

Τα χειριστήρια τόσο στους ελκυστήρες, όσο και στις μηχανές συγκομιδής έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ. Συνήθως είναι αναρτημένα, με αποτέλεσμα να μην φθάνουν δονήσεις στα χέρια ή στα πόδια του χειριστή. Πολλά έχουν ενσωματωθεί σε ένα πολυχειριστήριο, το οποίο μπορεί εύκολα να χειρίζεται ο χειριστής.

Έχουν αναπτυχθεί συστήματα υποβοηθούμενης πλοήγησης (οδήγησης) των ελκυστήρων και των άλλων μηχανών, κυρίως συγκομιδής, μηχανικά, με ακτίνες Laser, με συστήματα όρασης (κάμερες), με GPS κ.ά., τα οποία τους καθοδηγούν με ακρίβεια, επιτρέποντας αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και βελτίωση της ποιότητας. Εξέλιξη των συστημάτων αυτών αλλά και πρόκληση για τους ειδικούς επιστήμονες αποτελεί η λειτουργία και εργασία στον αγρό των μηχανημάτων με αυτόνομη πλοήγηση, χωρίς δηλαδή χειριστή-οδηγό. Οι πρώτες απλές εφαρμογές έχουν κάνει την εμφάνισή τους (Τσατσαρέλης, 2011).

3. Σκοποί της εκμηχάνισης

Οι βασικότεροι επιδιωκόμενοι σκοποί της εκμηχάνισης είναι οικονομικοί, αλλά και βελτίωσης της ποιότητας της ζωής:

3.1. Αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους

Η αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους, δηλαδή η παραγωγή περισσότερων ή καλύτερης ποιότητας προϊόντων ανά μονάδα επιφάνειας, είναι ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται τα γεωργικά μηχανήματα. Η παραγωγικότητα συνδέεται άμεσα με την ακαθάριστη πρόσοδο (Τσατσαρέλης, 2011).

Η αύξηση της παραγωγικότητας επιτυγχάνεται:

- α) Με την ισχύ των μηχανημάτων. Η επαρκής και η μεγάλη ισχύς των, τα καθιστά ικανά να φέρουν σε πέρας, με ταχύτητα και καλή ποιότητα, όλες τις γεωργικές εργασίες.
- β) Με την έγκαιρη εκτέλεση των εργασιών.
- γ) Με τη δυνατότητα εκτέλεσης των εργασιών για διπλή παραγωγή το ίδιο έτος (επίσπορη καλλιέργεια).
- δ) Με διασφάλιση της παραγωγής. Λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων των μηχανημάτων, μπορούν να επισπευσθούν οι εργασίες, ιδιαίτερα η συγκομιδή, και να διαφυλαχθεί η παραγωγή από καιρικές αντιξοότητες ή από προσβολές εχθρών και ασθενειών.

3.2. Αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας

Ο δεύτερος, εξίσου σημαντικός, λόγος είναι η αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας. Αυτό σημαίνει ότι ο ίδιος αριθμός εργατών παράγει περισσότερα ή ότι μειωμένος αριθμός παράγει τις ίδιες ή και περισσότερες ποσότητες. Στον ίδιο λόγο περιλαμβάνεται και η μείωση της έντασης της εποχικής εργασίας. Αυτά επιτυγχάνονται επειδή: α) Τα γεωργικά μηχανήματα, λόγω ισχύος και ταχύτητας, μπορούν να υποκαταστήσουν σημαντικά την ανθρώπινη εργασία. Ο αριθμός των εργατών που μπορεί να υποκαταστήσει ένα ή μία σειρά μηχανημάτων εξαρτάται από τη φύση της εργασίας και από τις δυνατότητες των μηχανημάτων. Υπάρχουν περιπτώσεις που μπορούν να υποκατασταθούν 20-30 εργάτες. Αναφέρονται επίσης περιπτώσεις που ένας μόνο εργαζόμενος μπορεί να φέρει σε πέρας όλες τις εργασίες γεωργικής εκμετάλλευσης μεγαλύτερης των 600 στρεμμάτων, με τη βοήθεια των κατάλληλων μηχανημάτων. β) Οι γεωργικές εργασίες είναι συνυφασμένες με απαίτηση, σε κρίσιμες περιόδους, πολλών εργατικών χεριών. Η εξεύρεση των εργατικών αυτών χεριών συναντά συχνά πολλές δυσκολίες και συνήθως συνοδεύεται και με υψηλό κόστος. Η αδυναμία εξυπηρέτησης των αναγκών σημαίνει μείωση της παραγωγής. Οι δυνατότητες των μηχανημάτων επιτρέπουν τη μείωση των απαιτούμενων εποχικών εργατικών χεριών, μέχρι, στις καλύτερες των περιπτώσεων, του ελάχιστου, δηλαδή των απαραίτητων χειριστών των μηχανημάτων.

Η αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους και της εργασίας ήταν το κριτήριο, με βάση το οποίο έγινε και η αποτίμηση της συμβολής της εκμηχάνισης της γεωργίας, στην πρόοδο που συντελέστηκε τον 20^ο αιώνα. Με το τέλος του περασμένου αιώνα και την έναρξη της νέας χιλιετίας και του νέου αιώνα, έγινε αποτίμηση από την εθνική ομοσπονδία μηχανικών των ΗΠΑ, της προσφοράς της μηχανικής. Την αποτίμηση υποστήριξαν περισσότερες από 50 οργανώσεις μηχανικών όλων των ειδικοτήτων. Στην τελική αποτίμηση η εκμηχάνιση της γεωργίας κατετάγη έβδομη, πολύ κοντά στον εξηλεκτρισμό, την αυτοκινητοβιομηχανία, τα αεροπλάνα, την παροχή νερού, τα ηλεκτρονικά, το ραδιόφωνο και την τηλεόραση, πριν από τους υπολογιστές, τα τηλέφωνα και την αεροδιαστημική. Το σκεπτικό ήταν ότι η εκμηχάνιση αύξησε την παραγωγικότητα της γεωργίας κατά περισσότερο από 40 φορές από την αρχή του 20ου αιώνα. Συγκεκριμένα ενώ στην αρχή του αιώνα τέσσερις εργαζόμενοι παρήγαν τρόφιμα και άλλα εφόδια για 10 ανθρώπους, στο τέλος του, ένας παρήγε για περισσότερους από 100.

3.3. Μείωση του κόστους παραγωγής

Η αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους και της εργασίας οδηγούν κατά κανόνα και σε μείωση του κόστους παραγωγής. Ενώ η αύξηση της παραγωγικότητας σχετίζεται με την ακαθάριστη πρόσοδο, η μείωση του κόστους επιδρά στην καθαρά (κέρδος). Εφόσον γίνεται ορθολογική επιλογή των μηχανημάτων, λειτουργία και συντηρήσεις σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και ακολουθείται ορθή διαχείριση, η χρήση των μηχανημάτων οδηγεί σε μείωση του κόστους παραγωγής. Με κακή όμως διαχείριση, κυρίως κακή επιλογή τύπου και μεγέθους, αλλά και κακή χρήση, η μείωση του κόστους δεν είναι πάντα δεδομένη.

3.4. Αύξηση της ανταγωνιστικότητας της γεωργίας

Η αύξηση της παραγωγικότητας, εδάφους και εργασίας, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους παραγωγής, οδηγεί σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας της γεωργίας. Ο ρόλος της ανταγωνιστικότητας είναι προφανής, λόγω της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας. Για να μπορέσουν όμως τα μηχανήματα να συμβάλλουν προς τον σκοπό αυτό θα πρέπει να γίνεται ορθολογική διαχείρισή τους.

3.5. Αύξηση του γεωργικού και οικογενειακού εισοδήματος

Η αύξηση του γεωργικού και οικογενειακού εισοδήματος επέρχεται από: α) Τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί ο γεωργός τα μηχανήματα του επαγγελματικά, για εκτέλεση

γεωργικών εργασιών σε ξένες γεωργικές εκμεταλλεύσεις. β) Την εξοικονόμηση εργατικών χεριών. Το πλεονάζον δυναμικό της αγροτικής οικογένειας στρέφεται σε άλλα αποδοτικότερα επαγγέλματα, αυξάνοντας έτσι το οικογενειακό εισόδημα. Στις μικρές μάλιστα εκμεταλλεύσεις, λόγω των περιορισμένων αναγκών σε ανθρώπινη εργασία και της ταχύτητας εκτέλεσης των εργασιών με τα μηχανήματα, ο ίδιος ο γεωργός έχει ελεύθερο χρόνο να ασχοληθεί με συμπληρωματικό επάγγελμα και να αυξάνει έτσι το εισόδημά του. Να τονισθεί όμως ότι σε χώρες με χαμηλή οικονομική ανάπτυξη και υπερβάλλον και χαμηλού κόστους αγροτικό δυναμικό, η χρήση μηχανημάτων μπορεί να οδηγήσει σε ανεργία και μείωση των εισοδημάτων.

3.6. Βελτίωση της ποιότητας ζωής της γεωργικής οικογένειας

Εκτός από τους παραπάνω καθαρώς οικονομικούς λόγους, τα μηχανήματα βελτιώνουν την ποιότητα της ζωής όλης της αγροτικής οικογένειας. Η βελτίωση αυτή προέρχεται από το γεγονός ότι:

- α) Απαλλάσσουν το γεωργό και τα μέλη της οικογένειάς του από τις επίμοχθες εργασίες στο χωράφι, στις αποθήκες ή στο στάβλο. Ο γεωργός στις περισσότερες περιπτώσεις απλώς χειρίζεται τα μηχανήματα. Στα σύγχρονα μάλιστα μηχανήματα έχει προσεχθεί ιδιαίτερα και το θέμα της άνεσης των χειριστών. Με την εμφάνιση δε των αυτόματων μηχανημάτων (π.χ. άρδευση κ.ά.), ο γεωργός περιορίζεται απλώς στην επίβλεψη της λειτουργίας τους.
- β) Λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων των μηχανημάτων και της ταχύτητας εκτέλεσης των εργασιών μένει αρκετός ελεύθερος χρόνος στον γεωργό και στα μέλη της οικογένειάς του. Ο χρόνος αυτός μπορεί να διατεθεί για την ικανοποίηση οικονομικών, κοινωνικών, πολιτιστικών και μορφωτικών αναγκών.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι η απαλλαγή των εργαζομένων από τον μυϊκό κόπο ήταν και εξακολουθεί να είναι από τους βασικότερους παράγοντες που ωθούν προς την εκμηχάνιση της γεωργίας, σ' όλες τις χώρες. Η βελτίωση της ποιότητας της ζωής της αγροτικής οικογένειας είναι ιδιαίτερα σημαντική και εμφανής με την αγορά και χρήση του πρώτου ελκυστήρα και των παρελκομένων του, καθώς και τη χρησιμοποίηση μηχανών συγκομιδής.

4. Βαθμός εκμηχάνισης της γεωργίας

Αν ο όρος “εκμηχάνιση” είναι απλός και ευκολονόητος είναι δύσκολος ο καθορισμός ενός αποδεκτού δείκτη του βαθμού εκμηχάνισης μιας εκμετάλλευσης και κατ’ επέκταση της γεωργίας μιας χώρας.

Ο ευρύτερα αποδεκτός δείκτης, προσδιορίζει την εκμηχάνιση της γεωργίας μιας χώρας από τον αριθμό των διαξονικών ελκυστήρων μέσης ισχύος, που αντιστοιχούν σε 1.000 στρέμματα καλλιεργούμενης έκτασης.

Άλλοι δείκτες είναι: ο αριθμός των στρεμμάτων που αντιστοιχεί σε ένα διαξονικό ελκυστήρα μέσης ισχύος η ακόμη η ισχύς των ελκυστήρων ανά μονάδα επιφάνειας (στρέμμα, εκτάριο η 1.000 στρέμματα) η τέλος και η ισχύς ελκυστήρων ανά κάτοικο.

Στους ίδιους τους ορισμούς του βαθμού εκμηχάνισης ενυπάρχει ήδη κάποια ασάφεια, από την οποία πηγάζουν και ορισμένα προβλήματα. Έτσι: α) Ως βάση για το βαθμό εκμηχάνισης λαμβάνεται ο διαξονικός ελκυστήρας μέσης ισχύος. Η μέση αυτή ισχύς δεν έχει σαφώς προσδιορισθεί και είναι γνωστό ότι μεταβάλλεται αισθητά από δεκαετία σε δεκαετία. Μεταξύ δε των διαφόρων κρατών, με διαφορετική ανάπτυξη, δεν μπορεί να γίνει σύγκριση, γιατί υπολογίζεται διαφορετική μέση ισχύς διαξονικών ελκυστήρων. β) Η ικανότητα του ελκυστήρα δεν εξαρτάται μόνο από την ισχύ του, αλλά και από τον τύπο και άλλα χαρακτηριστικά, π.χ. οι ελκυστήρες με τέσσερις κινητήριους τροχούς παρουσιάζουν αυξημένη ισχύ στην έλξη έναντι των αντίστοιχων της ίδιας ισχύος με δυο κινητήριους τροχούς. γ) Εξ ορισμού αποκλείεται η συμμετοχή των μικρών μοναξονικών ελκυστήρων στην εκμηχάνιση μιας περιοχής η μιας χώρας. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, όπως στη χώρα μας και σε χώρες της Άπω Ανατολής, όπου ο αριθμός των μικρών αυτών ελκυστήρων είναι πολύ μεγάλος (στη χώρα μας εκτιμώνται σε περίπου 120.000), γιατί το απαιτούν οι ειδικές συνθήκες των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. δ) Δεν λαμβάνονται υπόψη όλα τα άλλα αυτοκινούμενα γεωργικά μηχανήματα, όπως οι μεγάλες μηχανές συγκομιδής, οι αυτοκινούμενοι ψεκαστές, οι αυτοκινούμενοι λιπασματοδιανομείς κ.ά., που συμβάλλουν όμως αποφασιστικά στην εκμηχάνιση της γεωργίας. ε) Οι ηλεκτροκινήτες, που χρησιμοποιούνται επίσης σε ευρεία κλίμακα, δεν λαμβάνονται υπόψη. στ) Δεν λαμβάνονται υπόψη τα παρελκόμενα. Στην πραγματικότητα δεν είναι ο ελκυστήρας που εκμηχανίζει τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις αλλά τα παρελκόμενά του, τα οποία εκμεταλλεύονται (δανείζονται) την ισχύ του για την εκτέλεση των εργασιών. Υποτίθεται βέβαια ότι ο κάθε ελκυστήρας φέρει και τα ανάλογα παρελκόμενα. Αυτό όμως είναι εντελώς θεωρητική υπόθεση, γιατί στην πράξη παρατηρείται, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, να υπάρχει

διαθέσιμη ισχύς αλλά όχι και τα κατάλληλα παρελκόμενα. ζ) Δεν λαμβάνεται υπόψη τέλος το μέγεθος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, που επηρεάζει σημαντικότερα όλους τους δείκτες, δεδομένου ότι μία μικρή εκμετάλλευση του μεγέθους της μέσης ελληνικής, απαιτεί έναν ελκυστήρα αλλά και οι μεγάλες εκμεταλλεύσεις των 300-400 στρεμμάτων μπορούν να θεωρηθούν εκμηχανισμένες με έναν ελκυστήρα (μεγαλύτερης ισχύος) και με τα παρελκόμενά του.

5. Βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων

5.1. Βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει γενικώς το λόγο της ποσότητας που αποδίδεται από ένα σύστημα, ως προς την ποσότητα που προσφέρεται για να ληφθεί:

$$\text{Βαθμός απόδοσης (E)} = \frac{\text{Αποδιδόμενη ποσότητα}}{\text{Προσφερόμενη ποσότητα}} = \frac{\text{Εξερχόμενη ποσότητα}}{\text{Εισερχόμενη ποσότητα}}$$

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει λόγο ποσοτήτων και αποτελεί καθαρό αριθμό.

Πολλές φορές εκφράζεται ως εκατοστιαία αναλογία, και στους συνήθεις υπολογισμούς προτιμάται η δεκαδική μορφή. Στη φύση, ο βαθμός απόδοσης όλων των συστημάτων είναι μικρότερες είναι μικρότερος της μονάδας. Αυτό συμβαίνει καθώς κατά τις μετατροπές (ενέργειας ή άλλες) υπάρχουν πάντα απώλειες. Η διαφορά μεταξύ της προσφερόμενης και αποδιδόμενης ποσότητας αποτελεί τις απώλειες. Έτσι οι σχέσεις μπορούν να γραφούν ως:

$$\text{Προσφερόμενη ποσότητα} = \text{Αποδιδόμενη ποσότητα} + \text{Απώλειες}$$

ή

$$\text{Απώλειες} = \text{Προσφερόμενη ποσότητα} - \text{Αποδιδόμενη ποσότητα}.$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης, τόσο αποτελεσματικότερα εργάζεται το σύστημα, ενώ το κόστος είναι χαμηλότερο. Οι προσπάθειες όλων οδηγούν προς την κατεύθυνση της αύξησης του βαθμού απόδοσης. Βαθμός απόδοσης ίσος με την μονάδα θα οδηγούσε στο αεικίνητο. Έχει αποδειχθεί πως είναι αδύνατο να επιτευχθεί, διότι αντιβαίνει στο αξίωμα της διατήρησης της ενέργειας (αεικίνητο πρώτης τάξης) ή στο δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (αεικίνητο δεύτερης τάξης).

Στα γεωργικά μηχανήματα αναφέρονται πολλοί βαθμοί απόδοσης όπως για παράδειγμα:

α) Πραγματική απόδοση των μηχανών εσωτερικής καύσης, που είναι ο λόγος της

ενδεικτικής προς τη θεωρητική ισχύ. β) βαθμός μηχανικής απόδοσης ή μηχανική απόδοση, που είναι ο λόγος της αποδιδόμενης προς την ενδεικτική ισχύ. γ) ολική απόδοση της μηχανής, που εκφράζει την ικανότητα των μηχανών εσωτερικής καύσης να μετατρέπουν την ενέργεια του καυσίμου σε μηχανική και είναι ο λόγος της αποδιδόμενης προς την θεωρητική ισχύ. Στη διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων πολλοί βαθμοί απόδοσης είναι σημαντικοί, ο βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων όμως στον αγρό χρήζει μεγάλης σημασίας.

5.2. Βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό

Ως ο λόγος της πραγματικής ως προς την θεωρητική παραγωγικότητα του μηχανήματος στον αγρό (Field Efficiency, E_f), ορίζεται ο βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων (ASAE, 2004):

$$E_f = \frac{CE}{CT} (x 100)$$

Όπου: E_f = βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό

CE = πραγματική παραγωγικότητα (στρ/h)

CT = θεωρητική παραγωγικότητα (στρ/h)

Ο βαθμός απόδοσης συγκρίνει τον χρόνο παραμονής του μηχανήματος στον αγρό, για να εκτελέσει την καλλιεργητική του εργασία, σε σχέση με το συνολικό χρόνο που βρίσκεται στο χωράφι. Δείχνει δηλαδή τον βαθμό εκμετάλλευσης του διαθέσιμου χρόνου. Υψηλός βαθμός απόδοσης στον αγρό σημαίνει σωστή διαχείριση.

Στην διαμόρφωση του βαθμού απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό συμμετέχουν οι παρακάτω χρόνοι, οι οποίοι είναι αναγκαίοι για την εκτέλεση των αντίστοιχων εργασιών (Hunt, D. 2001).

1. Χρόνος προετοιμασίας του μηχανήματος στο σπίτι του γεωργού, το πρωί πριν ξεκινήσει για τον αγρό καθώς και το βράδυ όταν επιστρέφει (τοποθέτηση των μηχανημάτων στη θέση τους στο συνεργείο κ.λπ.).
2. Χρόνος μετακίνησης από το σπίτι στο χωράφι και αντίστροφα ή από χωράφι σε χωράφι.
3. Χρόνος προετοιμασίας του μηχανήματος στο χωράφι πριν και μετά την εκτέλεση της καλλιεργητικής εργασίας.

4. Θεωρητικός χρόνος λειτουργίας του μηχανήματος, χρόνος δηλαδή κατά τον οποίο το μηχάνημα εργάζεται στο χωράφι με την βέλτιστη ταχύτητα και με το θεωρητικό πλάτος του.
5. Χρόνοι για τις στροφές στα κεφαλάρια
6. Χρόνοι για πλήρωση και αποπλήρωση των μηχανημάτων, εφόσον γίνονται εν στάσει.
7. Χρόνοι ρυθμίσεων, εφόσον γίνονται εν στάσει (συμπεριλαμβάνονται και εργασίες για απεμπλοκές).
8. Χρόνοι επισκευών που γίνονται στο χωράφι (ανταλλακτικά κ.λπ.).
9. Χρόνος συντήρησης των μηχανημάτων, όταν γίνονται εν στάσει (προσθήκη καυσίμου, λαδιού, γράσου). Δεν συμπεριλαμβάνονται οι ημερήσιες φροντίδες.
10. Προσωπικός χρόνος του χειριστή (ανάπαυση, φαγητό κ.ά.).
11. Χρόνος αναμονής λόγω εδαφοκλιματικών συνθηκών ή συνθηκών του φυτού.

Από τους παραπάνω χρόνους αυτός με τον αριθμό 4 αποτελεί την θεωρητική παραγωγικότητα. Τον βαθμό απόδοσης αποτελούν, ο λόγος του χρόνου 4 προς τους χρόνους 4 έως 9, ενώ οι χρόνοι 4 έως 9 προσδιορίζουν την πραγματική παραγωγικότητα.

Οι χρόνοι με αριθμούς 1 και 2 δεν λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό του βαθμού απόδοσης. Επίσης, δεν λαμβάνεται υπόψη και ο προσωπικός χρόνος του χειριστή, καθώς εξαρτάται από διάφορους άλλους παράγοντες, όπως η εργατικότητα, η σωματική αντοχή του κάθε χειριστή, καθώς και από την εργασία που εκτελεί. Αν ληφθούν οι χρόνοι από 1 έως 10 γίνεται λόγος για ημερήσια παραγωγικότητα, ενώ εάν ληφθεί υπόψη ο αριθμός 11 για εποχιακή παραγωγικότητα. Είναι φανερό ότι ο βαθμός απόδοσης μεταβάλλεται ευρέως.

5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης

Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τον βαθμό απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό, οι κυριότεροι όμως είναι : α) η θεωρητική παραγωγικότητα, β) η ευελιξία των μηχανημάτων, γ) τα σχέδια (συστήματα) εκτέλεσης των εργασιών, δ) το σχήμα του αγρού, ε) το μέγεθος του, στ) οι αποδόσεις των καλλιεργειών, ζ) οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, η) η βλάστηση, θ) η αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων, ιβ) οι ρυθμίσεις και οι εμπλοκές των μηχανημάτων, ιγ) οι ζημιές, η συντήρηση καθώς και οι επισκευές των μηχανημάτων, ιδ) οι διαδικασίες πλήρωσης και αποπλήρωσης των μηχανών και ιε) ο χειριστής (Renoll, E. S. 1981).

5.4. Θεωρητική παραγωγικότητα

Ο βαθμός απόδοσης επηρεάζεται εξ ορισμού από την θεωρητική παραγωγικότητα. Η ίδια δε επηρεάζεται από το πλάτος της εργασίας ($C_T = S \times W$) και την ταχύτητα που αποτελούν δύο βασικούς παράγοντες.

Γενικά ισχύει πως μηχανήματα με μεγάλη θεωρητική παραγωγικότητα έχουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης. Αυτό οφείλεται κυρίως στις καθυστερήσεις που παρουσιάζουν. Κάθε λεπτό καθυστέρησης στα μεγάλης παραγωγικότητας μηχανήματα επηρεάζει πολύ περισσότερο το βαθμό απόδοσης σε σύγκριση με τα μηχανήματα μικρότερης παραγωγικότητας. Μελέτες έχουν δείξει πως όταν αυξάνεται τα μήκος ενός μηχανήματος 4 σειρών κατά 50% η πραγματική απόδοση αυξάνεται σε σπартική μηχανή αραβόσιτου μόνο κατά 35% ενώ σε καλλιεργητές κατά 40%. Επιπρόσθετα η ταχύτητα με την οποία κινείται ο γεωργικός ελκυστήρας, επηρεάζει σημαντικά την θεωρητική και πραγματική απόδοση. Μείωση της ταχύτητας συνεπάγεται μείωση του βαθμού απόδοσης καθώς ο ενεργός χρόνος μειώνεται ενώ ταυτόχρονα οι νεκροί χρόνοι παραμένουν ίδιοι.

Εάν ο βαθμός απόδοσης αποτελεί κριτήριο για την εκτέλεση των εργασιών τότε θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση μεγάλων μηχανών και δεν θα πρέπει να επιταχύνεται η διαδικασία. Πρακτικά όμως δεν πρέπει να πέρα από τον βαθμό απόδοσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως η έγκαιρη εκτέλεση των εργασιών, η επιτάχυνση των εργασιών κάποιες φορές με σκοπό να προφυλαχτεί η καλλιέργεια από δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες, ή από προσβολές ασθενειών, κ.ά.

Με γνώμονα την ορθή γεωργική πρακτική και την καλή διαχείριση επιβάλλεται τα μηχανήματα να παραμένουν στον αγρό, για το μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα, με στόχο να μειώνεται το κόστος. Για τον λόγο αυτό πρέπει να επιλέγονται μηχανήματα που βρίσκονται μέσα σε λογικά όρια μεγέθους διότι διαφορετικά το κόστος και πιο συγκεκριμένα οι σταθερές δαπάνες θα είναι πολύ υψηλές και θα καθιστούν αντιοικονομική την χρήση τους.

Η ταχύτητα εργασίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον βαθμό απόδοσης καθώς και με την ποιότητα εργασίας. Η εργασία μπορεί να εκτελείται με υψηλή ταχύτητα, πρέπει όμως να προσφέρει και καλή ποιότητα. Συνήθως όμως η ταχύτητα μειώνεται με στόχο να αποφευχθούν οι επιφορτίσεις και οι εμπλοκές των μηχανισμών. Επιπρόσθετα συμβαίνει λόγω αδυναμίας του χειριστή ώστε να λειτουργήσει τα μηχανήματα με ακρίβεια ή εξαιτίας πρόκλησης δυσφορίας εξαιτίας των ανωμαλιών του εδάφους. Ο συνδυασμός του κατάλληλου μηχανήματος και της ταχύτητας που θα επιλεγεί, θα πρέπει να διατηρούν το κόστος χαμηλό.

6. Συστήματα εκτέλεσης των εργασιών στον αγρό

Ο βαθμός απόδοσης επηρεάζεται σημαντικά από το σύστημα που θα επιλεγεί, σύμφωνα με το οποίο θα πραγματοποιηθούν οι εργασίες στον αγρό, καθώς περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους όπως για παράδειγμα, πώς θα αρχίσει, θα εκτελεσθεί και θα τελειώσει η εργασία, πώς θα πραγματοποιηθούν οι στροφές και οι διαδρομές, κ.ά. Η τοπογραφία του χωραφιού, το μέγεθός του αλλά και σήμα του, το είδος της καλλιεργητικής εργασίας που θα εκτελεσθεί, το μέγεθος των χρησιμοποιούμενων γεωργικών μηχανημάτων ακόμα και οι συνήθειες του χειρίστη, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το σύστημα που θα εφαρμοστεί.

Κύριος στόχος των συστημάτων είναι η συμβολή τους στην ελάττωση των νεκρών διαδρομών και γενικότερα των νεκρών χρόνων. Έχει αναφερθεί είδη, πως καλή διαχείριση σημαίνει λιγότερη παραμονή στον αγρό, χωρίς όμως να υποβαθμίζεται η ποιότητα. Κατά την διαδικασία της επιλογή του συστήματος, πολλές είναι οι φορές όπου παρεμβαίνουν διάφοροι παράγοντες οι οποίοι επιφέρουν την μείωση του βαθμού απόδοσης της συγκεκριμένης εργασίας. Κύρια επιδίωξη αποτελεί η επίτευξη ενός ικανοποιητικού βαθμού απόδοσης του συνόλου των εκτελούμενων εργασιών.

Ικανοποιητικός σε μέγεθος είναι ο αριθμός των μηχανημάτων που έχουν αυστηρές απαιτήσεις ως προς τα συστήματα που επιλέγονται για την εκτέλεση των εργασιών, καθώς είναι κατασκευασμένα ώστε να εργάζονται προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση (συνήθεστερα προς τη δεξιά) και για το λόγο αυτό είναι αναγκασμένα να ακολουθούν ένα ακόμα πιο αυστηρό σύστημα. Στην κατηγορία αυτών των μηχανημάτων ανήκουν τα απλά άροτρα, οι αναδευτήρες χόρτου, τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τον θερισμό του χόρτου αλλά και οι ελκόμενες θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Όλα τα υπόλοιπα μηχανήματα έχουν την δυνατότητα να εφαρμόσουν ένα σύστημα που ανταποκρίνεται στις συνθήκες (σχήμα, μέγεθος, τοπογραφία) καθώς οι απαιτήσεις τους είναι πιο ελαστικές.

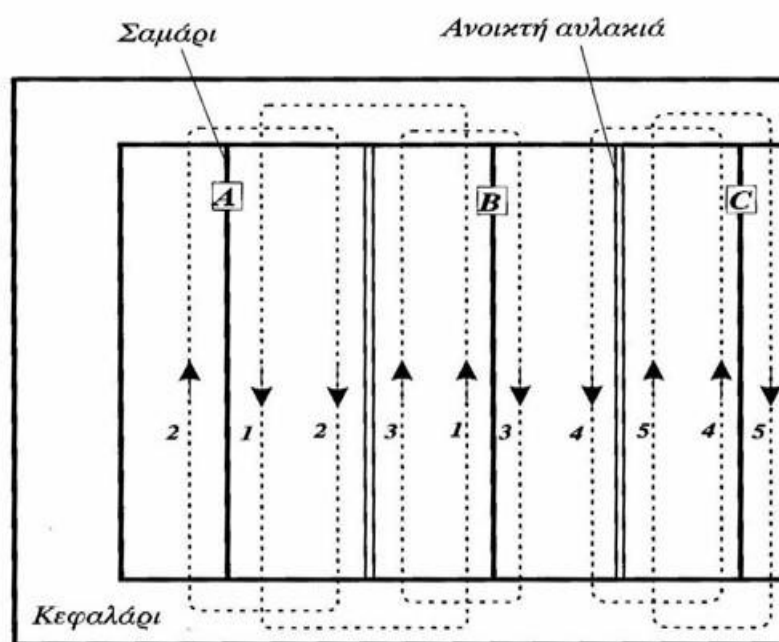
Τα διάφορα συστήματα εκτέλεσης των εργασιών στο χωράφι κατατάσσονται σύμφωνα με τον τρόπο που θα μετακινηθούν τα μηχανήματα και θα πραγματοποιήσουν τους ανάλογους ελιγμούς στις στροφές: α) Στα κυκλικά στα οποία το μηχανήμα ξεκινά από την περιφέρεια του αγρού ή από το κέντρο και κινείται καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής διαδικασίας παράλληλα προς κάθε πλευρά του, εκτελώντας ελιγμό γωνίας κάθε φορά που αλλάζει πλευρά του αγρού και β) Στα παλινδρομικά, όπου το μηχανήμα, κινείται

παράλληλα, συνήθως προς την μεγαλύτερη πλευρά του αγρού, εκτελεί αναστροφή στο άκρο και συνεχίζει προς την αντίθετη πλευρά.

Η διαδικασία της άρσης απαιτεί συγκεκριμένα συστήματα, τα οποία είναι τα εξής (Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000).

6.1. Άρση κατά ορθογώνια (σποριές)

Αποτελεί το πιο κοινό σύστημα άρσης με απλό άροτρο και εκτελείται κατά ορθογώνια (σποριές ή λωρίδες). Το χωράφι χωρίζεται σε περισσότερα τμήματα και το όργωμα πραγματοποιείται ταυτόχρονα σε δύο. Η κίνηση του αρότρου πραγματοποιείται προς μία κατεύθυνση, αναστρέφοντας το έδαφος προς τα δεξιά μέχρι το τέλος του χωραφιού. Στο κεφάλι ανασηκώνονται τα υνία, ο ελκυστήρας εκτελεί αναστροφή γωνίας 180° και κατέρχεται αναστρέφοντας το έδαφος προς το ήδη οργωμένο από την προηγούμενη διαδρομή. Έτσι στις θέσεις Α,Β,С δημιουργούνται σαμάρια. Η έκταση μεταξύ δύο σαμαριών ονομάζεται σποριά όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 και χωρίζεται σε τέσσερις λωρίδες.



Σχήμα 1. Όργωμα κατά ορθογώνια.

Το όργωμα πραγματοποιείται σε δύο σποριές συγχρόνως. Εξαιτίας της υποχρεωτικής δεξιάς στροφής του ελκυστήρα, στα σημεία που το έδαφος αποκλίνει, σχηματίζονται ανοικτές αυλακίες. Γίνεται αμέσως κατανοητό πως το χωράφι οργώνεται στο σύνολο του, εκτός από

τα πάνω και κάτω άκρα του χωραφιού, τα οποία ονομάζονται κεφαλάρια, λόγω του ελιγμού του ελκυστήρα. Τα τμήματα αυτά οργώνονται στο τέλος.

Ο βαθμός απόδοσης του σχεδίου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$PE = \frac{(4n-1)fWSe}{(4n-2)fWS_e + W^2S_e + (4n^2 - 6n + 2)fwS_e}$$

Όπου:

w = πλάτος του αρότρου (m)

f = μήκος αυλακιάς (m)

S_p = ταχύτητα οργώματος (km/h)

S_e = ταχύτητα ελιγμών (km/h)

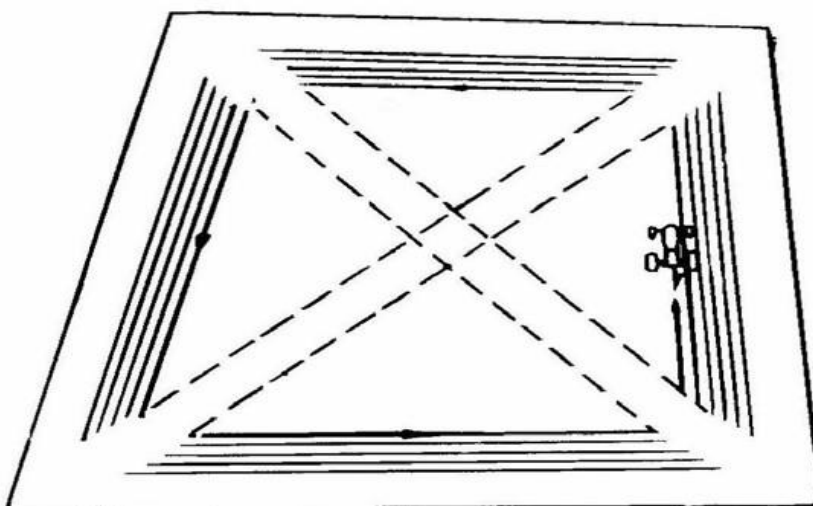
W = πλάτος χωραφιού (m)

L = μήκος χωραφιού (m)

n = αριθμός ανοικτών αυλακιών

6.2. Περιφερειακό σύστημα με τελική διαγώνια άροση

Με την εφαρμογή αυτού του συστήματος, το όργωμα ξεκινά από την περιφέρεια. Στη γωνία το άροτρο ανασηκώνεται, διαγράφεται ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας (90°) και τοποθετείται στην επόμενη πλευρά όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Περιφερειακό σύστημα με τελική διαγώνια άροση.

Καθώς συνεχίζεται η καλλιεργητική διαδικασία, ο ελκυστήρας κατευθύνεται προς το κέντρο του χωραφιού, όπου σχηματίζονται τέσσερα οργωμένα τρίγωνα τα οποία χωρίζονται από δύο διασταυρούμενες ακαλλιέργητες λωρίδες. Οι λωρίδες αυτές οργώνονται στο τέλος

ώστε να μην μείνει κάποιο τμήμα του χωραφιού ακατέργαστο. Το σύστημα ενδείκνυται για ελκόμενα ή ημιφερόμενα άροτρα.

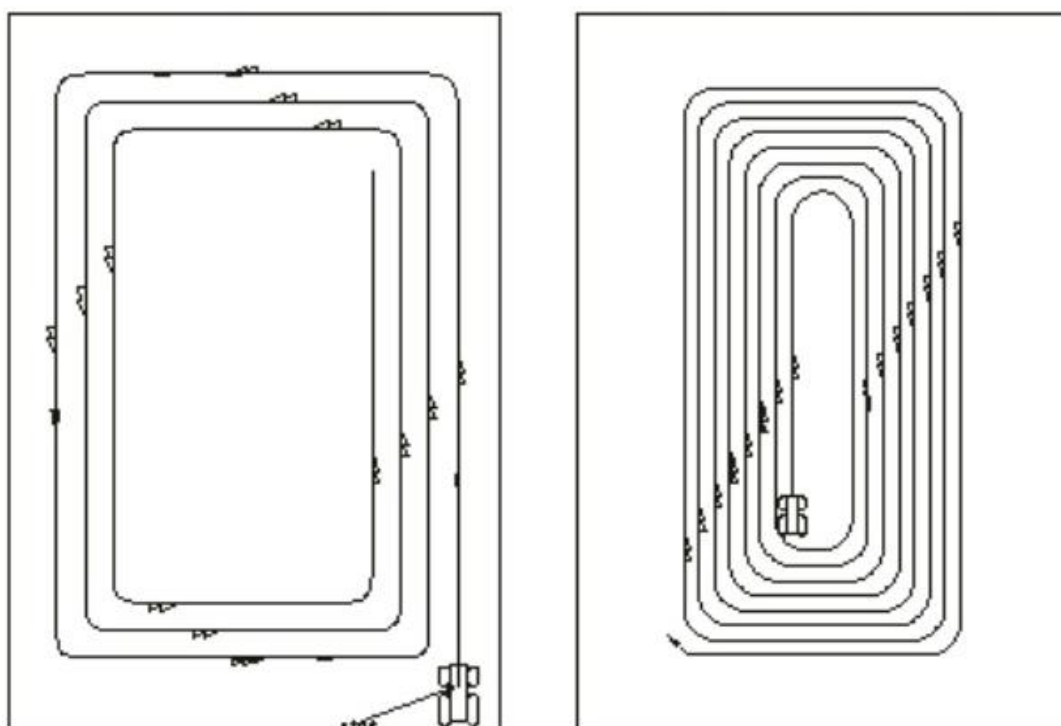
Ο βαθμός απόδοσης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$PE = \frac{LW}{LW + 2sW - \frac{s^2}{2} + 1.828wW + wL}$$

Όπου S = πλάτος διαγώνιου (m), πολλαπλάσιο του w.

6.3. Συνεχές περιφερειακό όργωμα.

Κατά την εφαρμογή του συστήματος αυτού το άροτρο τοποθετείται στην περίμετρο του χωραφιού και έπειτα ξεκινά το όργωμα. Τα υνία δεν ανασηκώνονται στις στροφές αλλά ο ελκυστήρας συνεχίζει το όργωμα εκτελώντας ελιγμό κυκλοτερούς γωνίας. Στο τέλος της καλλιεργητικής παραμένει ακατέργαστη μία λωρίδα στο κέντρο του χωραφιού, η οποία στην συνέχεια οργώνεται με το σύστημα κατά τετράγωνα εικόνα ή με όποιον άλλο τρόπο εξυπηρετεί (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Συνεχές περιφερειακό όργωμα.

Με τη χρήση του συστήματος αυτού, παραμένει μία μόνο ανοικτή αυλακιά στο κέντρο του χωραφιού. Παρ' όλα αυτά, η συγκεκριμένη μέθοδος οργώματος παρουσιάζει ένα βασικό

μειονέκτημα. Μικρά τμήματα του αγρού αφήνονται ακαλλιέργητα και οι γωνίες δεν οργώνονται ικανοποιητικά.

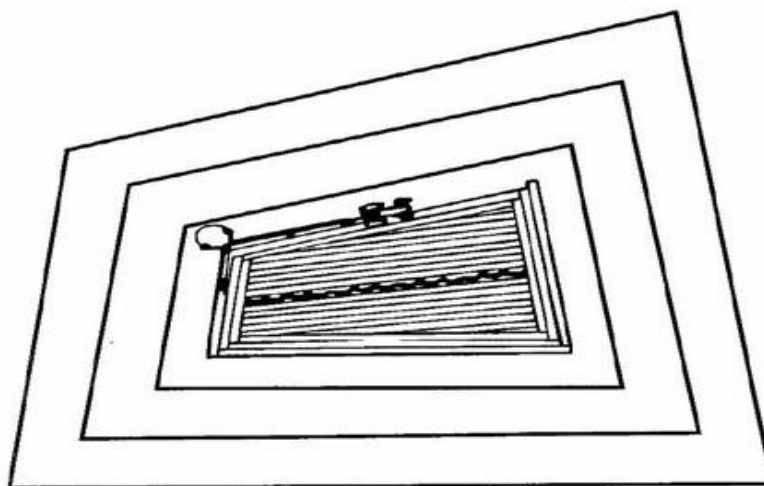
Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$PE = \frac{L}{L+2.37r_o+2.48r+6w}$$

Όπου: r = η ακτίνα περιστροφής (m), r_o = η ελάχιστη ακτίνα περιστροφής με αναρτημένα τα υνία (m).

6.4. Όργωμα με ελιγμό γωνίας βρόχου

Με την χρήση αυτού του συστήματος το όργωμα αρχίζει συνήθως από το κέντρο προς την περιφέρεια του χωραφιού. Οργώνεται στο κέντρο του χωραφιού μια σποριά και συνεχίζεται το όργωμα περιφερειακά γύρω από την σποριά. Σε κάθε στροφή που πραγματοποιεί ο ελκυστήρας τα υνία ανασηκώνονται και πραγματοποιείται ελιγμός γωνίας βρόχου (270°) (Σχήμα 4). η εφαρμογή του συστήματος αυτού απαιτεί εμπειρία και δεξιοτεχνία από τον χειριστή, προσφέρει όμως ένα πολύ καλό και ποιοτικό όργωμα.



Σχήμα 4. Όργωμα με ελιγμό γωνίας βρόχου.

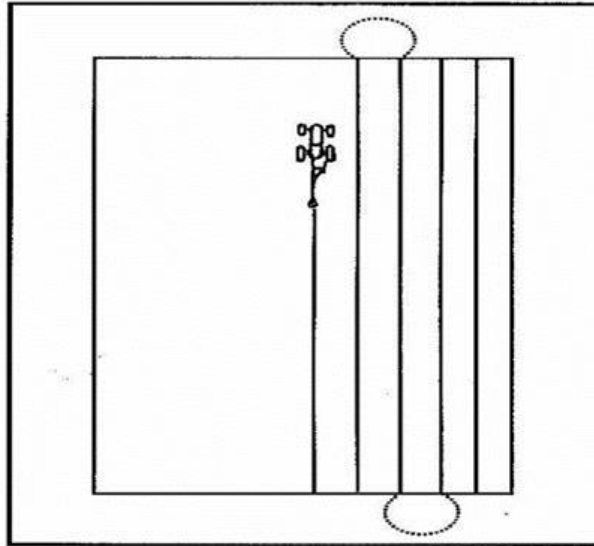
Το σύστημα αυτό μπορεί να εφαρμοστεί και περιφερειακά προς το κέντρο όμως οι στροφές θα πρέπει να εκτελούνται σε ήδη οργωμένο έδαφος. Ο βαθμός απόδοσης δίνεται από την εξής σχέση:

$$PE = \frac{L}{L-2w+13.42r}$$

Όπου: r είναι η ακτίνα περιστροφής κατά την εκτέλεση των στροφών

6.5. Όργωμα με αναστρεφόμενο άροτρο

Κατά την εξέλιξη της καλλιεργητικής εργασίας στον αγρό, τα κεφαλάρια υποβάλλονται σε πολύ μεγάλη πίεση, εξαιτίας της έντονης δράσης των μηχανημάτων. Επιπρόσθετα εξαιτίας της γειτονικής τους θέσης με δρόμους δέχονται μεγαλύτερες προσβολές από εχθρούς-ασθένειες αλλά και από ζιζάνια, με συνέπεια οι αποδόσεις τους να είναι πάντα μειωμένες. Επομένως είναι αναγκαίο να περιορίζονται στο μικρότερο δυνατό πλάτος που να παρέχει την δυνατότητα για γρήγορες στροφές. Το πλάτος τους γενικά πρέπει να είναι 1,5 έως 2 φορές μεγαλύτερο από το μήκος του ελκυστήρα και του εργαλείου. Το συγκεκριμένο σύστημα άροσης δεν παρουσιάζει δυσκολίες και δίνει την δυνατότητα ακόμα και σε άπειρο χειριστή να το εφαρμόσει. Το όργωμα συνηθίζεται να ξεκινά από την πλευρά που έχει το μεγαλύτερο μήκος. όταν ο γεωργικός ελκυστήρας φτάσει στο άνω άκρο (κεφαλάρι), τα υνία αναρτώνται και ο ελκυστήρας πραγματοποιεί στροφή γωνίας 180° . αναστρέφει τα υνία, στην συνέχεια τα καταβιβάζει και συνεχίζει το όργωμα με πορεία αντίθετη από εκείνη της προηγούμενης διαδρομής, αναστρέφοντας προς την ίδια πλευρά το έδαφος. Τελευταία οργώνονται τα κεφαλάρια. Το συγκεκριμένο σύστημα παρουσιάζει μικρές νεκρές διαδρομές ενώ ταυτόχρονα αφήνει την επιφάνεια του αγρού ισοπεδωμένη (Σχήμα5).



Σχήμα 5. Όργωμα με αναστρεφόμενο άροτρο

Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αυτού δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$PE = \frac{LW}{LW + (c_3)ts^p(W+L-f)/3600}$$

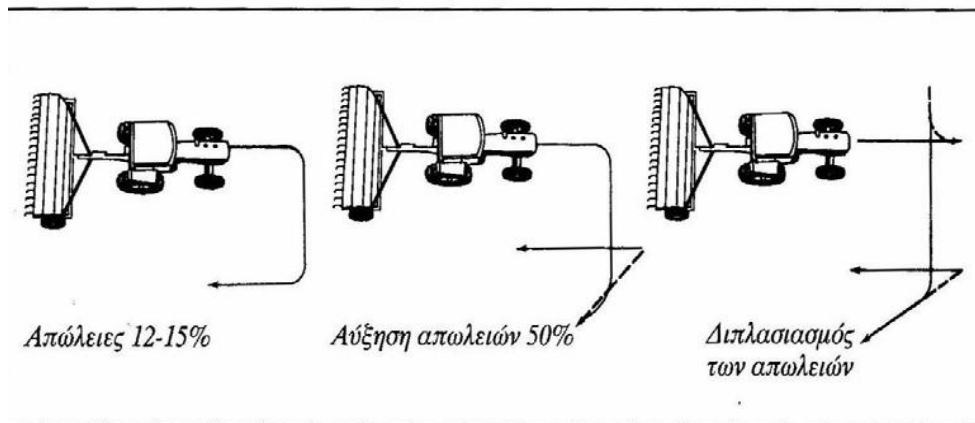
Από μελέτες που διεξήχθησαν παρατηρήθηκε πως μεταξύ των συστημάτων α) όργωμα κατά ορθογώνια β) περιφερειακό με τελικό διαγώνιο και γ) περιφερειακό συνεχές, στατιστικά δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές όσον αφορά το κόστος, εάν ληφθούν υπόψη όλες οι φάσεις τη καλλιεργητικής διαδικασίας από την κατεργασία του εδάφους μέχρι και την συγκομιδή της καλλιέργειας.

7. Τύποι ελιγμών - Ευελιξία των γεωργικών μηχανημάτων

Ο όρος ευελιξία σχετίζεται με τις δυνατότητες των μηχανημάτων κατά την διάρκεια εκτέλεσης δύσκολων ελιγμών και ιδιαίτερα των στροφών στα κεφαλάρια. Όσο μεγαλύτερη είναι η ευελιξία των μηχανημάτων τόσο μικρότερος χώρος αλλά και λιγότερος χρόνος απαιτείται για την εκτέλεση των στροφών. Η ευελιξία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ασφάλεια.

Οι στροφές είναι στενά συνδεδεμένες με τις γεωργικές εργασίες. Ακόμη και αν οι τυπικές τιμές για την εκτέλεση των στροφών, κυμαίνονται σε μία τάξη του 12-15%, υπάρχει η περίπτωση να απαιτηθεί ένα ποσοστό που αγγίζει την τάξη του 25% του συνολικού χρόνου. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει σωστός συνδυασμός μεταξύ του καλού σχεδιασμού

και του καλλιεργητικού συστήματος που θα επιλεγεί καθώς και μεταξύ της κατάλληλης επιλογής των μηχανημάτων και την εμπειρία του χειριστή, ώστε ο απαιτούμενος χρόνος να παραμείνει σε χαμηλά επίπεδα. Παρακάτω απεικονίζεται η διαφοροποίηση των απωλειών χρόνου κατά την εκτέλεση των στροφών (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Διαφοροποίηση απωλειών χρόνου στις στροφές.

Λόγω του εξαιρετικά σημαντικού ρόλου της ευελιξίας των μηχανημάτων, κατά την πραγματοποίηση των επίσημων δοκιμών των γεωργικών ελκυστήρων, δίνεται η “ακτίνα περιστροφής” η οποία αποτελεί μέτρο της ευελιξίας. Ως ακτίνα περιστροφής ορίζεται η ακτίνα του ελάχιστου δυνατού κύκλου όπου κατά την εκτέλεση της περιστροφής διαγράφεται, από το μέσο επίπεδο του του πλέον απομακρυσμένου τροχού.

Σύμφωνα με τον τρόπο που θα επιλεγεί ώστε να κινηθούν τα μηχανήματα αλλά και να πραγματοποιήσουν τους ελιγμούς στα κεφαλάρια του αγρού, τα συστήματα εκτέλεσης των εργασιών κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

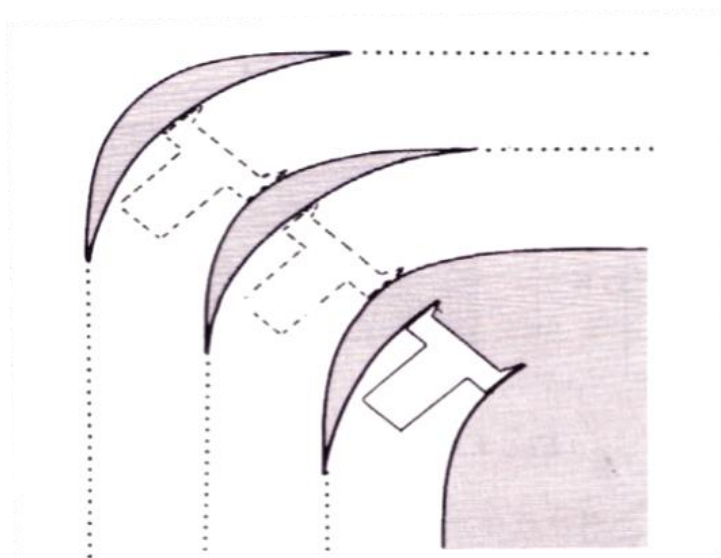
A) Στα κυκλικά συστήματα, στα οποία το μηχάνημα ξεκινά από την περιφέρεια του χωραφιού ή από το κέντρο και συνεχίζει να κινείται καθ’ όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής εργασίας παράλληλα προς κάθε πλευρά του, πραγματοποιώντας ελιγμό γωνίας όταν αλλάζει πλευρά του χωραφιού.

B) Στα παλινδρομικά συστήματα, στα οποία η κίνηση του γεωργικού μηχανήματος πραγματοποιείται παράλληλα προς μια πλευρά του χωραφιού, η οποία τις περισσότερες φορές είναι η μεγαλύτερη, εκτελεί αναστροφή (στροφή 180^0) στο άκρο και εν συνεχεία κινείται με αντίθετη φορά κα παράλληλα προς την ίδια πλευρά του χωραφιού. Οι ελιγμοί που οφείλουν να εφαρμόσουν τα μηχανήματα είναι οι εξής:

α) κυκλοτερούς γωνίας (round corner), β) ορθής γωνίας (square corner), γ) γωνίας τύπου βρόχου (loop corner), δ) ανάστροφης γωνίας (reverse corner), ε) επιστροφής τύπου βρόχου (loop turn) και ανάστροφης επιστροφής (reverse turn).

7.1. Ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας

Κατά την εφαρμογή των κυκλικών συστημάτων, ο ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας έχει την δυνατότητα να εφαρμοστεί σε ποικίλες εργασίες στον αγρό. Οι στροφές είναι στρογγυλεμένες, γωνίας 90° .



Σχήμα 7. Ελιγμός κυκλοτερούς γωνίας

Χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της εφαρμογής αυτού του συστήματος αποτελεί πως το μηχάνημα καθ' όλη την διάρκεια της εκτέλεσης των στροφών δεν παύει να παράγει έργο, με αποτέλεσμα οι νεκροί χρόνοι να μειώνονται αισθητά. Βασικό μειονέκτημα όμως αποτελεί, το γεγονός ότι ένα μικρό τμήμα του αγρού παραμένει ακατέργαστο (Σχήμα 7).

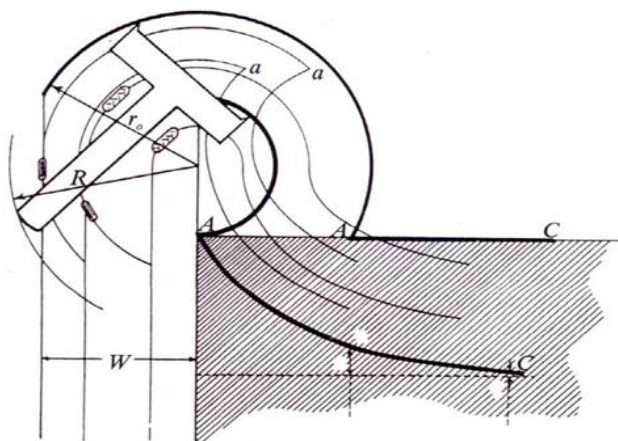
Κατά συνέπεια ορισμένες φορές θα χρειαστεί να γίνουν ορισμένες πρόσθετες διελεύσεις (συχνά δύσκολες) του μηχανήματος, ώστε να πραγματοποιηθεί και η κατεργασία αυτών των τμημάτων.

7.2. Ελιγμός ορθής γωνίας

Ο ελιγμός ορθής γωνίας αποτελεί και αυτός έναν από τους ελιγμούς που εφαρμόζονται στα κυκλικά συστήματα και εκτελείται με σχεδόν ορθή γωνία. Στην πράξη δεν διαγράφεται ορθή γωνία, όμως η εργασία που εκτελείται στον αγρό γίνεται με ορθή γωνία. Ο ελιγμός

αυτός μπορεί να εφαρμοστεί από έναν μικρό αριθμό μηχανημάτων κατεργασίας και σποράς του εδάφους, σε αντίθεση με μηχανήματα που φέρουν κοπτική κεφαλή, αυτοκινούμενα ή ελκόμενα, τα οποία έχουν την ικανότητα να πραγματοποιήσουν σχεδόν ορθή γωνία.

Στο παρακάτω σχήμα οι μαύρες γραμμές αναπαριστούν τα ίχνη που ακολουθούν οι διαχωριστές της κοπτικής ράβδου, οι οποίες καθορίζουν και το αντίστοιχο πλάτος κατεργασίας. Ενώ κατά την διάρκεια της ανόδου του γεωργικού ελκυστήρα θερίζεται ο αγρός με όλο το πλάτος εργασίας, κατά την διάρκεια όπου εκτελείται η στροφή υπάρχει ένα τμήμα από AA έως CC του οποίου το πλάτος κοπής είναι μικρότερο από το πραγματικό, εξαιτίας του ελιγμού, ο οποίος βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη. Μετά το πέρας του μηχανήματος από το σημείο CC η εργασία πραγματοποιείται με το πραγματικό πλάτος κοπής.



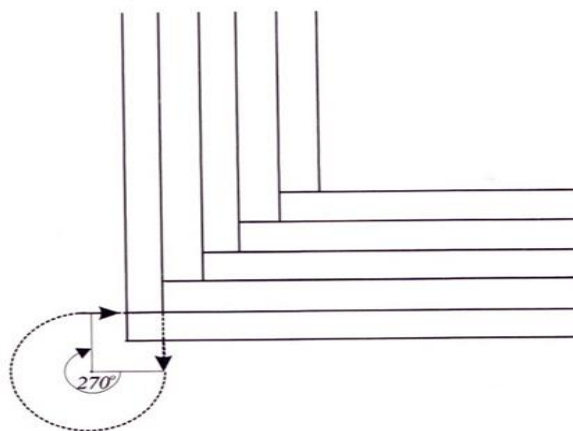
Σχήμα 8. Ελιγμός ορθής γωνίας

Έτσι στην επόμενη διέλευση το αριστερό άκρο της κοπτικής ράβδου, θα πρέπει να παραμείνει αναρτημένο καθ' όλη την διάρκεια που πραγματοποιείται ο ελιγμός, με σκοπό να μην αφηθεί ακατέργαστο κάποιο τμήμα του αγρού (Σχήμα 8).

7.3. Ελιγμός γωνίας τύπου βρόχου

Αποτελεί ελιγμό του οποίου η εφαρμογή δεν συνηθίζεται, μπορεί όμως να εφαρμοστεί σε συστήματα άροσης αλλά και σε διάφορες άλλες εργασίες όπως του θερίζοαλωνισμού. Αφορά μια στροφή γωνίας 270° , κατά την εκτέλεση της οποίας επιτρέπει στο μηχάνημα να τοποθετηθεί κάθετα στην προηγούμενη θέση του (Σχήμα 9). Για να πραγματοποιηθεί ο ελιγμός απαιτείται μία ικανοποιητική έκταση καθώς επίσης και μεγαλύτερο χρονικό

διάστημα από το προαπαιτούμενο. Η εκτέλεση των εργασιών με την χρήση αυτού του συστήματος πραγματοποιείται σε κυκλικά σχέδια.

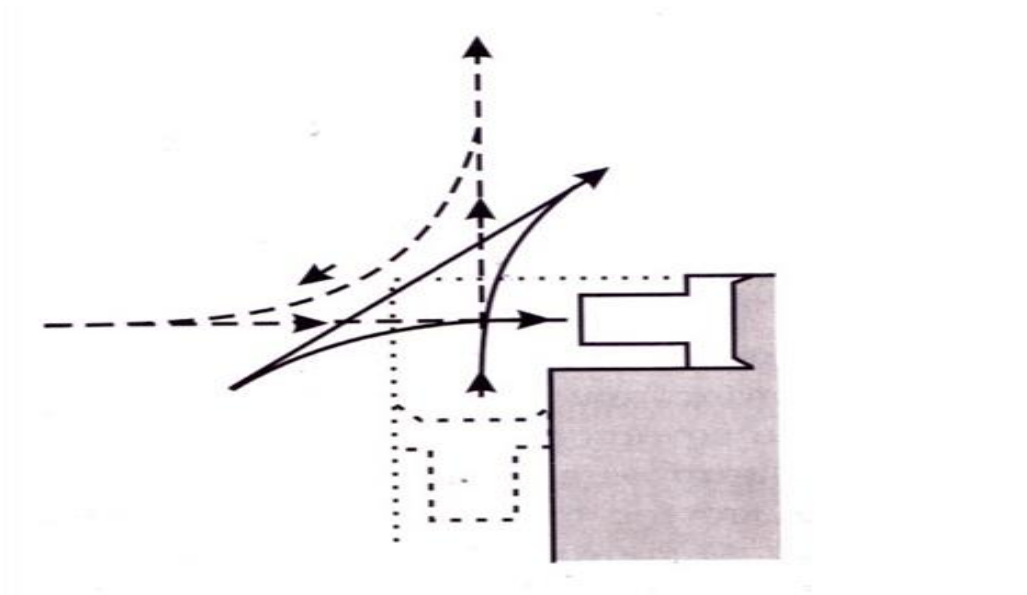


Σχήμα 9. Ελιγμός γωνίας τύπου βρόχου.

7.4. Ελιγμός ανάστροφης γωνίας

Ο συγκεκριμένος ελιγμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποικίλες εργασίες στον αγρό όπως για όργωμα με φερόμενα άροτρα αλλά και για άλλα αυτοκινούμενα μηχανήματα. Αφού ολοκληρώσει την εργασία του το μηχάνημα στην μία πλευρά στην συνέχεια καταφθάνει στο άνω άκρο του αγρού. Εκεί πραγματοποιείται η ανάρτηση των μηχανισμών και συνεχίζει ευθεία την κίνηση του για ικανοποιητικό διάστημα. Έπειτα έχοντας επιλέξει την ταχύτητα της όπισθεν, το μηχάνημα χωρίς να παράγει έργο, αναστρέφει την πορεία του και εκτελεί στροφή γωνίας 90° με σκοπό το πρόσθιο τμήμα του μηχανήματος να τοποθετηθεί εγκάρσια στην πορεία που είχε πραγματοποιήσει μέχρι τότε. Κατεβάζει τους μηχανισμούς του και συνεχίζει να παράγει έργο.

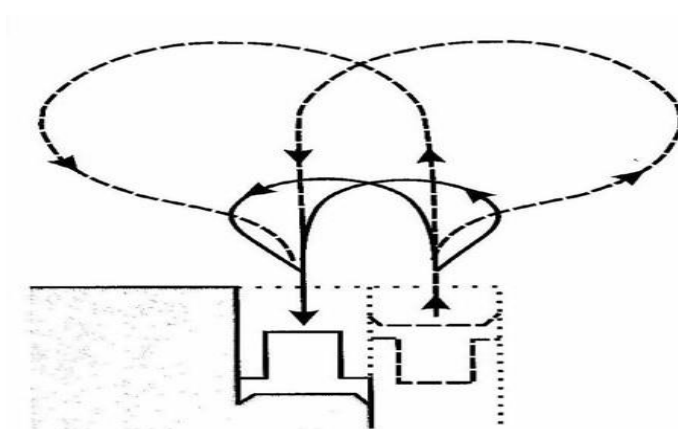
Μία άλλη παραλλαγή στην εφαρμογή του συγκεκριμένου συστήματος για την αποφυγή της κυκλικής κίνησης προς τα πίσω είναι το μηχάνημα να πραγματοποιήσει ελαφρώς κυκλική κίνηση και λίγο πριν φτάσει στην άνω άκρη του αγρού, να διαγράψει με ανεβασμένα τα εργαλεία ένα μικρό τόξο. Ακολουθώντας ευθεία πορεία, αναστρέφει την κίνηση και συνεχίζει να κινείται προς τα εμπρός, διαγράφοντας μία ελαφρώς κυκλική τροχιά. Παρ' όλα αυτά ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση του ελιγμού είναι μεγαλύτερος (περίπου κατά $1/3$) του αντίστοιχου τύπου βρόχου (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Ελιγμός ανάστροφης γωνίας.

7.5. Ελιγμός επιστροφής τύπου βρόχου

Κατά την εκτέλεση των στροφών, οι ελιγμοί προϋποθέτουν αντίστροφη κίνηση, η οποία στην πιο συνηθισμένη μορφή επιτυγχάνεται με περιστροφή του γεωργικού μηχανήματος κατά 180° . Οι ελιγμοί που εκτελούνται σύμφωνα το σύστημα επιστροφής τύπου βρόχου προϋποθέτουν στροφή τουλάχιστον 180° . Οι ελιγμοί αυτοί μπορούν να εφαρμοστούν από όλα τα μηχανήματα είτε είναι ελκόμενα, είτε φερόμενα είτε από αυτοκινούμενα και θεωρούνται πλέον από τους πιο συνηθισμένους (Σχήμα 11).



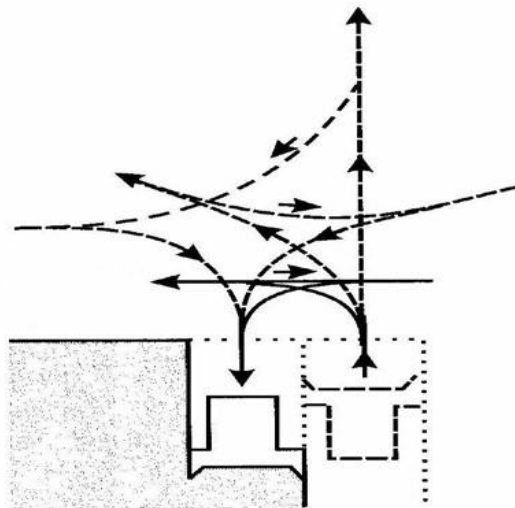
Σχήμα 11. Ελιγμός επιστροφής τύπου βρόχου.

Για να πραγματοποιηθεί ο ελιγμός το μηχάνημα παράγει έργο καθ' όλη την κίνηση του μέχρι να φτάσει στο άνω άκρο του χωραφιού, οι μηχανισμοί ανασηκώνονται στα κεφάλαια

και εκτελείται η αναστροφή. Στη συνέχεια οι μηχανισμοί κατεβαίνουν και το μηχάνημα συνεχίζει να παράγει έργο μέχρι το κάτω άκρο, ακολουθώντας έτσι την ίδια διαδικασία. Επιπλέον για να επιτευχθεί ο ελιγμός απαιτείται να υπάρχει ικανοποιητικός χώρος στα κεφαλάρια του χωραφιού.

7.6. Ελιγμός ανάστροφης επιστροφής

Ο συγκεκριμένος ελιγμός φέρει πολλές ομοιότητες με εκείνον της ανάστροφης γωνίας, ο οποίος εφαρμόζεται σε κυκλικό σχέδιο εργασίας. Μεγαλύτερη προτίμηση εφαρμογής φαίνεται να έχει από μηχανήματα συγκομιδής κ.ά. παρά από φερόμενα ή αυτοκινούμενα. Οι χρονικές απαιτήσεις για την εκτέλεση της στροφής, ταυτίζονται με αυτές της ανάστροφης γωνίας (Σχήμα 12). Υπάρχει η δυνατότητα να εκτελεστεί με δύο τρόπους, όπως αντίστοιχα και εκείνος της ανάστροφης γωνίας. Το μηχάνημα κατευθύνεται προς το άνω άκρο και μόλις φτάσει στο τέρμα ανασηκώνει τα εργαλεία του. Έπειτα συνεχίζει την κίνηση του για κάποια ικανοποιητική απόσταση και έχοντας επιλέξει την ταχύτητα της όπισθεν, επιστρέφει εκτελώντας τόξο κύκλου. Αντιστρέφει την κίνηση του προς τα εμπρός με τόξο κύκλου και τοποθετείται εκ νέου σε παράλληλη θέση προς την προηγούμενη (Σχήμα 12).

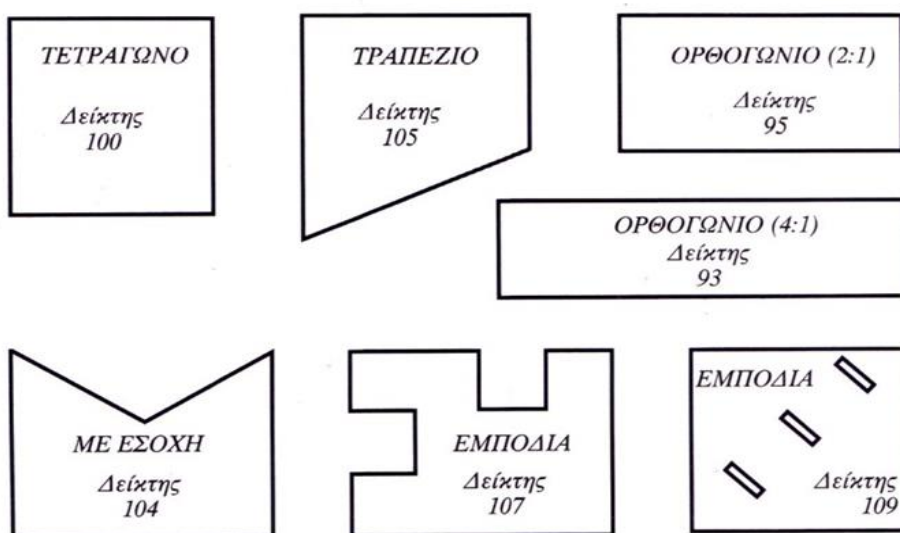


Σχήμα 12. Ελιγμός ανάστροφης επιστροφής.

7.7. Σχήμα του αγροτεμαχίου

Το σχήμα του αγροτεμαχίου αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό παράγοντα ο οποίος επιδρά και αυτός στον τρόπο με τον οποίο θα εκτελεσθεί η καλλιεργητική εργασία. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου το σχήμα του χωραφιού είναι ακανόνιστο, αναμένεται χαμηλότερος βαθμός απόδοσης. Μάλιστα, όσες περισσότερες ανωμαλίες παρουσιάζει το έδαφος τόσο περισσότερο θα μειώνεται ο βαθμός, γεγονός που οφείλεται στις υψηλότερες νεκρές διαδρομές.

Σε χωράφια που το σχήμα τους είναι ορθογώνιο αναμένεται μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης, μιας και το μήκος είναι μεγαλύτερο από το πλάτος τους. Στο Σχήμα 13 απεικονίζονται οι συγκρίσεις των χρόνων σε διαφορετικά σχήματα χωραφιών συνολικής έκτασης 100 στρεμμάτων. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης.



Σχήμα 13. Επίδραση του σχήματος του χωραφιού στις απώλειες χρόνου (βάση το τετράγωνο σχήμα με δείκτη 100).

Εάν το χωράφι γίνει ορθογώνιο με σχέση μήκους προς πλάτος 2:1 ο δείκτης γίνεται 95. Με σχέση 4:1 ο δείκτης γίνεται 93. Ακραία θεωρείται η περίπτωση όπου το μήκος ισούται με το πλάτος και το πλάτος ισούται με το ενεργό πλάτος του γεωργικού εργαλείου. Τότε ο δείκτης θα ήταν ελάχιστος. Επιπρόσθετα μιας και το σχήμα αυτό θα απαιτούσε μεγάλες νεκρές διαδρομές μέχρι την επιστροφή του γεωργικού μηχανήματος στο σημείο εκκίνησης, δεν θα αποτελούσε και το πιο οικονομικό σχήμα.

Το τραπέζιο είναι τυπικότερο σχήμα των περισσότερων αγροτεμαχίων, στο οποίο υπάρχει κάποια πλευρά που δεν είναι παράλληλη στην απέναντί της, εξαιτίας δρόμων, ποταμών, κ.ά. Στην προκειμένη περίπτωση πέρα από το ορθογώνιο τμήμα δημιουργείται και ένα τριγωνικό το οποίο θα πρέπει και αυτό δεχθεί τις ανάλογες κατεργασίες.

Τα τριγωνικά τμήματα παρουσιάζουν χρονικές καθυστερήσεις κατά την εκτέλεση των στροφών αλλά και απώλειες κατά την διανομή του λιπάσματος ή του σπόρου. Εάν η καλλιεργητική εργασία πραγματοποιείται παράλληλα προς την μία πλευρά του τριγώνου, για να καλλιεργηθεί όλο το μήκος, θα πρέπει να υπάρξει μία επιφάνεια η οποία θα καλλιεργηθεί ξανά ως κεφαλάρι (Σχήμα 14). Από την παρακάτω σχέση δίνεται η συνολική επιφάνεια:

$$A = \frac{wW}{2 \tan a}$$

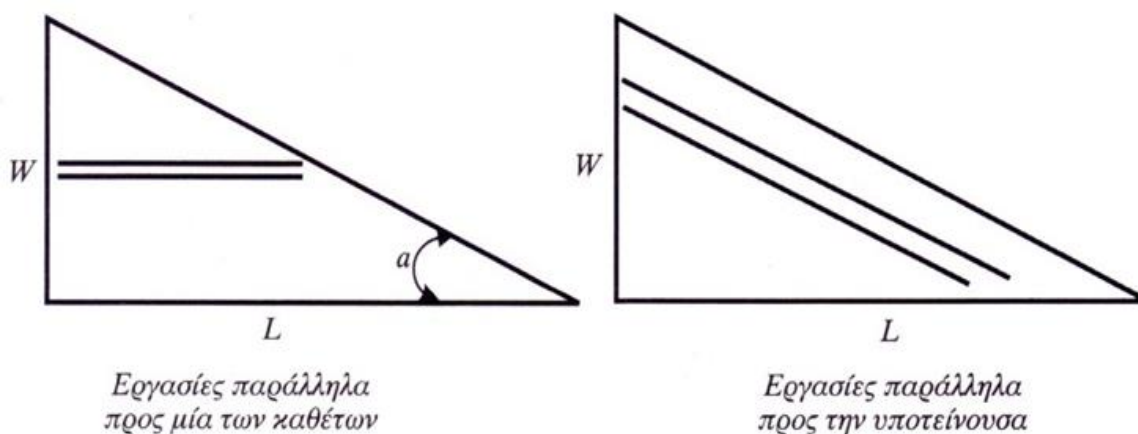
Όπου:

A = συνολική απώλεια επιφάνειας, εξαιτίας της γωνίας a (m²)

W = το πλάτος του εργαλείου (m)

W = το πλάτος του τριγώνου (m) (εγκάρσια πλευρά προς την διεύθυνση της κίνησης)

a = η γωνία του τριγώνου

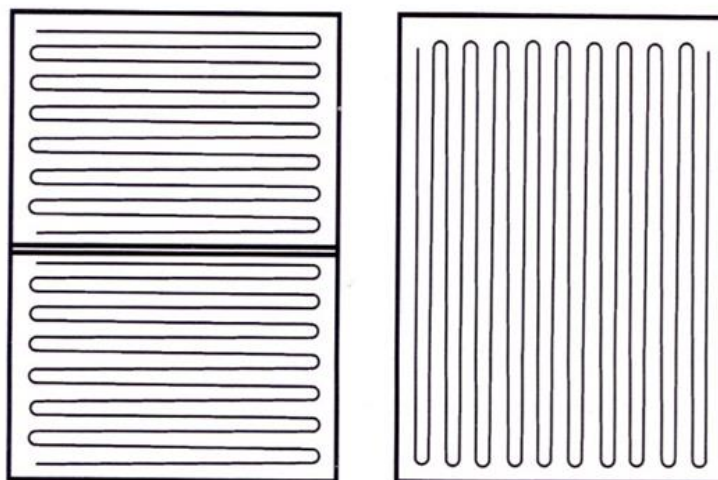


Σχήμα 14. Απώλειες έκτασης σε τριγωνικό χωράφι.

Σε αγροτεμάχια μέσα στα οποία βρίσκονται εμπόδια όπως πυλώνες της ΔΕΗ, αποθήκες, αντλιοστάσια κ.ά. θα πρέπει να αναμένεται ανάλογα μικρότερη ή μεγαλύτερη απώλεια χρόνου.

7.8. Μέγεθος του αγρού

Συνήθως θετική επίδραση στον βαθμό απόδοσης έχει το μέγεθος του αγρού. Αυτό συμβαίνει καθώς κατά την εκτέλεση των στροφών ελαττώνονται οι απώλειες χρόνου. Η συνένωση αγροτεμαχίων για την δημιουργία ενός μεγαλύτερου είναι επιθυμητή διότι συμβάλει θετικά ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ελιγμών, και να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερα μηχανήματα αλλά και μεγαλύτερη ταχύτητα. Θεωρητικά με την επίτευξη μίας συνένωσης ο αριθμός των στροφών μπορεί να περιοριστεί σε ένα ικανοποιητικό ποσοστό της τάξης του 70% των αρχικών. Είναι φανερό πως όταν αυξάνεται το μέγεθος του χωραφιού το ποσοστό του χρόνου για παραγωγικό έργο αυξάνεται σημαντικά (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Συνένωση δυο χωραφιών με αποτέλεσμα μείωση των νεκρών χρόνων, λόγω διαφοροποίησης του συστήματος εκτέλεσης των εργασιών.

Έτσι σε ένα τυπικό σχήμα χωραφιού (τραπέζιο) που καλλιεργήθηκε χρησιμοποιώντας έναν καλλιεργητή συνολικού πλάτους 3 m και με ταχύτητα κίνησης 6 km/h κάθε στροφή για να εκτελεσθεί απαιτούσε ένα χρονικό διάστημα των 20 s και κάθε αλλαγή τεμαχίου 40 λεπτά της ώρας. Σε μία έκταση των 20 στρεμμάτων αξιοποιήθηκε για την παραγωγή του έργου μόνο το 37% του χρόνου, ενώ σε ένα μεγάλο τμήμα των 800 στρεμμάτων αξιοποιήθηκε το 74%.

Σε συγκρίσεις όμως μεταξύ χωραφιών του ίδιου σχήματος αλλά διαφορετικού μεγέθους είναι πιθανόν να μην επιτευχθεί καλύτερος βαθμός απόδοσης στο μεγαλύτερο. Αυτό προκύπτει όταν χρησιμοποιείται μηχάνημα με διπλάσιο πλάτος, ίδια ταχύτητα κατεργασίας και ακτίνα περιστροφής ανάλογη του πλάτους του. Στην προκειμένη περίπτωση και στα δύο αγροτεμάχια ο βαθμός απόδοσης είναι ο ίδιος.

7.9. Κεφαλάρια

Κατά την εξέλιξη της καλλιεργητικής εργασίας στον αγρό, τα κεφαλάρια υποβάλλονται σε πολύ μεγάλη συμπίεση, εξαιτίας της έντονης δράσης των μηχανημάτων. Επιπρόσθετα εξαιτίας της γειτονικής τους θέσης με δρόμους δέχονται μεγαλύτερες προσβολές από εχθρούς-ασθένειες αλλά και από ζιζάνια, με συνέπεια οι αποδόσεις τους να είναι πάντα μειωμένες. Επομένως είναι αναγκαίο να περιορίζονται στο μικρότερο δυνατό πλάτος που να παρέχει την δυνατότητα για γρήγορες στροφές. Το πλάτος τους γενικά πρέπει να είναι 1,5 έως 2 φορές μεγαλύτερο από το μήκος του ελκυστήρα και του εργαλείου.

7.10. Απόδοση των καλλιεργειών

Η απόδοση των καλλιεργειών αποτελεί μία παράμετρο που επηρεάζει το βαθμό απόδοσης στις μηχανές συγκομιδής. Όταν υπάρχουν μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις υλικού, ο χειριστής αναγκάζεται να μειώσει την ταχύτητα μετακίνησης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνονται οι απώλειες και η υποβάθμιση του υλικού. Επίσης αυξάνονται κατά πολύ οι νεκροί χρόνοι, εάν το άδειασμα του υλικού δεν πραγματοποιείται κατά την κίνηση των μηχανημάτων, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μείωση του βαθμού απόδοσης.

7.11. Εδαφοκλιματικές συνθήκες

Σημαντική επίδραση στον βαθμό απόδοσης έχουν επίσης και οι εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τα μηχανήματα κατεργασίας του εδάφους εξαιτίας της υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, αναγκάζονται να εργάζονται με μειωμένη ταχύτητα, με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις σε ισχύ να αυξάνονται σημαντικά. Η μείωση της ταχύτητας κατεργασίας συντελεί στην αύξηση του βαθμού απόδοσης. Δεν πρέπει όμως να λαμβάνεται μόνο ο βαθμός απόδοσης υπόψη. Για τα μηχανήματα κατεργασίας του εδάφους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κατεργασιμότητα του εδάφους (Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2006). Η κατάσταση δηλαδή του εδάφους που επιτρέπει την εργασία των μηχανημάτων χωρίς να υποβαθμίζεται η δομή του. Η υπερβολική υγρασία κατά την διάρκεια της κατεργασίας έχει ως αντίκτυπο την υποβάθμιση της δομής, μείωση της ποιότητας της εργασίας αλλά και την αύξηση του κόστους καθώς οι απαιτήσεις σε ισχύ είναι πολύ μεγαλύτερες. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με την προσπελασιμότητα (trafficability) του εδάφους για τα υπόλοιπα μηχανήματα που

εκτελούν τις εργασίες εκτός της κατεργασίας. Προσπελασιμότητα είναι η κατάσταση που επιτρέπει την διέλευση των μηχανημάτων χωρίς να υποβαθμιστεί η δομή του. Η προσπελασιμότητα έχει ακόμα μεγαλύτερη βαρύτητα όταν πρόκειται για βαριά μηχανήματα συγκομιδής. Επιπρόσθετα η υπερβολική υγρασία πολλές φορές προκαλεί ζημιές, χρονικές καθυστερήσεις και μερικές φορές καταστροφή της δομής, η ανάκτηση της οποίας απαιτεί χρόνο και κόστος.

7.12. Βλάστηση

Χαρακτηριστικά όπως το είδος των φυτών, η βλάστησή τους, η πυκνότητα τους κ.ά. επηρεάζουν σημαντικά το βαθμό απόδοσης, καθώς καθορίζουν την ταχύτητα εργασίας και επηρεάζουν τους νεκρούς χρόνους. Για παράδειγμα η κοπή χόρτων που έχουν πλαγιάσει αυξάνουν περισσότερο τους νεκρούς χρόνους.

7.13. Αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων

Πολλές είναι οι φορές όπου τα μηχανήματα κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του εδάφους δεν εργάζονται με το θεωρητικό πλάτος, ούτε με την συνιστώμενη ταχύτητα. Υπάρχει δηλαδή μια αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων. Υπάρχει δηλαδή μια αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων. Είναι φανερό πως η μείωση του πλάτους της εργασίας επιφέρει μείωση και στον βαθμό απόδοσης. Συνήθως οι χειριστές αφήνουν αχρησιμοποίητο ένα ποσοστό της τάξεως 5-10% του πλάτους εργασίας. Χειριστές με περισσότερη εμπειρία καταφέρνουν να το μειώνουν στο 3-5%. Αισθητή βελτίωση στην κατάσταση αυτή, προσφέρουν τα ηλεκτρονικά συστήματα που κατευθύνουν τα μηχανήματα. Η μείωση της ταχύτητας επηρεάζει και αυτή την αδρανούσα δυναμικότητα η μείωση της οποίας οφείλεται στην έλλειψη εμπειρίας, στην κόπωση του χειριστή κ.ά. καλή ρύθμιση της μηχανής, προσεκτική οδήγηση και σωστός σχεδιασμός της εκτέλεσης της εργασίας μπορούν να βελτιώσουν αισθητά την κατάσταση. Σε γραμμικές καλλιέργειες οι αποστάσεις των φυτών προσαρμόζονται στις απαιτήσεις των μηχανών και το θεωρητικό πλάτος συμπίπτει με το ενεργό.

7.14. Περιορισμός λόγο συστημάτων

Ο συγκεκριμένος παράγοντας αφορά το σύνολο των εργασιών που διαδέχονται χρονικά και επηρεάζουν η μία την άλλη. Όπως ο θερισμός του καρπού, η μεταφορά, η ξήρανση και η αποθήκευσή του.

Έτσι για να επιτευχθεί υψηλός βαθμός απόδοσης θα πρέπει:

α) οι χρονικές απώλειες να περιορίζονται

β) η επιλογή του μεγέθους των μηχανημάτων να είναι τέτοια ώστε να υπάρχει αρμονική συνεργασία μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται όταν κάθε επόμενο μηχάνημα επιλέγεται να είναι μεγαλύτερης παραγωγικότητας από το προηγούμενο, ώστε να υπάρχει συνεχή ροή εργασίας.

Αδυναμία του μηχανήματος της επόμενης φάσης να καλύψει την παραγωγικότητα του προηγούμενου μπορεί να οδηγήσει σε αναγκαστική αδράνεια ή σε λύσεις που απαιτούν την χρήση πρόσθετων μηχανημάτων. Για ορθή διαχείριση θα πρέπει να πραγματοποιείται ο σωστός προγραμματισμός των εργασιών που πρόκειται να εκτελεσθούν αλλά και να επιλέγονται προσεκτικά τα κατάλληλα μηχανήματα.

7.15. Συναρμολόγηση των μηχανημάτων

Σημαντικός είναι ο ρόλος της συναρμογής των μηχανημάτων για την παραγωγικότητα και τον βαθμό απόδοσης. Η ύπαρξη αρμονικής συναρμογής μεταξύ παρελκόμενων και γεωργικού ελκυστήρα, κυρίως από άποψη μεγέθους αποτελεί ορθή διαχείριση. Η αρμονική συναρμογή σημαίνει ότι τα μηχανήματα πρέπει να έχουν ανάλογες δυνατότητες και διαστάσεις. Έτσι εκμεταλλεύονται (ένα ή και περισσότερα) την ισχύ του ελκυστήρα και τον φορτίζουν ώστε να εργάζεται με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και να προσφέρει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης.

7.16. Ρυθμίσεις - Εμπλοκές

Η σωστή διαχείριση επιβάλλει οι ρυθμίσεις των μηχανημάτων (έλεγχοι, επιδιορθώσεις) να πραγματοποιούνται πριν την είσοδο τους στον αγρό. Παρόλα αυτά, πολλές είναι οι φορές όπου οι ρυθμίσεις γίνονται και μέσα στο χωράφι λόγω της αλλαγής των συνθηκών, ή λόγω

της διαφοροποίησης της υγρασίας με αποτέλεσμα να παρατηρείται αισθητή αύξηση των νεκρών χρόνων.

Επιπρόσθετα ένας ακόμα από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον βαθμό απόδοσης είναι οι εμπλοκές που εμφανίζουν τα μηχανήματα. Κάτω από αρκετά δυσμενείς συνθήκες η πραγματική παραγωγικότητα μπορεί να μειωθεί κατά 50% εξαιτίας των εμπλοκών.

Οι κυριότερες αιτίες που οφείλονται για τις εμπλοκές είναι: α) η κακή λειτουργία ορισμένων μηχανισμών όπως χαλαροί ιμάντες, κακή λειτουργία συμπλεκτών, κακές ρυθμίσεις, β) λειτουργία του μηχανήματος κάτω από κακές συνθήκες όπως ύπαρξη πολλών φυτικών υπολειμμάτων, εδάφη πολύ υγρά ή πολύ ξερά κ.α.

7.17. Ζημιές – Επισκευές – Συντήρηση των Μηχανημάτων

Μικρή είναι η πιθανότητα ύπαρξης κάποιας βλάβης στα μηχανήματα κατά την διάρκεια των εργασιών. Παρόλα αυτά εάν εμφανιστεί κάποια βλάβη επιβαρύνονται αισθητά οι νεκροί χρόνοι και η σημαντικότερη επίπτωση είναι σε κρίσιμες περιόδους, όπου υπάρχει μια σειρά εργασιών με χρονική ακολουθία. Έτσι το κόστος από τη μη καίρια εκτέλεση των εργασιών είναι μεγάλο. Μεγαλύτερες πιθανότητες βλάβης παρουσιάζουν τα μηχανήματα μεγαλύτερης ηλικίας. Σε αντίθεση με τα καινούρια μηχανήματα στα οποία η πιθανότητα να παρουσιαστεί κάποια βλάβη, οφείλεται στο χειριστή λόγω μη ορθολογικής χρήσης και συντήρησης.

Γενικότερα στις μηχανές συγκομιδής θα πρέπει να αναμένεται βλάβη, η αποκατάσταση της οποίας μία ώρα τον χρόνο για 100 στρέμματα. Αντιθέτως μικρότερος είναι ο αριθμός των βλαβών στα μηχανήματα σποράς και κατεργασίας του εδάφους. Η εμφάνιση κάποιας βλάβης έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του βαθμού απόδοσης και της αποδοτικότητας των μηχανημάτων. Η αξιοπιστία τους μειώνεται όταν εμφανίζονται όλο και περισσότερες βλάβες. Οι παραγωγοί λαμβάνουν πολύ σοβαρά τον όρο της αξιοπιστίας και βασίζονται σε αυτό για την επιλογή των μηχανημάτων τους, μιας και συνδέεται με το κόστος χρήσης των μηχανημάτων και ιδιαίτερα με την έγκαιρη εκτέλεση των εργασιών. Με στόχο την μείωση της πιθανότητας εμφάνισης κάποιας βλάβης είναι αναγκαίο να τηρούνται οι οδηγίες των κατασκευαστών, σχετικά με τις επισκευές και τις συντηρήσεις. Επιπλέον είναι καλό να λαμβάνονται και κάποια προληπτικά μέτρα, όπως ο έλεγχος των μηχανημάτων πριν την είσοδό τους στο χωράφι, λιπάνσεις, κ.ά.

7.18. Διαδικασίες πλήρωσης – Αποπλήρωσης των μηχανών

Σημαντική επίδραση στον βαθμό απόδοσης έχει ο απαιτούμενος χρόνος για το γέμισμα (πλήρωση) των δοχείων των μηχανών σποράς και λίπανσης και το άδειασμα (αποπλήρωση) των αποθηκών των μηχανημάτων καθώς ο χρόνος αυτός, είναι νεκρός χρόνος όταν το μηχάνημα δεν παράγει κάποιο έργο. Σημαντικοί μπορούν να θεωρηθούν οι νεκροί χρόνοι για το γέμισμα και άδειασμα (20 – 30% του συνολικού χρόνου), όταν δεν έχει οργανωθεί σωστά και προσεκτικά η όλη διαδικασία. Στις μηχανές σποράς και λίπανσης ο χρόνος μπορεί να μειωθεί αυξάνοντας την χωρητικότητα στα δοχεία. Καλή πρακτική είναι να πραγματοποιείται η διαδικασία της πλήρωσης στο μέσον της διαδρομής και όχι στο 1/4 ή στα 3/4 αντίστοιχα. Στα μηχανήματα συγκομιδής τον λιγότερο χρόνο απαιτεί το άδειασμα της παραγωγής, ενώ περισσότερο χρόνο απαιτούν οι διαδικασίες για την προσέγγιση των φορτηγών ή της πλατφόρμας. Χειριστές με πολυετή εμπειρία έχουν την δυνατότητα να περιορίσουν ελάχιστα τους νεκρούς χρόνους πραγματοποιώντας άδειασμα κατά την πορεία, όταν δηλαδή το μηχάνημα εργάζεται συγκομίζοντας.

7.19. Χειριστής

Ένα από τα στοιχεία που επιδρούν στην διαμόρφωση του βαθμού απόδοσης είναι ο προσωπικός χρόνος του χειριστή. Ως προσωπικός χρόνος του χειριστή αναφέρεται η διακοπή της εργασίας του μηχανήματος στον αγρό για προσωπικούς του λόγους. Αποτελεί αναγκαίο χρονικό διάστημα, ώστε να έχει την δυνατότητα συνεχίσει αποδοτικά και με ασφάλεια την εργασία του. Οι αντοχές και οι συνήθειες του κάθε χειριστή, καθορίζουν το χρονικό αυτό διάστημα, μειώνει όμως το βαθμό απόδοσης και γι' αυτό θα πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο.

7.20. Απόδοση των συνδυασμένων μηχανημάτων

Τα τελευταία χρόνια, για την ταυτόχρονη εκτέλεση ποικίλων εργασιών με μία μόνο διέλευση στο χωράφι, η επιλογή περισσότερων γεωργικών μηχανημάτων για χρήση σε συνδυασμούς, συνεχώς εξαπλώνεται και αυξάνεται. Πολλές μάλιστα είναι οι φορές όπου συνδυάζονται συνολικά τέσσερα ή ακόμα και πέντε μηχανήματα. Κύριες επιδιώξεις αυτών των συνδυασμών είναι: α) Η επιτάχυνση της όλης διαδικασίας κατά την εκτέλεση των

εργασιών (μείωση χρόνου μέχρι και 40%, β) η μείωση της κατανάλωσης του χρησιμοποιούμενου καυσίμου και γενικότερα της εισρέουσας ενέργειας (έως και το 45% της απαιτούμενης από μεμονωμένα) γ) μείωση της εργασίας, δ) μείωση της συμπύκνωσης του εδάφους. Παρά το γεγονός ότι το βάρος των συνδυασμένων μηχανημάτων είναι μεγαλύτερο από των απλών, παρ' όλα αυτά η συνολική επιβάρυνση που υφίσταται το έδαφος είναι μικρότερη, εξαιτίας των λιγότερων διελεύσεων. Η αυξημένη διαθέσιμη ισχύ με την οποία είναι εφοδιασμένοι οι σύγχρονοι γεωργικοί ελκυστήρες διευκολύνει ακόμη περισσότερο την χρήση των συνδυασμένων μηχανημάτων. Από την άλλη πλευρά όμως τα σύνθετα εργαλεία έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς, προκαλούν περισσότερες δυσκολίες στους χειρισμούς και δεν έχουν ευελιξία με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης και να απαιτούν την απόκτηση γνώσεων και εμπειρίας καθώς και προσοχή.

Οι συνδυασμοί των μηχανημάτων μπορεί να περιλαμβάνουν ποικίλα μηχανήματα. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει τα εργαλεία μόνο κατεργασίας του εδάφους, κατεργασίας και σποράς και λίπανσης και καταπολέμησης ζιζανίων. Οι πιο συνηθισμένοι συνδυασμοί περιλαμβάνουν εργαλεία κατεργασίας και σποράς ή σποράς και λίπανσης.

Όταν για την εκτέλεση των εργασιών χρησιμοποιούνται απλά μηχανήματα, ένα ποσοστό που είναι στο 5 ή 10% δε θα μπορούσε να θεωρηθεί σοβαρή απώλεια χρόνου. Εάν όμως συμβεί αυτό το πράγμα για κάθε ένα από τα συνεργαζόμενα μηχανήματα, κάθε φορά που θα σταματά ένα μηχανήμα να παράγει έργο, όλα τα υπόλοιπα θα αδρανοποιούνται αναγκαστικά, με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης να υφίσταται σημαντική μείωση. Ο ολικός βαθμός της απόδοσης των συνεργαζόμενων ή σύνθετων μηχανημάτων αποτελεί το γινόμενο των επιμέρους βαθμών απόδοσης κάθε μηχανήματος και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_f = (E_{f1})(E_{f2})(E_{f3}) \dots (E_{fn}) / 100^n \times 100$$

Όπου: $E_{f1} \dots E_{fn}$ = οι βαθμοί απόδοσης του κάθε μηχανήματος

n = ο αριθμός των μηχανημάτων

Εάν όλα τα μηχανήματα έχουν τον ίδιο βαθμό απόδοσης τότε ο ολικός βαθμός μπορεί να υπολογισθεί από την εξής σχέση:

$$E_f = E_f^n / 100^{n-1}$$

Για να μειωθούν οι απώλειες στις περιπτώσεις των συνδυασμένων μηχανημάτων θα πρέπει να γίνεται σωστός σχεδιασμός και να καταβάλλεται ιδιαίτερη φροντίδα συντήρησης, ώστε να αποφεύγονται κατά τον χρόνο της εκτέλεσης της εργασίας μικροεπιδιορθώσεις και εμπλοκές.

7.21. Οικονομική απόδοση των μηχανημάτων

Τα γεωργικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται στην γεωργική εκμετάλλευση, κυρίως για οικονομικούς λόγους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αύξηση της παραγωγικότητας, η μείωση του κόστους παραγωγής, η αύξηση της ανταγωνιστικότητας καθώς βέβαια και η καλύτερη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Συγχρόνως βελτιώνεται αισθητά η ποιότητα της ζωής του γεωργού καθώς απαλλάσσεται από τις κοπιαστικές εργασίες. Το βέλτιστο από οικονομικής πλευράς, θα ήταν να επιτυγχάνεται το ελάχιστο κόστος σε κάθε εργασία. Όμως στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, για κάθε μία καλλιέργεια, υπάρχει και μία ακολουθία εργασιών και αυτό που επιβάλλεται κάθε φορά είναι η μείωση του συνολικού κόστους. Πολλές όμως είναι οι φορές που ο παραγωγός είναι αναγκασμένος να δεχθεί για μία εργασία, μικρή ή ακόμα και μηδενική μείωση του κόστους, με σκοπό να επωφεληθεί μία μεγαλύτερη μείωση στην επόμενη καλλιέργεια. Έτσι το εφικτό είναι συνήθως το βέλτιστο ή "άριστο" και όχι το ελάχιστο κόστος. Ένα κόστος δηλαδή που θα επιφέρει ένα αξιόλογο ποσοστό κέρδους.

Ο ελκυστήρας, τα παρελκόμενα ή και τα αυτοκινούμενα μηχανήματα αλλά και ο χειριστής αποτελούν τους συντελεστές της οικονομικής απόδοσης των γεωργικών μηχανημάτων.

7.22. Παραγωγικότητα των μηχανημάτων

Η παραγωγικότητα των μηχανημάτων γνωστή και ως παραγωγική ικανότητα ή παραγωγική απόδοση (machine capacity), είναι αυτή που εκφράζει τις ικανότητες ή τις δυνατότητες του γεωργικού μηχανήματος για την παραγωγή έργου στην μονάδα του χρόνου. Εκφράζει δηλαδή τον ρυθμό παραγωγής του έργου στην μονάδα του χρόνου και αποτελεί έννοια ανάλογη με αυτή της ισχύος, όπως εκφράζεται στην μηχανική. Η ισχύς αποτελεί το έργο που παράγεται στην μονάδα του χρόνου. Στις περισσότερες εκμεταλλεύσεις τα γεωργικά προϊόντα είναι συνήθως ευαίσθητα. Έτσι τα γεωργικά μηχανήματα πέρα από τις δυνατότητες τους να παράγουν ποσοτικά θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να παράγουν και ποιοτικά.

Ο όρος παραγωγικότητα, από οικονομικής άποψης, αναφέρεται στην ποσότητα των προϊόντων που παράγονται ανά μονάδα συντελεστών παραγωγής, όπως για παράδειγμα η ποσότητα ανά στρέμμα ή η ποσότητα ανά ώρα. κ.α. Η παραγωγικότητα έχει άμεση σχέση με το ακαθάριστο εισόδημα, σχετίζεται όμως και με την αποδοτικότητα, η οποία εκφράζει την σχέση μεταξύ των κερδών που επιτεύχθηκαν ως προς το κεφάλαιο που χρησιμοποιήθηκε. Πέρα από τη μεταξύ τους έννοια όμως, οι δύο αυτές έννοιες δεν πρέπει να συγχέονται.

Ανάλογα με το τι εκφράζει, η παραγωγικότητα των μηχανημάτων διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

- A) παραγωγικότητα επιφάνειας (αγρού ή έκτασης) (field capacity).
- B) παραγωγικότητα υλικού (προϊόντος) (material capacity) και
- Γ) ολική παραγωγικότητα (throughput capacity)

A) Παραγωγικότητα επιφάνειας

Η παραγωγικότητα της επιφάνειας εκφράζει το ρυθμό του παραγόμενου έργου στον αγρό, εκφρασμένου ως έκταση ή επιφάνεια, στην μονάδα του χρόνου. Συνήθως εκφράζει τα στρέμματα ανά ώρα (στρ/h), εκτάρια ανά ώρα (ha/h) ή σπανιότερα τα τετραγωνικά μέτρα ανά ώρα (m^2/h). Συνεπώς αναφέρεται σε μηχανήματα που προορίζονται για συγκεκριμένες καλλιεργητικές εργασίες, όπως κατεργασία του εδάφους, λίπανση, ψεκάσμο και σπανιότερα σε μηχανήματα που προορίζονται για συγκομιδή. Έτσι για παράδειγμα γίνεται αναφορά σε όργωμα π.χ. 9 στρ/h ή ψεκάσμο 3 ha/h κ.ο.κ.

B) Παραγωγικότητα υλικού

Η παραγωγικότητα του υλικού (ή προϊόντος) εκφράζει τον ρυθμό παραγόμενου έργου στον αγρό, ως βάρος ή όγκο υλικού, στην μονάδα του χρόνου και συνήθως εκφράζει βάρος (χιλιόγραμμα ή τόνους) ανά ώρα (kg/h ή t/h).

Συνεπώς αναφέρεται σε μηχανήματα συγκομιδής. Έτσι γίνεται αναφορά σε συγκομιδή σιτηρών π.χ. 8t/h. Στα μηχανήματα που συγκομίζουν την παραγωγή μπορεί να γίνει αναφορά και σε παραγωγικότητα επιφάνειας π.χ. συγκομιδή σιτηρών 12 στρ/h κ.ο.κ. Στις μηχανές που χρησιμοποιούνται για δεματοποίηση χόρτου χρησιμοποιείται η παραγωγικότητα έκτασης, ενώ σε άλλα μηχανήματα συγκομιδής (ανάδευσης, θερισμού, κ.ά.) η παραγωγικότητα εκφράζεται σε έκταση ανά ώρα. Εάν η απόδοση της καλλιέργειας είναι γνωστή μπορεί κάποιος από την μία έκφραση να οδηγηθεί στην άλλη.

Γ) Ολική παραγωγικότητα

Ορισμένα μηχανήματα συγκομιδής, και πιο συγκεκριμένα οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές, έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται το κύριο προϊόν (σιτηρά ψυχανθή κ.λπ.) αλλά την ίδια στιγμή εισέρχεται στους μηχανισμούς τους και φυτική μάζα, η οποία όμως αποβάλλεται με διάφορες μορφές (άχυρο, κ.λπ.). Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις είναι προτιμότερο αλλά και ασφαλέστερο να εκτιμάται η ολική παραγωγικότητα, δηλαδή ο ρυθμός της παραγωγής στην μονάδα του χρόνου, τόσο του κυρίου προϊόντος όσο και της φυτικής μάζας. Η έκφραση αυτή προσδίδει αρκετά πιο αντικειμενικά τις δυνατότητες του μηχανήματος.

Η ταχύτητα μετακίνησης του μηχανήματος, επηρεάζεται αισθητά από την ποσότητα της φυτικής μάζας που διέρχεται από τους μηχανισμούς του και συνεπώς και η παραγωγικότητά του. Όταν δεν χρησιμοποιείται το άχυρο, είναι γνωστό πως ο χειριστής της θεριζοαλωνιστικής μηχανής, έχει την δυνατότητα να επιταχύνει την καλλιεργητική εργασία αυξάνοντας το ύψος στο οποίο πραγματοποιείται ο θερισμός. Επιπρόσθετα στους νεότερους τύπους μηχανών υπάρχει ειδική κεφαλή απόσπασης των στάχων (stripper head) όπου συγκομίζουν μόνο τους στάχεις με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η εργασία. Πέρα από την επιτάχυνση, η επιβάρυνση των μηχανισμών είναι αισθητά μειωμένη και συγχρόνως η ποιότητα της εργασίας αυξάνεται.

Επομένως σε μία μηχανή συγκομιδής σιτηρών με απόδοση 7t/h όταν η αναλογία αχύρου προ καρπό είναι περίπου 1:1, η ολική παραγωγικότητα θα είναι 14 t/h.

7.23. Θεωρητική παραγωγικότητα

Η θεωρητική παραγωγικότητα (theoretical capacity) εκφράζει το παραγόμενο έργο στην μονάδα του χρόνου, όταν το μηχάνημα εργάζεται με την βέλτιστη (optimum) ταχύτητα για την συγκεκριμένη εργασία, καθ' όλο το χρονικό διάστημα της λειτουργίας του (100% του χρόνου) και με το θεωρητικό πλάτος εργασίας. Μπορεί επίσης να εκφράζεται ως ικανότητα επιφάνειας, υλικού ή ολική. Μέσω της παρακάτω σχέσης εκφράζεται η θεωρητική παραγωγικότητα επιφάνειας (theoretical field capacity) ενός μηχανήματος:

$$C_T = S \times W$$

Όπου: C_T = θεωρητική παραγωγικότητα επιφάνειας (στρ/h)

S = ταχύτητα μετακίνησης (km/h)

W = θεωρητικό πλάτος μετακίνησης (m)

Μέσω του ορισμού αυτού, γίνεται αντιληπτό πως η θεωρητική παραγωγικότητα εκφράζει τη μέγιστη δυνατή απόδοση, που ποτέ δεν επιτυγχάνεται στον αγρό, καθώς το μηχάνημα είναι αδύνατο να εργάζεται αδιάκοπα, χωρίς απώλεια χρόνου, με την βέλτιστη ταχύτητα και με το θεωρητικό πλάτος. Πρακτικά η πραγματική παραγωγικότητα είναι μικρότερη της θεωρητικής. Παρ' όλα αυτά αρκετά χρήσιμη και αξιοποιήσιμη αποτελεί η θεωρητική παραγωγικότητα, καθώς παρέχει την βάση για συγκρίσεις μεταξύ των μηχανημάτων. Η θεωρητική παραγωγικότητα υλικού (theoretical material capacity) ενός μηχανήματος δίνεται από τη σχέση:

$$C_M = S \times W \times Y \text{ ή}$$

$$C_M = C_T \times Y$$

Όπου: C_M = θεωρητική παραγωγικότητα υλικού (kg/h ή t/h)

S = ταχύτητα μετακίνησης (km/h)

W = πλάτος εργασίας (m)

C_T = θεωρητική παραγωγικότητα επιφάνειας (στρ/h)

7.24. Πραγματική παραγωγικότητα

Στην πραγματικότητα τα μηχανήματα δεν έχουν την δυνατότητα να εργάζονται στον αγρό και να παράγουν έργο καθ' όλο το χρονικό διάστημα της λειτουργίας τους, ούτε με σταθερή ταχύτητα, ούτε και με όλο το πλάτος της εργασίας. Συνεπώς προκύπτει πως η απόδοσή τους είναι πάντοτε μικρότερη από την θεωρητική.

Η πραγματική παραγωγικότητα (πραγματική απόδοση ή πραγματική παραγωγικότητα ικανότητα – effective capacity) εκφράζει το πραγματικό έργο που παράγεται από το μηχάνημα στο χρονικό διάστημα που βρίσκεται στον αγρό.

Από τις παρακάτω σχέσεις εκφράζεται η πραγματική παραγωγικότητα:

$$C_E = C_T \times E_f \text{ ή}$$

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

Όπου:

C_E = πραγματική παραγωγικότητα (στρ/h)

C_T = θεωρητική παραγωγικότητα (στρ/h)

E_f = βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων στον αγρό (με δεκαδική έκφραση)

S = ταχύτητα (km/h)

$W =$ πλάτος εργασίας (m)

Η πραγματική παραγωγικότητα υλικού αντίστοιχα εκφράζεται από τις εξής σχέσεις:

$$C_{ME} = C_M \times E_f \text{ ή}$$

$$C_{ME} = C_T \times E_f \times Y \text{ ή}$$

$$C_{ME} = S \times W \times E_f \times Y$$

Όπου: C_{ME} = η πραγματική παραγωγικότητα υλικού (kg/h ή t/h)

C_M , C_T , S , W , E_f και Y

Ανάλογα με την έκφραση της απόδοσης (Y) (kg ή τόνοι ανά στρέμμα) θα εκφράζεται η πραγματική απόδοση σε kg/h ή t/h.

Συνεπώς ανάλογη είναι και η έκφραση της ολικής πραγματικής απόδοσης:

$$C_{THE} = C_{TH} \times E_f$$

Σύμφωνα με τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει πως η πραγματική παραγωγικότητα επηρεάζεται από το πλάτος της εργασίας του μηχανήματος, την ταχύτητα του και τον πραγματικό χρόνο εργασίας. Ο βαθμός απόδοσης E_f των μηχανημάτων στον εκφράζει τον πραγματικό χρόνο ως ποσοστό του συνολικού χρόνου.

8. Μηχανήματα κατεργασίας

8.1. Άροτρα

Το άροτρο αποτέλεσε και εξακολουθεί να αποτελεί μέχρι και σήμερα, το βασικότερο εργαλείο της κύριας κατεργασίας του εδάφους. Αποτελεί ίσως το σημαντικότερο εργαλείο κατεργασίας του εδάφους που χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον κόσμο.

Τα άροτρα διακρίνονται σε άροτρα με ντία ή υνάροτρα, που αποτελούν τον κλασικό τύπο, καθώς και σε άροτρα με δίσκους (δισκάροτρα). Κατά την διαδικασία της άροσης το έδαφος κόβεται σε λωρίδες και αναστρέφεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα φυτικά υπολείμματα, τα ζιζάνια, η κόπρος, τα λιπάσματα κλπ. που βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους να καλυφθούν. Συγχρόνως το έδαφος από τα βαθύτερα στρώματα ανέρχεται στην επιφάνεια

και υφίσταται την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών και των καλλιεργητικών εργασιών που ακολουθούν. Ταυτοχρόνως με την αναστροφή, πραγματοποιείται ο θρυμματισμός του εδάφους έτσι ώστε να αποτελεί την απαρχή της προετοιμασίας για την σπορά.

Τα εξαρτήματα του αρότρου είναι (Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000): α) το υνί, β) ο αναστρεπτήρας, γ) η ευθυντηρία, δ) η βάση του σώματος ή σταβάρι (βαστάρι) και ε) το πλαίσιο του αρότρου. Η ιδιότητα που έχει το υνί είναι να κόβει το έδαφος σε λωρίδες, να το χαλαρώνει και να το ανυψώνει μερικώς δίχως όμως να προκαλεί τον θρυμματισμό του. Ο αναστρεπτήρας αποτελεί το καμπυλωτό εξάρτημα του αρότρου το οποίο χαλαρώνει, ριγματώνει, θρυμματίζει και αναστρέφει το έδαφος που έκοψε το υνί. Στο χαμηλότερο τμήμα του αναστρεπτήρα παρατηρείται ο θρυμματισμός του εδάφους, ενώ η αναστροφή επιτυγχάνεται στο υψηλότερο και πίσω τμήμα του. Η ανεστραμμένη λωρίδα του εδάφους εκτινάσσεται και πέφτει στο ανεστραμμένο έδαφος της προηγούμενης αυλακιάς. Η επιμήκης μεταλλική λάμα που στηρίζεται στην τριγωνική βάση του σώματος ονομάζεται ευθυντηρία και κινείται στο τοίχωμα της αυλακιάς. Με τον τρόπο αυτό εξουδετερώνει τις οριζόντιες δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την διαδικασία της άροσης, αυξάνει τη σταθερότητα κίνησης του αρότρου και συμβάλει στο να κόβεται το χώμα σε κανονικές λωρίδες. Ένας στιβαρός άξονας αποτελεί την βάση του σώματος, πάνω στον οποίο συνδέεται το σώμα του αρότρου. Τέλος, ο σκελετός πάνω στον οποίο στηρίζονται τα σώματα διαμέσου των βάσεων τους, αποτελεί το πλαίσιο του αρότρου. Στηρίζονται επίσης τα δευτερεύοντα εξαρτήματα, αλλά και όλα τα υπόλοιπα βοηθητικά εξαρτήματα (τροχοί, μηχανισμοί πρόσδεσης). Τα δευτερεύοντα εξαρτήματα είναι αυτά που βοηθούν στην καλύτερη ποιότητα της εργασίας και είναι τα εξής: το μαχαίρι ή δίσκος, το προϋνιο, η επέκταση του αναστρεπτήρα, οι βοηθητικοί αναστροφείς, οι εδαφοσχίστες και ο τροχός ελέγχου του βάθους κατεργασίας.

Το μέγεθος ενός υναρότρου εκφράζεται με δύο αριθμούς (Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000). Ο πρώτος υποδηλώνει τον αριθμό των σωμάτων (μονόυνο, δίυνο, πολύυνο) και ο δεύτερος υποδηλώνει το πλάτος (εύρος) του κάθε σώματος (Εικόνα 1). Το πλάτος εκφράζεται από την κάθετη απόσταση μεταξύ της πτέρνας του υνίου και της ευθυντηρίας. Το πλάτος των σωμάτων κυμαίνεται από 30, 35, 40, 45 έως 50 cm. Έτσι ένα τρίυνο άροτρο των 35 cm θα κατεργάζεται λωρίδα πλάτους $3 \times 35 = 105$ cm. Τα άροτρα, ανάλογα με τον τρόπο έλξης διακρίνονται σε α) φερόμενα (μέχρι πέντε υνία), β) ημιφερόμενα (6 έως 12 υνία), γ) συρόμενα (4 έως 14 υνία) και δ) πρόσθιας ανάρτησης (ωθούμενα).



Εικόνα 8.1. Πολύυνο άροτρο.

Τα άροτρα αυτά που αναρτώνται στον ελκυστήρα με αποτέλεσμα όλο το βάρος τους να στηρίζεται από αυτόν, ονομάζονται φερόμενα. Τα ημιφερόμενα άροτρα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε το μπροστινό τους τμήμα να προσδένεται στους δύο κατώτερους βραχίονες του συστήματος υδραυλικής ανάρτησης των γεωργικών ελκυστήρων. Ένας ή δύο τροχοί που υποβαστάζουν ένα μέρος του βάρους του αρότρου, βρίσκονται τοποθετημένοι στο πίσω μέρος τους. Στα συρόμενα άροτρα υπάρχουν τρεις τροχοί οι οποίοι που συγκρατούν το βάρος και ταυτόχρονα είναι υπεύθυνοι για την ρύθμιση του βάθους κατεργασίας και της οριζοντίωσης. Η έλξη τους πραγματοποιείται από την δοκό έλξης του ελκυστήρα. Περιορισμένη πλέον χαρακτηρίζεται η χρήση τους. Τα άροτρα πρόσθιας ανάρτησης αναρτώνται στο πρόσθιο τμήμα του ελκυστήρα με τέσσερις κινητήριους τροχούς και ο έλεγχός του πραγματοποιείται από το υδραυλικό σύστημα ανάρτησης πρόσθιων εργαλείων. Κατά κανόνα είναι αναστρεφόμενα, και έχουν 2-4 υνία καθώς και τροχό αυλακιάς. Με σκοπό να επιτευχθεί η καλύτερη εκμετάλλευση της ισχύς των μεγάλων ελκυστήρων, χρησιμοποιούνται πάντα ως ζεύγος με φερόμενα άροτρα.

Δύο σειρές σωμάτων φέρουν τα αναστρεφόμενα άροτρα. Η στήριξη τους πραγματοποιείται στο ίδιο πλαίσιο και η μία αναστρέφει το έδαφος προς τα δεξιά ενώ η άλλη προς τα αριστερά. Με την περιστροφή ολόκληρου του πλαισίου κατά 180°, επιτυγχάνεται η αναστροφή. Το άροτρο ανασηκώνεται όταν φθάσει στην άκρη του χωραφιού, αναστρέφεται και επιστρέφει για να οργώσει το ακαλλιέργητο έδαφος στην

αντίθετη φορά, δίπλα στην τελευταία αυλακιά. Η αναστροφή του αρότρου επιτυγχάνεται υδραυλικά ή μηχανικά. Η αναστροφή του ελκυστήρα γίνεται πάντα με το άροτρο σε θέση μεταφοράς. Διακρίνονται και αυτά σε ωθούμενα και συρόμενα (1 έως 12 υνία), φερόμενα (έως 5 υνία) και ημιφερόμενα.

Για κύρια κατεργασία του εδάφους, ανάλογη με αυτή που προσφέρουν τα υνάροτρα, χρησιμοποιούνται και τα δισκάροτρα. Η εφαρμογή τους όμως στη χώρα μας, δεν είναι μεγάλη. Τα δισκάροτρα έχουν δίσκους που περιστρέφονται σε ανεξάρτητους άξονες. Τα φερόμενα φέρουν 1 - 4 δίσκους και η διάμετρος των οποίων κυμαίνεται από 60 - 80 cm. Οι δίσκοι τοποθετούνται με γωνία 40-50° ως προς τη διεύθυνση της κίνησης και 15-25° ως προς την κατακόρυφο. Η διείσδυση διευκολύνεται όταν η γωνία ως προς τη διεύθυνση της κίνησης αυξάνεται, αλλά απαιτείται μεγαλύτερη ελκτική δύναμη. Το πλάτος κατεργασίας κυμαίνεται από 25 - 40 cm ανά δίσκο. Τα δισκάροτρα αποτελούν βαριά εργαλεία με βάρος από 180 - 600 Kgr ανά δίσκο. Έτσι εξαιτίας του αυξημένου βάρους διεισδύουν στο έδαφος και όχι λόγω της κατακόρυφης συνιστώσας που ωθεί το σώμα στο έδαφος όπως συμβαίνει στα υνάροτρα. Τα δισκάροτρα φέρουν ειδικές ξύστρες που καθαρίζουν τους δίσκους από τα χώματα. Επειδή ο δίσκος τους είναι υψηλής αντοχής με αποτέλεσμα να μην καταστρέφεται, τα δισκάροτρα είναι κατάλληλα για ξηρά σκληρά εδάφη, για περιοχές που έχουν πέτρες ή ριζώματα καθώς και για υγρά εδάφη, λόγω της ξύστρας που φέρουν οι δίσκοι. Επιπλέον καθώς δεν μπουκώνουν εύκολα μπορούν να εφαρμοστούν και σε εδάφη με πολλά φυτικά υπολείμματα. Παρ'όλα αυτά όμως δεν προσφέρουν καλό θρυμματισμό και αφήνουν ανομοιόμορφο το έδαφος με συνέπεια οι δευτερεύουσες εργασίες να είναι περισσότερο επιμελημένες. Διακρίνονται και αυτά σε φερόμενα, ημιφερόμενα και συρόμενα. Τα δισκάροτρα συνήθως αναστρέφουν το έδαφος προς τη μία πλευρά (δεξιά). Υπάρχουν όμως και αυτά που το αναστρέφουν είτε προς τα δεξιά, είτε προς τα αριστερά (διπλής κατεύθυνσης). Η λειτουργία τους παρομοιάζεται με αυτή του αναστρεφόμενου αρότρου.

8.1.1. Ποιότητα – Εποχή οργώματος

Από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, από την κατάσταση της επιφάνειας, από τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα και από την ταχύτητα εκτέλεσης, η οποία έχει άμεση επίπτωση και στις δευτερεύουσες εργασίες, εξαρτάται η ποιότητα του οργώματος. Σημαντικό χρονικό διάστημα αλλά και κόστος απαιτεί η εκτέλεση του. Η εποχή των οργωμάτων καθορίζεται από το φυτό που θα επιλεγεί για καλλιέργεια. Μπορούν να εκτελεστούν κατά την περίοδο του καλοκαιριού και σπανιότερα του χειμώνα. Κυρίως όμως

εκτελούνται το φθινόπωρο και την άνοιξη. Την πιο σημαντική καλλιεργητική εργασία, αποτελεί το φθινοπωρινό όργωμα. Πραγματοποιείται για την κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους τόσο των φθινοπωρινών φυτών (σιτηρά, κ.λπ.), όσο και των εαρινών (βαμβάκι, καλαμπόκι κ.λπ.). Για να διεισδύει το νερό ευκολότερα αλλά και να προστατεύεται από τη διάβρωση, το έδαφος δεν πρέπει να θρυμματίζεται πολύ. Επίσης για να προστατεύονται τα νεαρά φυτά από τους παγερούς ανέμους του χειμώνα πρέπει να αφήνει την επιφάνεια του εδάφους κάπως ανώμαλη. Όταν δεν κατέστη δυνατό να εκτελεστεί το φθινόπωρο όργωμα, τότε μόνο εκτελείται το χειμερινό. Μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και όταν η υγρασία είναι λίγο μεγαλύτερη από την κανονική. Για να μην καταστραφεί όμως η δομή του εδάφους και να μην προκληθεί μεγάλη συμπύκνωση από τους τροχούς, χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή.

Συμπλήρωμα των φθινοπωρινών αποτελεί το εαρινό όργωμα. Συνήθως είναι ελαφρύ και αποσκοπεί στην καταστροφή των ζιζανίων, στη διόρθωση λαθών του φθινοπωρινού οργώματος αλλά και την προετοιμασία κατάλληλης σποροκλίνης. Για την διευκόλυνση της σποράς πρέπει να αφήνουν την επιφάνεια αρκετά επίπεδη και το έδαφος πολύ θρυμματισμένο. Σπάνια μπορεί να γίνει κύριο όργωμα την άνοιξη. Εάν συμβεί αυτό, το όργωμα πρέπει να είναι βαθύτερο, για να ενσωματωθούν τα φυτικά υπολείμματα και να προετοιμαστεί το έδαφος για την σπορά. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να επιχειρείται όταν το έδαφος είναι στο ρόγο του, ώστε να επιτευχθεί με επιτυχία η καλλιεργητική διαδικασία.

Όταν επιδιώκεται η καταστροφή ζιζανίων που εξοντώνονται πολύ δύσκολα (αγριάδα, κύπερη, βέλιουρας κ.ά.), πραγματοποιείται το θερινό όργωμα. Επιπρόσθετα εκτελείται για την καταστροφή ζιζανίων, τα οποία αν αφεθούν θα αποκτήσουν μεγάλη μάζα και θα καταστήσουν δυσκολότερη τη φθινοπωρινή άροση. Ορισμένες φορές εκτελείται και για προετοιμασία του χωραφιού ώστε να είναι έτοιμο να δεχθεί μια επίσπορη καλλιέργεια (π.χ. καλαμπόκι μετά από σιτάρι). Είναι σκόπιμο να εκτελείται αμέσως μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας γιατί τότε ακόμη η εδαφική υγρασία είναι λίγη, πράγμα που επιτρέπει ικανοποιητική ποιότητα. Επίσης επιτρέπει την γρηγορότερη ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων και την έναρξη της αποσύνθεσής τους. Για την διευκόλυνση του οργώματος συνιστάται να προηγείται ένας στελεχοκόπτης για να κόψει την καλαμιά. Έτσι όμως αυξάνεται το κόστος αλλά απαιτείται και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

8.1.2. Βάθος – Συχνότητα οργωμάτων

Το βάθος του οργώματος διακρίνεται σε:

1. Ελαφρύ όργωμα σε βάθος μεταξύ 10 και 18 cm,

2. Κανονικό όργωμα σε βάθος μεταξύ 18 και 25 cm,
3. Βαθύ όργωμα σε βάθος μεταξύ 25 και 35 cm, σε βάθος μεγαλύτερο των 35-40 cm χαρακτηρίζεται ως υπεδάφειο (υπεδαφοκαλλιεργητές, εδαφοσχίστες),
4. Επιφανειακή κατεργασία σε βάθος 5-10 cm, η οποία όμως διενεργείται με εργαλεία δευτερεύουσας κατεργασίας (καλλιεργητές, δισκοσβάρνες κ. ά.)

Το βάθος άροσης, με κανονικές συνθήκες πρέπει να κυμαίνεται στα 18-25 cm. Όταν πρέπει να γίνει κάλυψη φυτικών ογκωδών υπολειμμάτων, να καταπολεμηθούν βαθύρριζα ζιζάνια, να καταστραφεί το υπεδάφειο στρώμα κ. ά. τότε μόνο δικαιολογούνται τα βαθιά οργώματα. Το είδος της καλλιέργειας που θα εφαρμοστεί, η σύσταση του εδάφους, ην περιεκτικότητα σε υγρασία, τα ζιζάνια κ. ά. αποτελούν τους κύριους παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η συχνότητα των οργωμάτων που πρέπει να πραγματοποιηθούν. Το κόστος παραγωγής αυξάνεται με τις συχνές αρόσεις, χωρίς όμως να αυξάνεται η απόδοση. Αρκετό αποτελεί ένα όργωμα το φθινόπωρο όργωμα στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν ειδικά προβλήματα. Την υπόλοιπη προετοιμασία για φθινοπωρινή ή ανοιξιάτικη καλλιέργεια την αναλαμβάνουν άλλα εργαλεία, το κόστος των οποίων είναι μικρότερο. Θα ήταν προτιμότερο να πραγματοποιηθούν δύο οργώματα σε περίπτωση που υπάρχουν προβλήματα ζιζανίων ή ενσωμάτωσης φυτικών υπολειμμάτων. Το δεύτερο όργωμα θεωρείται επίσης απαραίτητο και στην περίπτωση που το πρώτο δεν ήταν επιτυχημένο. Η περιορισμένη κατεργασία αποτελεί πάντως τάση, για λόγους προστασίας των φυσικών πόρων αλλά και για λόγους οικονομίας.

8.1.3. Γενικά

Όλα εκείνα τα εργαλεία τα οποία απαιτούν ισχύ τόσο για την μετακίνησή τους όσο και για τη λειτουργία των σκαπτικών τους μηχανισμών, αποτελούν τα δυναμοδοτούμενα εργαλεία (μηχανήματα) της κατεργασίας του εδάφους. Για την λειτουργία τους, η ισχύς παρέχεται κατά κανόνα μέσω του δυναμοδότη άξονα του γεωργικού ελκυστήρα (PTO) και σπανίως από ιδιαίτερη θερμική μηχανή. Επίσης ονομάζονται και μηχανήματα με κίνηση ή και ενεργά. Ως PTO driven, active ή powered implements, αναφέρονται στην αγγλική ορολογία, ενώ στην γαλλική ως outils animes ή outils actives.

Κυριότερο χαρακτηριστικό τους αποτελεί το γεγονός, κόβουν το έδαφος με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από εκείνη με την οποία μετακινούνται. Σε αντίθεση τα εργαλεία που εξετάστηκαν ήδη, τα οποία ονομάζονται και παθητικά, κόπτουν το έδαφος με την ίδια

ταχύτητα με την οποία μετακινούνται. Εξαιτίας της μεγάλης ταχύτητας κοπής η κατεργασία πραγματοποιείται ενεργητική και το έδαφος μπορεί να προετοιμαστεί για σπορά με μία μόνο διέλευση του εργαλείου, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η μείωση του χρόνου και το συνολικού κόστους. Παράλληλα διατηρείται η δομή του εδάφους λόγω των περιορισμένων διελεύσεων.

Η απαιτούμενη ισχύς έλξης του γεωργικού ελκυστήρα περιορίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαιτίας της δυναμοδότησης, ενώ αντίθετα απαιτείται σημαντικώς αυξημένη ισχύς ΡΤΟ. Έτσι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ελαφρότεροι γεωργικοί ελκυστήρες με μεγάλη ισχύ κινητήρα. Αποτέλεσμα αυτής της ενέργειας είναι η μικρότερη συμπίεση του εδάφους. Εξάλλου σε σημαντικό βαθμό περιορίζεται και η ολίσθηση με αποτέλεσμα την μειωμένη συμπύκνωση του εδάφους και την 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 (Τσατσαρέλης, 2011).

Σε περιστροφικά και παλινδρομικά ή δονούμενα ταξινομούνται τα δυναμοδοτούμενα εργαλεία, ανάλογα με την κίνηση του σκαπτικού μηχανισμού. Στα περιστροφικά ανήκουν οι δύο βασικότεροι τύποι των σκαπτικών: τα περιστροφικά σκαπτικά και οι περιστροφικές σβάρνες. Στα παλινδρομικά ή δονούμενα ανήκουν οι παλινδρομικές και οι ταλαντευόμενες σβάρνες.

Από το ΡΤΟ του ελκυστήρα ενεργοποιούνται κατά κανόνα τα δυναμοδοτούμενα εργαλεία. Φερόμενα είναι κατά κανόνα τα ενεργοποιούμενα από το ΡΤΟ του ελκυστήρα. Ως ημιφερόμενα κατασκευάζονται μεγαλύτερα και νεότερα. Κάποιοι μεγάλοι τύποι κατασκευάζονται ως συρόμενα αν και για ορισμένα, όπως τα περιστροφικά σκαπτικά (φρέζες), δεν συνιστάται η έλξη από ένα μόνο σημείο, εξαιτίας της ώθησης που προκαλούν στον ελκυστήρα (Hund, 2001). Με τροχό (τροχούς), με πέδιλα ή με κυλίνδρους επιτυγχάνεται η ρύθμιση του βάθους κατεργασίας.

8.2. Περιστροφικά σκαπτικά (Φρέζες)

8.2.1. Χρήσεις

Τον κύριο εκπρόσωπο των δυναμοδοτούμενων εργαλείων κατεργασίας του εδάφους αποτελούν τα περιστροφικά σκαπτικά, γνωστά επίσης και ως περιστροφικά άροτρα ή

περιστροφικοί καλλιεργητές ή φρέζες (rotary tillers cultivators). Χρησιμοποιούνται τόσο για την κύρια κατεργασία του εδάφους (οι μεγαλύτεροι τύποι) κυρίως όμως για δευτερεύουσα καθώς και προετοιμασία της σποροκλίνης. Είναι κατάλληλα καθώς προσφέρουν κοπή και καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων των καλλιεργειών και των ζιζανίων, ενσωμάτωση στο έδαφος του κόπρου, λιπασμάτων, βελτιωτικών του εδάφους και φυτών χλωρής λίπανσης, καθώς επίσης κατάλληλα και για σκάισμα γραμμικών καλλιεργειών, ως σκαλιστήρια. Στις μεγάλες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται, σε οπωρώνες και αμπελώνες αλλά και σε εντατικές, ανοιχτές ή υπό κάλυψη, ανθοκομικές και λαχανοκομικές καλλιέργειες. Βρέθηκαν πολύ αποτελεσματικά για τις καλλιέργειες αυτές, καθώς με μία διέλευση μπορεί να προετοιμασθεί κατάλληλα το έδαφος για τη σπορά ή να καταπολεμηθούν τα ζιζάνια. Επίσης τα τελευταία χρόνια ,σε οπωρώνες ή σε αμπελώνες βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή, καθώς με την εύκολη ρύθμιση του βάθους κατεργασίας και τη δυνατότητα πλευρικής τοποθέτησής τους σε σχέση με τον ελκυστήρα, έχουν την δυνατότητα να καλλιεργήσουν το έδαφος κοντά στα δένδρα χωρίς να διατρέχουν τον κίνδυνο να προκαλέσουν ζημιά στον κορμό, στα κλαδιά ή τις ρίζες. Μάλιστα υπάρχουν 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. Επίσης με κατάλληλες λεπίδες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για ανανέωση χορτοδετικών φυτών.

Στις μεγάλες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται κυρίως στις εαρινές, γιατί με μία διέλευση, το έδαφος μπορεί να προετοιμασθεί για τη σπορά. Συνήθως η κατεργασία αυτή ακολουθεί προηγηθείσα άροση με υνάροτρο, που έχει πραγματοποιηθεί κατά κανόνα το φθινόπωρο. Επιπρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για φθινοπωρινές καλλιέργειες. Όμως προκαλούν υπερβολικό θρυμματισμό και για αυτό συνήθως αποφεύγεται η χρήση τους. Το έδαφος με τις βροχές του χειμώνα κατακάθεται και σχηματίζεται κρούστα, με αποτέλεσμα να μην ευκολύνεται η διείσδυση του νερού και να παρατηρείται επιφανειακή απορροή, προκαλώντας και διάβρωση. Πάντως εάν χρησιμοποιηθεί 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). Συγχρόνως ανασηκώνεται και ο προφυλακτήρας με στόχο να προκαλείται ο μικρότερος δυνατός θρυμματισμός. Ακόμη και για την προετοιμασία των ορυζώνων χρησιμοποιούνται και οι φρέζες.

Συχνά οι φρέζες συνδυάζονται με άλλα εργαλεία κυρίως σπαρτικές μηχανές και λιπασματοδιανομείς έτσι ώστε να περατώνονται ταυτόχρονα οι εργασίες προετοιμασίας, σποράς και λίπανσης με σκοπό να περιοριστεί ο αριθμός των διελεύσεων των μηχανημάτων στο χωράφι και για να μειωθεί το κόστος.

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 μονοαξονικό ελκυστήρα. Μικρότεροι ελκυστήρες, τα μοτοσκαπτικά δεν έχουν τροχούς αλλά στηρίζονται στον άξονα του σκαπτικού. Για φυτά μεγάλων καλλιεργειών και σε οπωρώνες – αμπελώνες χρησιμοποιούνται τα εργαλεία της πρώτης κατηγορίας. Της δεύτερης κατηγορίας χρησιμοποιούνται σε μικρές εκτάσεις λαχανοκομείων, ανθοκομείων θερμοκηπίων, σπορείων κ.ά. για προετοιμασία του εδάφους, σκαλίσματα κ.ά. Μεγαλύτερα τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε μικρούς αμπελώνες.

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

8.2.2. Κατασκευαστικά στοιχεία

Τα περιστροφικά σκαπτικά αποτελούνται από έναν περιστρεφόμενο κύλινδρο (άξονα), το στροφέιο, 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.

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, μονοαξονικοί 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/μιν για τους βαρύτερους τύπους και 200 έως 400 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.

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 από εναλλάξ δεξιές και αριστερές λεπίδες. Έτσι τοποθετούνται συνολικά 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.

Στο στροφείο οι λεπίδες τοποθετούνται 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 εκτελείται ομαλά, διατηρείται σταθερό το βάθος και η καταπόνηση του εργαλείου είναι μικρή.

Είναι σημαντικό να τονισθεί πως η ελικοειδής αυτή διάταξη δεν επιτρέπει την προοδευτική επαφή των λεπίδων με το έδαφος, από τον πρώτο στον τελευταίο δίσκο. Έτσι θα μπορούσε να προκληθούν μεγάλες ροπές περιστροφής του άξονα του στροφείου και έντονη καταπόνηση.

Συνηθέστερα οι σκαπτικοί μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται είναι οι λεπίδες τύπου L και C, οι ευθείες λεπίδες και τα δόντια, (ευθεία ή καμπύλα).

Οι τύποι L και C είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι. Ο τύπος L θεωρείται αποτελεσματικός για καλή ανάμειξη με το έδαφος των φυτικών υπολειμμάτων, λιπασμάτων και λοιπών βελτιωτικών, καταστροφή των ζιζανίων καθώς και για δευτερεύουσα κατεργασία σε οργωμένο ήδη έδαφος. Σε καταστάσεις εδάφους ημιπλαστικού τείνει να συμπίεσει τον πυθμένα. Οι λεπίδες τύπου C ή κυρτές έχουν πιο ανοικτή κύρτωση απ' ότι οι τύπου L και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου και οι λεπίδες L. Μάλιστα απαιτούν μικρότερη ισχύ απ' ότι οι τύπου L. Κατασκευάζονται από ισχυρά κράματα μαγγανοπυριτιούχου χάλυβα.

8.2.3. Λειτουργία – ρυθμίσεις

Παρατηρήθηκε μέσω της ανάλυσης της λειτουργίας των περιστροφικών σκαπτικών, ότι προκαλούν μεγάλο θρυμματισμό του εδάφους, γεγονός που ορισμένες φορές μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της δομής του. Ο τύπος του εδάφους και η υγρασία του αλλά και ο λόγος των ταχυτήτων (λ) αποτελούν τους παράγοντες που καθορίζουν το θρυμματισμό αυτό.

Από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε ότι σε κάθε κοπή το έδαφος θρυμματίζεται σε 40-100 βόλους με το μεγαλύτερο αριθμό να βρίσκεται στο μέσο του βάθους κατεργασίας. Ο ίδιος αριθμός περίπου αντιστοιχεί στην επιφάνεια και τον πυθμένα. Η μέση επιφάνεια των βόλων ήταν $3,25 \text{ mm}^2$.

Με αυξημένο λόγο ο θρυμματισμός είναι μεγαλύτερος αλλά και η απαιτούμενη ισχύς για τη λειτουργία αυξάνεται διότι το ειδικό έργο αυξάνεται και αυτό. Για κάθε έδαφος και ανάλογα τις επιδιώξεις και τις συνθήκες, ο χειριστής του μηχανήματος προβαίνει είτε σε αλλαγή της ταχύτητας προώθησης του ελκυστήρα (υ) είτε της περιφερειακής (υ) με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ο κατάλληλος θρυμματισμός. Οι ταχύτητες μετακίνησης κυμαίνονται στα όρια των 2-8 km/h (μέση 5 km/h) ενώ η περιστροφή του στροφείου μεταξύ 120 και 400 στρ/min.

Επιπρόσθετα, μεταβάλλοντας τον αριθμό των λεπίδων του κάθε δίσκου, επιτυγχάνεται η ρύθμιση του θρυμματισμού. Όπως είναι ευνόητο περισσότερες λεπίδες προκαλούν μεγαλύτερο θρυμματισμό. παρόλα αυτά, όταν επιχειρείται αυτή η μεταβολή θα πρέπει να εκτελείται με βάση τα σχέδια του κατασκευαστή. Συνήθως οι γεωργοί αφαιρούν 2 λεπίδες από τις συνήθειες 6, έτσι ώστε να επιτύχουν την μείωση του θρυμματισμού. Εάν επιχειρείται αυτό, θα πρέπει στον κάθε δίσκο να αναδιατάσσονται όλες οι εναπομένουσες λεπίδες, με βάση τα σχέδια του κατασκευαστή. Διαφορετικά, το βάθος της κατεργασίας του εδάφους δεν διατηρείται σταθερό και οι καταπονήσεις των εργαλείων είναι μεγάλες.

Επίσης, εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος της θέσης του προφυλακτήρα. Με τον προφυλακτήρα χαμηλωμένο, οι βόλοι του χώματος χτυπούν με μεγάλη ταχύτητα και δύναμη επάνω του και έτσι θρυμματίζονται. Με ανασηκωμένο, ο θρυμματισμός που προκαλείται είναι μικρότερος, καθώς η πρόσπτωση δεν είναι τόσο βίαιη.

Η θέση του προφυλακτήρα, έχει καθοριστικό ρόλο διότι επιδρά ακόμη και στη διαλογή των εδαφικών τεμαχιδίων. Με ανασηκωμένο προφυλακτήρα οι βόλοι μεγαλύτερων διαστάσεων καθώς και τα φυτικά υπολείμματα παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους ενώ με χαμηλωμένο τα φυτικά υπολείμματα αναμειγνύονται καλύτερα. Τα τεμαχίδια του εδάφους έχουν μικρότερες διαστάσεις και η λεπτή γη βρίσκεται στην επιφάνεια. Με τον προφυλακτήρα τελείως κάτω (χαλαρό), όλη η καλλιεργημένη επιφάνεια, καλύπτεται από ένα στρώμα λεπτής γης (Τσατσαρέλης, 2011).

9. Πειραματική διαδικασία προσδιορισμού του βαθμού απόδοσης

Στην παρούσα εργασία μελετάται ο βαθμός απόδοσης (β.α.) κατά την κατεργασία του εδάφους με άροτρο και φρέζα. Συγκεκριμένα γίνεται διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν τον βαθμό απόδοσης των μηχανημάτων αυτών στον αγρό, όπως: α) η ταχύτητα μετακίνησης των μηχανημάτων, β) ο διαθέσιμος χώρος για ελιγμούς των μηχανημάτων στα κεφαλάρια και ο χρόνος για τους ελιγμούς στα κεφαλάρια. Η γνώση και η κατανόηση όλων αυτών των παραγόντων και του τρόπου επίδρασής τους στο βαθμό απόδοσης για το κάθε μηχάνημα, αποσκοπούν στην καλύτερη αξιολόγηση των χρησιμοποιούμενων πρακτικών εργασίας με σκοπό τη βελτίωση τους.

Όλες οι πειραματικές εργασίες πραγματοποιήθηκαν σε αγρό του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου στους Κωστακιούς Άρτας. Οι πειραματικές μετρήσεις έλαβαν χώρα τη χρονική περίοδο από τον Οκτώβριο του 2017 έως το Φεβρουάριο του 2018. Για την υλοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός: α) ένας γεωργικός ελκυστήρας γενικής χρήσεως, β) ένα τρίνοο άροτρο και γ) μια φρέζα, Ενώ για τον προσδιορισμό της θέσης του γεωργικού ελκυστήρα χρησιμοποιήθηκε ένα GPS χειρός. Το GPS κατέγραφε την πορεία του γεωργικού ελκυστήρα καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών. Ταυτόχρονα λαμβάνονταν επί τόπου μετρήσεις τόσο των ενεργών όσο και των νεκρών χρόνων, με χρονόμετρα, ώστε να υπάρχουν όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τον υπολογισμό και τη μελέτη του βαθμού απόδοσης των διαφόρων εργασιών και των επεμβάσεων.

9.1. Γεωργικός Ελκυστήρας

Ο γεωργικός ελκυστήρας που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένας τετρακίνητος ελκυστήρας γενικής χρήσεως της εταιρίας FIATAGRI (DT 100-90) ο οποίος υσχοδοτούνταν από έναν, υδρόψυκτο εξακύλινδρο πετρελαιοκινητήρα 5,4 λίτρων. Η μέγιστη ισχύς που αποδίδει είναι στα 74,6 kW ή 100 HP στις 2.500 στροφές ανά λεπτό. Το βάρος του ήταν 4670 Kg , το μήκος του 3,99 m το μεταξόνιο του 2,58 m και το ύψος του 2,66 m. Διαθέτει 15 ταχύτητες για εμπρός κίνηση και 3 ταχύτητες όπισθεν (Εικόνα 2).



Εικόνα 9.1. Ο γεωργικός ελκυστήρας που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις.

Ο πίσω δυναμοδότης του ελκυστήρα ήταν ανεξάρτητος με δικό του συμπλέκτη ξηρού δίσκου, 304,8 mm. Είχε την δυνατότητα να προσφέρει ταχύτητες περιστροφής είτε 540 στροφών ανά λεπτό, είτε 1000 στροφών ανά λεπτό.

9.2. Γεωργικά παρελκόμενα

Για την διεξαγωγή των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παρελκόμενα:

α) ένα απλό τρίνο αροτρο με πλάτος κατεργασίας 0,92 m (σύμφωνα με τον κατασκευαστή) (Εικόνα 3).

Άροτρο: TERRA ΓΚΛΑΒΑΝΗΣ,
ΤΥΠΟΣ: 3ΥΝΟ Β2 – 12,
ΑΡ. ΥΝΙΩΝ: 3,
ΑΠΟΣΤ. ΣΤΑΒΑΡΙΩΝ: 63cm,
ΥΨΟΣ ΣΤΑΒΑΡΙΩΝ: 73cm,
ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 92cm,
ΒΑΡΟΣ: 430 KG)



Εικόνα 9.2.1. Το τρίννο άροτρο που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις.

Β) Έναν καλλιεργητή (φρέζα) συνολικού πλάτους 200cm με πλάτος εργασίας 180cm (Βάρος: 390 KG, Αρ. ΜΑΧΑΙΡΙΩΝ:42) (Εικόνα 4).



Εικόνα 9.2.2. Η φρέζα που χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μετρήσεις.

9.3. GPS

Το GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, αποτελεί ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού της γεωγραφικής θέσης, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της γης, οι οποίοι, είναι εξοπλισμένοι με ειδικές συσκευές, οι οποίες ονομάζονται "δέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρο, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησής του. Επιπλέον σε συνδυασμό με ένα ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης έχουν την δυνατότητα να απεικονίσουν αυτές τις πληροφορίες γραφικά.

Προκειμένου να καταγραφεί με ακρίβεια η διαδρομή του γεωργικού ελκυστήρα κατά την διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε είναι GPS χειρός της εταιρίας GARMIN COLORADO 300 της εταιρίας GARMIN. (Εικόνα 5). Πρόκειται για μία συσκευή, η οποία αποτελεί διαφορικό δέκτη υψηλής ευαισθησίας και δέχεται σήματα που έρχονται από τον δορυφόρο WAAS (Wide Area Augmentation System), το σήμα του οποίου είναι πάρα πολύ καλό. Είναι εξοπλισμένο με έναν ενσωματωμένο παγκόσμιο βασικό χάρτη με σκιασμένο ανάγλυφο και την δυνατότητα να εντοπίζει τη γεωγραφική θέση γρήγορα και με ακρίβεια. και διατηρεί τη θέση του GPS ακόμα και σε βαριά κάλυψη.



Εικόνα 9.3.1. Το GPS χειρός που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της πορείας του γεωργικού ελκυστήρα.

Το GARMIN COLORADO 300 μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον τομέα της χαρτογράφησης και της παρακολούθησης. Αποτελεί ένα άρτια εξοπλισμένη συσκευή καθώς διαθέτει ένα δέκτη υψηλής ευαισθησίας, βαρομετρικό ύψος, ηλεκτρονική πυξίδα μεγάλης ακρίβειας κ.ά. (Εικόνα 6).



Εικόνα 9.3.2. Η επιφάνεια ανάγνωσης των πληροφοριών

Σημαντικό χαρακτηριστικό αποτελεί η ανθεκτικότητα του, ακόμα και κατά τη χρήση του υπό δυσμενείς καιρικές συνθήκες καθώς είναι αδιάβροχο. Επιπρόσθετα είναι ελαφρύ, αξιόπιστο και πολύ απλό στην χρήση του, καθώς για την σύνδεσή του με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή χρειάζεται ένα μόνο καλώδιο.

9.4. Πειραματικά αποτελέσματα

Κατά την διάρκεια των πειραμάτων εφαρμόστηκε και μελετήθηκε το σύστημα άρσης κατά ορθογώνια με την χρήση του απλού τρίνου αρότρου, καθώς και κατεργασία με φρέζα. Σε κάθε εκτελούμενη εργασία η ταχύτητα του γεωργικού ελκυστήρα, η οποία επιδρά στην απόδοση του, μεταβλήθηκε και υπολογίστηκε ο βαθμός απόδοσης της κάθε κατεργασίας.

Σε κάθε κατεργασία πραγματοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις για τις οποίες υπολογίστηκαν και συγκρίθηκαν οι αντίστοιχοι βαθμοί απόδοσης.

Στην μία πλευρά του αγροκτήματος υπήρχε δρόμος με αποτέλεσμα ο χώρος για την κίνηση του ελκυστήρα αλλά και την εκτέλεση των ελιγμών στα κεφάλαια να είναι σχετικά περιορισμένος. Παρ' όλα αυτά στην απέναντι πλευρά του αγροκτήματος δεν υπήρχε κάποιος περιορισμός για την κίνηση του ελκυστήρα. Εξαιτίας όμως του περιορισμένου

χώρου οι ελιγμοί του ελκυστήρα είχαν διαφορετικό σχήμα από αυτούς που εκτελέστηκαν στην πλευρά με το μεγάλο διαθέσιμο χώρο.

9.5.1. Παλινδρομικό σύστημα άρωσης κατά ορθογώνια με χρήση απλού τρίνου αρότρου

Η κατεργασία με το τρίνο άροτρο εφαρμόστηκε σε αγροτεμάχια με μήκος 90 m και πλάτος 12 m. Το πειραματικό σχέδιο περιελάμβανε δύο επαναλήψεις.

Σε κάθε επανάληψη εκτελέστηκαν τέσσερις (4) διαδρομές. Ο ελκυστήρας ξεκίνησε από την πρώτη διαδρομή, συνέχισε στην τρίτη, μετά στην δεύτερη και την τέταρτη.

Η διαδικασία της άρωσης πραγματοποιήθηκε με τον γεωργικό ελκυστήρα να κινείται με την τρίτη ταχύτητα (σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνονται από τον κατασκευαστή 6,5 Km/h), η οποία όμως δεν ήταν σταθερή σε όλο το φάσμα της καλλιεργητικής διαδικασίας.

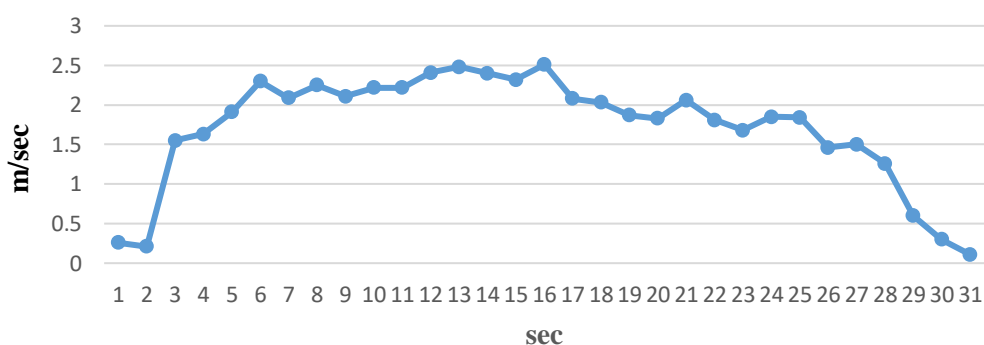
Ο βαθμός απόδοσης στην πρώτη επανάληψη υπολογίστηκε πως ήταν 50% και στη δεύτερη πάλι 50%. Στην συνέχεια ακολούθησε κατεργασία του χωραφιού με τον γεωργικό ελκυστήρα να μετακινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα δηλαδή με τέταρτη (7,5 Km/h σύμφωνα με τον κατασκευαστή) η οποία επίσης δεν ήταν σταθερή. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στα σχήματα που ακολουθούν (Σχήμα 16 έως 18).

Πίνακας 1. Βασικά στοιχεία των πειραματικών μετρήσεων με το άροτρο.

ΑΠΛΟ ΑΡΟΤΡΟ		
	3^η ταχύτητα (6,0 Km/h)	4^η ταχύτητα (7,5 Km/h)
Νεκρός χρόνος 1 ^η επανάληψη (sec)	41,3 sec	37,97 sec
Ενεργός χρόνος 1 ^η επανάληψη (sec)	4,12 min	3,95 min
B. A. 1^η επανάληψη (sec)	59,6%	51%
Νεκρός χρόνος 2 ^η επανάληψη (sec)	40,0 sec	38,85 sec
Ενεργός χρόνος 2 ^η επανάληψη (sec)	4,23 min	3,98 min
B. A. 2^η επανάληψη (sec)	60,3%	52%
Νεκρός χρόνος 3 ^η επανάληψη (sec)	43,1 sec	38,95 sec

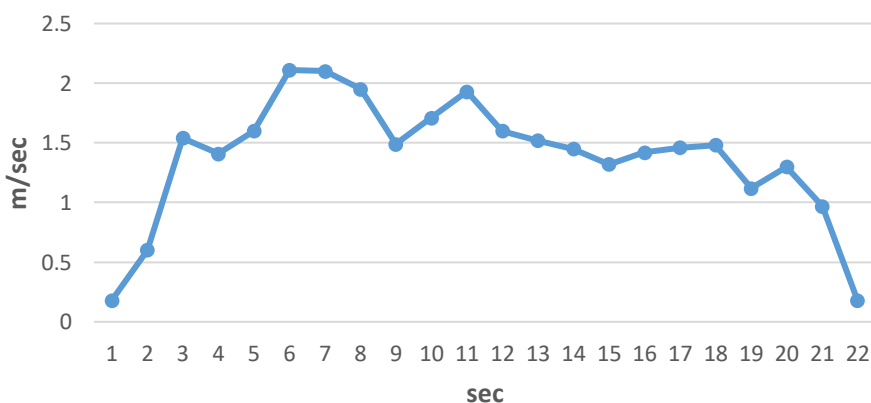
Ενεργός χρόνος 3 ^η επανάληψη (sec)	4,09 min	3,90 min
B. A. 3^η επανάληψη (sec)	61%	50,9%
Νεκρός χρόνος 4 ^η επανάληψη (sec)	38,2 sec	37,94 sec
Ενεργός χρόνος 4 ^η επανάληψη (sec)	4,18 min	3,97 min
B. A. 4^η επανάληψη (sec)	59,6%	52%
Μ. Ο. Βαθμού απόδοσης	61,2%	51%

Διακύμανση της ταχύτητας

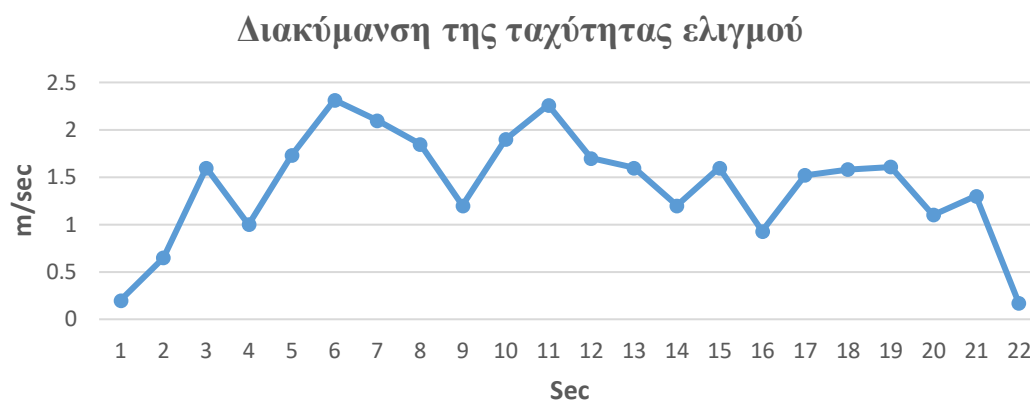


Διάγραμμα 9.5.1.1. Απεικόνιση της διακύμανσης της ταχύτητας του ελκυστήρα στην ευθεία κατά την εκτέλεση της εργασίας με απλό υνάροτρο με την εφαρμογή του συστήματος άρσης κατά ορθογώνια

Διακύμανση ταχύτητας ελιγμού



Διάγραμμα 9.5.1.2. Διακύμανση της ταχύτητας του γεωργικού ελκυστήρα κατά την εκτέλεση του ελιγμού στο τμήμα του αγροκτήματος με τον περισσότερο διαθέσιμο χώρο, με απλό υνάροτρο και το σύστημα άρσης κατά ορθογώνια.



Διάγραμμα 9.5.1.3. Διακύμανση της ταχύτητας του γεωργικού ελκυστήρα κατά την εκτέλεση του ελιγμού στο τμήμα του αγροκτήματος με τον λιγότερο διαθέσιμο χώρο, με απλό υνάροτρο και το σύστημα άρωσης κατά ορθογώνια.

9.5.2. Αποτελέσματα με τη χρήση της φρέζας

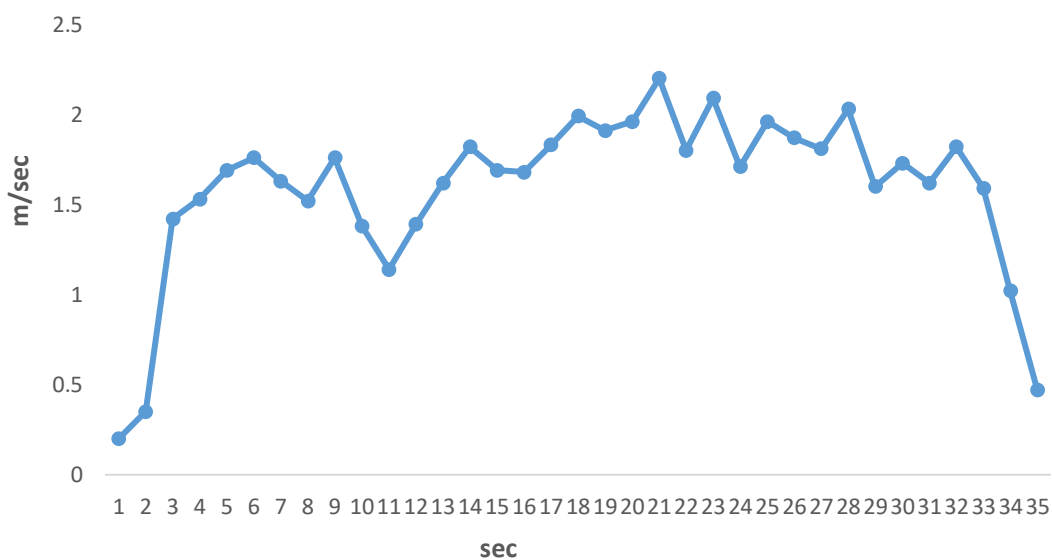
Στην κατεργασία αυτή το μήκος του χωραφιού καθορίστηκε στα 90m και το πλάτος του στα 12m. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν ίδια με την κατεργασία με το απλό άροτρο. Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις (4) διαδρομές σε κάθε επανάληψη και δύο επαναλήψεις με εναλλαγή της ταχύτητας κίνησης. Ο ελκυστήρας κινήθηκε στην πρώτη διαδρομή ακολούθησε η τρίτη, μετά στη δεύτερη και την τέταρτη. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στα σχήματα που ακολουθούν (Σχήμα 19 έως 21).

Πίνακας 2. Βασικά στοιχεία των πειραματικών μετρήσεων με το φρέζα.

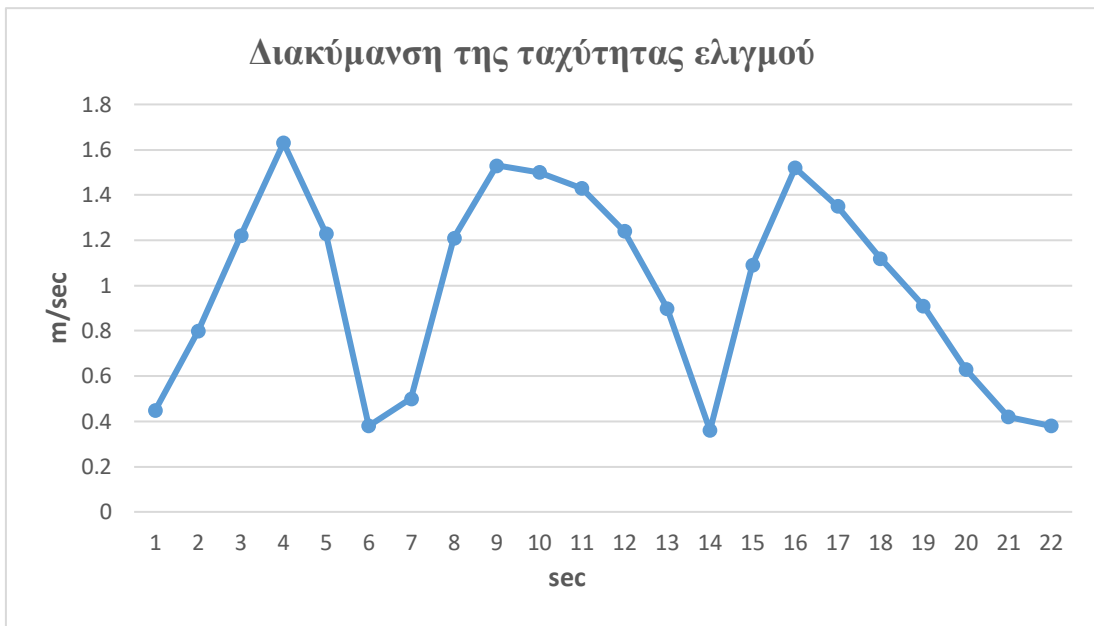
ΦΡΕΖΑ		
	3 ^η ταχύτητα (6,0 Km/h)	4 ^η ταχύτητα (7,5 Km/h)
Νεκρός χρόνος 1 ^η επανάληψη (sec)	29,02 sec	23,40 sec
Ενεργός χρόνος 1 ^η επανάληψη (sec)	2,25 min	2,12 min
B. A. 1^η επανάληψη (sec)	50 %	46,6%
Νεκρός χρόνος 2 ^η επανάληψη (sec)	29,57 sec	26,13 sec

Ενεργός χρόνος 2 ^η επανάληψη (sec)	2,53 min	2,15 min
B. A. 2^η επανάληψη (sec)	50%	47,4%
Νεκρός χρόνος 3 ^η επανάληψη (sec)	30,01 sec	22,5 sec
Ενεργός χρόνος 3 ^η επανάληψη (sec)	2,58 min	2.11 min
B. A. 3^η επανάληψη (sec)	48,9%	46,6%
Νεκρός χρόνος 4 ^η επανάληψη (sec)	29.56 sec	23.1 sec
Ενεργός χρόνος 4 ^η επανάληψη (sec)	2.57 min	2.18 min
B. A. 4^η επανάληψη (sec)	50%	47,4%
Μ. Ο. Βαθμού απόδοσης	49%	47,5%

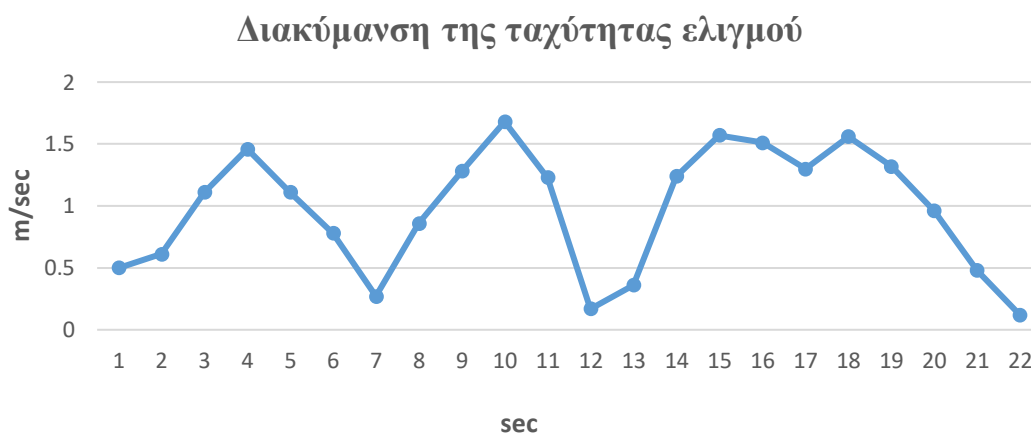
Διακύμανση της ταχύτητας



Διάγραμμα 9.5.2.1. Διακύμανση της ταχύτητας του ελκυστήρα κατά την εκτέλεση της εργασίας σε ευθεία



Διάγραμμα 9.5.2.2. Διακύμανση ταχύτητας κατά την εκτέλεση του ελιγμού σε περιορισμένο χώρο.



Διάγραμμα 9.5.2.3. Διακύμανση της ταχύτητας κατά την εκτέλεση το ελιγμού σε περισσότερο διαθέσιμο χώρο.

10. Συμπεράσματα

α) Μεταβολή του βαθμού απόδοσης ανάλογα με το σύστημα κατεργασίας

Από την ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων παρατηρούμε μεταβολές στο βαθμό απόδοσης, όπως και ήταν αναμενόμενο. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώσαμε ότι με τη χρήση του απλού τρίνου αρότρου ο βαθμός απόδοσης ήταν μεγαλύτερο 61.2% και 51% στις δύο ταχύτητες σε σχέση με τη χρήση της φρέζας όπου ο βαθμός απόδοσης ήταν 49% και 47.5% αντίστοιχα.

β) Μεταβολή του βαθμού απόδοσης ανάλογα με την ταχύτητα

Όσο αφορά τον παράγοντα της ταχύτητας, η αύξησή της προκάλεσε μείωση στο βαθμό απόδοσης, όταν έγινε χρήση του τρίνου αρότρου και της φρέζας. Αυτό οφείλεται στην μείωση των αποδοτικών χρόνων σε σχέση με τους νεκρούς με αποτέλεσμα να μειωθεί ο βαθμός απόδοσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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

ASAE. 2004. ASAE Standard D 497. Agricultural machinery management data. ASAE, St. Joseph, MI.

Hunt, D. 1999. Field machinery management. In CIGR handbook of agricultural engineering. Vol. III. Plant production engineering. ASAE, St. Joseph, MI.

Hunt, D. 2001. Farm power and machinery management. Iowa State University Pres. Ames, Iowa.

Landers, A. 2000. Farm machinery. Selection, investment and management. Farming Press. Kent. U.K.

Renoll, E.S. 1965. Row-crop machine capacity in terraced fields. Highlights of Agr. Res., Auburn Univ., Ala. Agr. Exp. Station. 12: (Summer).

Renoll, E.S. 1970. Using operation analysis to improve row-crop machinery efficiency. Highlights of Agr. Res., Auburn Univ., Ala. Agr. Exp. Station. Circular 180.

Renoll, E.S. 1972. Concept for predicting capacity of row-crop machines. Transactions of the ASAE 15(5): 1025-1030.

Renoll, E.S. 1981. Predicting machine field capacity for specific field and operating conditions. Transactions of the ASAE 24(1): 45-47.

Roth, L.O., F.R. Crow, G.W.A. Mahoney. 1982. An introduction to agricultural engineering. AVI Publishing Co. Westport, Connecticut.

Stone, A.A., H.H. Gulvin. 1957. Machines for power farming. J. Wiley and Sons. N.Y.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2011. Γεωργικοί Ελκυστήρες. Εκδόσεις: Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2003. Συγκομιδή γεωργικών προϊόντων. Εκδόσεις: Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη.

Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000. Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. Εκδόσεις: Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.