

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟΥΣ
ΓΕΩΡΓΙΚΟΥΣ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ**

Πτυχιακή Μελέτη

**Σπουδαστής: Μουρτζούκος Θωμάς
Επιβλέπων Καθηγητής :Σπανάκης Ι.**

**Ηράκλειο
Ιανουάριος 2006**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η τεχνολογική ανάπτυξη που έχει διαπιστωθεί τις τελευταίες δεκαετίες στον αγροτικό τομέα είναι εντυπωσιακή. Στην ανάπτυξη αυτή έχουν συνδράμει αρκετοί παράγοντες όπως η εκμηχάνιση.

Τη σημερινή εποχή, οι γεωργικές εργασίες πραγματοποιούνται με τα γεωργικά μηχανήματα. Το μειωμένο κόστος παραγωγής και η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος, σε συνδυασμό με την καλυτέρευση της ποιότητας των προϊόντων και την απαλλαγή του αγρότη αλλά και της οικογένειάς του από βαριές εργασίες είναι τα κύρια χαρακτηριστικά για τη χρησιμοποίηση των γεωργικών μηχανημάτων.

Ένα από τα βασικότερα γεωργικά μηχανήματα ήταν και είναι ο ελκυστήρας πέρα από οποιοδήποτε άλλο. Ο ελκυστήρας πρωτοστατεί και είναι η κινητήριος δύναμη της γεωργικής παραγωγής. Κατά την πάροδο των χρόνων ήταν και είναι ένα από τα σημαντικότερα γεωργικά μηχανήματα, που δεν παύει ποτέ να εξελίσσεται. Την τελευταία δεκαετία μάλιστα έχουν προστεθεί σε αυτό μια μεγάλη σειρά από ηλεκτρονικά βοηθήματα που καθιστούν το επάγγελμα του αγρότη αρκετά πιο ξεκούραστο αλλά και αρκετά πιο παραγωγικό.

1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΟΡΙΣΜΟΙ

I. ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

α) Εκμηχάνιση – δείκτες

Ο όρος εκμηχάνιση της γεωργίας έχει σηματοδοτήσει τις τελευταίες δεκαετίες τον κλάδο αυτό. Ο όρος αυτός εισάγει την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στον <<κόσμο>> της γεωργίας και εκπληρώνει τις εργασίες αυτές πιο γρήγορα αλλά και πολύ πιο αποδοτικά.

Η εκμηχάνιση της γεωργίας εισήχθη σαν όρος πριν από πολλούς αιώνες όπου πριν οι άνθρωποι με απλά εργαλεία προσπαθούσαν να εκτελέσουν τις αγροτικές τους εργασίες. Στην αρχή παρουσιάστηκαν αρκετά εργαλεία όπως αξίνες κ.τ.λ. στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν τα ζώα αλλά και άλλα εργαλεία που ξεπερνούσαν την ισχύ των ζώων. Η πραγματική όμως εκμηχάνιση της γεωργίας άρχισε περίπου στις αρχές της δεκαετίας του 1930 όπου παρουσιάστηκε ο πρώτος γεωργικός ελκυστήρας.

Η εκμηχάνιση λοιπόν της γεωργίας έπαιρνε διαστάσεις επαναστατικής μορφής, αφού η τεχνολογία των αυτοκινούμενων εργαλείων εισήχθη και στη γεωργία. Οι γεωργικοί ελκυστήρες χρόνο με το χρόνο βελτιώνονταν και γινόντουσαν πολύ πιο αποτελεσματικοί αλλά και πολύ πιο παραγωγικοί, χρησιμοποιώντας διάφορα παρελκόμενα μέσα, που κάλυπταν όλο το φάσμα των γεωργικών εργασιών.

Με το πέρασμα των δεκαετιών μέχρι και σήμερα, οι γεωργικοί ελκυστήρες αλλά και γενικά όλα τα εργαλεία της γεωργίας εξελίχθηκαν και αναπτύχθηκαν σε τέτοιο βαθμό ώστε ο γεωργός να εκπληρώνει όλες τις διαδικασίες παραγωγής χωρίς <<να έχει πατήσει με το πόδι του το έδαφος το οποίο καλλιεργεί>>. Συστήματα συγκομιδής και επεξεργασίας των αγροτικών προϊόντων δημιουργήθηκαν με την εκμηχάνιση της

γεωργίας, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα παραγωγής αλλά και μ' αυτό τον τρόπο να αυξηθεί και η ποσότητα των προϊόντων.

β) ΕΠΙΔΙΟΚΩΜΕΝΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗΣ

Οι σκοποί της εκμηχάνισης είναι:

1) Μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων

Η μείωση του κόστους παραγωγής είναι ένας από τους κυριότερους σκοπούς της εκμηχάνισης, διότι μειώνοντας το κόστος παραγωγής έχουμε αύξηση του καθαρού εισοδήματος. Η μείωση του κόστους παραγωγής επιτυγχάνεται κυρίως με τη μείωση των εργατών όπου το μηχάνημα αντικαθιστά τα εργατικά χέρια. Υπάρχουν εργασίες δηλαδή όπου μόνο ένα μηχάνημα μαζί με το χειριστή, μπορεί να αντικαταστήσει μέχρι και 30 εργάτες. Με αυτό τον τρόπο, η παραγωγή είναι μεγαλύτερη, με μικρότερα πάγια έξοδα, που σημαίνει αύξηση του καθαρού εισοδήματος.

2) Αύξηση του γεωργικού και οικογενειακού εισοδήματος

Η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος δεν προσφέρεται μόνο από τη μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και από άλλους σημαντικούς παράγοντες. α) με τη χρησιμοποίηση γεωργικών μηχανημάτων όπου αυξάνεται η παραγωγή β) από τη δυνατότητα σποράς των χωραφιών δύο και τρεις φορές το χρόνο, πράγμα αδύνατο να εκπληρωθεί χωρίς μηχανήματα γ) από την εξοικονόμηση εργατικών χεριών στρέφοντας έτσι άλλα μέλη της οικογένειας σε άλλες εργασίες αυξάνοντας έτσι το οικογενειακό εισόδημα δ) από τη δυνατότητα συνεταιριστικών και ομαδικών εργασιών όπου το βεληνεκές των καλλιεργειών είναι σαφώς μεγαλύτερο με αποτέλεσμα την αύξηση του εισοδήματος αλλά και την ομαδική εργασία που διέπει να πνεύμα συνεργασίας.

3) Διαφύλαξη του γεωργικού εισοδήματος με επίσπευση των εργασιών

Όπως γνωρίζουμε το επάγγελμα του γεωργού εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και είναι συνηφασμένο με αυτές. Τη σημερινή εποχή οι αγρότες έχουν τη δυνατότητα μπροστά σε μια καταστροφή από επικείμενα άσχημα φυσικά φαινόμενα, να επισπεύσουν τις εργασίες με τα μηχανήματα έτσι ώστε να προστατεύσουν την παραγωγή τους αλλά να εξασφαλίσουν το κέρδος τους.

4) Απαλλαγή του γεωργού και της οικογένειας του από επίμοχθες εργασίες

Εκτός από τα αυξημένα οικονομικά οφέλη που πρόσφερε η εκμηχάνιση της γεωργίας στους παραγωγούς, προσέφερε απλόχερα την απαλλαγή του γεωργού αλλά και της οικογένειάς του από τις επίμοχθες εργασίες στο χωράφι, στις αποθήκες και στους στάβλους. Ο γεωργός τις περισσότερες φορές χρησιμοποιεί μηχανήματα για τις πιο πολλές εργασίες του, μένοντας του έτσι ελεύθερος χρόνος για τις κοινωνικές πολιτιστικές και μορφωτικές του ανάγκες.

ΒΑΘΜΟΣ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Ο όρος <<βαθμός της εκμηχάνισης>> είναι ο δείκτης που δείχνει το βαθμό της εκμηχάνισης μιας εκμετάλλευσης και κατ' επέκταση, της γεωργίας μιας χώρας.

Δηλαδή ο δείκτης αυτός προσδιορίζει την εκμηχάνιση μιας χώρας από τον αριθμό των διαξονικών ελκυστήρων μέσης ισχύος που αντιστοιχούν σε 1000 στρέμματα καλλιεργημένης έκτασης.

Άλλοι δείκτες είναι: ο αριθμός των καλλιεργήσιμων στρεμμάτων που αντιστοιχεί σε ένα διαξονικό ελκυστήριο μέσης ισχύος ή ακόμη η ισχύς των ελκυστήρων ανά μονάδα επιφανείας ή τέλος και η ισχύς των ελκυστήρων ανά κάτοικο.

Υπάρχουν όμως σε αυτούς τους δείκτες, ορισμένα προβλήματα όπου η σύγκριση μεταξύ διαφόρων χωρών είναι άνιση. Δεν μπορεί δηλαδή στην Ελλάδα π.χ. να έχουμε μέσο όρο ισχύος 45 kw, ενώ σε χώρες του τρίτου κόσμου να είναι πολύ μικρότερη. Επίσης δεν μπορούμε να συγκρίνουμε μόνο την ισχύ διότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες πολύ σημαντικοί όπως οι ελκυστήρες με διπλά διαφορικά που έχουν περισσότερη έλξη έναντι αντιστοίχων με την ίδια ισχύ. Ακόμη, εξ' ορισμού αποκλείεται η συμμετοχή των μονοαξονικών ελκυστήρων στον δείκτη εκμηχάνισης μιας χώρας.

Γνωρίζουμε όμως παραδείγματα, όπως η Ελλάδα, όπου ο αριθμός αυτών των ελκυστήρων φτάνει περίπου τα 125.000 τεμάχια διότι υπάγονται στις ανάγκες των καλλιεργειών. Επίσης σε αυτόν τον δείκτη δεν εμπεριέχονται όλα τα αυτοκινούμενα γεωργικά εργαλεία όπως οι μηχανές συγκομιδής και επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκμηχάνιση της γεωργίας. Ακόμη δεν λαμβάνονται υπόψη τα παρελκόμενα μέσα τα οποία στην ουσία είναι αυτά που εκμηχανίζουν τη γεωργία σε συνδυασμό με την ισχύ του ελκυστήρα. Υποτίθεται ότι με τον ελκυστήρα υπάρχουν και τα κατάλληλα παρελκόμενα αλλά αυτή είναι μια ευτελώς θεωρητική υπόθεση διότι στις υπό ανάπτυξη χώρες υπάρχει διαθέσιμη ισχύς αλλά όχι τα κατάλληλα παρελκόμενα μέσα.

Πίνακας 1.1. Αριθμός ελκυστήρων και δείκτες βαθμού εκμηχάνισης στις χώρες της Ε.Ε. του έτους 1994.

ΧΩΡΑ	Αριθμός ελκυστήρων x1000	Ελκυστήρες ανά 1000 στρέμματα	Καλλιεργ. έκταση εκ. στρέμ.*	Στρέμματα ανά ελκυστήρα
Αγγλία	500	8,4	59,5	119,0
Αυστρία	343	22,7	15,1	44,1
Βέλγιο-Λουξεμβούργο	110	13,9	7,9	71,8
Γαλλία	1330	6,8	194,9	146,5
Γερμανία	1300	10,8	120,3	92,5
Δανία	147	6,2	23,7	161,8
Ελλάδα	232	6,6	35,0	150,9
Ιρλανδία	168	12,7	13,2	78,6
Ισπανία	790	3,9	201,3	254,8
Ιταλία	1470	13,2	111,4	75,8
Ολλανδία	182	19,8	9,2	50,5
Πορτογαλία	150	5,0	30,0	200,0
Σουηδία	165	5,9	27,8	168,5
Φινλανδία	230	8,9	25,9	112,6
Ε.Ε	7117	8,1	875,2	123,0
Ελλάδα (+μοναξονικοί)	357	10,2	35,0	98,0
ΗΠΑ	4800	2,6	1877,8	391,2
Ιαπωνία	2050	46,4	44,2	21,6
Ινδία	1257	0,8	1597,0	1270,5
Κίνα	710	0,7	957,8	1349,0
Ρωσία	1148	0,9	1323,0	1152,5

Πηγή: FAO 1996

* Ως καλλιεργούμενη γη αναφέρεται η έκταση με αροτραίες και μόνιμες καλλιέργειες.

Στατιστικά στοιχεία του 1990 δείχνουν ότι οι παγκόσμιες πωλήσεις ανήλθαν σε 1.000.000 περίπου ελκυστήρες όλων των τύπων. Από αυτούς πωλήθηκαν 370.000 στην Α. Ευρώπη, 200.000 στη Δ. Ευρώπη, 120.000 στις ΗΠΑ και Καναδά, 100.000 στην Ινδία, 90.000 στην Ιαπωνία, 45.000 στην Κ. Αμερική και Αυστραλία και 175.000 στις υπόλοιπες χώρες.

Το ίδιο έτος στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης πωλήθηκαν 192.596 ελκυστήρες ως ακολούθως: Γαλλία 37.232, Ιταλία 31.700, Γερμανία (εκτός Α. Γερμανίας) 30.020, Ισπανία 20.500, Αγγλία 18.148, Φινλανδία 10.500, Πορτογαλία 10.000, Αυστρία 8.805, Ελλάδα 5.942, Ολλανδία 5.700, Σουηδία 5.300, Δανία 3.836, Βέλγιο 3.113, Ιρλανδία 1.800.

Η ισχύς των γεωργικών ελκυστήρων ανά κάτοικο υπολογίζεται ότι είναι ΗΠΑ 0,74 ιππους, Ευρώπη 0,37 , Ιαπωνία 0,1, αναπτυσσόμενες χώρες 0,02 . Στην Ελλάδα ήταν 0,55 ενώ σήμερα φθάνει περίπου το 1,0 ίππο.

Από τα στατιστικά αυτά στοιχεία φαίνεται εκ πρώτης όψεως ότι η χώρα μας

βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα, όσον αφορά τους ελκυστήρες και τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ τους, σε σύγκριση τόσο με τις χώρες της Ε.Ε. όσο και παγκόσμια. Υποστηρίζεται μάλιστα ότι υπάρχει μάλλον περίσσεια ισχύος ιδιαίτερα

σ'ορισμένες περιοχές της χώρας μας δεδομένου ότι ο αριθμός των στρεμμάτων ανά ελκυστήρα κυμαίνεται από 63 έως 300. Υπάρχει όμως μία συγκλίνουσα εκτίμηση των αρμοδίων υπηρεσιών ότι αυτή η ισχύς δεν είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη γιατί λείπουν τα κατάλληλα παρελκόμενα. Οι γεωργοί δηλαδή αγοράζουν μεν ελκυστήρες αλλά δεν έχουν τον υπόλοιπο μηχανικό τους εξοπλισμό.

Παρά το γεγονός πάντως αυτό φαίνεται ότι υπάρχει ακόμη ανάγκη και άλλων ακόμη ελκυστήρων. Στη χώρα μας Οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις προσεγγίζουν το έ

να εκατομμύριο, εκ των οποίων, 450.000 περίπου μικρές με έκταση 1-20 στρεμμάτων, 530.000 με έκταση 20-200 στρεμμάτων και οι υπόλοιπες με έκταση πάνω από 200 στρέμματα. Πολλές από τις εκμεταλλεύσεις αυτές έχουν ανάγκη

ενός ελκυστήρα κατάλληλου τύπου και μεγέθους. Εξάλλου και πολλοί ελκυστήρες που ήδη λειτουργούν πρέπει να ανανεωθούν λόγω της φυσικής ή τεχνολογικής παλαίωσης που έχουν υποστεί. Υπάρχει επίσης ανάγκη πολλών ειδικών ελκυστήρων για αμπελώνες, οπωρώνες και λοιπές καλλιέργειες με ειδικές απαιτήσεις, όπου Οι γενικής χρήσης ελκυστήρες δεν μπορούν να εργασθούν ή δεν εργάζονται ικανοποιητικά.

ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

1. Ορισμός

Γεωργικός ελκυστήρας είναι ένα αυτοκινούμενο όχημα που χρησιμοποιείται για την έλξη, ώθηση και ανάρτηση γεωργικών εργαλείων και μηχανημάτων καθώς και για τη λειτουργία των μηχανισμών τους είτε εν κινήσει είτε εν στάση.

Οι γεωργικοί ελκυστήρες είναι κατασκευασμένοι ώστε να παρέχουν ισχυρή έλξη σε σχέση με το βάρος τους και μάλιστα σε επιφάνειες εδάφους που η πρόσφυση δεν είναι ιδανική.

2. Ιστορική εξέλιξη

Η ιστορία του γεωργικού ελκυστήρα συνδέεται με την ιστορία της εκμηχάνισης της γεωργίας τόσο πολύ ώστε οι δείκτες της εκμηχάνισης, όπως αναφέρθηκε, να στηρίζονται στους ελκυστήρες που χρησιμοποιούνται σε μια περιοχή ή Χώρα. Η εκμηχάνιση δε της γεωργίας είναι μεταξύ εκείνων των συντελεστών που επηρέασαν σημαντικά την ανάπτυξη και χωρίς υπερβολή τον πολιτισμό του σύγχρονου κόσμου.

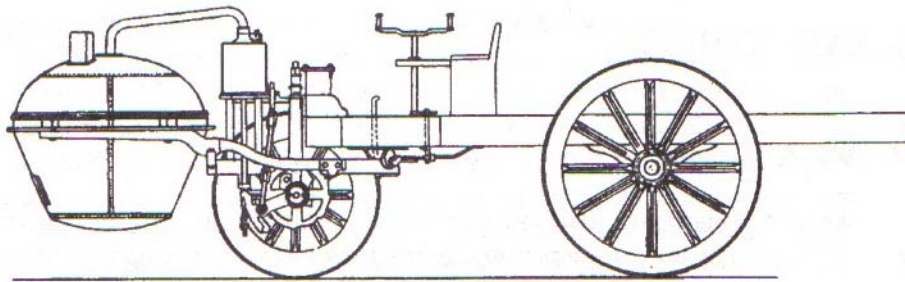
Δύο ήταν τα πιο σημαντικά γεγονότα που συντέλεσαν αποφασιστικά στην εμφάνιση και εξέλιξη των γεωργικών ελκυστήρων: η ανακάλυψη της ατμομηχανής και η ανακάλυψη του κινητήρα εσωτερικής καύσης.

3. Ατμοκίνητοι ελκυστήρες

Η ανακάλυψη της ατμομηχανής προηγήθηκε κατά 100 περίπου χρόνια της ανακάλυψης των κινητήρων εσωτερικής καύσης και ως εκ τούτου οι πρώτοι ελκυστήρες ήταν ατμοκίνητοι.

Το 1712 ο Άγγλος Newcomen κατασκεύασε την πρώτη ατμομηχανή στον κόσμο που χρησιμοποιήθηκε για άντληση νερών από τα βρετανικά ορυχεία κάρβουνου.

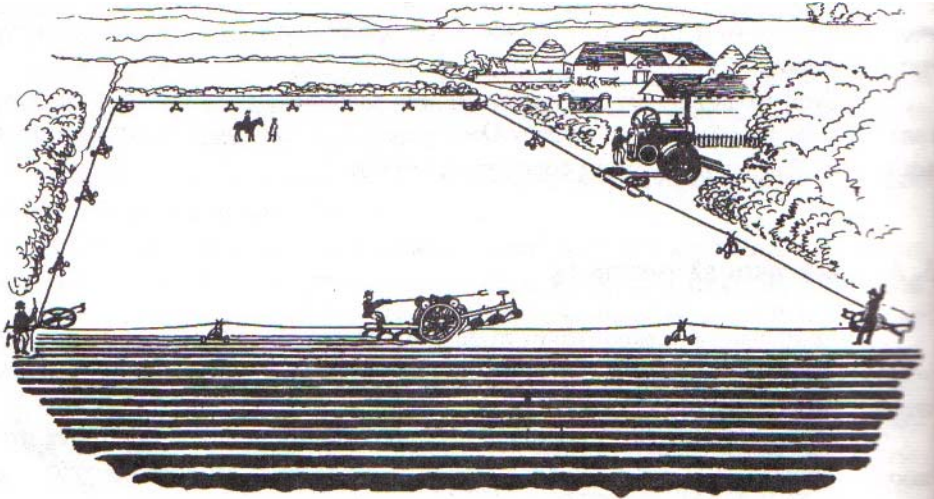
Ο τύπος αυτός της ατμομηχανής βελτιώθηκε από τον Γάλλο J.Gougnot το 1770 και τοποθετήθηκε στο πρώτο αυτοκινούμενο ατμοκίνητο όχημα. Από την εποχή εκείνη μέχρι το 1830 περίπου, η ατμομηχανή βελτιωνόταν συνέχεια και έκαναν την εμφάνισή τους στην Αγγλία, Γαλλία, Γερμανία Και ΗΠΑ αρκετές πρωτότυπες αυτοκινούμενες μηχανές.



Εικ. 1.1. Ατμοκίνητο όχημα του Gougnot.

Το 1834 κατασκευάζεται στην Αγγλία ένα άροτρο ενώ το 1849 ο Άγγλος Pratt εφαρμόζει με ατμοκίνητο κινητήρα όργανο με βαρούλκο.

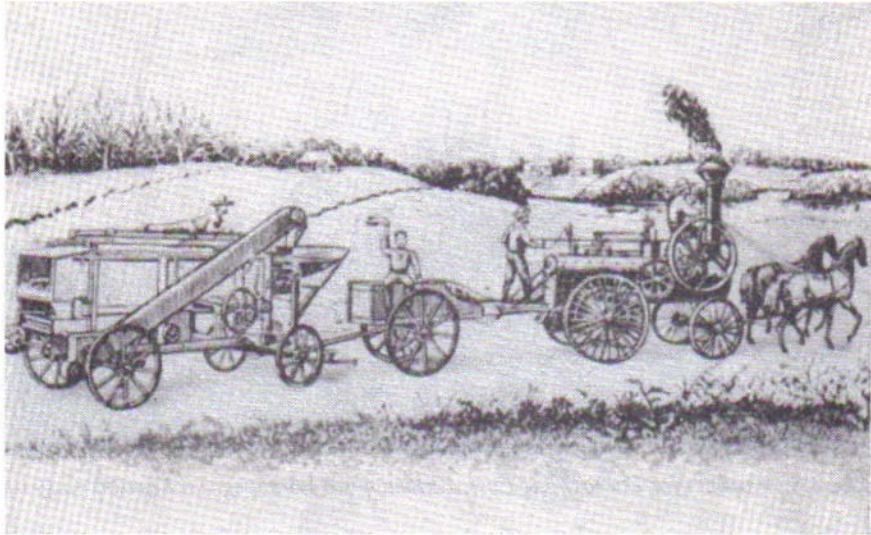
Γενικώς οι πρώτες ατμομηχανές χρησιμοποιήθηκαν για τη μετάδοση της κίνησης σε αλωνιστικές και άλλες μηχανές και μεταφέρονταν όπως και οι λιτές μηχανές με τη βοήθεια βοών ή ίπων. Οι ατμομηχανές της εποχής αυτής ήταν μικρής ισχύος βαριές και δυσκίνητες.



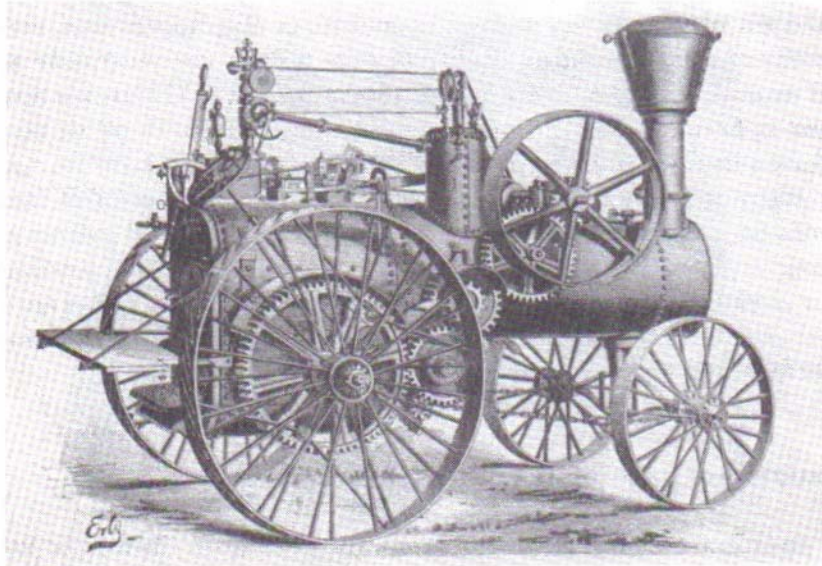
Εικ. 1.2. Όργωμα με βαρούλκο. Ως κινητήρια μηχανή χρησιμοποιείται ατμομηχανή (1850).

Το επόμενο βήμα ήταν η μετατροπή των ατμομηχανών αυτών σε αυτοκινούμενες. Κατά κύριο λόγο οι μηχανές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την έλξη αρότρων.

Το 1858 ο Falkes κατασκεύασε ένα επιτυχημένο αυτοκινούμενο ατμάροτρο που όργωνε με 8 ηνία και ταχύτητα 4,8 km/h



*Εικ. 1.3. Ατμομηχανή χρησιμοποιούμενη για μετάδοση της κίνησης σε αλωνιστική σιτηρών
Η ατμομηχανή μεταφέρεται με ίππους (περί το 1850).*



Εικ. 1.4. Αυτοκινούμενος ατμοκίνητος ελκυστήρας ισχύος 4-8 Ps (περί το 1850).

Κατά το διάστημα 1870-1880 βελτιώθηκαν σημαντικά οι ατμοκίνητοι ελκυστήρες και χρησιμοποιήθηκαν πολυάριθμοι, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, για άροση και για μετάδοση ισχύος σε άλλες γεωργικές μηχανές. Η ισχύς τους έφθανε μέχρι και 120 HP με βάρος όμως πολύ μεγάλο (15-20 τόνους).



Εικ. 1.5. Ατμοκίνητος ελκυστήρας Case. Επίδειξη στο Winnipeg του Καναδά το 1910.

Οι ελκυστήρες αυτοί λόγω του μεγάλου βάρους και του όγκου τους ήταν σχεδόν ακατάλληλοι για κατευθείαν έλξη αρότρων. Λόγω όμως των πληθυσμιακών αλλαγών που αποτελούνταν την εποχή εκείνη στις ΗΠΑ και την αύξηση των γεωργών αλλά και την ανάγκη για γεωργικά προϊόντα, Οι ελκυστήρες αυτοί, παρά Τα μειονεκτήματά Τους, συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση των γεωργικών προϊόντων. Η ανάπτυξη των ελκυστήρων συνεχίστηκε μέχρι και το 1915 αν και προσπάθειες για τη βελτίωσή τους συνεχίστηκαν μέχρι και το 1930. Παρά τις προσπάθειες όμως αυτές οι ελκυστήρες αυτοί δεν μπόρεσαν να δώσουν λύση στο πρόβλημα της γεωργίας λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσίαζαν όπως:

α) Το μεγάλο βάρος ανά μονάδα ισχύος.

β) Η έλλειψη ευελιξίας.

γ) Η ανάγκη χρησιμοποίησης μεγάλων ποσοτήτων καύσιμης ύλης (ξύλα, άνθρακες) και μεγάλων ποσοτήτων νερού για παραγωγή.

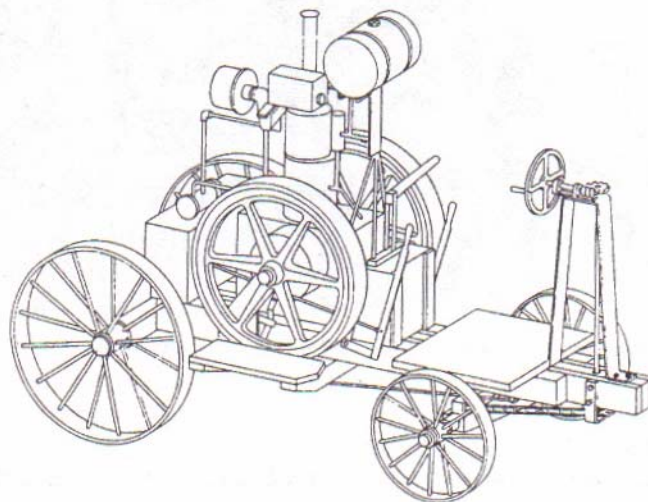
- δ) Η ανάγκη απασχόλησης ατόμων και μεταφορικών μέσων για τον εφοδιασμό των ελκυστήρων και
ε) Απώλεια χρόνου για την προετοιμασία της εκκίνησης.

4. Ελκυστήρες με κινητήρες εσωτερικής καύσης

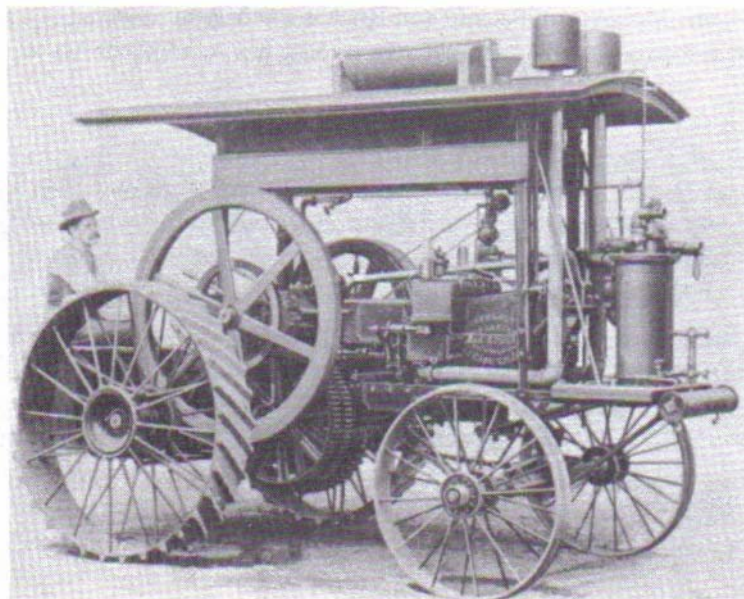
Οι πρώτες προσπάθειες για την κατασκευή κινητήρων εσωτερικής καύσης χρονολογούνται από την εποχή της κατασκευής της πρώτης ατμομηχανής.

Εντούτοις κινητήρας εσωτερικής καύσης δημιουργήθηκε περί το 1830.

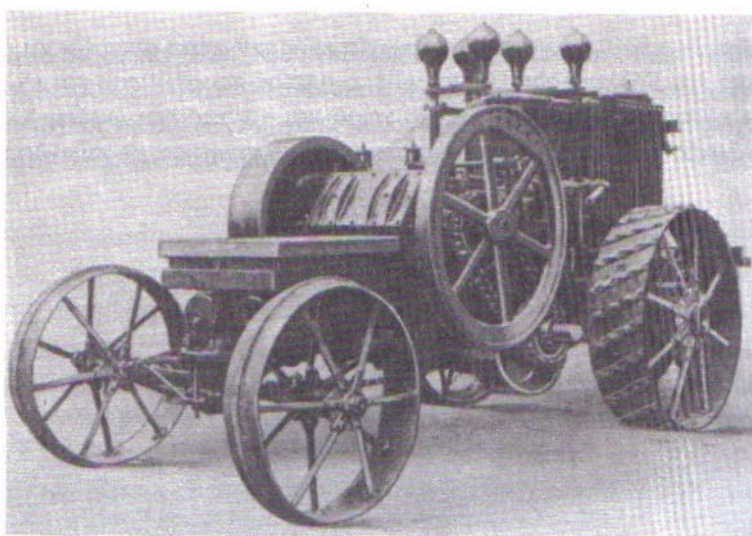
Η πρώτη προσπάθεια για τη δημιουργία ενός κινητήρα αναφέρεται ότι έγινε το 1678 από τον Γάλλο A.Hautefeuille ο οποίος προσπάθησε και εν μέρει το πέτυχε να καύσει πυρίτιδα σε κλειστό χώρο και να παράγει ωφέλιμο έργο. Το 1680 ένας Ολλανδός κατασκεύασε κινητήρα με κύλινδρο και έμβολο.



Εικ. 1.6. Βενζινοκίνητος ελκυστήρας του J. Froelich του 1892.



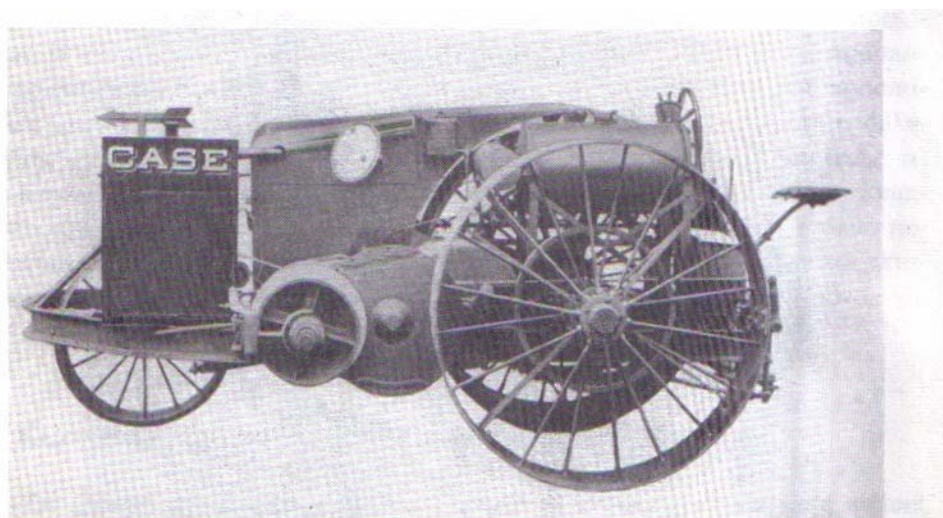
Εικ. 1.7. Ελκυστήρας Case με κινητήρα εσωτερικής καύσης (1892).



Εικ. 1.8. Ο πρώτος ελκυστήρας της εταιρίας Hart Parr (1901).

Το 1830 ο Άγγλος Samuel κατασκεύασε ένα κινητήρα ατμοσφαιρικού τύπου. Ως καύσιμα χρησιμοποίησε πυρίτιδα. Το 1860 ο Γάλλος P. Lenoir κατασκεύασε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης με καύσιμο φωταέριο, που βρήκε κάποια εμπορική επιτυχία.

Το 1862 ο Γάλλος B. Rochas διατύπωσε τη θεωρία των κινητήρων τεσσάρων χρόνων. Μολονότι η Θεωρία του Rochas απεδείχθει μεγάλης αξίας για την κατασκευή τετράχρονων βενζινομηχανών ο ίδιος δεν κατόρθωσε να κατασκευάσει μία μηχανή που βασίζεται στις ιδέες του.



Εικ. 1.9. Τρίτροχος βενζινοκίνητος ελκυστήρας Case (1916).

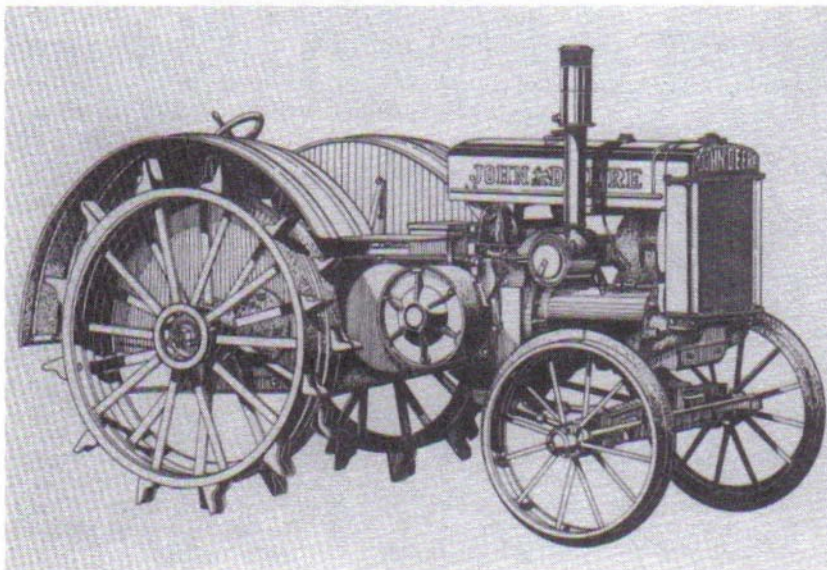
Το 1876 ο Γερμανός Nic. Otto με βάση τις θεωρίες του Rochas κατασκεύασε μία μηχανή που τελειοποιήθηκε το 1878. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποίησε φωταέριο. Μολονότι ο κύκλος λειτουργίας της μηχανής διατυπώθηκε από τον Rochas σήμερα είναι γνωστός ως κύκλος Otto.

Δύο χρόνια μετά την επινόηση του Otto ο Άγγλος Clerk έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για ένα δίχρονο κινητήρα.

Το 1892 ο Γερμανός Rudolf Diesel συνελαβε την ιδέα να προκαλέσει ανάφλεξη του μίγματος καυσίμου-αέρα λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται από τη μεγάλη πίεση.

Οι πρώτες δοκιμές δεν υπήρξαν επιτυχείς λόγω ακαταλληλότητας του καυσίμου. Στις δοκιμές αυτές χρησιμοποιούσε σκόνη άνθρακα. Το 1897 κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα με αυτανάφλεξη, χρησιμοποιώντας ως καύσιμη ύλη το πετρέλαιο. Ο κινητήρας αυτός και ο κύκλος λειτουργίας που φέρει σήμερα το όνομά του καθιερώθηκε γρήγορα και συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Το πρώτο βήμα για την κατασκευή ενός ελκυστήρα με κινητήρα εσωτερικής καύσης ήταν η αντικατάσταση της ατμομηχανής ενός ατμοκίνητου ελκυστήρα στο κινητήρα εσωτερικής καύσης. Πράγματι το 1889 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ο πρώτος βενζινοκίνητος ελκυστήρας από την εταιρία Charter Engine Company. Το 1892 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ένας επιτυχημένος βενζινοκίνητος ελκυστήρας. Ο κατασκευαστής ίδρυσε την εταιρία Waterloo Gasoline Engine Co που μετεξελίχθηκε στην εταιρία John Deere.



Εικ. 1.10. Ελκυστήρας John Deere του 1930.

Τα έτη 1892 και 1898 πολλές εταιρίες όπως η Case κατασκεύασαν διάφορους τύπους βενζινοκινητήρων ελκυστήρων. Το 1902 η Mac Cormic Harvester ενώνεται με την Deering Harvester και ιδρύουν την International Harvester, ενώ το 1902 ο Hart Parr ιδρύει επιχείρηση που ασχολείται αποκλειστικά με την κατασκευή γεωργικών ελκυστήρων. Η Hart Parr μετεξελίχθηκε αργότερα στην Εταιρία Olliver.

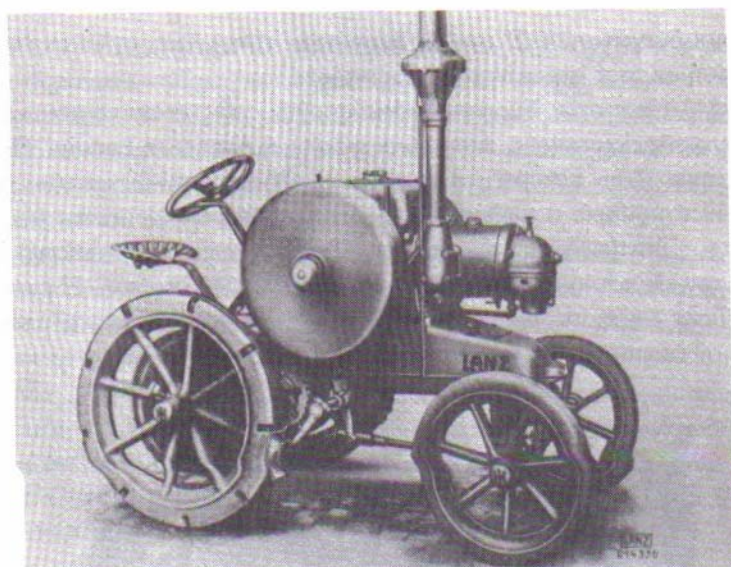
Οι πρώτοι αυτοί βενζινοκίνητοι ελκυστήρες δεν διέφεραν πολύ στην εμφάνιση από τους ατμοκίνητους. Ήταν βαριάς κατασκευής και με αργόστροφες, μονοκύλινδρες συνήθως, μηχανές. Σε σύγκριση με τους ατμοκίνητους ήταν πιο εύκολοι στην εκκίνηση και δεν είχαν ανάγκη από μεγάλες ποσότητες νερού και καύσιμου υλικού.

Μεταξύ του 1900 και 1915 θα μπορούσε να ειπωθεί ότι άρχισαν ουσιαστικά οι προσπάθειες για την κατασκευή ελκυστήρων με βάση αρχές που χρησιμοποιούνται και σήμερα.

Μεταξύ αυτών που συνέβαλαν στην εξέλιξη αυτή ήταν ο ιδρυτής της βιομηχανίας κατασκευής αυτοκινήτων Henry Ford. Ο Ford από το 1907 πειραματίστηκε στην κατασκευή ελκυστήρων από εξαρτήματα αυτοκινήτων και θεριστικών μηχανών. Το 1917 κατασκευάζει τον ελκυστήρα Fordson ο οποίος αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη των ελκυστήρων. Ο ελκυστήρας αυτός παρήχθη μαζικώς σε πολύ μεγάλο αριθμό (750000 τεμάχια) σε διάστημα ένδεκα ετών. Ήταν ελαφρύς, φθηνός, ευέλικτος και ανθεκτικός.



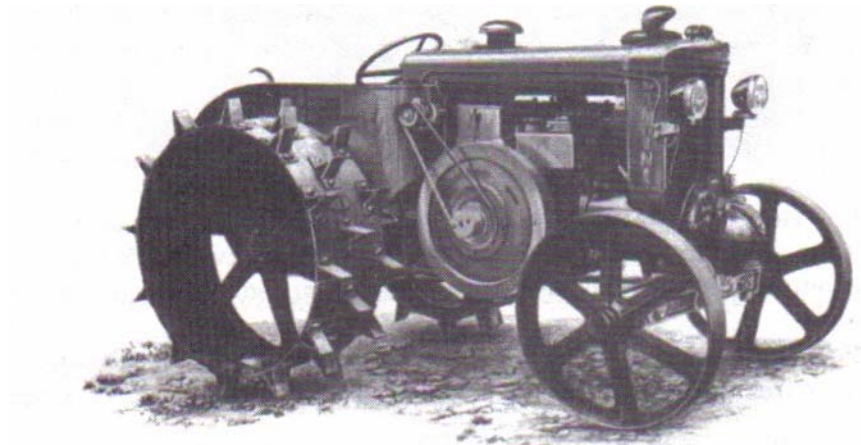
Εικ. 1.11. Ελκυστήρας Fordson της εταιρίας Ford (1917).



Εικ. 1.12. Ελκυστήρας Lanz (1921).

Η εποχή της δημιουργίας του ήταν η εποχή του πρώτου παγκοσμίου πολέμου και η ανάγκη σε γεωργικούς ελκυστήρες ήταν πολύ μεγάλη στις ΗΠΑ λόγω της έλλειψης ζώων εργασίας που αποστέλλονταν στην Ευρώπη. Μετά τον πόλεμο έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανόρθωση, Στη χώρα μας είχε εισαχθεί μικρός αριθμός ελκυστήρων του τύπου αυτού.

Το 1908 οργανώθηκε στον Καναδά διαγωνισμός μεταξύ ελκυστήρων διαφόρων τύπων, ενώπιον πλήθους ενδιαφερομένων.

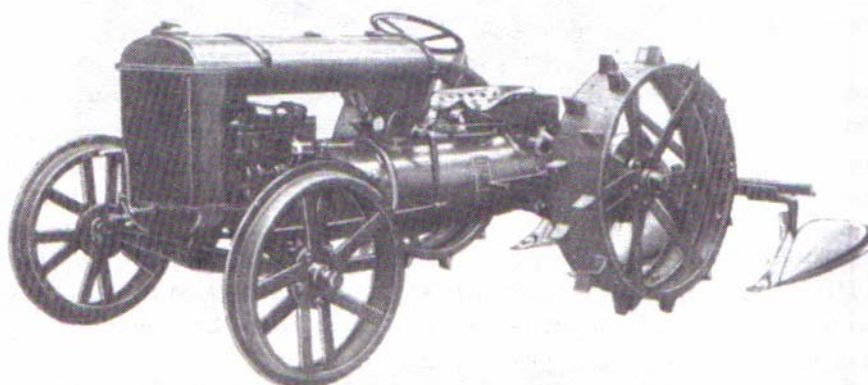


Εικ. 1.13. Ελκυστήρας Landini 50 Ps (1934).

Επακολούθησαν δε και άλλοι τέτοιοι διαγωνισμοί σ' αυτούς διαφάνηκε τότε η υπεροχή των βενζινοκινητήρων σε σχέση με τους ατμοκίνητους ελκυστήρες.

Παράλληλα και στην Ευρώπη αναπτύσσονται νέες εταιρίες που κατασκευάζουν γεωργικούς ελκυστήρες, όπως είναι πολλές από αυτές κατασκευάζουν ελκυστήρες με μονοκύλινδρους κινητήρες.

Το 1919 εγκρίθηκε ο κώδικας δοκίμων ελκυστήρων που οδήγησε στην ταχύτερη βελτίωση των ελκυστήρων. Το ίδιο έτος η International Harvester εφοδιάζει τον ελκυστήρα της Junior 8-16 με PTO 540 στρ/min. Η εμφάνιση του PTO συνέβαλε αποφασιστικά στην εξέλιξη της εκμηχάνισης γιατί μπορούσε να δώσει κίνηση σε παρελκόμενα μηχανήματα.



Εικ. 1.14. Ελκυστήρας Ferguson του 1935 με σύστημα υδραυλικής ανύψωσης των εργαλείων.

Το 1924 εμφανίζεται ο πρώτος τρίτροχος ελκυστήρας κατάλληλος για εργασία σε γραμμικές καλλιέργειες. Μικρός αριθμός του ελκυστήρα αυτού εισήχθη και στη χώρα μας.

Από το 1930 και μετά η πρόοδος είναι ραγδαία. Το 1931 η Firestone εφοδιάζει έναν ελκυστήρα με ελαστικά πνευστού τύπου. Η βελτίωση αυτή υπήρξε πολύ σημαντική στην εξελικτική πορεία του ελκυστήρα.

Το 1935 εμφανίσθηκαν τα πρώτα συστήματα υδραυλικής ανάρτησης των εργαλείων ενώ το 1938 το πρώτο υδραυλικό σύστημα ανάρτησης τριών σημείων με αυτόματη ρύθμιση του βάθους, αναλόγως της προβαλλόμενης αντίστασης .

Το 1947 βρίσκεται σε εξέλιξη το σχέδιο για την ανοικοδόμηση της Ευρώπης. Το σχέδιο αυτό βοήθησε σημαντικά την εκμηχάνιση των κρατών της Ευρώπης.

Το 1950 εμφανίζονται PTO ημιανεξάρτητα και ανεξάρτητα, με περιστροφή του PTO ανεξάρτητη της μετακίνησης του ελκυστήρα. Η διάδοση του PTO γενικεύεται.

Μέχρι το 1960 παρατηρείται σημαντική αύξηση της ισχύος των ελκυστήρων καθώς και σημαντική αύξηση των ελκυστήρων με κινητήρες Diesel.

Στη δεκαετία 1950-60 εμφανίζονται τα υδραυλικά συστήματα διεύθυνσης, ο μεγαλύτερος αριθμός βαθμίδων ταχυτήτων Και Οι αυτόματες μεταδόσεις.

Το 1957 υπογράφεται η Συνθήκη της Ρώμης για την ίδρυση της ΕΟΚ που έδωσε σημαντική ώθηση στη γεωργία των χωρών μελών.

Δεκαετία 1960-70: Χρησιμοποιούνται ελαστικά τώ3 και στους ελκυστήρες. Η ισχύς των ελκυστήρων αυξάνεται συνεχώς. Δίνεται μεγάλη έμφαση στην άνεση και την ασφάλεια των χειριστών.

Δεκαετία 1970-80: Εμφανίζονται οι υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες Diesel στους ελκυστήρες. Δίνεται έμφαση στην ασφάλεια και άνεση των χειριστών. Η ισχύς εξακολουθεί να αυξάνεται. Οι μεγάλοι ελκυστήρες εφοδιάζονται με θάλαμο ασφαλείας. Οι ελκυστήρες με τέσσερες κινητήριους τροχούς καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό στις προτιμήσεις των χρηστών.



Εικ. 1.15. Σύγχρονος ελκυστήρας γενικής χρήσης.

Κατά τη δεκαετία 80 και 90 η ισχύς των ελκυστήρων συνεχίζει να αυξάνεται. Οι ελκυστήρες με 4 κινητήριους τροχούς καταλαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερο ποσοστό στις προτιμήσεις των χρηστών, ιδιαίτερα οι μεγάλης ισχύος. Γενικεύεται ο θάλαμος ασφαλείας για τους μεγάλους ελκυστήρες. Η ασφάλεια και η άνεση συνεχίζουν να θεωρούνται προτεραιότητες. Βελτιώνονται τα συστήματα μετάδοσης. Εμφανίζονται βοηθητικά ηλεκτρονικά συστήματα για έλεγχο της λειτουργίας των ελκυστήρων και έλεγχο της ποιότητας της εργασίας. Οι χειρισμοί ευκολύνονται με κατάλληλα χειριστήρια. Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ισχύος αναρτώνται μηχανήματα και στο πρόσθιο μέρος του ελκυστήρα. βελτιώνονται τα υδραυλικά συστήματα. Εμφανίζονται εξειδικευμένοι τύποι ελκυστήρων, κατάλληλοι για ειδικές χρήσεις.

5. Διάδοση των γεωργικών ελκυστήρων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, μεγάλες εν στάση μηχανές τοποθετημένες ανά δύο στα άκρα του χωραφιού που κινούσαν βαριά άροτρα με συρματόσχοινα, χρησιμοποιήθηκαν στα κτήματα της Θεσσαλίας μετά το 1908. Αργότερα έκαναν την εμφάνισή τους μεγάλοι ατμοκίνητοι ελκυστήρες 88-150 ίππων, ελκυστήρες αυτών των τύπων χρησιμοποιήθηκαν στη Θεσσαλία μετά το 1915 και μέχρι περίπου το 1938. Το 1917 ιδρύθηκαν τα κρατικά κέντρα βενζιναρότρων και έγινε εισαγωγή μικρού αριθμού βενζινοκίνητων ελκυστήρων, για την εξασφάλιση του επισιτισμού του στρατού, με καλλιέργεια δημοσίων εκτάσεων. Κρατικό κέντρο βενζιναρότρων υπήρξε και το αγρόκτημα του πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το 1920 έγινε μία ακόμη κρατική εισαγωγή μικρού αριθμού ελκυστήρων για εκχερσώσεις. Από το 1922 οι κρατικοί ελκυστήρες αξιοποιήθηκαν από την Υπηρεσία Μηχανικής Καλλιέργειας .

Μέχρι το 1930 οι ιδιωτικοί ελκυστήρες ήταν ελάχιστοι και ανήκαν σε μεγαλοκτηματίες. Η πρόοδος που σημειώθηκε μέχρι το 1940 ήταν πολύ μικρή. Υπολογίζεται ότι υπήρχαν 1040 ελκυστήρες διαφόρων τύπων και μεγεθών. Σημειώνεται

χαρακτηριστικά ότι έως τις αρχές του Β παγκόσμιου Πολέμου δεν υπήρχαν στη χώρα μας ούτε αντιπρόσωποι εισαγωγής.

Μετά το τέλος του πολέμου άρχισε η αθρόα εισαγωγή γεωργικών ελκυστήρων από πολλές χώρες που αντικαθιστούσαν τα ζώα εργασίας. Άλλωστε πολύ μεγάλος αριθμός των ζώων εργασίας (Πάνω από 60%) είχαν χαθεί κατά τη διάρκεια του πολέμου. Το 1954 υπήρχαν στη χώρα μας περίπου 8.500 ελκυστήρες, οι περισσότεροι μικρής μέσης ισχύος (25-40 ίππων). Το 1960 με την εισαγωγή νέων ελκυστήρων, ο αριθμός στη χώρα μας φθάνει τους 25.588 περίπου.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1962-1972 σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας εισήχθησαν στη χώρα μας περίπου 60000 ελκυστήρες μέσης ισχύος 40-55 ίππων. Με τις εισαγωγές αυτές το 1972 ο αριθμός των διαξονικών ελκυστήρων έφθανε τις 80.060 ενώ είχε εισαχθεί επίσης ένας σημαντικός αριθμός (35.500 περίπου) μοναξονικών ελκυστήρων ισχύος 2-8 ίππων. Το 1981 ο συνολικός αριθμός διαξονικών και μοναξονικών ελκυστήρων φθάνει τους 238.000. Το 1989 υπολογίζεται ότι υπήρχαν 188.000 διαξονικοί ελκυστήρες μέσης ισχύος 61 ίππων (44,5 kW) καθώς και 105.000 μικροί μοναξονικοί μέσης ισχύος 8,5 ίππων. Η κατανομή των διακονικών ελκυστήρων σύμφωνα με την ισχύ τους το 1989 ήταν: 39% μέχρι 50 Ps, 39% από 50-70 Ps, 19% από 70-100 Ps, 2,5% από 100-125 Ps και 0,5% πάνω από 125 Ps. Έτσι το 80% περίπου των ελκυστήρων είχε ισχύ μέχρι 70 Ps. Το 1994 ο αριθμός των διαξονικών ελκυστήρων ανέρχεται σε 232.000 ενώ των μικρών μοναξονικών σε 125.000. Σήμερα εκτιμάται ότι οι διαξονικοί φθάνουν τους 245.000 ενώ οι μοναξονικοί τους 140.000.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται μια αύξηση του αριθμού των ελκυστήρων από το 1960 μέχρι σήμερα περίπου 15 φορές ενώ από το 1970 μέχρι σήμερα εξαπλασιασμός. Παράλληλα παρατηρείται και αύξηση της ισχύος. Από τα μέσα της δεκαετίας του '60 εργάζονται αρκετοί ελκυστήρες 100 ίππων ενώ από το 1975 ελκυστήρες ακόμη μεγαλύτερης ισχύος (μέχρι 150 ίππων). Τα τελευταία χρόνια εισήχθησαν σε πολύ περιορισμένους αριθμούς και για επαγγελματική κυρίως χρήση

και ελκυστήρες ισχύος μεγαλύτερης των 200 ίππων. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 εισήχθησαν σε περιορισμένους αριθμούς στην αρχή, με συνεχή αύξηση όμως μέχρι σήμερα, ελκυστήρες με τέσσερες κινητήριους τροχούς ή με διπλό διαφορικό όπως είναι επίσης γνωστοί.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των διαξονικών και μοναξονικών ελκυστήρων στη χώρα μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 15.000.000 Ps ή 11.000.000kW περίπου (11.000 Mw). Αν γίνει μία σύγκριση με την εγκατεστημένη ισχύ της ΔΕΗ, που κατά κοινή ομολογία θεωρείται υψηλή προκύπτει, στρογγυλεύοντας τους αριθμούς, ότι η εγκατεστημένη ισχύς των ελκυστήρων είναι περίπου ίση με εκείνη της ΔΕΗ. Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται από τους ελκυστήρες (διαξονικούς και μοναξονικούς) υπολογίζεται ότι υπερβαίνει τις 11.000 KW. Φθάνει δηλαδή περίπου το 1/3 της παραγόμενης από τη ΔΕΗ ηλεκτρικής ενέργειας.

Το μέγεθος των διαξονικών ελκυστήρων (60 P) σε σχέση με το μικρό μέσο μέγεθος των εκμεταλλεύσεων (40 στρέμματα περίπου) καθώς και σε σχέση με το είδος των καλλιεργούμενων φυτών έχει ως αποτέλεσμα μία μέση ετήσια απασχόληση Περίπου 500 ωρών όπως υπολογίσθηκε από έρευνα του 1989, με διακύμανση από 400 ώρες περίπου στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη μέχρι 560 ώρες στη Δ. Ελλάδα. Για τους μοναξονικούς η μέση ετήσια απασχόληση υπολογίζεται σε 110 ώρες. Η ετήσια απασχόληση των 500 ωρών θεωρείται και είναι πράγματι μικρή με αποτέλεσμα αυξημένο ωριαίο κόστος λειτουργίας των ελκυστήρων που επιβαρύνει τελικά το κόστος των προϊόντων.

3. Ηλεκτρονικές διατάξεις και συστήματα

Στα τα μέσα της δεκαετίας του '80 και μετά την χρησιμοποίηση των θαλάμων προστασίας των αναπαικτικών καθισμάτων και των σπαστών και ρυθμιζόμενων πηδαλίων οδήγησης οι κατασκευάστριες εταιρίες προχώρησαν στην ενσωμάτωση στους ελκυστήρες διατάξεων ηλεκτρονικών και αυτοματισμών. Η τεχνολογία αυτή ήταν ήδη γνωστή και

εφαρμοζόταν στα αυτοκίνητα. Πράγματι το 1985 πρώτη η Massey Ferguson εφάρμοσε ηλεκτρονικά συστήματα στα όργανα ελέγχου στα κορυφαία μοντέλα της με σημαντικά βελτιωμένες δυνατότητες έναντι των συμβατικών. Έκτοτε όλες οι μεγάλες εταιρίες εφοδιάζουν, προς το παρόν τα κορυφαία μοντέλα τους, με ηλεκτρονικά συστήματα ενδείξεων αλλά και αυτοματισμούς και ελπίζετε ότι γρήγορα θα εφοδιάζονται με τέτοιες διατάξεις και οι μικρότεροι ελκυστήρες.

Η μέχρι τώρα συμπεριφορά έχει δείξει ότι τα όργανα αυτά είναι αξιόπιστα, χωρίς βλάβες και προσφέρουν σημαντική βοήθεια στον χειριστή. Η αποδοχή από τους γεωργούς υπήρξε συγκρατημένη στην αρχή, όπως κάθε καινοτομία. Μετά τις πρώτες εφαρμογές φαίνεται ότι οι γεωργοί αποδέχθηκαν την καινοτομία. Είναι ευνόητο βέβαια ότι απαιτείται εκπαίδευση των χειριστών στη νέα αυτή κατάσταση έτσι ώστε να αντιλαμβάνονται σωστά τι σημαίνουν οι ενδείξεις και σε τι ενέργειες πρέπει να προβαίνουν, αν είναι απαραίτητο, ώστε ο ελκυστήρας να εργάζεται αποδοτικότερα.

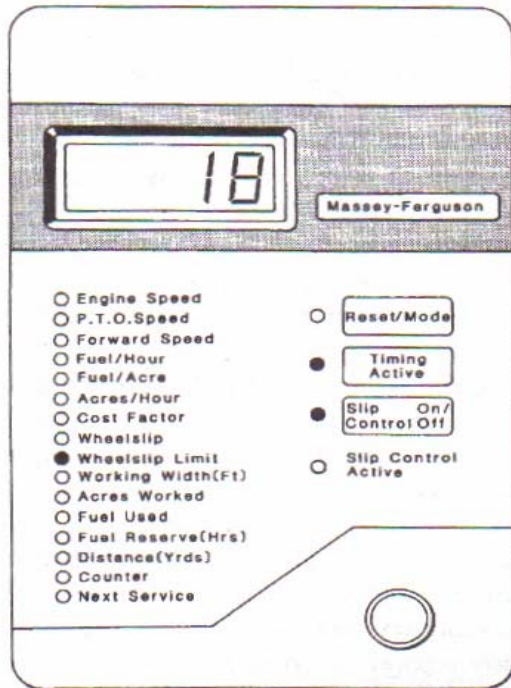
Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός των ελκυστήρων μπορεί να περιλαμβάνει μόνο ηλεκτρονικά όργανα ενδείξεων της λειτουργίας του ελκυστήρα. Σε πιο προχωρημένες διατάξεις περιλαμβάνει και αυτοματισμούς για ρύθμιση λειτουργιών του ελκυστήρα αυτομάτως, μέσα σε προκαθορισμένα εκ των προτέρων όρια. Ανάλογοι εξοπλισμοί πάντως έχουν ενσωματωθεί και σε άλλα γεωργικά μηχανήματα και κυρίως στις αυτοκινούμενες μηχανές συγκομιδής γεωργικών προϊόντων, όπως θεριζοαλωνιστικές, μηχανές συλλογής βάμβακος, ζαχαρότευτλων, ντομάτας, πατάτας κλπ., αυτοκινούμενους ψεκαστήρες κ.ά.

Ο ηλεκτρονικός πίνακας των ελκυστήρων περιλαμβάνει συνήθως τις ενδείξεις: ταχύτητα κινητήρα (rpm), ταχύτητα PTO (rpm), ταχύτητα προώθησης του ελκυστήρα (Km/h), ολίσθηση των κινητήριων τροχών (%). Επίσης την ποσότητα του πετρελαίου που καταναλώθηκε καθώς και την υπάρχουσα στο δοχείο, τη θερμοκρασία του νερού, την πίεση του λαδιού, ένδειξη φόρτισης της μπαταρίας, πίεση και θερμοκρασία των

λαδιών του υδραυλικού συστήματος, γενική κατάσταση του κινητήρα.

Περιλαμβάνει επίσης την ωριαία κατανάλωση καυσίμου που κατεργάστηκε ο ελκυστήρας με το παρελκόμενα, την ωριαία επιφάνεια (ha/h), την κατανάλωση ανά μονάδα επιφανείας (l/ha). Επίσης ενδείξεις για το αν είναι σε εμπλοκή το πρόσθιο διαφορικό ή το χειρόφρενο, ενδείξεις για το φωτισμό και τον κλιματισμό. Συνήθως τα όργανα αυτά ελέγχου είναι τοποθετημένα στην θέση που έχουν κλασικά όργανα ελέγχου. Πολλοί κατασκευαστές πάντως τα τοποθετούν και στις πλαϊνές κατακόρυφες κολόνες των θαλάμων προστασίας. Οι περισσότερες ενδείξεις είναι ψηφιακές και συνήθως ο πίνακας είναι χωρισμένος σε 2 ή 3 τμήματα κάθε ένα από τα οποία έχει ορισμένο αριθμό ενδείξεων. Διακόπτες επιτρέπουν στο χειριστή να επιλέγει την ένδειξη της λειτουργίας που επιθυμεί.

Εκτός από τα ανωτέρω, στα περισσότερα κορυφαία μοντέλα των εταιριών, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης της ολίσθησης. ο χειριστής προεπιλέγει συνήθως τη μέγιστη επιτρεπτή ολίσθηση των κινητήριων τροχών και δίνει εντολή στο σύστημα να μην επιτρέπει να ξεπεραστεί το όριο αυτό (συνήθη όρια 16-18%).



Εικ. 14.18. Ηλεκτρονικός πίνακας ενδείξεων της Massey-Fergusson.



Εικ. 14.19. Ηλεκτρονικός πίνακας οργάνων ελκυστήρα (Ford New Holland).

Μόλις η ολίσθηση ξεπεράσει το επιτρεπτό όριο το σύστημα επεμβαίνει και αίρει μέρος του φορτίου, ανασηκώνοντας λίγο τα εργαλεία μέσω του υδραυλικού συστήματος. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση σε επίπεδα κάτω του ορίου που θέτει ο χειριστής. Ταυτόχρονα με την επέμβαση προβάλλεται και ένδειξη στον ανάλογο πίνακα. Η βοήθεια που παρέχει το σύστημα στον

χειριστή όπως γίνεται κατανοητό είναι πολύ σημαντική. Ο χειριστής δεν ασχολείται συνεχώς με τις ρυθμίσεις αλλά με την οδήγηση και την καλή ποιότητα της εργασίας. Επιτυγχάνεται δε οικονομία στα καύσιμα και καλύτερη αξιοποίηση της ισχύος του ελκυστήρα.

Προηγμένα συστήματα, εκτός από τα ανωτέρω, αναλαμβάνουν το ξεκλείδωμα του διαφορικού όταν ανασηκώνονται τα υδραυλικά και αυτόματο κλείδωμα όταν κατεβαίνουν, εφόσον επιλέξει ο χειριστής τις ρυθμίσεις αυτές. Επιτυγχάνουν επίσης αυτόματη εμπλοκή του πρόσθιου διαφορικού με την ενεργοποίηση των φρένων, έτσι ώστε να λειτουργεί ως πέδη και το πρόσθιο διαφορικό, όπως αναφέρθηκε στο ανάλογο κεφάλαιο. Το ίδιο επιτυγχάνεται και με το χειρόφρενο, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη σταθεροποίηση του ελκυστήρα.

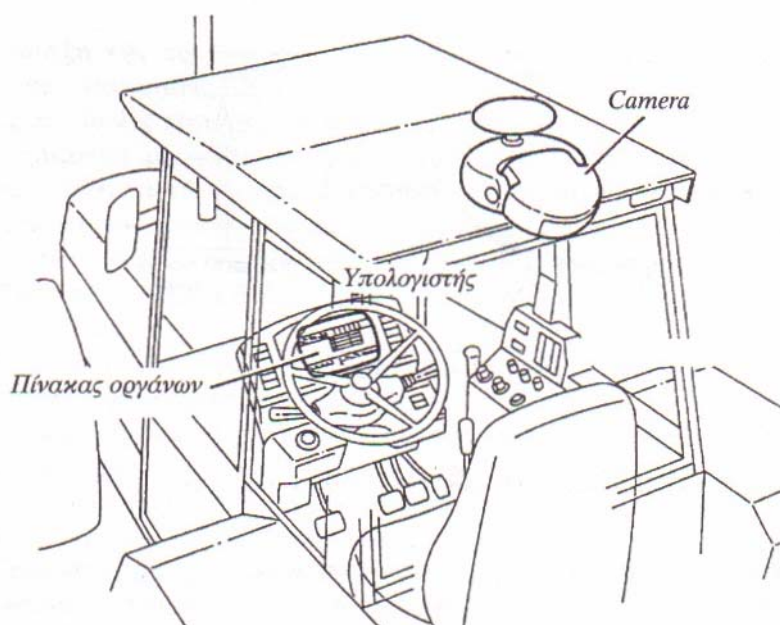
Σ' ορισμένους ελκυστήρες όταν η ταχύτητα ξεπεράσει κάποιο όριο, συνήθως τα 15 Km/h, το ηλεκτρονικό σύστημα επεμβαίνει και δίνει εντολή σε κατάλληλους σερβομηχανισμούς ώστε να αποσυμπλέκεται το πρόσθιο διαφορικό και να επιτυγχάνεται έτσι, μεγαλύτερη ταχύτητα και μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.

Όσον αφορά τα υδραυλικά συστήματα ανύψωσης των εργαλείων σ' ορισμένους ελκυστήρες υπάρχει η δυνατότητα μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων και ελέγχου να επιλέγονται ρυθμίσεις θέσης ή αντίστασης ή ακόμη και συνδυασμός των δύο όταν οι συνθήκες το απαιτούν. Η βοήθεια που μπορούν να προσφέρουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις του υδραυλικού συστήματος είναι πολύ σημαντική. Η ποιότητα της εργασίας είναι πολύ καλή και ο χειριστής δεν απασχολείται συνεχώς με τον έλεγχο των εργαλείων.

Σε εξέλιξη βρίσκονται αυτή τη στιγμή συστήματα παρακολούθησης της εργασίας των αναρτώμενων εργαλείων στο υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα. Η παρακολούθηση αυτή θα γίνεται μέσω ηλεκτρονικής κάμερας τοποθετημένης στην οροφή της καμπίνας. Η κάμερα θα μπορεί να στρέφεται σε οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο και να εστιάζει σε θέσεις που επιλέγει ο χειριστής. Ο χειριστής θα παρακολουθεί μέσω

οθόνης ότι συμβαίνει, χωρίς να είναι αναγκασμένος να στρέφει συνεχώς το σώμα και την κεφαλή προς τα πίσω.

Σε κάποια κορυφαία μοντέλα ορισμένων εταιριών δίνεται η δυνατότητα καταγραφής σε δισκέτα των δεδομένων που αφορούν την απόδοση του ελκυστήρα και του μηχανήματος στο χωράφι (έκταση, έκταση/ώρα, καύσιμο/έκταση κ.ο.κ.). Η δισκέτα μεταφέρεται στον υπολογιστή στο γραφείο και γίνεται η ανάλυση των δεδομένων. Η καταγραφή και η ανάλυση βοηθά πολύ τον γεωργό-επιχειρηματία στην καλύτερη διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων. Η ύπαρξη πολλών και αξιόπιστων δεδομένων διαχείρισης θα βοηθήσει επίσης στην κατασκευή καλύτερων ελκυστήρων και μηχανημάτων.



Εικ. 14.20. Άποψη της θέσης εργασίας ελκυστήρα με κάμερα για έλεγχο της εργασίας των παρελκομένων.

Για να φθάσουν βέβαια όλα αυτά που αναφέρθηκαν να προβάλλονται στον πίνακα των οργάνων ή και να καταγράφονται σε δισκέτες απαιτείται ένα πολύπλοκο και ολοκληρωμένο σύστημα αισθητήρων, μικροϋπολογιστών και βοηθητικών μηχανισμών. Εκφεύγει του παρόντος η αναλυτική παρουσίαση όλων αυτών. Θα γίνει απλώς μία συνοπτική παρουσίαση λειτουργίας των συστημάτων.

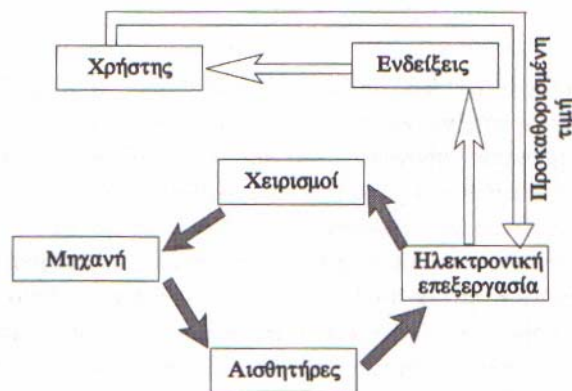
Η γενική οργάνωση ενός συστήματος ενδείξεων των διαφόρων λειτουργιών: Υπάρχουν σε διάφορα σημεία του ελκυστήρα και των παρελκομένων μηχανημάτων αισθητήρες (Θερμοκρασίας, πίεσης, ταχύτητας περιστροφής, κλπ) οι οποίοι στέλνουν σήματα σε μία μονάδα ηλεκτρονική (μικροϋπολογιστή συνήθως), η οποία τα επεξεργάζεται και τα μεταφέρει στον χειριστή μέσω ενδείξεων, συνήθως ψηφιακών αλλά και φωτεινών ή ακόμη και ηχητικών σημάτων. Ο χειριστής παίρνει τις κατάλληλες αποφάσεις και ενεργεί ώστε να διατηρήσει ή να τροποποιήσει την δεδομένη κατάσταση.

Όταν ένα σήμα αποσταλεί από τον αισθητήρα στην ηλεκτρονική μονάδα γίνεται η επεξεργασία και αν τα μεγέθη είναι εκτός ορίων επεμβαίνει ένα σύστημα (σερβομηχανισμός) που προβαίνει αυτόματα σε ενέργειες για να διορθώσει την κατάσταση ώστε τα σήματα από τον αισθητήρα να είναι μέσα στα όρια που έχουν τεθεί.



Εικ. 14.21. Γενική οργάνωση συστήματος ενδείξεων λειτουργιών.

Για αυτή την περίπτωση ο χειριστής δεν επεμβαίνει. Συνήθως τα αποτελέσματα από τον υπολογιστή αποστέλλονται στα όργανα ενδείξεων ώστε να λαμβάνει γνώση και ο χειριστής. Αν επιθυμεί μπορεί να κάνει ο ίδιος τις απαραίτητες ενέργειες, άλλως αναλαμβάνει ο αυτοματισμός. Αν επιθυμεί διαφορετικά, θέτει εκτός ενέργειας τον αυτοματισμό.



Εικ. 14.22. Γενική οργάνωση συστήματος αυτοματισμού.

Τα συστήματα που αναλαμβάνουν την επέμβαση ώστε να γίνει κάποια διόρθωση στη λειτουργία συνήθως είναι ηλεκτροϋδραυλικά, ηλεκτρομηχανικά, υδροπνευματικά ή ηλεκτροπνευματικά.

Στη συνέχεια αναφέρονται με κάθε δυνατή συντομία μερικά από τα κυριότερα συστήματα.

Ένδειξη της πραγματικής ταχύτητας προώθησης του ελκυστήρα:

Η μέτρηση της πραγματικής ταχύτητας προώθησης του ελκυστήρα είναι απαραίτητη για τις πια πολλές εργασίες. Σε πολλούς ελκυστήρες η εκτίμηση γίνεται με radar που στηρίζονται ως γνωστό στο φαινόμενο Doppler. Οι ενδείξεις αποστέλλονται σε μικροεπεξεργαστή γίνονται Οι υπολογισμοί και εμφανίζονται τα αποτελέσματα στον πίνακα των οργάνων. Παλαιότερα η μέτρηση της ταχύτητας γίνονταν με μέτρηση των στροφών των μη κινητήριων τροχών και υπολογισμούς.

Η απόσταση που διανύθηκε υπολογίζεται από η σχέση $s=ut$ όπου u γνωστή και επίσης μετράτε.

Η έκταση που εργάστηκε ο ελκυστήρας υπολογίζεται από τη σχέση $E = sl$

S η απόσταση, l πλάτος κατεργασίας, (γνωστό).

Ένδειξη της ολίσθησης και αυτόματη ρύθμιση: Για την ένδειξη της ολίσθησης το radar αποστέλλει στον μικροεπεξεργαστή σήματα που προσδιορίζουν την πραγματική ταχύτητα. Ένας άλλος αισθητήρας στην έξοδο της μετάδοσης αποστέλλει σήματα για την ταχύτητα περιστροφής των κινητήριων τροχών. Τα σήματα αυτά μετά από επεξεργασία καταλήγουν στον υπολογισμό της θεωρητικής ταχύτητας των κινητηρίων τροχών. Με βάση τη σχέση:

$$s = \frac{U_w - U}{U_w} \times 100$$

όπου s = ολίσθηση, U_w = θεωρητική ταχύτητα (km/h) και U = πραγματική ταχύτητα (km/h), υπολογίζεται η ολίσθηση S (%) που εμφανίζεται ως ένδειξη στον πίνακα των οργάνων.

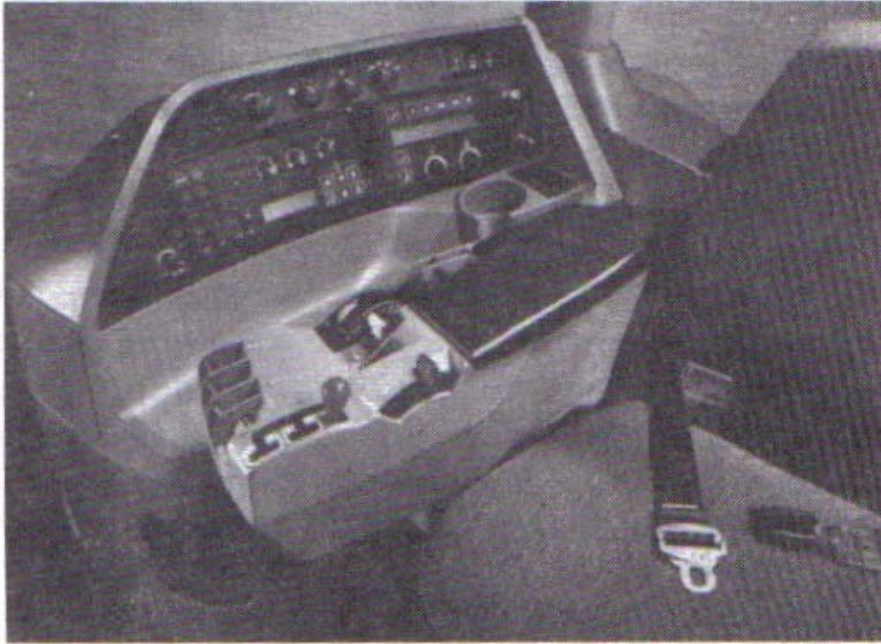
Για την αυτόματη ρύθμιση της ολίσθησης έχουν αναπτυχθεί διαφορετικά συστήματα. Γενικώς πάντως μόλις ο υπολογιστής υπολογίσει στιγμιαία ολίσθηση μεγαλύτερη του ορίου π.χ. του 15% δίνεται εντολή σε μηχανισμό του υδραυλικού συστήματος που επενεργεί και ανασηκώνει λίγο τα εργαλεία. Γίνεται πάλι προσδιορισμός της ολίσθησης και αν χρειασθεί επεμβαίνει πάλι. Συνήθως για να λειτουργήσει ο μηχανισμός πρέπει το όριο που

έθεσε ο χειριστής Π.χ. το 15% να ξεπεραστεί κατά 2 ή 3% δηλαδή να γίνει 17 ή 18%.

Η ύπαρξη των ηλεκτρονικών διατάξεων των υδραυλικών μεταδόσεων και των ηλεκτροϋδραυλικών μηχανισμών είχε επίσης ως αποτέλεσμα να βελτιωθούν σημαντικά και τα χειριστήρια των ελκυστήρων. Πολλά από τα απλά μηχανικά χειριστήρια έχουν γίνει ηλεκτρομηχανικά και ενεργοποιούνται πλέον με το πάτημα ενός διακόπτη. Έτσι και εύκολος είναι ο χειρισμός και πιο ακριβής και χωρίς κόπο. Σε κορυφαία μάλιστα μοντέλα πολλά πλέον χειριστήρια έχουν ενσωματωθεί σε ένα πολυχειριστήριο το οποίο τοποθετείται στη δεξιά πλευρά της θέσης του ελκυστήρα σε θέση εύκολα προσιτή στο δεξιό χέρι. Συνήθεις χειρισμοί είναι η αλλαγή ταχυτήτων και hi low, η εμπλοκή του PTO και του πρόσθιου διαφορικού και η αυξομείωση των στροφών του κινητήρα (γκάζι). Ενώ άλλο χειριστήριο ακριβώς δίπλα στο προηγούμενο χειρίζεται Τα υδραυλικά του ελκυστήρα. Έτσι ουσιαστικά όλα τα βασικά χειριστήρια βρίσκονται σε ένα πολυχειριστήριο ενώ συνήθως δίπλα του υπάρχουν και τα όργανα ένδειξης.

Οι τελειοποιήσεις στα χειριστήρια και τα όργανα ελέγχου Είναι συνεχείς και γρήγορα πολλές θα περάσουν και σε μοντέλα μικρότερης ισχύος.

Τα πλεονεκτήματα από τα συστήματα αυτά που αναφέρθηκαν είναι πολλά και προφανή. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι κυρίως το κόστος αγοράς. Στα κορυφαία μοντέλα που στη χώρα μας συνήθως χρησιμοποιούνται σε επαγγελματική βάση το κόστος αυτό δεν είναι σημαντικό. Σε μικρότερους όμως ελκυστήρες το κόστος είναι σημαντικό και θα πρέπει να γίνεται συνεκτίμηση του κόστους εργασίας πριν προβεί κανείς στην αγορά. Η χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων, όπως αναφέρθηκε ήδη, απαιτεί και εκπαίδευση των χειριστών ώστε να επωφελούνται από την τεχνολογία αυτή. Αυτό δεν είναι πάντως σοβαρό πρόβλημα και σχετικά εύκολα Θα μπορούσε να ξεπεραστεί με σχετική εκπαίδευση από τις εταιρίες κατασκευής ή πώλησης των ελκυστήρων.



Εικ. 14.23. Χειριστήρια σύγχρονου ελκυστήρα (John Deere).

4) ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Μια νέα τάση αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια στη γεωργία, με στόχο την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος με την ελαχιστοποίηση των εισροών. Η γεωργία ακριβείας (precision farming), η πολλά υποσχόμενη και συνεχώς εξελισσόμενη μέθοδος παραγωγής, που ήδη έχει αρχίσει να εφαρμόζεται σε σύγχρονες γεωργικές εκμεταλλεύσεις της βόρειας Ευρώπης, συνδυάζει όλα τα μέσα για την καλύτερη διαχείριση της εκμετάλλευσης: χρησιμοποιεί συστήματα υψηλής τεχνολογίας και εξειδικευμένη γνώση, αλλά αξιοποιεί και κάθε πληροφορία από τα τοπικά δεδομένα και την πρακτική εμπειρία, σηματοδοτώντας μια νέα εποχή για τη γεωργική πρακτική.

Τα οφέλη που μπορεί να προκύψουν για τον παραγωγό και το περιβάλλον, από την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στη διαχείριση των εκμεταλλεύσεων, έχουν κινήσει το ενδιαφέρον τόσο των ερευνητικών ιδρυμάτων και κρατικών φορέων, όσο και των επιχειρήσεων κατασκευής γεωργικών μηχανημάτων και εξοπλισμού. Στις γεωργικά προηγμένες χώρες ιδιαίτερα, η μορφή και το μέγεθος των εκμεταλλεύσεων, αλλά και η αναπτυγμένη υποδομή στο γεωργικό τομέα δίνουν πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη αυτής της νέας τάσης στη γεωργική παραγωγή.

Κατασκευαστές γεωργικών μηχανημάτων και ειδικών συστημάτων λειτουργίας και ελέγχου, επιχειρήσεις που ασχολούνται με ειδικές εφαρμογές των ηλεκτρονικών υπολογιστών και τη δημιουργία του κατάλληλου λογισμικού, ερευνητικά ιδρύματα κ.λπ. έδωσαν μια εικόνα της εξέλιξης και των εφαρμογών της γεωργίας ακριβείας.

Έτσι, οι ενδιαφερόμενοι έχουν την ευκαιρία να πληροφορηθούν για τον απαραίτητο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται π.χ. για την καταγραφή και επεξεργασία των απαραίτητων δεδομένων για κάθε αγροτεμάχιο (προκειμένου ο παραγωγός να αποφασίσει για την εφαρμογή της κατάλληλης

τεχνικής καλλιέργειας), αλλά και να ενημερωθούν για τον τρόπο εφαρμογής της γεωργίας ακριβείας, καθώς και για τις συμβουλευτικές υπηρεσίες που παρέχονται από επιστημονικά ινστιτούτα, ώστε να μπορέσουν να εκτιμήσουν τις δυνατότητες και τα όρια εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας,

Γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν οι στόχοι και τα μέσα που χρησιμοποιεί η γεωργία ακριβείας, μαζί με κάποια παραδείγματα εφαρμογής και τις εμπειρίες καλλιεργητών στη Μ. Βρετανία¹. Επισημαίνεται ότι η μέθοδος αφορά τη διαχείριση μεγάλης έκτασης εκμεταλλεύσεων ή το σύνολο μικρότερων χωραφιών μιας περιοχής και απαιτεί σχετική εκπαίδευση των παραγωγών και των χειριστών γεωργικών μηχανημάτων, καθώς και τεχνική και συμβουλευτική υποστήριξη από αρμόδιους κρατικούς και ιδιωτικούς φορείς.

Τι είναι η γεωργία ακριβείας

Πρόκειται για ότι πιο σύγχρονο έχει να επιδείξει σήμερα η γεωργική τεχνολογία, στην προσπάθεια ελέγχου των λιπασμάτων, των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και των λοιπών εισροών, που χρησιμοποιούνται σ' ένα χωράφι, ώστε να μη γίνονται σπατάλες που επιβαρύνουν το κόστος παραγωγής, κυρίως όμως το περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό, επιστρατεύονται συστήματα καταμέτρησης των αποδόσεων ή καταγραφής των ζιζανίων και εχθρών ή ασθενειών που εμφανίζονται σε κάθε τμήμα ενός χωραφιού, ώστε εκεί π.χ. να χρησιμοποιηθεί η σωστή ποσότητα σπόρου, να εφαρμοστούν τα ανάλογα λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα ή ζιζανιοκτόνα, στις απαιτούμενες ποσότητες, ή ένα κατάλληλο πρόγραμμα άρδευσης ή ακόμη να γίνει βελτίωση του εδάφους κ.ο.κ. Παράλληλα, οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται για το συγκεκριμένο χωράφι είναι πολύ χρήσιμες για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν τη σωστή διαχείριση της εκμετάλλευσης, όπως η επιλογή της καλλιέργειας, η αγορά εξοπλισμού, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων κ.λπ.

Η μείωση του κόστους παραγωγής, λόγω του περιορισμού των εισροών και της αποτελεσματικής εφαρμογής τους, η αύξηση των αποδόσεων της καλλιέργειας και του εισοδήματος του παραγωγού από την καλύτερη διαχείριση της εκμετάλλευσης, κυρίως όμως τα τεράστια οφέλη που μπορούν να προκύψουν για το περιβάλλον, δικαιολογούν το κόστος εφαρμογής της γεωργίας ακριβείας, που ωστόσο δεν θεωρείται υψηλό και πάντως, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, αναμένεται να μειωθεί ακόμη περισσότερο.

Τα μέσα που χρησιμοποιεί η γεωργία ακριβείας

Η χαρτογράφηση των αποδόσεων ενός χωραφιού, η αυτόματη καταγραφή των διαφοροποιήσεων στην καλλιέργεια και το έδαφος και στη συνέχεια η ανάλογη διαφοροποίηση της εφαρμογής εισροών στην καλλιέργεια (μεταβλητή ποσότητα εφαρμογής), είναι οι αρχές στις οποίες στηρίζεται η γεωργία ακριβείας.

Αεροσκάφη και δορυφόροι προσδιορίζουν, μέσω του συστήματος εντοπισμού θέσης GPS (Global Position System), την ακριβή θέση των οχημάτων και μηχανημάτων καταγραφής της κατάστασης του εδάφους ή της καλλιέργειας ή την απόδοση της καλλιέργειας σε διαφορετικές περιοχές του ίδιου χωραφιού και επιτρέπουν τη δημιουργία χαρτών, τα δεδομένα των οποίων χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση των προηγμένης τεχνολογίας μηχανημάτων που αργότερα θα εφαρμόσουν αυτόματα τις κατάλληλες ποσότητες εισροών για το κάθε σημείο του χωραφιού.

Η χαρτογράφηση των αποδόσεων είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της γεωργίας ακριβείας. Οι χάρτες αποδόσεων μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση του εισοδήματος μιας εκμετάλλευσης, με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τις συνθήκες. Πάντως, σε σύγκριση με το κόστος των πολλών εισροών της καλλιέργειας, η χαρτογράφηση των αποδόσεων δεν έχει υψηλό κόστος.

Η μεταβλητή ποσότητα εφαρμογής αφορά τη χρησιμοποίηση διαφορετικών ποσοτήτων καλλιεργητικών εισροών (π.χ. σπόροι, λιπάσματα, αγροχημικά), για να καλυφθούν οι ειδικές ανάγκες των επιμέρους περιοχών ενός χωραφιού, κάτι που καταρχήν φαίνεται σωστό. Παρόλα αυτά, με την ερευνητική και καλλιεργητική εμπειρία πρέπει ακόμη να επιβεβαιωθεί κάτω από ποιες συνθήκες θα έπρεπε να υιοθετηθούν οικονομικώς αποτελεσματικά συστήματα μεταβλητών ποσοτήτων εφαρμογών.

Ο προσδιορισμός και η αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων που επηρεάζουν την απόδοση (π.χ. οξύτητα, συμπαγές έδαφος) γίνονται σχετικά απλά και πρέπει να αποτελούν πρωταρχικό μέλημα.

Οι περισσότερες αποφάσεις για εφαρμογή εισροών στην καλλιέργεια βασίζονται σε μια σειρά πληροφοριών που ενδέχεται να περιλαμβάνουν την απόδοση ή όχι (π.χ. η μορφή του εδάφους, τα επίπεδα θρεπτικών ουσιών στο έδαφος, η εμφάνιση ζιζανίων / εντόμων / ασθενειών). Καμία απόφαση που αφορά τις εισροές δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στην προσδοκώμενη απόδοση. Έτσι, πριν το σχεδιασμό των μεταβλητών ποσοτήτων εισροών, θα πρέπει να υπάρξουν και άλλες σχετικές πληροφορίες για όλα τα επιμέρους τμήματα του χωραφιού. Αυτό θα κοστίσει περισσότερο απ' ότι κοστίζει η συγκέντρωση πληροφοριών για τη μέση κατάσταση του χωραφιού και δικαιολογείται οικονομικά μόνο όταν γίνεται κάποια οικονομία στο κόστος των εισροών ή όταν παρατηρείται αύξηση της απόδοσης.

Τα αποτελέσματα από την υπό εξέλιξη και τη μελλοντική έρευνα θα δώσουν μια πιο ξεκάθαρη καθοδήγηση στον παραγωγό, όσον αφορά την κατάλληλη χρησιμοποίηση των πρακτικών μεταβλητής ποσότητας εφαρμογής.

Πιθανά οφέλη από τη χαρτογράφηση αποδόσεων και τη γεωργία ακριβείας

Οι παραγωγοί πάντα μπορούσαν να διακρίνουν ότι η απόδοση μιας καλλιέργειας διαφέρει στο κάθε τμήμα ενός χωραφιού, αλλά μέχρι πρόσφατα δεν είχαν κανένα τρόπο να μετρήσουν ή να ελέγξουν αυτή τη διαφοροποίηση. Σήμερα όμως, όπως έχει πλέον διεθνώς αναγνωριστεί, η χρησιμοποίηση προσεκτικά επιλεγμένων τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας προσφέρει δύο κυρίως πλεονεκτήματα: μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση του γεωργικού εισοδήματος και στην ελαχιστοποίηση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

- **Βελτίωση του εισοδήματος από την καλλιέργεια:** Η μέτρηση, η κατανόηση και η διαχείριση της ποικιλότητας σε μια καλλιέργεια μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της οικονομικής απόδοσης της εκμετάλλευσης, με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Αυτοί μπορούν να ποικίλλουν, από τη σχετικά απλή χρήση των πληροφοριών από ένα χάρτη αποδόσεων, μέχρι τη χρησιμοποίηση πολύπλοκου εξοπλισμού για την εφαρμογή διαφορετικών επιπέδων εισροών στην καλλιέργεια.
- **Ένα καλύτερο περιβάλλον:** Η μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή γεωργικών πρακτικών πρέπει να απασχολεί όλους τους γεωργούς. Η παροχή λιπασμάτων και αγροχημικών που έχουν προσαρμοστεί ακριβέστερα στις ειδικές ανάγκες των επιμέρους περιοχών ενός χωραφιού συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της μόλυνσης.
Αν και τα πιθανά οφέλη της χαρτογράφησης αποδόσεων είναι συνήθως συνδεδεμένα με την πολύπλοκη και πολυποίκιλη διαχείριση των λιπασμάτων ή των άλλων εισροών, η εμπειρία έχει αποδείξει ότι υπάρχουν και άλλα πολλά, αμεσότερα οφέλη για τους καλλιεργητές:

1. Άμεσα οφέλη: Προέρχονται κυρίως από την πληροφόρηση και μόνο που παρέχει η χαρτογράφηση των αποδόσεων, με ελάχιστη ή μηδενική ανάγκη για άλλη χαρτογραφημένη πληροφόρηση ή για τον εξοπλισμό που απαιτείται για την εφαρμογή των διαφορετικών τιμών εισροών στην καλλιέργεια. Για παράδειγμα:

- βοήθεια στην επιλογή της καλλιέργειας και στις αποφάσεις για αγρανάπαυση, με τη σύγκριση αποδόσεων και εισοδήματος διαφορετικών χωραφιών και περιοχών του χωραφιού,
- προσδιορισμός των φτωχών σε απόδοση περιοχών, σε φαινομενικά ομοιογενή χωράφια που μπορεί να μην είχαν αναγνωριστεί πιο πριν,
- αξιολόγηση της επιτυχίας των αποφάσεων διαχείρισης της καλλιέργειας,
- προσδιορισμός των προβλημάτων που προκλήθηκαν από προηγούμενες καλλιέργειες και υπόδειξη μέτρων δράσης (π.χ. σιτηρά, μετά από καλλιέργειες ριζωματοδών φυτών),
- εντοπισμός κατά προτεραιότητα των περιοχών για περάσματα μέσα στην καλλιέργεια, εντοπισμός των περιοχών χαμηλής απόδοσης για έρευνα και βελτίωση του εδάφους όπου είναι δυνατό,
- παροχή αποδείξεων για την υποστήριξη διεκδικήσεων αποζημίωσης (π.χ. σωλήνες άρδευσης, αναποτελεσματική χρήση αγροχημικών), παροχή πληροφοριών που συμβάλλουν στις αποφάσεις για επενδύσεις, δυνατότητα για απλές δοκιμές μέσα στον αγρό.

2. Έμμεσα οφέλη: Οι χάρτες αποδόσεων μπορούν να δώσουν το ερέθισμα για πιο προσεκτική ανάλυση στις καλλιεργητικές μεθόδους και αποφάσεις, ενθαρρύνοντας τη μεγαλύτερη προσοχή στη λεπτομέρεια και τη διαφορετική φιλοσοφία διαχείρισης της καλλιέργειας.

Εμπειρίες παραγωγών που εφάρμοσαν τη χαρτογράφηση αποδόσεων

Ένας αγρότης , που καλλιεργεί 4.000 στρ. γόνιμου εδάφους με διάφορες καλλιέργειες, χρησιμοποίησε για πρώτη φορά χαρτογράφηση αποδόσεων το 1999, με βάση την οποία μπόρεσε να πραγματοποιήσει δοκιμές διαφορετικής διαχείρισης της εκμετάλλευσής του.

Ένα τυπικό παράδειγμα (σχ. 25) είναι η εφαρμογή διαφορετικών ποσοτήτων μυκητοκτόνου, σε μια έκταση 176 στρ. καλλιέργειας φασολιών, χωρισμένη σε 4 κομμάτια. Η ποσότητα μυκητοκτόνου που εφαρμόστηκε μειωνόταν προοδευτικά από το 1ο μέχρι το 4ο κομμάτι. Η χαρτογράφηση αποδόσεων έδειξε καθαρά το αποτέλεσμα στην ποσότητα που συγκομίστηκε: οι αποδόσεις ήταν μεγαλύτερες στο 1ο κομμάτι και μειώνονταν προοδευτικά μέχρι το 4ο. Επιπλέον, καθώς προηγούμενες χαρτογραφήσεις στο 2ο και το 3ο κομμάτι είχαν δείξει ότι οι αποδοθείς ήταν μεγαλύτερες στη δυτική τους πλευρά, άλλαξαν οι χειρισμοί για να ελεγχθεί αν οι διαφοροποιήσεις οφείλονται στο καλύτερο έδαφος ή στην εφαρμογή του μυκητοκτόνου.

Οι πληροφορίες από τις δοκιμές επέτρεψαν στον αγρότη να μετρήσει τη διαφοροποίηση των αποδόσεων και •το αποτελέσματα των διαφορετικών χειρισμών στην εκμετάλλευσή του. Οι δοκιμές επηρέασαν τις αποφάσεις του για τις επόμενες καλλιέργειες, έτσι ώστε να χρησιμοποιήσει τις οικονομικά πιο αποτελεσματικές εισροές.

Ένας άλλος παραγωγός καλλιεργεί σιτάρι, κριθάρι, ελαιοκράμβη και ζαχαρότευτλα, σε έκταση 3.700 στρ., με διαφορετικούς τύπους εδαφών. Καθώς μόνο στο 12-15% της έκτασης έφτανε στην απόδοση που είχε στόχο, ξεκίνησε τη χαρτογράφηση το 1999, η οποία έδειξε τη διαφοροποίηση των αποδόσεων στο χωράφι του.

Μετά από διάφορες δοκιμές που έκανε, στην προσπάθεια να συσχετίσει τις αποδόσεις με τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, κατέληξε το 2002 να υιοθετήσει μια άλλη τακτική στην εφαρμογή P και K: αντικαθιστά ότι απομακρύνεται από το

χωράφι με την καλλιέργεια, μετατρέποντας τον χάρτη των αποδόσεων σε χάρτη εφαρμογής λιπασμάτων. Επιλέγει έναν τύπο λιπάσματος που ταιριάζει στην αναλογία P-K που έχει απομακρυνθεί από την καλλιέργεια και εφαρμόζει μεγαλύτερη ποσότητα όπου οι αποδόσεις ήταν υψηλές και μικρότερη όπου ήταν χαμηλές. Χρησιμοποιεί διαφορετικό τύπο λιπάσματος για την καλλιέργεια σιταριού, όπου το άχυρο ενσωματώνεται, και άλλο στην καλλιέργεια σιταριού, όπου το άχυρο γίνεται μπάλες και μεταφέρεται έξω από το χωράφι.

Για παράδειγμα, υποστηρίζει, όπου η απόδοση είναι 1 τον./στρέμμα κατά μέσο όρο, αν εφαρμόσουμε φωσφοροκαλλιούχο λίπασμα, σύμφωνα με την απόδοση, μπορεί να στοιχίσει γύρω στα 4,5 ευρώ/στρέμμα. Αν όμως διαφοροποιήσουμε την ποσότητα σε σχέση με τον P και το K που απομακρύνονται, με βάση το χάρτη των αποδόσεων, έχουμε μειωμένο κόστος στις λιγότερο αποδοτικές περιοχές, πάνω από 2,5 ευρώ./στρ., ενώ το κόστος στις αποδοτικές περιοχές αυξάνεται μόνο κατά 0,8 ευρώ./στρ, περίπου".

Έχει διαφοροποιήσει επίσης τις ποσότητες σπόρου που χρησιμοποιεί, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, καθώς στοχεύει στην εγκατάσταση ομοιόμορφου πληθυσμού φυτών, λαμβάνοντας υπόψη και το κακό φύτρωμα ή τις ενδεχόμενες προσβολές από παράσιτα. Αρχικά οι ποσότητες ρυθμιζόνταν από τον χειριστή του τρακτέρ, μετά το 2003 όμως το μηχάνημα σποράς διαφοροποιεί αυτόματα την ποσότητα του σπόρου, στηριζόμενο σε έναν προκαθορισμένο χάρτη εφαρμογής. "Θα συνεχίσουμε τις δοκιμές, για να μελετήσουμε τη σχέση της ποσότητας του σπόρου με την απόδοση και ίσως στο μέλλον θα διαφοροποιήσουμε τις ποσότητες σπόρου ανάλογα με τις αποδόσεις", επισημαίνει. "Πιστεύω ότι σύντομα οι περισσότερες εφαρμογές θα διαφοροποιούνται, σύμφωνα με τις εισροές και τις αποδόσεις. Άλλωστε, αν έχεις δύο χωράφια και το ένα παράγει διπλάσια από το άλλο, θα τα χειριστείς με τον ίδιο τρόπο:".

ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΒΗΜΑΤΑ • ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η γεωργία ακριβείας έχει αρχίσει ήδη να εφαρμόζεται σε μεγάλες γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Ευρώπη, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα υψηλής τεχνολογίας και την εξειδικευμένη γνώση που απαιτεί η μέθοδος. Παράλληλα, στις χώρες αυτές υπάρχει η κατάλληλη υποδομή για τεχνική και συμβουλευτική υποστήριξη των ενδιαφερόμενων παραγωγών.

Όλα αυτά, βέβαια, φαίνονται πολύ μακρινό για την ελληνική πραγματικότητα, που χαρακτηρίζεται από μικρό κλήρο και έλλειψη υποδομών. Καθώς όμως ο εκσυγχρονισμός είναι πλέον η μοναδική επιλογή όχι μόνο για τη γεωργία μας, αλλά και για ολόκληρη την ελληνική οικονομία, καλό είναι όσοι ασχολούνται με τον τομέα αυτό να γνωρίζουν ποια είναι τα πρώτα βήματα για την εφαρμογή της μεθόδου.

Αν ένας παραγωγός, με μια καλά οργανωμένη εκμετάλλευση, θέλει να υιοθετήσει τις τεχνολογίες της γεωργίας ακριβείας, για να πετύχει αύξηση των κερδών του, πρέπει να ξεκινήσει από τη χαρτογράφηση των αποδόσεων, που θεωρείται το πρώτο βήμα και γενικά δεν έχει υψηλό κόστος.

Στη συνέχεια, για σωστή διαχείριση της καλλιέργειας, είναι πολύ σημαντική η προσεκτική ερμηνεία των χαρτών απόδοσης. Από την ερμηνεία των χαρτών απόδοσης, ο παραγωγός μπορεί να μεταβάλλει την ποσότητα εφαρμογής πολλών καλλιεργητικών εισροών, όπως τα λιπάσματα και τα ζιζανιοκτόνα. Πριν να αποφασιστεί, όμως, η εφαρμογή μεταβλητής ποσότητας, πρέπει να προσδιορίζονται και να επιλύονται τα εύκολα αντιμετωπίσιμα προβλήματα που προκαλούν τις χαμηλές αποδόσεις.

ΕΝΑ ΚΑΛΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

Η μέθοδος της γεωργίας ακριβείας αρχίζει με τη μέτρηση της ποικιλομορφίας μέσα στο χωράφι — για παράδειγμα, της ποικιλομορφίας της απόδοσης, της μορφής του εδάφους ή των ζιζανίων. Υπάρχει ενός αριθμός διαφορετικών τεχνικών για να πετύχει κανείς όλα αυτά, οι οποίες — σε ορισμένες χώρες τουλάχιστον — είναι εμπορικά διαθέσιμες (π.χ. χαρτογράφηση αποδόσεων) ή ακόμη βρίσκονται υπό ανάπτυξη (π.χ. δορυφορικές εικόνες).

Μια βασική απαίτηση είναι η αυτόματη συλλογή των δεδομένων, έτσι ώστε μεγάλος αριθμός πληροφοριών να συγκεντρώνεται με οικονομικό τρόπο. Απαιτούνται πολλά δεδομένα ανά μονάδα επιφάνειας, για να δημιουργηθούν χάρτες ακριβείας, οι οποίοι να δίνουν μια πραγματική απεικόνιση της ποικιλομορφίας μέσα στο χωράφι.

Ένα από τα διαθέσιμα εργαλεία - κλειδιά είναι η χαρτογράφηση των αποδόσεων, η οποία αποτελεί έναν οικονομικό τρόπο συγκέντρωσης μεγάλου αριθμού δεδομένων από τον αγρό — οι χάρτες αποδόσεων καταγράφουν τυπικό 500-600 στοιχεία δεδομένων ανά εκτάριο(*). Η απόδοση είναι επίσης ο βασικός καθοριστικός παράγοντας της επιτυχίας ή της αποτυχίας της διαχείρισης καλλιεργειών, καθώς συνδυάζει τα αποτελέσματα όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την καλλιέργεια. Εφόσον το εισόδημα ενός αγροκτήματος εξαρτάται από την ποσότητα και την ποιότητα του καλλιεργούμενου είδους, οι χάρτες αποδόσεων και οι σχετικοί χάρτες ακαθάριστου κέρδους παρέχουν αξιόπιστα μέτρα οικονομικής απόδοσης σε όλα τα τμήματα ενός αγροκτήματος.

Η χαρτογράφηση των αποδόσεων δεν είναι ακριβή: Αν υπολογίσει κανείς ένα συνολικό κόστος 3450-91 4830 ευρώ, για 500 ha, με μια περίοδο απόσβεσης πάνω από 6 χρόνια, ένα τυπικό σύστημα χαρτογράφησης αποδόσεων μπορεί να κοστίσει 2-3 λίρες/ha (περίπου 0,4-0,5 ευρώ./στρ.).

Με δεδομένα τα οφέλη των χαρτών αποδόσεων, καθώς και της αυτόματης συγκέντρωσης στοιχείων για τις αποδόσεις, η χαρτογράφηση αποτελεί την αφετηρία, για να ξεκινήσει κανείς τη μέτρηση και την καταγραφή της διαφοροποίησης των δεδομένων μέσα στο χωράφι.

Η χαρτογράφηση απόδοσης σε ένα χωράφι, δηλαδή η διαδικασία καταγραφής των αποδόσεων σε κάθε θέση του, μπορεί να γίνει π.χ. με κατάλληλη θεριζοαλωνιστική μηχανή, που καταγράφει τη ροή των κόκκων των δημητριακών που συγκομίζει, ενώ παράλληλα καταγράφεται και η ακριβής θέση της μηχανής μέσα στο χωράφι. Η χαρτογράφηση στηρίζεται σε δύο βασικές παραμέτρους: τον μετρητή απόδοσης στη μηχανή και το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS.

- **Μετρητής απόδοσης στη θεριζοαλωνιστική μηχανή.**

Πρόκειται για έναν αισθητήρα που μετράει συνεχώς τους κόκκους του σιτηρού, καθώς ρέουν μέσα στη θεριζοαλωνιστική και πριν φτάσουν στο δοχείο συλλογής τους.

'*Το 1 εκτάριο (ha) = 10 στρ.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αισθητήρων:

- α) Οι ογκομετρικοί αισθητήρες, που μετρούν τον όγκο των κόκκων. Για να μετατραπεί ο όγκος σε βάρος, πρέπει να καθοριστεί η πυκνότητα ή το ειδικό βάρος ενός δείγματος κόκκων. Καθώς όμως η διακύμανση του ειδικού βάρους στο χωράφι μπορεί να είναι μέχρι και 10%, μπορεί να προκύψουν σημαντικά λάθη στον τελικό χάρτη απόδοσης της καλλιέργειας.
- β) Οι αισθητήρες μαζικής ροής, που μετρούν το βάρος των κόκκων κατευθείαν. Οι διακυμάνσεις στο ειδικό βάρος λαμβάνονται αυτομάτως υπόψη και δεν επηρεάζουν την ακρίβεια του χάρτη αποδόσεων.

- **Σύστημα εντοπισμού θέσης GPS.** Ένας σύστημα εντοπισμού θέσης GPS τοποθετείται πάνω στη θεριζοαλωνιστική και καταγράφει τη θέση από την οποία γίνεται κάθε μέτρηση απόδοσης, με προσέγγιση ενός μέτρου, οπουδήποτε μέσα στο αγρόκτημα. Για να επιτευχθεί αυτή η ακρίβεια, απαιτείται ένα διαφορικό σήμα. Όπως και με όλο τον εξοπλισμό, οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές χαρτογράφησης αποδόσεων πρέπει να εγκαθίστανται και να λειτουργούν σωστά, για να μπορέσουν να δημιουργηθούν ακριβείς χάρτες απόδοσης.
- **Επεξεργασία των δεδομένων:** Μετά την ολοκλήρωση της συγκομιδής μιας ημέρας ή ενός ολόκληρου αγροκτήματος, οι πληροφορίες από τη θεριζοαλωνιστική μεταφέρονται στο κομπιούτερ του γραφείου, χρησιμοποιώντας κάρτες δεδομένων. Κατόπιν, χρησιμοποιείται ένα απλό πρόγραμμα για τη δημιουργία ενός χάρτη απόδοσης.

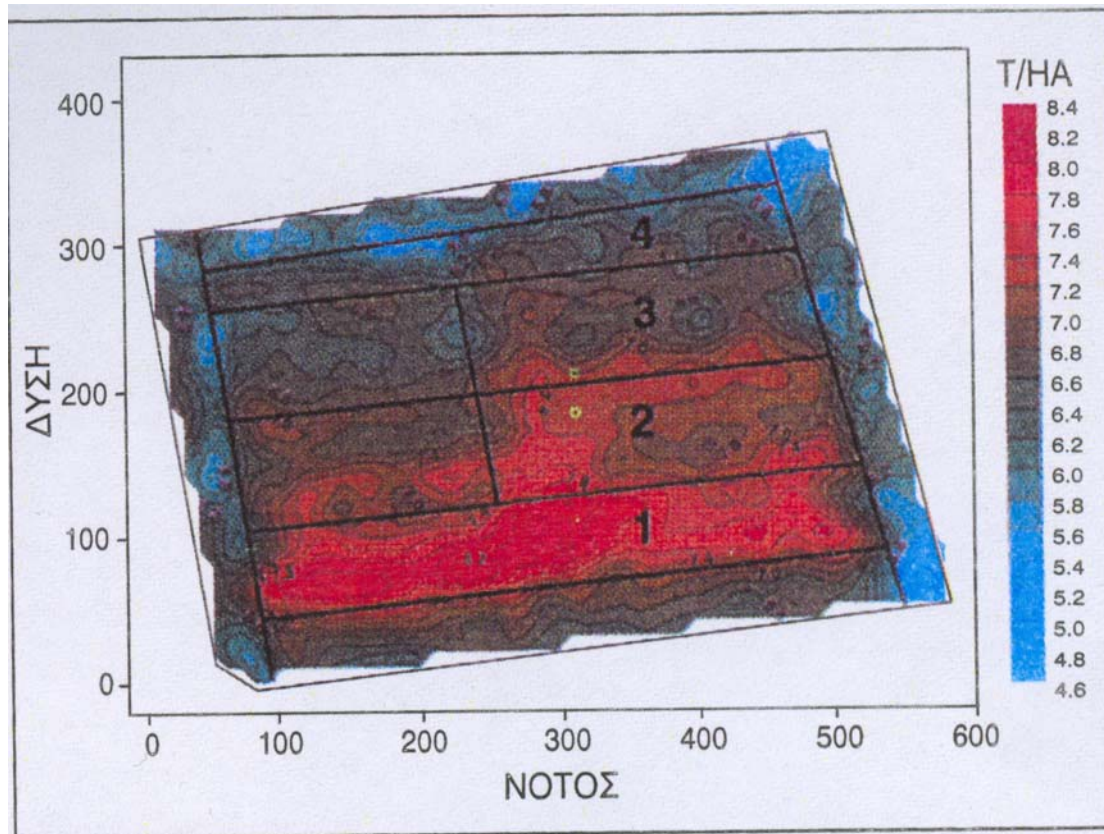
Εκτός από την καταγραφή της απόδοσης κατά σημεία, πολλά συστήματα δίνουν τη συνολική και την κατά μέσο όρο απόδοση ενός χωραφιού ή μιας συγκεκριμένης περιοχής του.

Για την ακριβή χαρτογράφηση των αποδόσεων απαιτείται ειδικός κώδικας χρήσης της θεριζοαλωνιστικής μηχανής

Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για χαρτογράφηση των αποδόσεων, πρέπει να κατασκευάζονται και να χρησιμοποιούνται σωστά, για να διασφαλίσουν την ακρίβεια των χαρτών απόδοσης. Μέχρι να φτάσουμε στο σημείο οι κατασκευαστές να χορηγούν αυτομάτως αποζημίωση για ενδεχόμενη λανθασμένη λειτουργία των μηχανών, οι χειριστές των θέριζα αλωνιστικών μηχανών πρέπει να ακολουθούν αυτό τον κώδικα.

1. Στην αρχή της εποχής και όταν το είδος της καλλιέργειας ή οι συνθήκες αλλάζουν, πρέπει να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις στη θεριζοαλωνιστική, έτσι ώστε να ταιριάζουν σε κάθε περίπτωση Θα χρειαστεί να γίνουν πολλές δοκιμές. Οι ρυθμίσεις αφορούν
 - α) το χρόνο μεταφοράς του σπόρου από την «οπτική ράβδο στον αισθητήρα απόδοσης,
 - β) το χρόνο που μεσολαβεί για να φτάσουν οι σπόροι με συνεχή ροή στον αισθητήρα από τη στιγμή που η κοπτική ράβδος κατέβει πριν από την είσοδο στην καλλιέργεια,
 - γ) το χρόνο που μεσολαβεί για να σταματήσει η συνεχής ροή των σπόρων στον αισθητήρα από τη στιγμή που η κοπτική ράβδος ανεβαίνει κατά την έξοδο από την καλλιέργεια.
2. Όταν οι ρυθμίσεις έχουν γίνει, ο οδηγός πρέπει να δουλεύει τη θεριζοαλωνιστική μηχανή με σταθερό τρόπο όλη την ημέρα. Μπορεί να χρειαστεί να γίνουν ρυθμίσεις καθυστέρησης του χρόνου αν υπάρξει αλλαγή οδηγού, είδους καλλιέργειας ή συνθηκών. Ο αισθητήρας απόδοσης πρέπει να ρυθμίζεται ξανά όσο τα δυνατόν συχνότερα
3. Πρέπει να γίνεται τακτικός έλεγχος του αισθητήρα απόδοσης και να μετακινούνται τυχόν υπολείμματα των καρπών που εμποδίζουν τη λειτουργία του. Αυτό είναι ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ή μετά από τη συγκομιδή καλλιεργειών ελαιούχων σπόρων.
4. Για να μειωθεί ο αριθμός των στενών τελειωμάτων πρέπει η θεριζοαλωνιστική να διασχίζει το χωράφι από μια πλευρά προς τα πίσω και προς τα μπρος και όχι να δουλεύει κατά περιοχές.
5. Ο χειριστής πρέπει να οδηγεί με ακρίβεια, έτσι ώστε να αξιοποιείται πλήρως το πλάτος κοπής της θεριζοαλωνιστικής. Αν η λωρίδα της καλλιέργειας που κόβει η κοπτική ράβδος είναι μικρότερη από το πλάτος κοπής, τότε πρέπει να γίνουν οι ανάλογες ρυθμίσεις.

6. Ο χειρίστης πρέπει να οδηγεί πάντα με τον ιδιότροπο, όταν κατεβάζει την κοπτική ράβδο πριν την είσοδο στην καλλιέργεια. Ο τρόπος αυτός πρέπει να είναι ίδιος με τον τρόπο που οδηγεί όταν κάνει τις ρυθμίσεις των χρονικών καθυστερήσεων
7. Στο τέλος του κάθε περάσματος, πρέπει να σηκώνει πάντα την κοπτική ράβδο πάνω από το προκαθορισμένο ύψος που ενεργοποιεί τον διακόπτη αυτόματου κλεισίματος των δεδομένων απόδοσης που καταγράφονται. Η κοπτική ράβδος πρέπει να σηκώνεται πάντα στο ίδιο σημείο μετά την έξοδο από την καλλιέργεια και να ταιριάζει με τον τρόπο οδήγησης που χρησιμοποιείται κατά τις ρυθμίσεις της θεριζοαλωνιστικής.
8. Ο χειριστής πρέπει να διατηρεί πάντα μια σταθερή ταχύτητα. Οι απότομες αλλαγές της ταχύτητας μπορούν να δημιουργήσουν λάθη στο χάρτη απόδοσης.
9. Όσο είναι δυνατό, πρέπει να αποφεύγει το σταμάτημα - ξεκίνημα (για παράδειγμα κατά την κοπή γύρω από τηλεφωνικούς στύλους ή δέντρα).



Είκ.25 χάρτης αποδόσεων σε καλλιέργεια φασολιών χωρισμένη σε 4 κομμάτια , όπου εφαρμόστηκαν διαφορετικές ποσότητες μυκητοκτόνου.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΧΑΡΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Εφόσον έχει ακολουθηθεί ο λεγόμενος κώδικας χρήσης της θεριζοαλωνιστικής, οι χάρτες απόδοσης είναι συνήθως ακριβείς. Σε αντίθετη περίπτωση, μερικές περιοχές χαρτογραφούνται ως χαμηλής απόδοσης (ειδικά τα κεφάλαια), γεγονός που μπορεί να μην ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

Για να έχουν θετικό οικονομικό αποτέλεσμα οι αποφάσεις διαχείρισης, πρέπει να ληφθούν μόνο όταν γίνουν απόλυτα κατανοητές οι αιτίες που προκαλούν τη διαφοροποίηση της απόδοσης. Οι χάρτες απόδοσης πρέπει να ερμηνεύονται με ένα λογικό τρόπο και σταδιακά, όπως περιγράφεται παρακάτω:

Γιατί ποικίλλουν οι αποδόσεις κατά θέσεις

Συνήθως χρειάζονται πληροφορίες διαφορετικής φύσης, για να γίνουν κατανοητές οι αιτίες της μεταβολής της απόδοσης σε διάφορες θέσεις του χωραφιού, Είναι λογικό να ξεκινήσουμε αξιοποιώντας τις δωρεάν και φτηνές πηγές πληροφοριών:

- **Βήμα 1ο.** Χρήση της εμπειρίας του καλλιεργητή και των γνώσεων του για την περιοχή, π.χ. μετακίνηση παλιών συνόρων του χωραφιού, γνωστές περιοχές που έχουν ζημιωθεί (π.χ. σωληνώσεις) και γνωστές προβληματικές περιοχές (π.χ. οξύτητα / ελλείψεις, ζιζάνια / εχθροί / ασθένειες, συνοχή εδάφους],
- **Βήμα 2ο.** Έρευνα για το αν υπάρχουν άλλες χρήσιμες διαθέσιμες πληροφορίες, π.χ. μελέτες εδαφών (στη Μ. Βρετανία υπάρχουν λεπτομέρειες χάρτες για το 25% της χώρας περίπου), αεροφωτογραφίες.
- **Βήμα 3ο.** Υπολογισμός του πόσο συμφέρει οικονομικά η απόκτηση νέων πληροφοριών, π.χ. για: τη μορφή του εδάφους, τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, τυχόν περιοχές με ζιζάνια, καινούργιες αεροφωτογραφίες ή εικόνες από δορυφόρο.

Η μεταβολή της απόδοσης μπορεί να οφείλεται σε έναν ή πολλούς παράγοντες. Αυτοί μπορούν είτε να είναι σταθεροί και να μη μεταβάλλονται εύκολα, είτε να αντιμετωπίζονται με κάποιες διαχειριστικές ενέργειες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι:

1. Σταθεροί παράγοντες, όχι εύκολο μεταβαλλόμενοι:

- η σκίαση στα κεφαλάρια,
- η διαθέσιμη υγρασία εδάφους,
- η υφή του εδάφους και το βάθος των ριζών,
- η τοπογραφία.

2. Αντιμετωπίσιμοι παράγοντες:

- η οξύτητα του εδάφους,
- η συνοχή του εδάφους,
- η στράγγιση του εδάφους,
- η έλλειψη θρεπτικών συστατικών στο έδαφος,
- ζωικά παράσιτα,
- ζιζάνια, παράσιτα και ασθένειες.

Τα αποτελέσματα πολλών ερευνητικών μελετών, σε μια μεγάλη γκάμα τύπων εδάφους, έχουν δείξει ότι οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή της απόδοσης είναι η υφή του εδάφους και το διαθέσιμο βάθος ανάπτυξης του ριζικού συστήματος (σχ. 4). Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την ποσότητα της υγρασίας που συγκρατεί το έδαφος και την ικανότητα της καλλιέργειας να αντέξει σε ξηρές συνθήκες ανάπτυξης.

Είναι όμως πολύ σημαντικό να μη συγχέονται οι βασικοί παράγοντες που ευθύνονται για τη μεταβολή της απόδοσης με άλλους συσχετιζόμενους παράγοντες. Για παράδειγμα, σ ένα χωράφι με μικτό αμμώδες και αργιλώδες έδαφος, χαμηλότερη απόδοση μπορεί να παρατηρηθεί στο αμμώδες τμήμα, λόγω της ξηρασίας. Αυτά τα εδάφη έχουν συνήθως χαμηλότερο επίπεδο καλίου από τα αργιλώδη, κάτι που, ωστόσο, δεν αποτελεί παράγοντα χαμηλής απόδοσης, εκτός αν το κάλιο είναι σε επίπεδο έλλειψης.

Η χρήση επομένως περισσότερου καλιούχου λιπάσματος, στο αμμώδες τμήμα του χωραφιού, μάλλον δεν θα έχει σαν αποτέλεσμα βελτίωση της απόδοσης, αφού η ξηρασία ευθύνεται κυρίως για τη φτωχή απόδοση της καλλιέργειας και όχι η έλλειψη καλίου από το έδαφος.

Όταν έχουν προσδιοριστεί οι κυρίες αιτίες μεταβολής της απόδοσης, μπορούν να ληφθούν οι αποφάσεις για τις αλλαγές στη διαχείριση της καλλιέργειας. Όποια προβλήματα μπορούν να επιλυθούν (π.χ. οξύτητα του εδάφους, στράγγιση) πρέπει να αντιμετωπιστούν πρώτο, αφού είναι πιθανό να αποδειχθούν πολύ αποτελεσματικά από οικονομικής πλευράς.

Οι χάρτες απόδοσης και ακαθάριστου κέρδους μπορούν επίσης να βοηθήσουν στις αποφάσεις που αφορούν την καλλιέργεια και την αμειψισπορά. Για παράδειγμα, μπορεί να μετρηθεί η επίδραση μιας καλλιέργειας στην επόμενη, που θα την αντικαταστήσει. Οι λιγότερο αποδοτικές περιοχές μπορούν να επιλεγούν για αγρανάπαυση. Πριν την εφαρμογή μεταβλητής ποσότητας εισροών, πρέπει να εξεταστεί αν θα αποφέρει οικονομικό κέρδος.

Αξιοπιστία των σχεδίων απόδοσης

Ένας μόνο χάρτης αποδόσεων έχει περιορισμένη αξιοπιστία για την πρόβλεψη της απόδοσης των μελλοντικών καλλιεργειών. Συλλέγοντας όμως χάρτες για διαφορετικές εποχές, μπορούμε να έχουμε μια πιο καθαρή εικόνα της σταθερότητας της απόδοσης ολόκληρου του χωραφιού ή μέρους του. Οι συντελεστές απόδοσης μπορούν να παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες, από τη μία χρονιά στην άλλη, ή και να διαφέρουν λόγω του καιρού ή άλλων εποχιακών επιδράσεων.

Το Ερευνητικό Ινστιτούτο του Silsoe έχει αναπτύξει μια τεχνική που λέγεται "fuzzy clustering" (ομαδοποίηση δεδομένων, περιφραστικά), σαν μέρος του προγράμματος MAFF LINK, του υπουργείου Γεωργίας της Μ. Βρετανίας, και χρησιμοποιεί τα δεδομένα του χάρτη απόδοσης δύο ή περισσότερων εποχών, για να προσδιορίσει περιοχές ενός χωραφιού, οι οποίες συμπεριφέρονται με έναν παρόμοιο γενικά τρόπο από χρονιά σε

χροινιά. Οι περιοχές μπορεί να έχουν σταθερά χαμηλή ή υψηλή αποδοτικότητα ή να έχουν ακανόνιστες αποδόσεις.

Για παράδειγμα, σε χωράφι έκτασης 200 στρ. καλλιεργήθηκε σιτάρι το 1996 και κριθάρι το 1997. Η χαρτογράφηση έδειξε τρεις σαφώς ορισμένες ομάδες εδαφών: από περιοχές με σταθερά υψηλές αποδόσεις, πάνω από το μέσο όρο του χωραφιού, μέχρι περιοχές με σταθερά χαμηλότερες αποδόσεις από το μέσο όρο (σχ. 5α). Οι τυπικές αποδόσεις στο χωράφι μπορούσαν να κυμαίνονται από 0,4-1 τον ./στρ. Σε σύγκριση με τον εδαφικό χάρτη (σχ. 5β), μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι οι περιοχές υψηλών αποδόσεων σχετίζονται με τα βαθιά, μέσης σύστασης εδάφη. Οι περιοχές χαμηλών αποδόσεων βρίσκονται σε λοφώδη σημεία του χωραφιού, όπου τα εδάφη είναι πολύ αμμώδη και τείνουν σε ξηρικά.

Η σημασία του τύπου του εδάφους

Η γνώση του τύπου του εδάφους είναι σημαντική, αν και οι περισσότερες φυσικές ιδιότητες του εδάφους δεν μεταβάλλονται εύκολα. Ο τύπος του εδάφους συνήθως επηρεάζει τις μελλοντικές καλλιέργειες και τις αποφάσεις για αγρανάπαιση, τις απαιτήσεις της καλλιέργειας και τις υποδείξεις για εφαρμογή ασβεστίου, λιπασμάτων N P K , ζιζανιοκτόνων ή για τις ποσότητες σπόρου. Η δομή του εδάφους και το πόσο συμπαγές είναι καθορίζουν αν υπάρχει ανάγκη για υπεδαφοκαλλιέργεια.

Οι πιο πρόσφατες έρευνες και η εμπειρία έχουν αποδείξει ότι ο τύπος του εδάφους είναι ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει τη μεταβολή της απόδοσης. Η απόδοση είναι πιο πιθανό να είναι σταθερά χαμηλή σε αμμώδη ή ρηχά εδάφη πάνω σε σκληρό βράχο, παρά σε μέσης ή πυκνής κοκκομετρικής σύστασης εδάφη. Οι αναλύσεις εδάφους πρέπει να είναι από τις πρώτες ενέργειες που θα γίνουν για να κατανοηθούν οι αιτίες της μεταβολής της απόδοσης. Μαζί με τις πληροφορίες από χάρτες απόδοσης και από παλιά όρια του χωραφιού, οι μεταβολές στον τύπο του εδάφους είναι σημαντικές για να καθοριστούν ζώνες διαχείρισης μέσα στα χωράφια.

Χαρτογραφώντας τους τύπους των εδαφών

Σε μερικές περιοχές οι υπάρχουσες μελέτες εδαφών ή οι αεροφωτογραφίες, σε συνδυασμό με την τοπική εμπειρία, μπορούν να αποτελέσουν ένα καλό και φτηνό σημείο εκκίνησης. Οι αεροφωτογραφίες συνήθως δείχνουν την καλλιέργεια και τους σχετικούς τύπους εδάφους. Όπου χρειάζονται καινούργιες πληροφορίες, είναι απαραίτητες ειδικές αναλύσεις εδάφους. Αυτές μπορούν αρχικά να γίνουν με την αρχή των "έξυπνων δειγμάτων" (βλ. πιο κάτω). Οι περιεκτικές αναλύσεις εδάφους μπορεί να κοστίζουν, αλλά θα χρειαστεί να γίνουν μόνο μια φορά.

Η έρευνα για τη χρήση των τοπογραφικών χαρτών και των τεχνολογιών "αισθητήρων" μπορεί στο μέλλον να έχει ως αποτέλεσμα με τη μερική αυτοματοποίηση των διαδικασιών χαρτογράφησης του εδάφους.

Διενέργεια σημαντικών δοκιμών στο αγρόκτημα

Η χαρτογράφηση απόδοσης δίνει την ευκαιρία στους παραγωγούς να κάνουν απλές αλλά αποτελεσματικές δοκιμές, που μπορεί να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά το αγρόκτημα ή το χωράφι. Οι σωστές δοκιμές μπορούν να βοηθήσουν τον παραγωγό να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις. Για να έχουν όμως σημαντικά και χρήσιμα αποτελέσματα, οι δοκιμές στο αγρόκτημα πρέπει να σχεδιαστούν και να πραγματοποιηθούν με προσοχή, με συγκεκριμένα βήματα προκειμένου να αποκτηθούν αξιόπιστες πληροφορίες. Η προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι επίσης πάρα πολύ σημαντική.

ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΕΙΣΡΟΩΝ

Η αρχή της εφαρμογής της μεταβλητής ποσότητας δεν είναι καινούργια. Για πολλά χρόνια, κάποιοι καλλιεργητές μετρούν το ΡΗ του εδάφους σε διαφορετικά σημεία του χωραφιού και ανάλογα με τις ανάγκες προσθέτουν και διαφορετικές ποσότητες ασβεστίου. Οι τεχνολογίες της γεωργίας ακριβείας επιτρέπουν τώρα μια πολύ πιο εξειδικευμένη διαχείριση της μεταβλητότητας μέσα σε μια καλλιέργεια, αλλά οι πληροφορίες για την οικονομική αποτελεσματικότητα αυτής της προσέγγισης είναι λίγες. Είναι πολύ σημαντικό να λάβουμε υπόψη το επιπλέον κόστος για την απόκτηση των απαραίτητων πληροφοριών για το έδαφος και την καλλιέργεια, για την ερμηνεία τους και για τη χρήση του απαραίτητου εξοπλισμού.

Τα οφέλη από την εφαρμογή μεταβλητής ποσότητας στις καλλιέργειες συνήθως διαφέρουν από αγρόκτημα σε αγρόκτημα και προφανώς κυμαίνονται από μηδέν ως και σε υψηλά επίπεδα. Με βάση την ήδη υπάρχουσα έρευνα και εμπειρία, τα αγροκτήματα με ποικίλους τύπους εδάφους, ειδικά με μεσαία και ελαφρά εδάφη, έχουν περισσότερες πιθανότητες να ωφεληθούν από την εφαρμογή μεταβλητής ποσότητας ασβεστίου και λιπασμάτων Ν Ρ Κ . Οι ποσότητες των ζιζανιοκτόνων και άλλων αγροχημικών εισροών εξαρτώνται περισσότερο από άλλους παράγοντες.

Πριν να σκεφτούν τις μεθόδους εφαρμογής μεταβλητής ποσότητας, οι παραγωγοί πρέπει να έχουν καταλάβει καλά τα προβλήματα και τους μεταβλητούς παράγοντες του κάθε χωραφιού (π.χ. ζιζάνια, τύπος εδάφους, θρεπτικά στοιχεία του εδάφους). Στη συνέχεια, η προσοχή μπορεί να εστιαστεί στις τεχνολογίες της γεωργίας ακριβείας, οι οποίες είναι πολύ πιθανό να αυξήσουν τα κέρδη ή να βελτιώσουν το περιβάλλον.



Είκ.26 χαρτογράφηση ζιζανίων (πράσινες περιοχές) σε καλλιέργεια σιταριού.

Κατάλληλη ακρίβεια

Ο μοντέρνος μηχανολογικός εξοπλισμός επιτρέπει τώρα στους παραγωγούς να διαφοροποιούν τις ποσότητες εφαρμογής με μικρές προσαυξήσεις, οι οποίες προσαρμόζονται συνεχώς σε μικρές καλλιεργούμενες περιοχές μερικών τετραγωνικών μέτρων. Με βάση την σημερινή εμπειρία και επιστημονικά δεδομένα, αυτό το επίπεδο ακριβείας σπάνια είναι κατάλληλο, είναι δαπανηρό και είναι δυνατό να αποτελεί ένα "πλαστό" επίπεδο ακριβείας.

Υπάρχουν 4 πιθανοί περιοριστικοί παράγοντες που θα επηρεάσουν το επίπεδο ακριβείας στην πράξη:

- Αξιοπιστία και ακρίβεια στις αποφάσεις για τις εισροές. Κάποιες αποφάσεις μπορούν να ληφθούν με βεβαιότητα (π.χ. επιλογή ζιζανιοκτόνου για τον έλεγχο των ζιζανίων), ενώ άλλες είναι πιο αβέβαιες, ειδικά εκεί όπου οι μελλοντικές και άγνωστες καιρικές συνθήκες επηρεάζουν πολύ (π.χ. ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος),
- Ακρίβεια των αναλύσεων εδάφους / καλλιέργειας. Οι περισσότερες αποφάσεις απαιτούν πληροφορίες από αναλύσεις εδάφους και / ή καλλιέργειας. Η ακρίβεια του ελέγχου της καλλιέργειας, των δειγμάτων ή των αναλύσεων μπορεί να ποικίλλει σημαντικά.
- Ακρίβεια της μηχανικής εφαρμογής. Η ακρίβεια της εφαρμογής βελτιώνεται συνεχώς. Παρόλα αυτά, ποικίλλει μεταξύ διαφορετικών τύπων μηχανημάτων, ανάλογα με τις αρχές λειτουργίας και συντήρησης τους.
- Ακρίβεια πλοήγησης (navigation). Τα σημερινά διαφορικά συστήματα GPS είναι ακριβή με προσέγγιση ενός μέτρου, αλλά τα παλαιότερα συστήματα είναι λιγότερο ακριβή.

Όλοι οι καλλιεργητές κατανοούν ότι ένας περιοριστικός παράγοντας (π.χ. ασθένεια) μπορεί να μειώσει σοβαρά την απόδοση της καλλιέργειας, ακόμα και αν όλοι οι άλλοι παράγοντες διαχείρισης της είναι τέλειοι. Οι παραπάνω περιοριστικοί παράγοντες που αφορούν την ακρίβεια πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όταν πρόκειται να αποφασιστεί το μέγεθος

της περιοχής διαχείρισης και το πόσο συχνά θα αλλάζουν οι ποσότητες εφαρμογής.

Διαχωρισμός των χωραφιών

Η προοπτική για επιπλέον κέρδη είναι μεγαλύτερη όταν η εφαρμογή της μεταβλητής ποσότητας γίνεται μ' ένα σχετικά απλό τρόπο. Έτσι, ο χωρισμός του χωραφιού σε ζώνες, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, την τοπογραφία, τα παλαιά όρια του χωραφιού και χάρτες απόδοσης, είναι ένας καλός τρόπος για να ξεκινήσει κανείς. Αυτές οι ζώνες θα υποδιαιρευθούν περαιτέρω μέσα από την εμπειρία και τις γνώσεις του παραγωγού. Η προσπάθεια για μεγαλύτερη ακρίβεια μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να είναι οικονομικά αποτελεσματική, αλλά το επιπλέον κόστος των αναλύσεων εδάφους και καλλιέργειας, αλλά και της εφαρμογής είναι συνήθως υψηλότερο και τα επιπλέον οφέλη δεν είναι τόσο σίγουρα.

Η πρόσφατη έρευνα που αφορά τη χρησιμοποίηση των αισθητήρων, επιτρέπει την ακρίβεια μικρότερης κλίμακας και την εφαρμογή μεταβλητής ποσότητας μερικών καλλιεργητικών εισροών σε πραγματικά χρόνο. Οι αισθητήρες είναι δυνατό να προσφέρουν μια πολύ φθηνή μέθοδο συλλογής πληροφοριών για την καλλιέργεια και για το έδαφος. **Ένας αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί σ' ένα τρακτέρ, έτσι ώστε χρήση του λιπάσματος ή του φυτοφαρμάκου από το ίδιο τρακτέρ. Εναλλακτικά, βρίσκονται υπό εξέλιξη συστήματα αισθητήρων που λειτουργούν στον αέρα ή σε δορυφόρο, Στα συστήματα που είναι εγκατεστημένοι οι αισθητήρες η χρήση προ-διαχωρισμένων ζωνών διαχείρισης δεν θα είναι απαραίτητη, αφού οι εισροές θα ελέγχονται, τουλάχιστον εν μέρει, από αυτά που λαμβάνει ο αισθητήρας.**

Διαχείριση μεταβλητότητας

1. Ζιζάνια

Τα ζιζάνια συχνά εμφανίζονται σε τμήματα της καλλιέργειας. Ο ψεκασμός μόνο σε αυτά τα τμήματα μπορεί να μειώσει το κόστος των ζιζανιοκτόνων, αλλά και την πιθανότητα περιβαλλοντικής μόλυνσης.

Αν και το κάθε χωράφι είναι διαφορετικό, τα ζιζάνια εμφανίζονται κατά τμήματα, με διαφορετικά είδη και πυκνότητα. Θεωρητικά, δεν τίθεται θέμα ψεκασμού των περιοχών στις οποίες δεν παρουσιάζονται ζιζάνια ή εκεί που ο αριθμός τους είναι μικρότερος από τα κατώτερα επιτρεπτά όρια (σχ. 26).

Η χαρτογράφηση των τμημάτων με ζιζάνια που γίνεται με το χέρι, είναι πρακτικά δύσκολη το φθινόπωρο ή την άνοιξη πριν από τον ψεκασμό με ζιζανιοκτόνα και προς το παρόν δεν υπάρχουν αυτοματοποιημένα συστήματα γι' αυτή την εργασία.

Όμως, αφού ο εντοπισμός των σημαντικότερων ζιζανίων των καλλιεργήσιμων εκτάσεων είναι αρκετά σταθερός, η χαρτογράφηση των ορατών τμημάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, είναι σήμερα η καλύτερη προσέγγιση του προβλήματος.

Η περίοδος μεταξύ Ιουνίου και Αυγούστου είναι καλή για τη χαρτογράφηση ζιζανίων, αφού οι κορυφές τους είναι περισσότερο ορατές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα καταγραφής με το χέρι ή με υπολογιστή, μαζί με ένα φορητό <GPS, Μια ψηλότερη έδρα παρατήρησης, όπως το τρακτέρ, είναι η καλύτερη λύση. Ο χάρτης ζιζανίων που θα προκύψει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ψεκασμό της επόμενης καλλιέργειας. Αυτές οι μέθοδοι της οπτικής καταγραφής είναι κουραστικές και δαπανηρές, είναι πιθανό όμως ότι στο μέλλον η τεχνολογία με αισθητήρες θα επιτρέπει την αυτόματη χαρτογράφηση των ζιζανίων.

Όταν δημιουργείται ένας χάρτης ψεκασμού από ένα χάρτη ζιζανίων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα σημεία:

- Η επιλογή των κατάλληλων δραστικών ουσιών και της κατάλληλης δοσολογίας για τον ψεκασμό συγκεκριμένων τμημάτων.
- Μια ζώνη προστασίας γύρω από κάθε τμήμα ζιζανίων που να προστατεύει από:
 - ανακρίβειες του χάρτη,
 - την εξάπλωση του τμήματος ζιζανίων,
 - λάθη στην κατεύθυνση του ψεκαστικού διαλύματος.
 - το χρόνο ανταπόκρισης του ψεκαστικού κατά την αλλαγή του σκευάσματος ή της δοσολογίας του.

2. Άζωτο

Η δυνατότητα εφαρμογής διαφορετικών ποσοτήτων N μέσα σ' ένα χωράφι μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα κέρδη μιας εκμετάλλευσης, αλλά και να συμβάλλει στη μείωση της μόλυνσης από τα νιτρικά άλατα. Το να επιτευχθούν αυτά τα οφέλη όμως δεν είναι απλό.

Αναμφισβήτητα, το άζωτο επηρεάζει πολύ την απόδοση και την ποιότητα των περισσότερων καλλιεργήσιμων εδαφών. Η χρήση μικρής ποσότητας N έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση, αλλά και η υπερβολική ποσότητα μπορεί να επιβαρύνει προβλήματα ασθενειών, με καταστροφικά αποτελέσματα. Η υπερβολική χρήση εξάλλου αυξάνει τον κίνδυνο απόπλυσης των νιτρικών αλάτων και μόλυνσης των υδάτων.

Αν το N βρίσκεται σε ιδανικά επίπεδα σε όλη την έκταση ενός χωραφιού, τότε τα οφέλη είναι πολύ σημαντικά, καθώς αυξάνονται τα κέρδη από την καλλιέργεια και μειώνεται η απόπλυση των νιτρικών αλάτων. Παρόλα αυτά, αυτό που θα καθορίσει το αν αξίζει να διαφοροποιηθεί η ποσότητα N, είναι η ικανότητα των καλλιεργητών και των συμβούλων τους να πάρουν τις σωστές αποφάσεις σχετικά με το άζωτο.

Παρά την έρευνα πολλών χρόνων, τα σημερινά συστήματα για τον προσδιορισμό της συνιστώμενης ποσότητας N είναι ανακριβή. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ιδανική τιμή N είναι ο τύπος του εδάφους και η περιεκτικότητά του σε N. Αν και ο τύπος του εδάφους μπορεί να είναι γνωστός, η περιεκτικότητα σε N μπορεί να ποικίλλει σημαντικά και η ανάλυση προσδιορισμού του ανόργανου N του εδάφους κοστίζει πολύ. Η προσδοκώμενη απόδοση παίζει πολύ μικρό ρόλο ότι λήψη αποφάσεων για χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, αφού οι καλλιέργειες υψηλότερων αποδόσεων δεσμεύουν αποτελεσματικότερα N από το έδαφος.

Οι καλοκαιρινές καιρικές συνθήκες, οι οποίες είναι βέβαια άγνωστες όταν γίνεται η εφαρμογή N, μπορούν επίσης να επηρεάσουν κατά πολύ τον καθορισμό της ιδανικής τιμής και αυτός είναι ένας από τους βασικούς λόγους για το ότι η σημερινή χρήση αζωτούχων λιπασμάτων είναι ανακριβής. Έως να αναπτυχθούν βελτιωμένα συστήματα προσδιορισμού, θα θεωρείται αποδεκτή η χρησιμοποίηση μιας ποσότητας N με απόκλιση συν ή πλην 2,5 κιλών/στρ.. σε σχέση με την ιδανική τιμή.

Η ακρίβεια μπορεί να βελτιωθεί με νέες μεθόδους που βασίζονται στη μέτρηση της ανάπτυξης της καλλιέργειας (σε ύψος) και της ανάπτυξης της επιφάνειας των φύλλων με την πάροδο του χρόνου. Αυτές οι καινούργιες προσεγγίσεις ερευνώνται από την A D A S και άλλους οργανισμούς. *Η εξέλιξη της χρήσης των αισθητήρων στις καλλιέργειες αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα αυτής της έρευνας.*

3. Ασβέστιο, φωσφόρος και κάλιο

Η οξύτητα του εδάφους επηρεάζει την απόδοση της καλλιέργειας περισσότερο από ότι οι μεταβολές του εδαφικού P και K. Τα επίπεδα του P και K στο έδαφος ποικίλλουν σημαντικά σε κάθε χωράφι, αλλά η υιοθέτηση της μεθόδου της εφαρμογής μεταβλητής ποσότητας σε αρκετές περιπτώσεις δεν θα αποφέρει οικονομικά οφέλη. Τα "έξυπνα" δείγματα εδάφους αποτελούν μια λογική προσέγγιση.

Αποδοτικότητα και εδαφικό P H, επίπεδα P K

Η οξύτητα του εδάφους μπορεί να μειώσει σοβαρά την απόδοση της καλλιέργειας (ειδικά του κριθαριού). Τα αποτελέσματα της ετήσιας έρευνας του υπουργείου Γεωργίας της Μ. Βρετανίας δείχνουν ότι σε μερικά μόνο χωράφια οι μεγάλες μεταβολές στην απόδοση οφείλονται αποκλειστικά στην έλλειψη P K . Οι μεταβολές στην οξύτητα του εδάφους είναι πολύ σημαντικότερες.

Η μεταβολή των επιπέδων P K του εδάφους μέσα σε κάθε καλλιεργήσιμη έκταση είναι γνωστή. Μια έρευνα σε 78 καλλιεργήσιμα χωράφια έδειξε ότι κατά μέσο όρο μόνο το 53% της έκτασης ενός χωραφιού είναι μέσα στις ενδείξεις του μέσου όρου για το P, το 69% για το K και το 63% για το Mg.. Η μεταβολή αυτή τείνει να είναι υψηλότερη εκεί όπου μεταβάλλεται ο τύπος του εδάφους και η απόδοση.

Οι περιοχές υψηλής απόδοσης μπορεί να παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα εδαφικού P K , όμως αυτό δε συμβαίνει πάντα, ειδικά όταν οι διακυμάνσεις της απόδοσης οφείλονται κυρίως στον τύπο εδάφους. Οι διαφορετικοί τύποι εδάφους έχουν και διαφορετικά θρεπτικά χαρακτηριστικά.

Μεταβλητή ποσότητα εφαρμογής λιπάσματος P K

Σε αγροκτήματα όπου χρησιμοποιείται P K με βάση την τακτική ανάλυση του εδάφους ολόκληρων των εκτάσεων και τις εποχιακά ενδεικνυόμενες ποσότητες, η επένδυση σε χαρτογράφηση των θρεπτικών ουσιών του εδάφους και στη χρήση μεταβλητής ποσότητας P K μπορεί να αποδειχθεί ασύμφορη. Το αποτέλεσμα συνήθως είναι το ίδιο. όσον αφορά τη συνολική ποσότητα λιπάσματος που χρησιμοποιείται στο χωράφι, αλλά το λίπασμα είναι κατανεμημένο με διαφορετικό τρόπο. Αυτό βέβαια συμβάλλει στο να διατηρηθεί το επίπεδο P K του εδάφους ίδιο σε όλη την έκταση, αλλά βραχυπρόθεσμα το επιπλέον κόστος δεν πρόκειται να καλυφθεί, ούτε από την επιπλέον απόδοση ούτε από την οικονομία στο λίπασμα.

Πριν εξεταστεί η μέθοδος της εφαρμογής μεταβλητής ποσότητας P K , οι παραγωγοί πρέπει να σιγουρευτούν ότι η πρακτική που ακολουθούν για τη μέση κατάσταση του χωραφιού είναι σωστή και ότι οι περιοχές με ελλείψεις θρεπτικών ουσιών έχουν εντοπιστεί και αντιμετωπιστεί.

Οι χάρτες απόδοσης χρησιμοποιούνται μερικές φορές για τον υπολογισμό της ποσότητας P K που χάνεται από την καλλιέργεια, καθορίζοντας έτσι μια βάση για τη μελλοντική χρήση λιπάσματος P K . Αυτή η τακτική πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή, γιατί:

- η ποσότητα του P και του K ανά τόνο καρπού ή άχυρου ποικίλλει σημαντικά (οι τρέχοντες αριθμοί αποτελούν μόνο ένα γενικό οδηγό),
- οι περισσότερες μεταβολές της απόδοσης οφείλονται σε διαφορές του τύπου του εδάφους, ο οποίος παρουσιάζει και διαφορετικά θρεπτικά χαρακτηριστικά (αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πριν αποφασιστεί η χρήση λιπάσματος),
- οι τύποι του εδάφους διαφέρουν ως προς την ποσότητα P και K που περιέχει το υπέδαφος και άλλες πηγές, οι οποίες δεν μπορούν να μετρηθούν μέσα από τις συμβατικές εδαφικές αναλύσεις.

Όταν υιοθετείται αυτή η προσέγγιση, θα είναι και πάλι απαραίτητες οι εδαφικές αναλύσεις σε διαφορετικές περιοχές του χωραφιού, με τη χρήση των "έξυπνων δειγμάτων" σε μικρότερη συχνότητα απ' ό,τι συνήθως.

"Έξυπνα δείγματα"

Για να συμπληρωθούν τα κατά μέσο όρο αποτελέσματα των συμβατικών εδαφικών αναλύσεων του χωραφιού, η μέθοδος των ενδεικτικών ή "έξυπνων δειγμάτων" είναι μια λογική και οικονομική αντιμετώπιση για να εξεταστούν οι μεταβολές του P H και των θρεπτικών συστατικών στα χωράφια.

Οι αρχές της "έξυπνης δειγματοληψίας" είναι:

- η εξέταση αν υπάρχει οξύτητα ή τροφοπενίες, η χρησιμοποίηση των γνώσεων για την κατάσταση της περιοχής και οι χάρτες απόδοσης για να εντοπιστούν οι προβληματικές περιοχές,
- ο εντοπισμός των εκτάσεων με μικρό μέσο όρο – P H ή με χαμηλή περιεκτικότητα σε P K (αυτές είναι περισσότερο πιθανό να περιέχουν περιοχές με έλλειψη στοιχείων),
- στη δειγματοληψία κατά σημεία, πρέπει να λαμβάνονται τουλάχιστον 16 υποδείγματα, από μια μικρή περιοχή γύρω από το κεντρικό σημείο,

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Στα τρακτέρ που εφαρμόζεται η νέα τεχνολογία έχουμε πάρα πολλά οικονομικά οφέλη. Πρώτον και πολύ σημαντικό είναι ότι τα συστήματα αυτά φέρουν συστήματα αυτοδιάγνωσης δηλαδή έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνουν το χειριστή για το πρόβλημα το οποίο έχει δημιουργηθεί και σε περίπτωση που είναι σοβαρό, να διακόπτουν τη λειτουργία του ελκυστήρα για να μην προξενηθεί κάποια μεγαλύτερη και πιο δαπανηρή βλάβη στο μηχάνημα. Σε περίπτωση βλάβης έχουμε μία απλή αλλαγή της ηλεκτροβάνας που ελέγχει τη αντίστοιχη λειτουργία. Εν' αντιθέσει με αυτό το σύστημα, στα παλαιού τύπου αναλογικά συστήματα, είχαμε λύσιμο (κόψιμο του ελκυστήρα) για να βρούμε που οφείλεται η βλάβη.

Εξαιρετική ενδιαφέρον έχει ένα παράδειγμα από τα στοιχεία του υπουργείου γεωργίας σύμφωνα με τα οποία σε 5000 ελκυστήρες οι οποίοι δουλεύουν με την προαναφερθείσα τεχνολογία, παρουσιάστηκαν κατά το έτος 2003 μόνο 5 βλάβες αλλαγής εγκεφάλων δηλαδή ποσοστό κάτω του 1%. Το κόστος συντήρησης του γεωργικού ελκυστήρα μειώνεται θεαματικά.

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ

Τη σημερινή εποχή, η ανταγωνιστικότητα και η ποιότητα, είναι έννοιες απόλυτα συνηφασμένες με τις απαιτήσεις των καταναλωτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εργασία του αγρότη να γίνει όσο πιο πολύ οργανωμένη και σωστή γίνεται. Αυτό απαιτεί όμως την οργάνωσή του με καινούρια τεχνολογικά συστήματα που θα τον κάνουν ανταγωνίσιμο έτσι ώστε η δουλειά του να του αποφέρει τις απαιτούμενες χρηματικές αποδοχές.

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Όλα αυτά βέβαια, φαίνονται πολύ μακρινά για την ελληνική πραγματικότητα, που χαρακτηρίζεται από μικρό κλήρο και έλλειψη υποδομών. Καθώς όμως ο εκσυγχρονισμός είναι πλέον η μοναδική επιλογή όχι μόνο για τη γεωργία μας αλλά και για ολόκληρη την ελληνική οικονομία, καλό είναι όσοι ασχολούνται με τον τομέα αυτόν να γνωρίζουν ποια είναι τα πρώτα βήματα για την εφαρμογή της μεθόδου.

Ο σύγχρονος αγρότης πρέπει αναγκαστικά να πάει προς αυτή την κατεύθυνση γιατί το επιβάλλει η εποχή του. Δεν μπορεί οι εταίροι του να καλλιεργούν τα χωράφια τους με τέτοιου είδους τεχνολογίες και ο Έλληνας αγρότης με τις παλιές παραδοσιακές μεθόδους, για το λόγο ότι τα προϊόντα του γίνονται αντιοικονομικά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όλες οι κατασκευάστριες εταιρίες, θα θέσου στην παραγωγή τους, όλα τα καινούρια ηλεκτρονικά – τεχνολογικά συστήματα, έτσι ώστε η εργασία του αγρότη να γίνεται όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη γίνεται.

Τα ηλεκτρονικά – ψηφιακά συστήματα των γεωργικών ελκυστήρων αποδίδουν κατά τη λειτουργία τους, τη μέγιστη παραγωγής με το μικρότερο κόστος.

Τα ψηφιακά μέσα μειώνουν τις εκπομπές καυσαερίων από τα προαναφερθέντα μέσα (κατάλληλη ποσότητα καυσίμου στο σωστό χρόνο). Έτσι οι ελκυστήρες γίνονται λιγότερο επιζήμιοι για το περιβάλλον.

Έχουμε λιγότερες φθορές, λιγότερες επισκευές επομένως μικρότερες δαπάνες επισκευής δηλαδή μείωση του κόστους συντήρησης.

Τέλος, με τη χρήση των μικροϋπολογιστών, και υπό την εποπτεία τους, τα μηχανικά μέρη λειτουργούν πάντα υπό τις βέλτιστες συνθήκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τζιβανόπουλος Κ.Α., 1987, Γεωργικοί Ελκυστήρες

Τσατσαρέλης Κ.Α. 1995. Διαχείριση Γεωργικών Μηχανημάτων

Εταιρεία Π.Ι.Κοντέλλης ΑΕ (New Holland)

Περιοδικό «Γεωργία Και Τεχνολογία», Φεβρουάριος 2003, σελίδες 24-34

Yield Mapping and Precision Farming, Εκδόσεις APAS Boxworth, Silsoe Research Institute (SRI)

Agro LTD (Massey Fegguson)