

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΙΣΟΠΕΔΩΤΩΝ ΓΑΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥΣ

Μ.Γ.Καλαϊτζή, Π.Β. Καραρίζος, Ε. Α. Καραγιάννης
Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας
Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη
xeniakal@for.auth.gr , eakarag@for.auth.gr, pkarariz@for.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ισοπεδωτές γαιών ανήκουν στην κατηγορία των επίπεδων εκσκαφών με αξιόλογες εφαρμογές στα χωματουργικά έργα και στα έργα οδοποιίας. Η απόδοσή τους, εκφράζει τις δυνατότητες τους για παραγωγή έργου στη μονάδα του χρόνου. Στην ποσοτική όμως αυτή έννοια, θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται και η ποιότητα εργασίας μαζί με το χαμηλό κόστος. Ο συνδυασμός της μεγάλης απόδοσης των ισοπεδωτών, της άριστης ποιότητας κατασκευής μαζί με το χαμηλό κόστος λειτουργίας του μηχανήματος, έχει σαν αποτέλεσμα το χαμηλό κόστος παραγωγής. Στις εφαρμογές των ισοπεδωτών γαιών, τα τελευταία χρόνια, ακολουθούνται δύο (2) μέθοδοι. Η κλασσική μέθοδος, όπου χρησιμοποιούνται σύγχρονα μηχανήματα, αλλά απαιτείται εκτός από την τοπογράφιση και πασσάλωση της επιφάνειας, η επιμέλεια του χειριστή καθ' όλη τη διάρκεια της ισοπέδωσης και η σύγχρονη μέθοδος, όπου χρησιμοποιούνται μηχανήματα νέας τεχνολογίας εξοπλισμένα με ηλεκτρονικές διατάξεις και με δυνατότητα καθοδήγησης της λεπίδας με ακτίνες laser. Στην εργασία αυτή αξιολογήθηκε ο βαθμός απόδοσης του ισοπεδωτή γαιών Volvo 3500 σε δύο (2) πειραματικές επιφάνειες (2.025 m²) και (2.070 m²) στην περιοχή της Κατερίνης. Στην πρώτη επιφάνεια (2.025 m²) εφαρμόστηκε η κλασσική μέθοδος ενώ στη δεύτερη (2.070 m²) η σύγχρονη μέθοδος. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η απόδοση, με την εφαρμογή της σύγχρονης μεθόδου, ήταν κατά 40% μεγαλύτερη από αυτή της κλασσικής μεθόδου.
Λέξεις κλειδιά: Ισοπεδωτές γαιών, μέθοδος εφαρμογής, ακτίνες laser, αξιολόγηση απόδοσης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο βαθμός απόδοσης των μηχανημάτων είναι ο λόγος της πραγματικής προς τη θεωρητική απόδοση (ASAE 2004) και ασφαλώς επηρεάζεται από τον υψηλό ή χαμηλό συντελεστή εκμετάλλευσης τους (Hunt 2001).

Ο υπολογισμός του βαθμού απόδοσης των μηχανημάτων, απαιτεί χρονικές σπουδές στο χώρο εργασίας, πολλές φορές μάλιστα αρκετά κοπιώδεις (Taylor 1991). Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη των τεχνολογιών, η συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων των επιμέρους χρόνων έχει διευκολυνθεί σημαντικά με την χρήση διαφορικού ή γεωδαιτικού G.P.S. Η ακρίβεια μάλιστα των στοιχείων έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό, (Δούκας 2001, Taylor et al. 2002, Crisler et al. 2002).

Οι ισοπεδωτές γαιών ανήκουν στα πλέον εύχρηστα μηχανήματα για τη διαμόρφωση χώρων όπου πρόκειται να κατασκευασθούν διάφορα τεχνικά και οικοδομικά έργα (χωματουργικές εργασίες, έργα οδοποιίας κ.λ.π.)

Η απόδοση των ισοπεδωτών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι (Hunt 2001, Witney 1998, Renoll 1981):

1. Το μέγεθος της επιφάνειας εργασίας του ισοπεδωτή. Τις περισσότερες φορές, επηρεάζει θετικά, τον βαθμό απόδοσης των μηχανημάτων, λόγω κυρίως των μικρότερων απωλειών χρόνου στις στροφές. Σε μια μικρή επιφάνεια των 20 στρεμμάτων μόνο το 37% του χρόνου αφορούσε το παραγωγικό έργο, ενώ σε μια μεγάλη των 800 στρεμμάτων, το 74% (Sturrock et al. 1980)

2. Το σχήμα της επιφάνειας. Ο βαθμός απόδοσης αναμένεται χαμηλότερος στις περιπτώσεις που το σχήμα της προς ισοπέδωση επιφάνειας είναι ακανόνιστο. Αυτό οφείλεται, όπως είναι προφανές, στις μεγαλύτερες νεκρές διαδρομές. Μικρός δείκτης (λιγότερες νεκρές διαδρομές) σημαίνει υψηλός βαθμός απόδοσης. Εάν η τετράγωνη επιφάνεια γίνει ορθογώνια με σχέση μήκους προς πλάτος 2:1, ο δείκτης γίνεται 95, ενώ με σχέση 4:1 ο δείκτης γίνεται 93. (Sturrock et al. 1977)

3. Τα συστήματα (σχέδια) εκτέλεσης των εργασιών. Το σύστημα (ο τρόπος ή το σχέδιο) με το οποίο θα εκτελεστούν οι εργασίες (διαδρομές, στροφές) στην επιφάνεια ισοπέδωσης επηρεάζει σημαντικά το βαθμό απόδοσης. Κύρια επιδίωξη των συστημάτων πρέπει να είναι η μείωση των νεκρών διαδρομών και γενικώς των νεκρών χρόνων (Τσατσαρέλης 2000).

4. Η αδρανούσα δυναμικότητα των μηχανημάτων. Συχνά κατά τη διάρκεια της εργασίας τα μηχανήματα δεν εργάζονται με το θεωρητικό πλάτος εργασίας ούτε και με τη συνιστώμενη ταχύτητα. Επομένως υπάρχει μια αδρανούσα (μη χρησιμοποιούμενη) δυναμικότητα των μηχανημάτων. Μείωση του πλάτους εργασίας είναι φανερό ότι επιφέρει μείωση του βαθμού απόδοσης (Stone and Gulvin 1957). Συνήθως οι χειριστές αφήνουν αχρησιμοποίητο το 5-10% του πλάτους εργασίας. Οι πιο έμπειροι και προσεκτικοί μπορούν να το μειώσουν μέχρι το 3-5% του πλάτους (Hunt 1999). Ηλεκτρονικά συστήματα που κατευθύνουν τα μηχανήματα μπορούν να βελτιώσουν την κατάσταση σημαντικά.

5. Ο χειριστής. Ένα από τα βασικά στοιχεία που συμμετέχουν στη διαμόρφωση του βαθμού απόδοσης είναι η ικανότητα του χειριστή. Με το ίδιο μηχάνημα και κάτω από τις ίδιες συνθήκες είναι δυνατό, που είναι το πιο και σύνηθες, η παραγωγικότητα να διαφέρει σημαντικά λόγω των διαφορετικών δυνατοτήτων και δεξιοτήτων των χειριστών. (Landers 2000, Roth et al. 1983)

6. Η κατηγορία των μηχανημάτων (ιπποδύναμη, μέγεθος ευελιξία, εξοπλισμός με ηλεκτρονικές διατάξεις). Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση, είναι η κατηγορία των μηχανημάτων γιατί πρέπει να συνδυάζει την κατάλληλη ιπποδύναμη, το μέγεθος, την ευελιξία και προπαντός τον εξοπλισμό των μηχανημάτων με σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις. Η ευελιξία των μηχανημάτων αναφέρεται στην ικανότητα τους να πραγματοποιούν ελιγμούς, δηλαδή κυρίως στροφές. Ο χρόνος για τις στροφές μπορεί να απαιτήσει μέχρι και το 25% του συνολικού χρόνου, αν και οι μέσες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 12 και 15%. (Witney 1988, Bowers 1992).

Τα τελευταία χρόνια στις εφαρμογές των ισοπεδωτών ακολουθούνται 2 μέθοδοι:

Η κλασική μέθοδος όπου χρησιμοποιούνται σύγχρονα μηχανήματα, αλλά απαιτείται εκτός από την τοπογράφηση και πασσάλωση της επιφάνειας, η επιμέλεια του χειριστή σε όλη τη διάρκεια της ισοπέδωσης.

Η σύγχρονη μέθοδος, όπου χρησιμοποιούνται μηχανήματα νέας τεχνολογίας εξοπλισμένα με ηλεκτρονικές διατάξεις και με δυνατότητα καθοδήγησης της λεπίδας με ακτίνες laser.

Η κλασική μέθοδος ισοπέδωσης είναι αρκετά χρονοβόρα και με ιδιαίτερα υψηλό κόστος αφού απαιτεί ορισμένο αριθμό ανειδικευτών εργατών και ένα μηχανικό (τοπογράφηση) (Williams 2004).

Στη σύγχρονη μέθοδο ένα σύστημα ηλεκτρονικών διατάξεων καθοδηγεί αυτόματα τη λεπίδα του ισοπεδωτή, χωρίς την επέμβαση του χειριστή, με αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της ευαισθησίας καθώς και της ακρίβειας της ισοπέδωσης.

Υπολογίστηκε ότι η ευαισθησία ενός συστήματος ισοπέδωσης με laser είναι 10-50 φορές πιο ακριβής από ότι η οπτική εκτίμηση ενός πεπειραμένου χειριστή και τα απαιτούμενα προσόντα του χειριστή λιγότερο σημαντικά, ως προς το αποτέλεσμα της εργασίας. (Fangmeier and Clemmens 1999, Laughlin 2000, Benson et. al. 2002).

Από τους πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση είναι φανερό, ότι η αξιολόγηση των μεθόδων είναι ένα πρόβλημα που χρειάζεται μεγάλη επιμέλεια και προσοχή για την εκτίμηση της (Καλαϊτζή 2010)

Στην εργασία αυτή συγκεντρώθηκαν, μελετηθήκαν και αναλύθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία με σκοπό την αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του ισοπεδωτή γαιών Volvo 3500 σε δύο (2) πειραματικές επιφάνειες (2.025 m²) και (2.070 m²) στην περιοχή της Κατερίνης. Στην πρώτη επιφάνεια των (2.025 m²) εφαρμόστηκε η κλασσική μέθοδος ισοπέδωσης, ενώ στη δεύτερη (2.070 m²) η σύγχρονη μέθοδος.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Τον Οκτώβριο του 2009 ήταν σε εξέλιξη εργασίες ισοπέδωσης (διάστρωση με σπαστή άμμο) δύο (2) επιφανειών στην περιοχή της Κατερίνης.

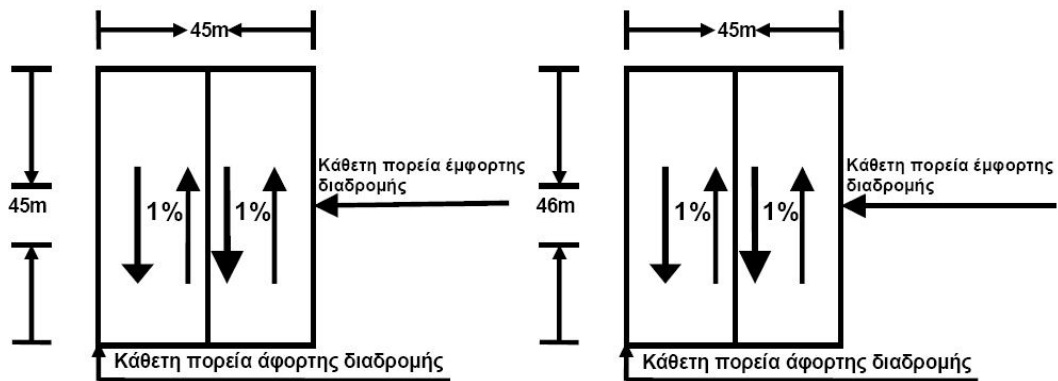
2.1 Υλικά

Τα υλικά που απαιτήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας και τον υπολογισμό της ωριαίας πραγματικής απόδοσης κατά την εφαρμογή των δύο μεθόδων ισοπέδωσης ήταν:

1. Ισοπεδωτής γαιών τύπου Volvo 3500 με λεπίδα 3,625 m και με δυνατότητα προσαρμογής ηλεκτρονικών διατάξεων για την καθοδήγηση της με laser.
2. Δύο (2) πειραματικές επιφάνειες (2.025 m²) και (2.070 m²).
3. Διαβιβαστής ακτίνων laser, τύπου MIKROLASER ML-4.
4. G.P.S. ακριβείας τύπου Garmin-etrex συνδεδεμένο με φορητό Η/Υ για την πλήρη καταγραφή των φάσεων ισοπέδωσης.
5. Δύο (2) χρονόμετρα χειρός
6. Τέσσερα (4) ακόντια και ταινία οριοθέτησης,
7. Σπαστή άμμος για την ισοπέδωση που μεταφέρθηκε από άλλες περιοχές.
8. Φορητό όχημα μεταφοράς του υλικού διάστρωσης.

2.2 Μέθοδος

Με τη βοήθεια του τοπογράφου-μηχανικού του έργου, οριοθετήθηκαν δύο (2) πειραματικές επιφάνειες. Η πρώτη με έκταση (2.025 m²), όπου εφαρμόστηκε η κλασσική μέθοδος και η δεύτερη με έκταση (2.070 m²) όπου εφαρμόστηκε η σύγχρονη μέθοδος (σχήμα 1). Η ισοπέδωση έγινε με ενιαία πορεία του μηχανήματος με στόχο την επίτευξη κλίσης 1%.



Σχήμα 1. Πειραματική επιφάνεια
Figure 1. Experimental area

Πριν την έναρξη της ισοπέδωσης με την κλασσική μέθοδο έγινε τοπογράφιση της επιφάνειας από συνεργείο (υπεύθυνος μηχανικός και δύο εργάτες) και πασσάλωση για την επιδιωκόμενη κλίση 1%.

Στη σύγχρονη μέθοδο ισοπέδωσης, τοποθετήθηκε και ρυθμίστηκε ο τρίποδας με τη συσκευή εκπομπής laser σε κατάλληλο σημείο εκτός της επιφάνειας, ώστε να έχει οπτική επαφή με τον δέκτη του μηχανήματος.

Το μηχάνημα (Grader) κινήθηκε και στις δύο περιπτώσεις των μεθόδων εφαρμογής με τις απαιτούμενες περιφορές σε όλη την επιφάνεια για την τελική διαμόρφωση και οι περιφορές (κινήσεις) καταγράφηκαν ως επίπεδα. Μετρήθηκαν σε όλα τα επίπεδα ο αριθμός των παράλληλων διαδρομών δηλαδή, μετάβαση-έμφορτη διαδρομή και επιστροφή-άφορτη διαδρομή, ο απαιτούμενος χρόνος, η συνολική διανυόμενη απόσταση και κωδικοποιήθηκαν χωριστά στις πινακίδες καταγραφής με τους αντίστοιχους κωδικούς. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστηκε με τη βοήθεια Η/Υ η ταχύτητα του μηχανήματος στα επίπεδα, καθώς και η απόδοση και στις δύο μεθόδους εφαρμογής του. Έγινε προσπάθεια να μετρηθούν, όπως και μετρήθηκαν, οι μικροί ελιγμοί για το “τάισμα” μικρών επιφανειών (γέμισμα με υλικό) καθώς και η εκμηδένιση των σειραδίων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την επεξεργασία των στοιχείων που καταγράφηκαν με G.P.S. και με τα χρονόμετρα για την αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του ισοπεδωτή Volvo 3500 στις δύο μεθόδους εφαρμογής του, προέκυψαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στους πίνακες 1,2,3,4,5,6,7 και στα σχήματα 2,3,4 και 5.

A. Κλασική μέθοδος εφαρμογής

Πίν. 1 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 1

Table 1 Loaded and unloaded route in level 1

| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 675 | 10,20 | 3,97 |
| Άφορτη | 15 | 675 | 9,25 | 4,38 |
| Καθυστερήσεις | | | 3,87 | |
| Σύνολο | 30 | 1350 | 23,32 | |

Πίν. 2 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 2

Table 2 Loaded and unloaded route in level 2

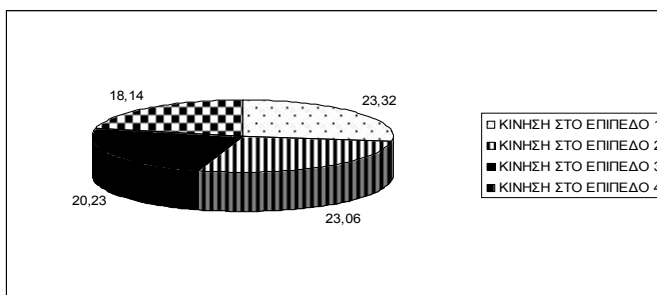
| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 675 | 10,05 | 4,03 |
| Άφορτη | 15 | 675 | 9,10 | 4,45 |
| Καθυστερήσεις | | | 3,91 | |
| Σύνολο | 30 | 1350 | 23,06 | |

Πίν. 3 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 3
Table 3 Loaded and unloaded route in level 3

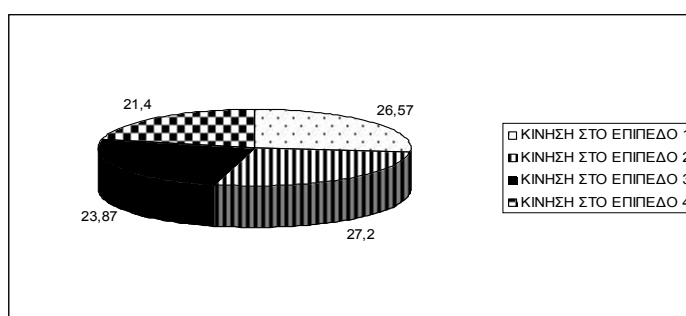
| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 675 | 9,05 | 4,48 |
| Άφορτη | 15 | 675 | 8,05 | 5,03 |
| Καθυστερήσεις | | | 3,13 | |
| Σύνολο | 30 | 1350 | 20,23 | |

Πίν. 4 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 4
Table 4 Loaded and unloaded route in level 4

| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 675 | 9,00 | 4,50 |
| Άφορτη | 15 | 675 | 8,00 | 5,06 |
| Καθυστερήσεις | | | 1,14 | |
| Σύνολο | 30 | 1350 | 18,14 | |



Σχ. 2 Συνολικός χρόνος (min) κίνησης του ισοπεδωτή γαιών στα τέσσερα (4) επίπεδα
Fig. 2 Total time (min) of Grader's movement at four (4) levels



Σχ. 3 Ποσοστιαία (%) αναλογία του χρόνου κίνησης του ισοπεδωτή γαιών ανά επίπεδο
Fig. 3 Time percentage (%) of Grader's movement per level

B. Σύγχρονη μέθοδος εφαρμογής

Πίν. 5 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 1

Table 5 Loaded and unloaded route in level 1

| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 690 | 10,05 | 4,12 |
| Άφορτη | 15 | 690 | 8,95 | 4,63 |
| Καθυστερήσεις | | | 3,85 | |
| Σύνολο | 30 | 1380 | 22,85 | |

Πίν. 6 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 2

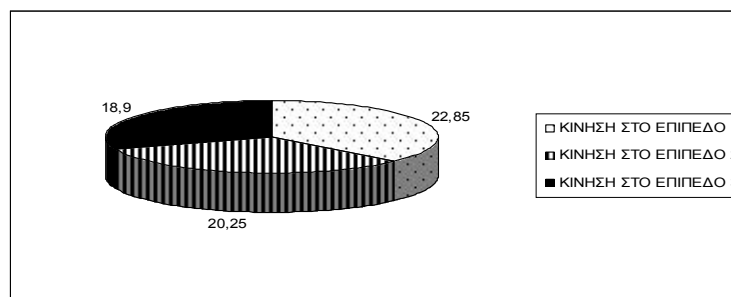
Table 6 Loaded and unloaded route in level 2

| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 690 | 9,03 | 4,58 |
| Άφορτη | 15 | 690 | 7,97 | 5,19 |
| Καθυστερήσεις | | | 3,25 | |
| Σύνολο | 30 | 1380 | 20,25 | |

Πίν. 7 Έμφορτη και άφορτη διαδρομή στο επίπεδο 3

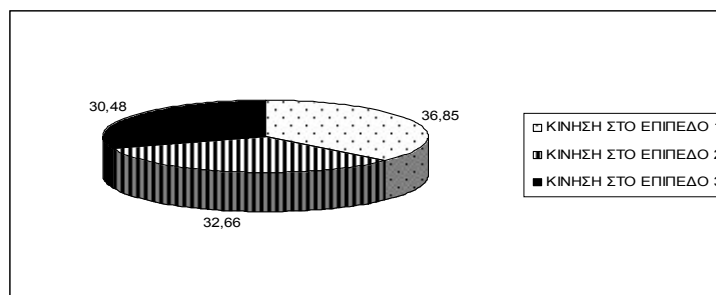
Table 7 Loaded and unloaded route in level 3

| Διαδρομές | Αριθμός διαδρομών | Συνολικά τρέχοντα μέτρα διαδρομής | Απαιτούμενος χρόνος σε min | Ταχύτητα ισοπεδωτή km/h |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Έμφορτη | 15 | 690 | 9,01 | 4,59 |
| Άφορτη | 15 | 690 | 7,99 | 5,18 |
| Καθυστερήσεις | | | 1,90 | |
| Σύνολο | 30 | 1380 | 18,90 | |



Σχ. 4 Συνολικός χρόνος (min) κίνησης του ισοπεδωτή γαιών στα τρία (3) επίπεδα

Fig. 4 Total time (min) of Grader 's movement at three (3) levels



Σχ. 5 Ποσοστιαία (%) αναλογία του χρόνου κίνησης του ισοπεδωτή γαιών ανά επίπεδο
 Fig. 5 Time percentage (%) of Grader's movement per level

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χρήση των ισοπεδωτών γαιών, που είναι εξοπλισμένοι με σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις (διαβιβαστής και δέκτης Laser, συστήματα ελέγχου των λεπίδων), έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας τους κατά 40%, καθώς και την ακρίβεια της ισοπέδωσης, σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους εφαρμογής.

Γενικότερα τα πλεονεκτήματα της σύγχρονης μεθόδου εφαρμογής μπορούν να συνοψισθούν:

1. Η ισοπέδωση γίνεται με λιγότερα περάσματα του μηχανήματος (τρία επίπεδα, ενώ με την κλασική μέθοδο τέσσερα επίπεδα), καθώς και η ποιότητα ισοπέδωσης είναι καλύτερη σε σχέση με το συντονισμό με το μάτι / χέρι.
2. Δεν απαιτείται χρόνος αναμονής για έλεγχο της ισοπέδωσης με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση, καυσίμων, ωρών λειτουργίας του μηχανήματος, φθορών χρήσης και ωρών εργασίας του χειριστή.
3. Μειώνεται ή εξαλείφεται η χειρωνακτική εργασία και δεν απαιτείται ελεγκτής ισοπέδωσης.
4. Εξαλείφονται τα σφάλματα της δαπανηρής επικοινωνίας μεταξύ του χειριστή και του ελεγκτή ισοπέδωσης.
5. Διατηρούνται σταθερά τα επίπεδα παραγωγικότητας όλη την ημέρα, απαιτείται λιγότερη κόπωση για το χειριστή και επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ευελιξία στον προγραμματισμό εργασιών, με τη δυνατότητα εργασίας ακόμα και τη νύχτα

Από την επεξεργασία των στοιχείων των Πινάκων 1, 2, 3, 4 και από το σχήμα 2 προέκυψε ότι ο απαιτούμενος συνολικός χρόνος, στα τέσσερα (4) επίπεδα της ισοπέδωσης της επιφάνειας των 2.025 m², ανήλθε μαζί με τις καθυστερήσεις σε 84,75 λεπτά. Η απόδοση του ισοπεδωτή στη συγκεκριμένη επιφάνεια ανήλθε στα 1.434 m²/h.

Παρατηρήθηκε ότι ο απαιτούμενος χρόνος στις έμφορτες διαδρομές ήταν μεγαλύτερος στο 1ο επίπεδο 10,20 min και προοδευτικά ελαττώθηκε στο 2ο, 3ο και 4ο επίπεδο στα 10,05 min, 9,05 min και 9,00 min αντίστοιχα.

Η μείωση του χρόνου στα επίπεδα 2, 3 και 4 ήταν αποτέλεσμα της ισοπέδωσης που προηγήθηκε στο 1ο επίπεδο.

Οι ταχύτητες ήταν αυξημένες στα τελευταία επίπεδα (3 και 4) και στις δύο διαδρομές. Η μέση ταχύτητα στις έμφορτες διαδρομές στα επίπεδα 3 και 4 ανήλθε στα 4,49 km/h ενώ η μέση ταχύτητα στα επίπεδα 1 και 2 ήταν 4,00 km/h. Η αύξηση της ταχύτητας προήλθε από την ισοπέδωση που προηγήθηκε στα 2 πρώτα επίπεδα (1 και 2). Η ποσοστιαία αναλογία του χρόνου κίνησης του ισοπεδωτή ανά επίπεδο φαίνεται στο σχήμα 3.

Από την επεξεργασία των στοιχείων των Πινάκων 5, 6, 7 και από το σχήμα 4 προέκυψε ότι ο απαιτούμενος συνολικός χρόνος στα τρία (3) επίπεδα για την ισοπέδωση της επιφάνειας

των 2.070 m², ανήλθε μαζί με τις καθυστερήσεις σε 62 λεπτά. Η απόδοση του ισοπεδωτή στη συγκεκριμένη επιφάνεια ανήλθε στα 2.003 m²/h.

Παρατηρήθηκε ότι ο απαιτούμενος χρόνος στις έμφορτες διαδρομές ήταν μεγαλύτερος στο 1ο επίπεδο δηλαδή 10,05 min και προοδευτικά ελαττώθηκε στο 2ο και 3ο στα 9,03 min, και 9,01 min αντίστοιχα.

Η μείωση του χρόνου στα επίπεδα 2 και 3 ήταν αποτέλεσμα της ισοπέδωσης που προηγήθηκε στο 1ο επίπεδο.

Οι ταχύτητες ήταν αυξημένες στα τελευταία επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο ήταν 4,12 km/h ενώ στο δεύτερο και στο τρίτο επίπεδο ήταν σχεδόν ίση, 5,19 km/h και 5,18 km/h αντίστοιχα. Η αύξηση της ταχύτητας προήλθε από την ισοπέδωση που προηγήθηκε στο πρώτο επίπεδο. Η ποσοστιαία αναλογία του χρόνου κίνησης του ισοπεδωτή ανά επίπεδο φαίνεται στο σχήμα 5.

Η απόδοση του ισοπεδωτή ανήλθε στα 2003 m²/h με την σύγχρονη μέθοδο εφαρμογής και ήταν μεγαλύτερη κατά 40% της απόδοσης (1.433 m²/h) του μηχανήματος κατά την ισοπέδωση με την κλασσική μέθοδο, σε επιφάνειες με την ίδια περίπου έκταση (2.025 m² και 2.070 m² αντίστοιχα). Στη σύγχρονη μέθοδο τοποθετήθηκε και ρυθμίστηκε ο τρίποδας με τον πομπό laser σε σύντομο χρόνο, ενώ στην κλασσική μέθοδο απαιτήθηκε τοπογράφηση – πασσάλωση (από συνεργείο μηχανικού και εργατών). Τα επίπεδα στα οποία κινήθηκε ο ισοπεδωτής γαιών στη σύγχρονη μέθοδο ήταν τρία (3), έναντι τεσσάρων (4) στην κλασσική μέθοδο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ASAE, 2004. ASAE Standard EP 496. Agricultural machinery management. ASAE, St. Joseph, MI.
- Benson, E.R., Hansen, A.C., Reid, Warman, B.L., M.A. Brand, 2002. Development of an in-field grain handling simulation in ARENA. ASAE paper 02-3104. St. Joseph, Mich. ASAE.
- Bowers, W. 1992. Machinery management. Deere and Co Service Publications. J. Deere. Moline, Illinois.
- Crisler, M.T., R.M. Strickland, D.R. Ess, S.D. Parson. 2002. Extracting machine performance information from site-specific grain yield data to enhance crop production management practices. ASAE Publication Number 701PO301. ASAE, St. Joseph, MI.
- Δούκας, Γ. Κοσμάς-Αριστοτέλης., 2001. Τοπογραφία αγροτικών και δασικών περιοχών. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Fangmeier D.D, A.J. Clemmens, M. El-Ansary., 1999. Influence of land leveling precision on level – Basin advance and Performance Transactions of the ASAE 42(4):1019-1025.
- 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 Press. Ames, Iowa.
- Καλαϊτζή, Μ., 2010. Εκτίμηση οικονομοτεχνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη διάνοιξη του δάσους με μηχανήματα εξοπλισμένα με σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα, Μεταπτυχιακή διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Landers, A. 2000. Farm machinery. Selection, investment and management. Farming Press. Kent. U.K.
- Laughlin, D., 2000. Rice Planning budgets Agric. Econ. Rep 118, Mississippi Agric and Forestry Exp., Mississippi State.

- 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.
- Sturrock, F.G., J. Gathie, T.A. Payne. 1977. Economies of scale in farm mechanization. Occasional Paper No 22. Dept. Land Economy, Cambridge University.
- Sturrock, F.G., J. Gathie. 1980. Farm modernization and the countryside. Occasional Paper No 12. Dept. Land Economy, Cambridge University.
- Taylor, R.K. 1991. Effect of the net wrap on large round baler efficiency. Applied Engineering in Agriculture 11(2): 229-230
- Taylor, R.K., M.D. Schrock, S.A. Staggenborg. 2002. Extracting machinery management information from GPS data. ASAE paper No 021008 St. Joseph, MI.
- Witney, B. 1988. Choosing and using farm machines. Longman Scientific and Technical. N.Y.
- Τσατσαρέλης, Κ.Α. 2000. Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. Εκδόσεις : Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.
- Williams, J., 2004. Rice Land Formation, California Rice Production, Workshop, January 2004.

EVALUATION OF GRADERS' EFFICIENCY RELATED TO THEIR APPLICATION METHOD

Kalaitzi Metaxia, Kararizos Ploutarchos, Karagiannis Euaggelos
 Institute of Mechanical Sciences and Surveying
 Faculty of Forestry and Natural Environment
 Aristotle University of Thessaloniki

SUMMARY

Graders are categorized as flat excavators with significant applications in earthworks and road construction works. Their efficiency reflects the capabilities to produce work in the unit time. In this quantitative concept, it should be included the work's quality and the low cost. The combination of graders' high efficiency, the highest construction quality and the low operating cost, resulting in low productivity cost. In recent years, in graders' applications are being used two methods. The traditional method in which are being used modern machinery, requires apart from surveying and staking of the area, the operator's care during the leveling and the modern method, in which are being used modern machinery equipped with electronic settings and also there is the possibility of blade's guidance with laser. In this paper, was evaluated the efficiency of the type Volvo 3500 grader in two (2) experimental areas (2.025m²) and (2.070 m²) at Katerini. In the first area (2.025m²) was applied the traditional method while in the second (2.070 m²) the modern method. From the results was shown that the efficiency, by the application of modern method, was 40% higher than those of traditional method.

Key words: grader, application method, laser, efficiency's evaluation