

## **ΤΡΑΠΕΖΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ**

**Θ. Α. Γιαλαμάς, Ζ. Ι. Κουτσοφίτης, Α. Θ. Φιλίντας**

Εργαστήριο Μηχανικής Οχημάτων Ανωμάτων Εδαφών, Τομέας Γεωργικής Μηχανικής,  
Τμήμα Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Ανότατο  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Τ.Κ. 41110, Λάρισα.

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η δομή της τράπεζας δοκιμών για την μέτρηση των αντιδράσεων (φορτίων), θα έχει την δυνατότητα αυξομείωσης των διαστάσεων της ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Σε αυτή θα τοποθετηθούν τέσσερις υδροστατικοί κύλινδροι υψηλής πίεσης με δυνατότητα μεταβολής της οριζοντιότητάς της ως προς τέσσερα επίπεδα. Σε κάθε κύλινδρο θα τοποθετηθεί ηλεκτρονική ζυγιστική μονάδα η οποία θα καταγράφει την μεταβολή των φορτίων. Με την επεξεργασία των στοιχείων θα καθορίζονται οι επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης, για την ασφαλή κίνηση των Γεωργικών Μηχανημάτων και την πρόληψη των ατυχημάτων από συνήθεις θανατηφόρες ανατροπές.

**Λέξεις κλειδιά:** Καθορισμός ευστάθειας, επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης, πρόληψη ατυχημάτων.

## **TESTING – BENCH FOR STABILITY DETERMINATION OF AGRICULTURAL MACHINERY**

**Th. A. Gialamas, Z. I. Koutsofitis, Ag. Th. Filintas**

Laboratory for Off-Road Equipment, Section of Agricultural Mechanics, Department of  
Agricultural Engineering and Irrigation, School of Agriculture, Technological  
Educational Institute of Larissa, 41110, Larissa, Greece.

### **ABSTRACT**

Adjustable testing - bench structure for forces measurements will have the ability of dimensions fluctuation towards the horizontal level. Four hydrostatic cylinders we'll be installed, with the ability of level alteration in four levellys. Electronic weight unit will be installed in every cylinder which will register the charge variation. After data processing, allowed grade angles will be determined for agricultural machinery safe movement and for forestalling accidents which usually leads to deadly overthrows.

**Keywords:** Stability determination, allowed grade angles, forestalling accidents.

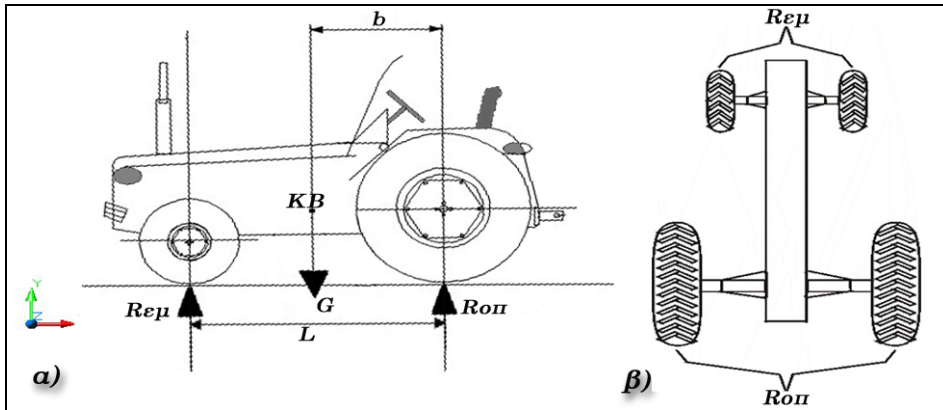
## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Η μείωση μέχρι και η εξάλειψη των ατυχημάτων που προέρχονται από ανατροπές των Γεωργικών Ελκυστήρων και των Αυτοκινουμένων Γεωργικών Μηχανημάτων κατά την διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας τους, τα οποία κινούνται εκτός δρόμου σε επικλινή και ανώμαλα εδάφη, ή σε αγροτικούς δρόμους και αλλάζουν κατεύθυνση πορείας, αποτελεί τον πρωταρχικό σκοπό της παρούσας εργασίας. Η γνώση των επιτρεπομένων γωνιών κλίσης θα καθορίσει την ασφαλή κίνηση των Γεωργικών Ελκυστήρων (Γ.Ε.) και των Αυτοκινουμένων Γεωργικών Μηχανημάτων (Α.Γ.Μ.) κατά την ανοδική και κατά την καθοδική κίνησή τους αλλά και κατά την εγκάρσια κίνησή τους σε κεκλιμένο επίπεδο, (έδαφος), δεξιά και αριστερά.

Στην Ελλάδα, όπως και στο εξωτερικό κάθε χρόνο συμβαίνει ένας πολύ μεγάλος αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων τα οποία προέρχονται από τις ανατροπές των Γεωργικών Μηχανημάτων που οφείλονται τις περισσότερες φορές σε απώλεια της σταθερότητας και του ελέγχου. Η απώλεια της σταθερότητας και του ελέγχου είναι οι δύο κύριοι παράγοντες οι οποίοι συντελούν στην ανατροπή των Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ., όταν εργάζονται σε επικλινή εδάφη [2, 4, 5, 7]. Άλλοι παράγοντες, οι οποίοι οδηγούν σε ατυχήματα είναι το είδος του εδάφους στο οποίο εργάζεται ο Γ.Ε., ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται και τα μεταφερόμενα φορτία [3]. Η απώλεια της σταθερότητας προκύπτει, όταν η επιτάχυνση του Γ.Ε. που οφείλεται στην κλίση ή στην αλλαγή πορείας, (στροφή), η οποία προκαλεί τον μηδενισμό των αντιδράσεων, (φορτίων), των τροχών [7, 8]. Οι απώλειες ελέγχου μπορεί να οφείλονται σε ανεπαρκή πρόσφυση μεταξύ του ελαστικού, των τροχών και του εδάφους [7]. Οι Crolla και Spenser [1] εφήρμοσαν ένα μαθηματικό μοντέλο για πρόβλεψη της τροχιάς του Γ.Ε. και συνέκριναν τα αποτελέσματα του μοντέλου με τα αποτελέσματα πειραμάτων με ένα Γ.Ε. ελεγχόμενο από απόσταση. Οι παραπάνω διαπίστωσαν ότι υπάρχει λογική συμφωνία μεταξύ των μετρηθέντων και των προβλεφθέντων αποτελεσμάτων. Οι ίδιοι ανέπτυξαν ένα μαθηματικό μοντέλο για εξέταση της συμπεριφοράς διαξονικών Γ.Ε. κατά τη διάρκεια ατυχημάτων σε πλαγιές [9]. Οι Kim και άλλοι [6], εξήτασαν την πλευρική σταθερότητα του Γ.Ε. Προσομοιώνοντας την κίνηση σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (H/Y) κατέληξαν σε κατασκευή πεδίων ασφαλείας και μη, για χειρισμό του Γ.Ε. σε σχέση με το ανάγλυφο του εδάφους και των λειτουργικών συνθηκών για ένα δεδομένο Γ.Ε. [6]. Φαίνεται λοιπόν ότι ο προσανατολισμός των ερευνών οδηγεί στην προσπάθεια για ασφαλή και ευσταθή κίνηση των Γ.Ε. και Α.Γ.Μ.. Με την ολοκλήρωση της κατασκευής της τράπεζας δοκιμών και μετρήσεων στο Εργαστήριο μηχανικής οχημάτων ανωμάτων εδαφών, θα δοθεί η δυνατότητα για έλεγχο και καθορισμό μέσω H/Y σε κάθε, Γ.Ε. και Α.Γ.Μ. ή συνδυασμό παρελκομένου Γεωργικού Μηχανήματος αναρτωμένου στο σύστημα αναρτήσεως του Γ.Ε., των μεγίστων επιτρεπομένων γωνιών κλίσης για την ευσταθή και ασφαλή κίνησή τους.

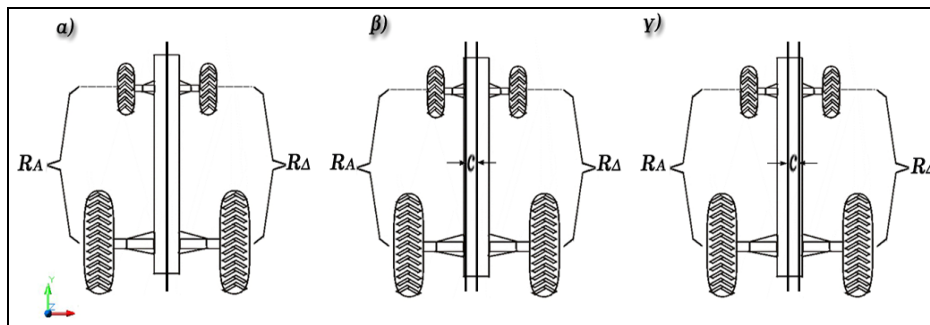
Ο υπολογισμός των μεγίστων επιτρεπομένων γωνιών κίνησης εξαρτάται από την κατανομή του βάρους του μηχανήματος στους 4 τροχούς, δηλαδή στους δύο άξονες: τον εμπρόσθιο και τον οπίσθιο. Με την γνώση της κατανομής του βάρους στους 4 τροχούς, δηλαδή στους δύο άξονες, υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστεί η θέση του κέντρου βάρους του οχήματος. Η ακριβής θέση του Κέντρου Βάρους, (Κ.Β.), υπολογίζεται με την βοήθεια των τριών επιπέδων τα οποία δημιουργούνται στον χώρο (3 διαστάσεις), εμφανιζόμενα στον Γ.Ε., αλλά και σε κάθε Α.Γ.Μ.. Τα 3 επίπεδα που εμφανίζονται είναι:

α) Το εγκάρσιο επίπεδο **B**. Καθορίζεται με βάση την απόσταση **b** του κέντρου βάρους από το κατακόρυφο επίπεδο που περιλαμβάνει τον άξονα των οπισθίων τροχών, (σχήμα 1.α, β), όπου: **R<sub>εμπ</sub>** η αντίδραση, λόγω του βάρους στον εμπρόσθιο άξονα, και **R<sub>οπι</sub>** η αντίδραση, λόγω του βάρους στον οπίσθιο άξονα.



Σχήμα 1.α, β. Καθορισμός του εγκάρσιου επιπέδου του Γεωργικού Ελκυστήρα.

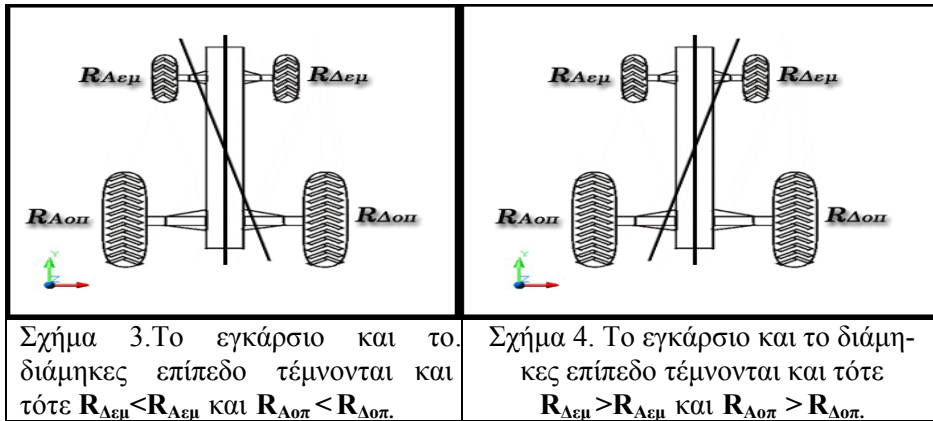
β) Το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας **C**. Καθορίζεται με βάση την κατανομή του βάρους στην δεξιά πλευρά **R<sub>Δ</sub>** και στην αριστερή πλευρά του οχήματος **R<sub>Α</sub>**. Εάν η κατανομή βάρους είναι ίση, (σχήμα 2.α), στην αριστερή και στην δεξιά πλευρά του οχήματος, τότε δεν υπάρχει απόκλιση από το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας **C** του Γ.Ε., δηλαδή απόκλιση  $c = 0$ , επειδή  $R_{\Delta} = R_{\Lambda}$ .



Σχήμα 2.α,β,γ. Καθορισμός του διαμήκους επιπέδου C του Γεωργικού Ελκυστήρα.

Τότε ταυτίζεται το διάμηκες επίπεδο το οποίο δημιουργείται, με το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας του οχήματος. Εάν η κατανομή του βάρους είναι μεγαλύτερη στην δεξιά πλευρά σε σχέση με την αριστερή πλευρά, τότε εμφανίζεται απόκλιση από το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας  $C$  του Γ.Ε., δηλαδή  $c \neq 0$ , επειδή  $R_A > R_{\Delta}$  προς την δεξιά πλευρά, (σχήμα 2.γ). Δηλαδή το διάμηκες επίπεδο το οποίο δημιουργείται με βάση την κατανομή βάρους βρίσκεται προς την δεξιά πλευρά του διαμήκους επιπέδου συμμετρίας του οχήματος. Εάν η κατανομή του βάρους είναι μεγαλύτερη στην αριστερή πλευρά σε σχέση με την δεξιά πλευρά, (σχήμα 2.β), τότε εμφανίζεται απόκλιση  $c$  προς την αριστερή πλευρά. Δηλαδή  $c \neq 0$ , επειδή  $R_A > R_{\Delta}$ . Το διάμηκες επίπεδο το οποίο δημιουργείται με βάση την κατανομή βάρους βρίσκεται προς την αριστερή πλευρά του διαμήκους επιπέδου συμμετρίας του οχήματος.

Υπάρχει πιθανότητα τα δύο προαναφερθέντα επίπεδα να τέμνονται, (σχήμα 3 και 4). Αυτό μπορεί να συμβεί, όταν το βάρος του δεξιού εμπροσθίου τροχού  $R_{\Delta\epsilon\mu}$  είναι μεγαλύτερο από το βάρος του αριστερού εμπροσθίου τροχού  $R_{\Lambda\epsilon\mu}$  και όταν το βάρος του αριστερού οπισθίου τροχού  $R_{\Lambda\sigma\pi}$  είναι μεγαλύτερο από το βάρος του δεξιού οπισθίου τροχού  $R_{\Delta\sigma\pi}$ . Δηλαδή,  $R_{\Delta\epsilon\mu} > R_{\Lambda\epsilon\mu}$  και  $R_{\Lambda\sigma\pi} > R_{\Delta\sigma\pi}$ , (σχήμα 4), και αντιστρόφως, (σχήμα 3).



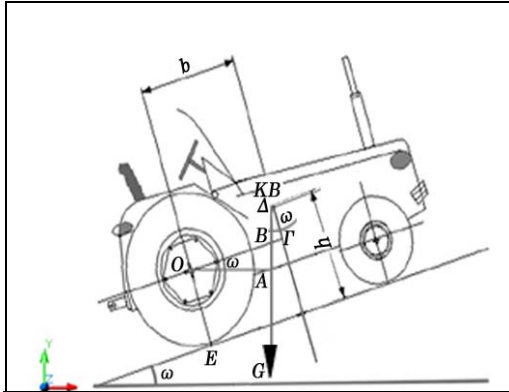
γ) Το οριζόντιο επίπεδο  $H$ . Καθορίζεται με βάση την απόσταση  $h$  από το έδαφος με υπολογιστικό τρόπο μέσω μαθηματικών σχέσεων, αλλά και με γραφικό τρόπο γνωρίζοντας τις διαστάσεις των ελαστικών επισώτρων, τις αντιδράσεις των εμπροσθίων και των οπισθίων τροχών, καθώς και την γωνία κλίσης για ανοδική πορεία.

Για να βρούμε το ύψος του κέντρου βάρους πρέπει να υπολογιστεί η πλευρά  $\Gamma\Delta$  του τριγώνου  $B\Gamma\Delta$ , (σχήμα 5). Από το τρίγωνο  $B\Gamma\Delta$  προκύπτουν οι σχέσεις:

$$\Gamma\Delta = \frac{B\Gamma}{\epsilon\phi\omega} \quad (1)$$

$$B\Gamma = O\Gamma - O\beta \quad (2)$$

Από το τρίγωνο  $OAB$  προκύπτει η σχέση:



Σχήμα 5. Καθορισμός του οριζοντίου επιπέδου **H** με βάση την απόσταση **h**.

$$OB = \frac{OA}{\sin\omega} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις 1, 2 και 3, προκύπτει:

$$BG = OG - \frac{OA}{\sin\omega} \quad (4)$$

$$\Gamma\Delta = \frac{OG - \frac{OA}{\sin\omega}}{\epsilon\phi\omega} \quad (5)$$

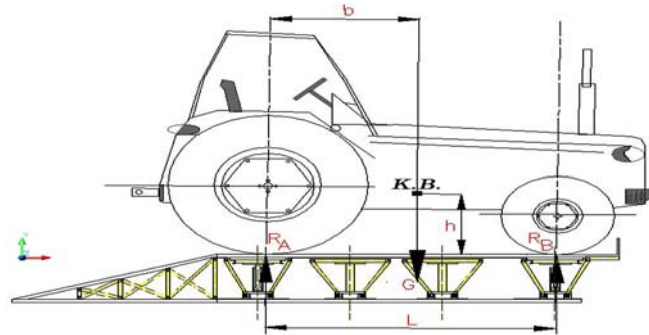
$$\text{και ύψος (KB), } h=OE+\Delta\Gamma \quad (6)$$

όπου  $OA$  είναι η απόσταση του Κέντρου Βάρους από τον οπίσθιο άξονα του Γ.Ε. στη θέση με κλίση,  $OG$  είναι η απόσταση του Κέντρου Βάρους από τον οπίσθιο άξονα του Γ.Ε. στη οριζόντια θέση,  $OE$  είναι η ακτίνα του οπισθίου τροχού και η γωνία  $\angle AOB = \angle B\Delta\Gamma = \omega$ .

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ.

Ο έλεγχος των μεγίστων επιτρεπομένων γωνιών κίνησης, οι οποίες καθορίζουν την ευστάθεια των Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ. που κινούνται εκτός δρόμου δηλαδή σε επικλινή και ανώμαλα εδάφη ή αλλάζουν κατεύθυνση πορείας σε αγροτικούς δρόμους, θα εφαρμοσθεί με την βοήθεια της ειδικής τράπεζας δοκιμών. Η τράπεζα δοκιμών αποτελείται από ένα πλαίσιο ενισχυμένο με κοιλοδοκούς μεγάλης αντοχής. Στο επάνω μέρος της θα τοποθετηθεί ενισχυμένο χαλυβδοέλασμα για να παραλαμβάνει χωρίς παραμόρφωση το βάρος των Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ.

Η ρυθμιζόμενη τράπεζα δοκιμών θα έχει την δυνατότητα μεταβολής των διαστάσεών της σε σχέση με το μήκος και το πλάτος της σε προκαθορισμένο εύρος για να έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί από Γ.Ε. και Α.Γ.Μ. διαφόρων διαστάσεων, (σχήμα 6). Σε καθορισμένες θέσεις του πλαισίου (θέσεις των 4 τροχών) θα τοποθετηθούν 4 υδροστατικοί κύλινδροι μεγάλης αντοχής και ανυψωτικής ικανότητας. Στο επάνω μέρος των υδροστατικών κυλίνδρων, (στο βάκτρο), θα τοποθετηθούν ειδικές βάσεις, για την τοποθέτηση των αυτόματων ηλεκτρονικών ζυγιστικών μονάδων. Στα σημεία αυτά θα αφαιρεθεί το τμήμα του χαλυβδοελάσματος έτσι ώστε οι τροχοί των Γ.Ε. ή των Α.Γ.Μ. να εφάπτονται επάνω στις αυτόματες ηλεκτρονικές ζυγιστικές μονάδες. Για τον υπολογισμό των επιτρεπομένων γωνιών κλίσης, δηλαδή την ευστάθεια ενός συγκεκριμένου Γ.Ε. ή Α.Γ.Μ. ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Καταγράφονται οι γεωμετρικές διαστάσεις, δηλαδή το μήκος και το πλάτος του συγκεκριμένου Γ.Ε. ή Α.Γ.Μ. και ρυθμίζονται καταλλήλως οι διαστάσεις του δαπέδου. Συνδέονται τα ειδικά καλώδια μεταφοράς των δεδομένων στις



Σχήμα 6. Γεωργικός Ελκυστήρας επάνω στη τράπεζα δοκιμών.

θύρες εισόδου των αυτόματων ηλεκτρονικών ζυγιστικών μονάδων, καθώς και στην ειδική αυτόματη καταγραφική μονάδα. Ανέρχεται ο Γ.Ε. ή το Α.Γ.Μ. με την βοήθεια του κεκλιμένου επιπέδου («ράμπας»), στο επάνω μέρος της τράπεζας δοκιμών, (σχήμα 6), ώστε οι τέσσερις τροχοί να φθάσουν ακριβώς στο μέσον των αυτόματων ηλεκτρονικών ζυγιστικών μονάδων. Τίθεται σε λειτουργία η αυτόματη καταγραφική μονάδα και καταγράφεται το αντίστοιχο βάρος το οποίο παραλαμβάνει η κάθε αυτόματη ηλεκτρονική ζυγιστική μονάδα. Με την επεξεργασία των δεδομένων αυτών υπολογίζεται η πρώτη συντεταγμένη της θέσης του κέντρου βάρους του Γ.Ε. ή του Α.Γ.Μ., δηλαδή όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η απόσταση  $b$ , του εγκαρσίου επιπέδου  $B$ , από το κατακόρυφο επίπεδο του άξονα των οπισθίων τροχών, (σχήμα 1.α, β). Η αυτόματη καταγραφική συσκευή έχει την δυνατότητα καταγραφής του βάρους το οποίο αντιστοιχεί : α) Στον εμπρόσθιο άξονα, β) Στον οπίσθιο άξονα, γ) Στην δεξιά πλευρά, δ) Στην αριστερή πλευρά, ε) Στον δεξιό εμπρόσθιο τροχό με τον αριστερό οπίσθιο τροχό, δηλαδή σε διαγώνιο θέση, στ) Στον αριστερό εμπρόσθιο τροχό με τον δεξιό οπίσθιο τροχό, δηλαδή σε διαγώνιο θέση.

Η θέση της τράπεζας δοκιμών έχει την δυνατότητα να μεταβληθεί κατά 4 τρόπους : α) Ανύψωση του εμπρόσθιου μέρους του Γ.Ε. ή του Α.Γ.Μ.. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η προσομοίωση των γωνιών κλίσης για διαμήκη ανοδική πορεία σε έδαφος με κλίση με την έμπροσθεν. Στην περίπτωση αυτή ελέγχουμε την ανύψωση των δύο εμπροσθίων υδροστατικών κυλίνδρων, ενώ οι δύο οπίσθιοι υδροστατικοί κύλινδροι παραμένουν αμετακίνητοι. Στην περίπτωση αυτή καταγράφεται στην ειδική καταγραφική μονάδα το βάρος του εμπροσθίου και οπίσθιου άξονα, αλλά και του κάθε τροχού χωριστά. Η δημιουργούμενη γωνία κλίσης καθορίζεται με βάση την υψομετρική διαφορά των βάκτρων και της απόστασης μεταξύ των αξόνων του οχήματος. Υπολογίζονται στην συνέχεια οι μέγιστες επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης για την ευσταθή κίνηση των Γ.Ε. ή των Α.Γ.Μ.. Σε όλες τις παραπάνω επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψη ένας συντελεστής ασφαλείας (15-20%), ο οποίος εξασφαλίζει την μέγιστη δυνατή ευστάθεια.

β) Ανύψωση του οπίσθιου μέρους του Γ.Ε. ή του Α.Γ.Μ.. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η προσομοίωση των γωνιών κλίσης για διαμήκη καθοδική

πορεία σε ένα έδαφος με κλίση με την έμπροσθεν, ή για διαμήκη ανοδική πορεία σε ένα έδαφος με κλίση με την όπισθεν. Στην περίπτωση αυτή ελέγχεται η ανύψωση των δύο οπισθίων υδροστατικών κυλίνδρων, ενώ οι δύο εμπρόσθιοι υδροστατικοί κύλινδροι παραμένουν αμετακίνητοι. Στην περίπτωση αυτή καταγράφεται στην ειδική καταγραφική μονάδα το βάρος του εμπρόσθιου και οπισθίου άξονα, αλλά και του κάθε τροχού χωριστά. Υπολογίζονται στην συνέχεια οι επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης για την ευσταθή και ασφαλή κίνηση.

γ) Ανύψωση της δεξιάς πλευράς του Γ.Ε. ή του Α.Γ.Μ.. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η προσομοίωση των γωνιών κλίσης για πορεία σε κεκλιμένο επίπεδο, δηλαδή σε ένα έδαφος με κλίση προς τα αριστερά του επιπέδου έδρασης του Γ.Ε. ή του Α.Γ.Μ.. Στην περίπτωση αυτή ελέγχεται η ανύψωση των δύο υδροστατικών κυλίνδρων οι οποίοι βρίσκονται στην δεξιά πλευρά, ενώ οι δύο υδροστατικοί κύλινδροι οι οποίοι βρίσκονται στην αριστερή πλευρά παραμένουν αμετακίνητοι. Στην περίπτωση αυτή καταγράφεται στην ειδική καταγραφική μονάδα το βάρος της δεξιάς πλευράς που έχει ανυψωθεί, αλλά και το βάρος της αριστερής πλευράς. Υπολογίζονται στην συνέχεια οι επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης για την ασφαλή κίνηση. Ελέγχονται οι μετρήσεις οι ληφθείσες όταν ο Γ.Ε. και τα Α.Γ.Μ. ήταν στην οριζοντία θέση και ελέγχεται εάν η κατανομή του βάρους στην δεξιά πλευρά είναι ίση με την κατανομή του βάρους στην αριστερή πλευρά  $R_A = R_A$ , η απόκλιση είναι μηδέν, δηλαδή  $c = 0$  και οι επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης για την πλαγία δεξιά κίνηση του Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ. θα είναι οι αυτές με τις επιτρεπόμενες γωνίες κλίσης και για την πλαγία κίνηση προς τα αριστερά.

δ) Ανύψωση της αριστερής πλευράς του Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ. Αυτή η διαδικασία υπολογισμού των επιτρεπομένων γωνιών κλίσης πραγματοποιείται, όταν υπάρχει διαφορετική κατανομή του βάρους στην δεξιά πλευρά σε σχέση με την κατανομή βάρους στην αριστερή πλευρά, δηλαδή όταν υπάρχει απόκλιση  $c \neq 0$ .

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

Η τράπεζα δοκιμών μαζί με το σύστημα ζύγισης και καταγραφής του βάρους σε κάθε τροχό και άξονα, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της θέσης του Κ.Β. των Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ και των επιτρεπομένων γωνιών κλίσης με επιδιωκόμενο σκοπό την ασφαλή κίνησή τους, από το Εργαστήριο Μηχανικής Οχημάτων Ανωμάτων Εδαφών του Α.Τ.Ε.Ι. Λάρισας.

### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Η τράπεζα δοκιμών και μετρήσεων που κατασκευάζεται, θα απλουστεύσει την διαδικασία των μετρήσεων και θα αυξήσει τις δυνατότητες του συστήματος ζύγισης για τον υπολογισμό των παρακάτω :

Α'. Της ευσταθούς πορείας για την κίνηση των Γ.Ε. και των Α.Γ.Μ., σε

εδάφη με κλίση κατά την : 1. Ανοδική πορεία , 2. Καθοδική πορεία , 3. Πορεία με κλίση προς τα δεξιά , 4. Πορεία με κλίση προς τα αριστερά.

Β'. Της ευσταθούς πορείας για την κίνηση των Γ.Ε. με φερόμενα Γεωργικά Μηχανήματα, τόσο στο εμπρόσθιο, όσο και στο οπίσθιο σύστημα ανάρτησης.

Γ'. Του υπολογισμού της μέγιστης επιτρεπομένης ταχύτητας κίνησης και αλλαγής πορείας σε αγροτικούς δρόμους. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται με την χρήση της σχέσης της φυγόκεντρης δύναμης :

$$F\phi = m \cdot u^2 / R \quad [N] \quad (7)$$

όπου  $F\phi$  είναι η φυγόκεντρη δύναμη,  $m$  είναι η μάζα του οχήματος σε  $[N \cdot s^2 / m]$   $u$  είναι η ταχύτητα κίνησης του οχήματος σε  $[m/s]$ ,  $R$  είναι η ακτίνα στροφής των Γ.Ε. ή των Α.Γ.Μ. σε μέτρα  $[m]$ .

Η μάζα του οχήματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$m = Gm / g \quad [N \cdot s^2 / m] \quad (8)$$

όπου  $m$  είναι η μάζα του οχήματος,  $Gm = T\phi$  βάρος του Α.Γ.Μ. σε  $[N]$ ,  $g = H$  επιτάχυνση της βαρύτητας σε  $[m/s^2]$ .

Με μετασχηματισμό της εξίσωσης που καθορίζει την φυγόκεντρο δύναμη προκύπτει η ταχύτητα κινήσεως του οχήματος.

Τέλος, η παραπάνω κατασκευή θα είναι η βασική διάταξη, μαζί με τις άλλες υπάρχουσες όπως η Εδαφολεκάνη με το μοντέλο-ομοίωμα του Γ.Ε. που έχει την δυνατότητα της αλλαγής των μέσων πρόωσής του, από ερπυστριοφόρο σε τροχοφόρο και το αντίστροφο, για τον καθορισμό του συντελεστού της παραμόρφωσης του εδάφους. Οι παραπάνω συσκευές θα χρησιμοποιηθούν για την περαιτέρω ανάπτυξη των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Μηχανικής Οχημάτων Ανωμάτων Εδαφών του Α.Τ.Ε.Ι. Λάρισας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

1. Crolla D.A., Spencer H.B., 1984. Tractor handling during control loss on sloping ground. *Vehicles System Dynamics*. 13:1, 1-17.
2. Hunter, AGM., 1981. Tractor safety on slopes. *Agricultural Manpower*. (3), 2-3.
3. Hunter, AGM., 1981. Tractor overturning accidents on slopes. *Technical Report, Scottish Institute of Agricultural Engineering*. (3) 26.
4. Hunter, AGM., 1981. Tractor safety on slopes. *Agricultural Manpower*. 36:4, 95-98.
5. Hunter, AGM., Owen, GM., 1983. Tractor overturning accidents on slopes. *Journal of occupational Accidents*. 5:353. 195-210.
6. Kim K.U., Salokhe V.M.(ed.), Plangantileke S.G.(ed.), 1990. Lateral stability of agricultural tractors on slopes. *Proc. Of the international agricultural engineering conference and exhibition*, Bangkok, Thailand, 19-28.
7. Spencer, H.B., 1982. Tractor accidents on slopes-review-progress-solutions. *Agricultural Manpower*. (5) 12-14.
8. Spencer, H.B., 1982. Tractor accidents on slopes-review-progress-solutions. *Proc. Of the 21<sup>st</sup> CIOSTA-CIGR(V) Congress (Ed. Agricultural development and Advisory Service and Institute of Management Services)*, London, U.K., 128-138.
9. Spencer H.B., Crolla D.A., 1984. Control of tractors on sloping ground. *Proc. Of 8<sup>th</sup> Int. conference of International Society for Terrain Vehicle Systems*, Cambridge, U.K., Vol.2, 635-653.