

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΠΟΠΤΗΣ: Επικ. Καθ. Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΙΔΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΖΑΒΡΙΔΗΣ ΝΕΟΦΥΤΟΣ

ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 1992

Ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γ. Κανελλαΐδη για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας και για την καθοδήγηση που μου παρείχε.

Ευχαριστώ επίσης όσους εργάζονται στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής για τη βοήθεια τους καθώς επίσης και όλους όσους συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω προς την ομάδα του Εξομοιωτή Οδήγησης στο Σουηδικό Ινστιτούτο Οδοποιίας και Μεταφορών για τη φιλοξενία και τη συνεργασία τους στην εργασία αυτή καθώς και προς την Ελληνική Λεσχη Περιηγήσεων και Αυτοκινήτου (ΕΛΠΑ) για την οικονομική επιχορήγηση που μου παρείχε για μετάβαση μου στη Σουηδία.

Αθήνα, Ιούλιος 1992

Ζαβρίδης Νεόφυτος



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΣΥΝΟΨΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	16
2.1	ΟΡΙΣΜΟΙ	17
2.1.1	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ V_e	17
2.1.2	ΤΑΧΥΤΗΤΑ V_{85}	18
2.1.3	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ V_{free}	19
2.1.4	ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	19
2.2	ΕΞΟΜΟΙΩΤΕΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	21
2.2.1	ΟΡΙΣΜΟΣ	21
2.2.2	ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΞΟΜΟΙΩΤΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	21
2.2.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ε.Ο. ΤΟΥ VTI	28
2.2.3.1	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	28
2.2.3.2	ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	29
2.3	ΑΝΑΛΟΓΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	37
2.3.1	ΕΡΕΥΝΑ Ε. Choueiri and R. Lamm	37
2.3.2	ΕΡΕΥΝΑ J. McLean	40
2.3.3	ΕΡΕΥΝΑ Γ. Κανελλαίδη, Ι. Γκόλια και Σ. Ευσταθιάδη	44
3.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	47
3.1	ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ 1ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ...	48
3.2	ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ 2ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	55
3.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	59
3.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ...	64
4.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	66
4.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΠΟ Ε.Ο.	67
4.1.1	1ο ΠΕΙΡΑΜΑ - ΓΕΝΙΚΑ	67

4.1.2	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ Ε.Ο.	70
4.1.3	2ο ΠΕΙΡΑΜΑ - ΓΕΝΙΚΑ	77
4.1.4	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ Ε.Ο.	77
4.1.5	ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ	82
4.2	ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ - ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	83
4.2.1	V_{85} - ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	84
4.2.2	V_{85} - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (V_{free})	85
4.2.3	V_{85} - ΑΚΤΙΝΑ (R) - ΕΠΙΘ. ΤΑΧΥΤΗΤΑ (V_{free})	86
4.3	ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	89
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	92

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- A ΑΚΤΙΝΕΣ ΟΔΟΥ 1ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ 12 ΜΕΤΡΩΝ
- B ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ 1ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ
- Γ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ 2ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ
- Δ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ V_{85} ΚΑΙ V_{free} ΣΤΟ 1ο ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ 2ο ΠΕΙΡΑΜΑ
- Ε ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ
- ΣΤ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΟΔΟΥ
- Ζ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΔΟΥ

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις από πειράματα με εξομοιωτή οδήγησης του Σουηδικού Ερευνητικού Ινστιτούτου Οδοποιίας και Μεταφορών για να διαπιστωθεί τόσο η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων σε μελέτες με τη χρήση μέσων εξομοίωσης όσο και η συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας ή της οριζόντιας θέσης του οχήματος, και της γεωμετρίας της οδού. Μετρήθηκαν οι ταχύτητες οδηγών σε καμπύλες και ευθυγραμμίες οδού στον εξομοιωτή και συγκρίθηκαν με αναμενόμενες τιμές ταχυτήτων στις καμπύλες από σχέση υπολογισμένη βάσει μετρήσεων σε πραγματικές οδούς που έγιναν από το Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ.Π. Εγινε επίσης γραμμική συσχέτιση των ταχυτήτων και των οριζοντίων θέσεων του οχήματος με τα γεωμετρικά στοιχεία της οδού από τις μετρήσεις στον εξομοιωτή οδήγησης.

Λέξεις Κλειδιά

Εξομοιωτής οδήγησης, Υπεραστικές οδοί δύο λωρίδων (μία ανά κατεύθυνση), ακτίνα καμπύλης, βαθμός καμπύλης, ταχύτητα V_{85} , επιθυμητή ταχύτητα V_{free} , οριζόντια θέση οχήματος.

ABSTRACT

Driving speed measurements from experiments using the driving simulator at the Swedish Road and Traffic Research Institute have been analysed in order the validity of these results be verified, as well as a relationship between driving speed or subjects lateral position and roadway geometric characteristics be investigated. Driver's speeds at curves and straight road sections have been measured at

the simulator and compared with speed values at curves predicted by a specific driving speed model developed by the Laboratory of Highway Engineering at the National Technical University of Athens, Greece, based on investigation of actual drivers' speed behaviour. A similar driving speed behaviour model has been proposed using driving speed simulator experiment data.

Key words

Driving Simulator, 2-lane rural roads, radius of curve, degree of curve, 85th percentile car speed (V_{85}), free-flow desired speed (V_{free}), subjects lateral position.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις από δύο παρόμοια πειράματα που έγιναν με την χρήση του εξομοιωτή οδήγησης στο Σουηδικό Ερευνητικό Ινστιτούτο Οδοποιίας και Μεταφορών με σκοπό τόσο τον έλεγχο της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του εξομοιωτή όσο και τον έλεγχο της σχέσης μεταξύ της ταχύτητας σε καμπύλες, των γεωμετρικών στοιχείων της οδού και της επιθυμητής ταχύτητας. Εγινε επίσης προσπάθεια να βρεθεί σχέση μεταξύ της οριζόντιας θέσης που διατηρούσαν οι οδηγοί στην οδό και των γεωμετρικών στοιχείων της οδού.

Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκε τμήμα πραγματικής οδού στη Σουηδία μήκους 3.2 Km και πλάτους 7m. και το οποίο αναπαραστήθηκε στον εξομοιωτή οδήγησης αφού μετρήθηκαν οι γωνιακές αποκλίσεις στην οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη του. Επτά οδηγοί, ηλικίας 24-54 χρονών οδήγησαν στο πιο πάνω οδικό τμήμα έξι φορές ο καθένας σε τέσσερεις διαφορετικές συνθήκες οδήγησης (ελεύθερο μήκος ορατότητας, 120m, 80m και 30m λόγω ομίχλης) και προσδιορίστηκαν σε διαδοχικά διαστήματα πέντε μέτρων οι ταχύτητες και οι θέσεις του οχήματος τους στην οδό.

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις των ταχυτήτων σε συνθήκες ελεύθερου μήκους ορατότητας στις συνολικά 42 δοκιμές οδήγησης. Το συνολικό μήκος των 3.2 χλμ. διαιρέθηκε σε τέσσερα μικρότερα τμήματα όπου δύο σχεδόν ευθύγραμμα τμήματα ακολουθούνται το κάθε ένα, από ένα τμήμα που περιλαμβάνει διάφορες καμπύλες. Τα τέσσερα τμήματα χωρίζονται ως εξής: (1) από 0.0 χλμ μέχρι 0.700 χλμ - ευθύγραμμο, (2) από 0.705 μέχρι 1.495 χλμ - περιλαμβάνει καμπύλες με ακτίνες 255, 265, 485 και 840m (3) από 1.500 μέχρι 2.500 χλμ - ευθύγραμμο και (4) από 2.505 μέχρι 3.200 χλμ - περιλαμβάνει καμπύλες με ακτίνες 250, 270, και 430 μέτρα.

Στην συνέχεια βρέθηκε σε κάθε δοκιμή η ταχύτητα στο κέντρο του κάθε κυκλικού τόξου και η

μέση ταχύτητα των οδηγών στα ευθύγραμμα τμήματα. Ακολουθώντας με δεδομένη την ακτίνα R και την ταχύτητα στο ευθύγραμμο τμήμα VF δημιουργήθηκαν επτά νέες μεταβλητές για τις 42 δοκιμές με τιμές από την εξίσωση που προέκυψε από μετρήσεις ταχυτήτων σε πραγματικούς δρόμους που έγιναν από το Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ.Π.

$$V_{85} = 32.2 + 2226.9 * (1/R) - 533.6 * (1/R)^{1/2} + 0.8393 * V_{free} \quad (1.1)$$

Οι νέες αυτές μεταβλητές ονομάσθηκαν VM και συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές της ταχύτητας στην καμπύλη όπως προέκυψαν από τις μετρήσεις στον εξομοιωτή οδήγησης - VR. Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης r, (Pearson correlation coefficient) κυμαίνεται από 0.8138 (για R= 840μ) έως 0.9398 (για R= 430μ).

Στο δεύτερο πείραμα χρησιμοποιήθηκε οδικό τμήμα 36.0 χλμ. στο οποίο τρία κυκλικά τόξα μήκους ενός χλμ. περίπου το καθένα και με ακτίνες 840, 630, και 420μ. εναλλάσσονται με τυχαία σειρά με ευθύγραμμα τμήματα μήκους περίπου ενός χλμ. Υπάρχει επίσης συναρμογή με κλωθοειδή καμπύλη μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου. Επαναλαμβάνεται δηλαδή έξι φορές κάθε ακτίνα σε υπεραστική οδό πλάτους λωρίδας 3.75 μέτρων κατά τους Σουηδικούς Κανονισμούς και ομοίως στην ίδια οδό με πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας 5.50 μ. αφού το πείραμα είχε βασικό σκοπό την μελέτη της συμπεριφοράς του οδηγού και της οριζόντιας θέσης του οχήματος σε διαφορετικά πλάτη οδού. Όπως και στο προηγούμενο πείραμα μετρούνται οι ταχύτητες ανά πέντε μέτρα και υπολογίζονται οι μέσες τιμές τους στα ευθύγραμμα και κυκλικά τμήματα.

Στο πείραμα αυτό υπάρχουν οκτώ οδηγοί που ο κάθε ένας οδηγεί δύο φορές την κάθε οδό, δηλαδή συνολικά 96 δοκιμές για τη κάθε ακτίνα στις δύο διαφορετικούς πλάτους οδούς. Όπως και προηγουμένως προσδιορίζονται αντίστοιχα έξι καινούργιες μεταβλητές - VM (τρεις ακτίνες σε δύο οδούς) και συγκρίνονται με τις ήδη υπάρχουσες VR. Οι συντελεστές γραμμικής συσχέτισης αυξάνονται και

κυμαίνονται τώρα από 0.9168 (για R=420) μέχρι 0.9547 (για R= 630μ) κάτι που ήταν αναμενόμενο αφού ο δρόμος είναι τώρα σωστότερα σχεδιασμένος με ακριβώς ευθύγραμμο ή κυκλικά τμήματα.

Ακολούθως έγινε προσπάθεια για να βρεθεί μια παρόμοια με την (1.1) σχέση από τις μετρήσεις στον εξομοιωτή οδήγησης και να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των μεταβλητών της ταχύτητας σε οριζόντιο ευθύγραμμο και κυκλικό τόξο οδού και της ακτίνας στο κυκλικό τόξο. Βρέθηκαν οι ταχύτητες που δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών στις διάφορες καμπύλες και ευθυγραμμίες της οδού και στα δύο πειράματα μαζί και έγινε ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης. Από τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 4.2 προκύπτει ότι η τιμή του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης αυξάνει όταν χρησιμοποιούνται όλες οι ακτίνες και από τα δύο πειράματα φτάνοντας σε $r^2=0.96644$ στην παρακάτω εξίσωση,

$$V_{85}=23.748-82508.95*(1/R)^2-66.40*(1/R)^{1/2}+0.79*V_{free}, \quad (1.2)$$

κάτι που επιβεβαιώνει τη μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των χρησιμοποιηθεισών μεταβλητών αν και οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών μπορούν να διαφοροποιηθούν από μελλοντικές έρευνες αφού λόγω της ύπαρξης περιορισμένου εύρους τιμών των ακτινών το τυπικό λάθος στους ανωτέρω συντελεστές παρουσιάζεται σημαντικό.

Στο τελευταίο σκέλος της παρούσας έρευνας έγινε προσπάθεια συσχέτισης της οριζόντιας θέσης του οχήματος κατά τη διάρκεια οδήγησης σε καμπύλες οδού με τα γεωμετρικά στοιχεία της οδού και η πιο στατιστικά ισχυρή σχέση που βρέθηκε είναι η εξής : $(r^2 = 0.913)$

$$LPM = 15.363 -10903.103*(1/R) +1916057.143*(1/R)^2 \quad (1.3)$$

όπου LPM η μέση οριζόντια θέση στην καμπύλη και R η ακτίνα της καμπύλης. Η πιο πάνω σχέση αποδεικνύει την ισχυρή εξάρτηση της οριζόντιας θέσης που θα διατηρήσει κάποιος

οδηγός σε μια καμπύλη από τη γεωμετρία της οδού και μάλιστα από την αντίστροφη τιμή της ακτίνας της καμπύλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος όλων των μελετητών που ασχολούνται με το σχεδιασμό των υπεραστικών οδών είναι να βρεθεί η καλύτερη δυνατή λύση από άποψη ασφάλειας, οικονομίας και αισθητικής. Αν και τα στοιχεία αυτά φαίνονται να ικανοποιούνται στα σχέδια και στις μελέτες είναι αξιοσημείωτο ότι οι οδηγοί δεν ανταποκρίνονται όπως οι μελετητές είχαν προβλέψει και υπολογίσει. Σήμερα γίνεται έντονη προσπάθεια για να ληφθεί υπόψη η αναμενόμενη συμπεριφορά του χρήστη σε μια οδό κατά το στάδιο ακόμα της μελέτης, αφού αυτός είναι ο άμεσα επηρεαζόμενος από τη μελέτη και την εφαρμογή της.

Για τον πιο πάνω λόγο χρησιμοποιούνται σήμερα σε ερευνητικά κέντρα εξελιγμένοι εξομοιωτές οδήγησης οι οποίοι δίνουν την αίσθηση πραγματικής οδήγησης στον οδηγό για κάποιο υπό εξέταση οδικό τμήμα με σκοπό να μελετηθούν συγκεκριμένες παράμετροι οδήγησης καθώς και οι αντιδράσεις των οδηγών. Ένας τέτοιος εξομοιωτής οδήγησης βρίσκεται στο Σουηδικό Ερευνητικό Ινστιτούτο Οδοποιίας και Μεταφορών (VTI) και μετρήσεις από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν πρόσφατα αναλύονται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Καθώς όμως η οδήγηση σε ένα εξομοιωτή οδήγησης στηρίζεται στη δημιουργία ψευδαίσθησης κίνησης και ταχύτητας η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων από πειράματα με τη χρήση εξομοιωτή οδήγησης μπορούν να αμφισβητηθούν [17]. Μια πιθανή μέθοδος ελέγχου της εγκυρότητας των εξομοιωτών οδήγησης είναι η συσχέτιση αποτελεσμάτων από κατάλληλα πειράματα, όπως π.χ. μετρήσεις ταχυτήτων σε καμπύλες οδών με αντίστοιχες τιμές που υπολογίζονται από εξισώσεις με παραμέτρους την ακτίνα οδού που οριζόντιαγραφικά βρίσκεται σε κυκλικό τόξο και την επιθυμητή ταχύτητα σε ευθύγραμμα τμήματα πριν από τα κυκλικά τόξα, όπως αυτές οι εξισώσεις έχουν βρεθεί μετά από έρευνες σε πραγματικές οδούς με μεγάλο αριθμό οδηγών σε διαφορετικές καμπύλες.

Μια τέτοια εξίσωση που έχει προταθεί από

το Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ. Πολυτεχνείου [18] φαίνεται στη σχέση (1.1)

$$V_{85}=32.2 +2226.9*(1/R) -533.6*(1/R)^{1/2} +0.8393*V_{free} \quad (1.1)$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών στις καμπύλες, (χλμ/ώρα)

R : η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα) και

V_{free} : η επιθυμητή ταχύτητα των οδηγών στα ευθύγραμμα τμήματα, η οποία λαμβάνεται επίσης σαν η ταχύτητα που δεν ξεπερνιέται από το 85% των οδηγών, (χλμ/ώρα).

Ετσι χρησιμοποιώντας αποτελέσματα από δύο πειράματα με τον Ε.Ο του VTI μπορούμε να έχουμε κάποια συμπεράσματα για την εγκυρότητα και αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του συγκεκριμένου Ε.Ο. και κατά επέκταση παρομοίων μεθόδων εξομώωσης της οδήγησης.

Το δεύτερο σκέλος της επεξεργασίας των μετρήσεων από τα πειράματα στον Ε.Ο. του VTI ασχολείται με την προσπάθεια εύρεσης σχέσεων που να υπολογίζουν την αναμενόμενη ταχύτητα και θέση του οδηγού στις καμπύλες. Αυτό γιατί η ασφάλεια της οδικής κυκλοφορίας επηρεάζεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού [5]. Εξέταση των σημείων στα οποία γίνονται ατυχήματα, δείχνει ότι τα ατυχήματα τείνουν να γίνονται στις καμπύλες και ιδιαίτερα στις απότομες καμπύλες [5]. Αν και ο μελετητής μηχανικός κατέχει λεπτομερείς πληροφορίες για την οδήγηση σε μια καμπύλη, οι συχνότητες των ατυχημάτων δεν συμπίπτουν με την πραγματική οδική συμπεριφορά όπως συχνά αποδεικνύεται από τα συχνά ατυχήματα στις απότομες καμπύλες [5]. Πρόσφατα, έχουν γίνει προσπάθειες στα στάδια της μελέτης να υπολογίζεται η αναμενόμενη οδική συμπεριφορά στις καμπύλες. Αυτό προτείνεται από διάφορους συγγραφείς και απαιτείται από τους Γερμανικούς και Ελβετικούς Κανονισμούς [1,2].

Ετσι έγινε προσπάθεια για προσδιορισμό καινούργιων ή επαλήθευση προηγούμενων μαθηματικών σχέσεων που να συνδέουν γεωμετρικά στοιχεία της οδού (όπως τις ακτίνες των καμπυλών κτλ) και λειτουργικά στοιχεία (όπως η επιθυμητή ταχύτητα) με τις ταχύτητες που καταγράφησαν στις καμπύλες με σκοπό την πρόβλεψη των ταχυτήτων που θα αναπτύξουν οι οδηγοί σ' αυτές.

Στο 1ο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στους στόχους της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Στο 2ο κεφάλαιο αναφέρονται ορισμοί των μεγεθών που χρησιμοποιούνται σ' αυτή την εργασία (παράγραφος 2.1). Επίσης γίνεται μια σύντομη αναδρομή στην ιστορία των εξομοιωτών οδήγησης καθώς και μια αναλυτική παρουσίαση του Ε.Ο. στο Σουηδικό Ερευνητικό Ινστιτούτο Οδοποιίας και Μεταφορών (VTI) που χρησιμοποιήθηκε σε πειράματα των οποίων τα αποτελέσματα αναλύονται στην συνέχεια. (παράγραφος 2.2) Τέλος αναφέρονται περιληπτικά ανάλογες έρευνες που έχουν προηγηθεί της παρούσης στο θέμα καθορισμού σχέσεων μεταξύ της V_{85} της V_{free} και γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού (παράγραφος 2.3) .

Στο 3ο κεφάλαιο αναπτύσσεται η διαδικασία συλλογής των στοιχείων που χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα αναφέρεται η διαδικασία επιλογής των κατάλληλων οδικών τμημάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε δύο πειράματα με τον Ε.Ο., η επιλογή των οδηγών και η μέθοδος συλλογής των αποτελεσμάτων. (παραγράφοι 3.1 και 3.2). Στη συνέχεια αναφέρεται η διαδικασία ανάλυσης των μετρήσεων των ταχυτήτων και των οριζοντίων θέσεων που διατηρούσαν οι οδηγοί κατά την οδήγηση στις καμπύλες. (παραγράφοι 3.3 και 3.4)

Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων των μετρήσεων που συλλέχθηκαν από τα πειράματα. Πιο συγκεκριμένα στην παράγραφο 4.1 γίνεται ανάλυση γραμμικής συσχέτισης για τα δύο πειράματα ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας τις τιμές από τον Ε.Ο. και τις αντίστοιχες τιμές που δίνει η εξίσωση 1.1, και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Στην παράγραφο 4.2 γίνεται ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης από τα

αποτελέσματα των μετρήσεων στον Ε.Ο. αφού προηγουμένως αναλυθούν οι συγκεκριμένες μεταβλητές που είναι η ακτίνα , η καμπυλότητα των στροφών και η ταχύτητα που δεν ξεπερνά το 85% των οχημάτων στις στροφές και στις αντίστοιχες ευθυγραμμίες. Στην παράγραφο 4.3 γίνεται επίσης ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης με μεταβλητές την οριζόντια θέση του οχήματος και διάφορες μορφές της ακτίνας της καμπύλης.

Τέλος στο 5ο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής και γίνεται προσπάθεια ερμηνείας τους (παράγραφος 5.1). Γίνονται τέλος προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (παράγραφος 5.2).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΙ

Ορισμοί των βασικότερων μεγεθών που χρησιμοποιούνται στην παρούσα διπλωματική εργασία δίνονται παρακάτω.

2.1.1. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ, V_e .

Είναι η μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να αναπτύξουν με ασφάλεια και άνεση όλα τα οχήματα στο μελετούμενο οδικό τμήμα, όταν οι παράγοντες αυτοί, (ασφάλεια και άνεση) δεν εξαρτώνται παρά μόνο από τη γεωμετρία της οδού. Θεωρείται δηλαδή ότι τα οχήματα δεν παρενοχλούνται ή δεσμεύονται από τα άλλα οχήματα που χρησιμοποιούν την οδό. [1]

Η ταχύτητα μελέτης είναι επιλεγόμενο για τη μελέτη μέγεθος, ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο, την ποιότητα κυκλοφορίας (στάθμη εξυπηρέτησεως) και την οικονομικότητα.

Στην ταχύτητα μελέτης V_e αντιστοιχούν οριακές επιτρεπόμενες τιμές συσχέτισεως με τα στοιχεία χαράξεως. Με βάση την ταχύτητα μελέτης καθορίζονται [2] :

- οι ελάχιστες ακτίνες των οριοντιζογραφικών καμπυλών
- οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις
- οι ελάχιστες ακτίνες των κυρτών καμπυλών της μηκοτομής.

Η ταχύτητα επηρεάζει αποφασιστικά τα χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος και συνεπώς :

- την ασφάλεια
- την ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής
- την οικονομικότητα.

Η ταχύτητα μελέτης πρέπει να παραμένει σταθερή για αρκετό μήκος οδού ή τουλάχιστο για μεγαλύτερα αλληλοεξαρτώμενα οδικά τμήματα.

2.1.2. ΤΑΧΥΤΗΤΑ V85.

Η ταχύτητα V85 είναι η ταχύτητα, την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των απρόσκοπτα κινούμενων οχημάτων [1] επί της οδού σε υγρό, αλλά καθαρό οδόστρωμα.

Η ταχύτητα V85 μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη γεωμετρία του οδικού τμήματος και συνεπώς προσδιορίζεται κατά τμήματα, σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς [2] ως εξής :

(1) Σε οδούς της ομάδας κατηγοριών A με δύο διαχωριζόμενα οδοστρώματα, δεν υπάρχουν ιδιαίτερα, όσον αφορά στις κατώτερες ταχύτητες μελέτης, τεκμηριωμένες γνώσεις σχετικά με την αλληλοεξάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και της ταχύτητας κινήσεως. Η ταχύτητα V85 υπολογίζεται, για αυτές τις κατηγορίες των οδών, από τις παρακάτω σχέσεις :

$$V85 = V_e + 10 \text{ Km/h} \quad \text{για } V_e > 100 \text{ Km/h} \quad (2.1)$$

$$V85 = V_e + 20 \text{ Km/h} \quad \text{για } V_e < 100 \text{ Km/h} \quad (2.2)$$

(2) Σε οδούς της ομάδας κατηγοριών A με μη διαχωριζόμενο οδόστρωμα, η ταχύτητα V85 εκτιμάται με βάση την ελκτικότητα και το πλάτος της οδού.

(3) Σε οδούς των ομάδων κατηγοριών B και C, λαμβάνεται η ταχύτητα V85 ίση με την επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα.

$$V85 = V_{\text{επιτρ.}} \quad (2.3)$$

Με την ταχύτητα V85 προσδιορίζονται σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς :

- Οι επικλίσεις στην καμπύλη
- Τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση οχήματος
- Οι ελάχιστες ακτίνες σε περίπτωση αρνητικών επικλίσεων.

2.1.3. ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ, V_{free} .

Ως επιθυμητή ταχύτητα (free-flow desired speed) ορίζεται η ταχύτητα εκείνη που επιλέγουν οι οδηγοί όταν κινούνται κάτω από συνθήκες ελεύθερης ροής και δεν επηρεάζονται από χαρακτηριστικά της χάραξης (alignment features). Ως επιθυμητή ταχύτητα χρησιμοποιήθηκε η ταχύτητα που ο Armstrong ονόμασε "ταχύτητα περιβάλλοντος" ενός δρόμου [3]. Η επιθυμητή ταχύτητα συμβολίζεται με το σύμβολο V_{free} και ισούται με την ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες ενός οδικού τμήματος.

Αυτή η ταχύτητα με την οποία ο οδηγός διαλέγει να ταξιδέψει σε ένα ευθύγραμμο τμήμα της οδού είναι εύλογο να έχει επίδραση στην ταχύτητα με την οποία θα διαλέξει να διανύσει τις καμπύλες που βρίσκονται σ' αυτό το τμήμα.

2.1.4. ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ, BK .

Βαθμός καμπύλης ή βαθμός καμπυλότητας μιας καμπύλης ορίζεται ως η γωνία ϕ που αντιστοιχεί σε τόξο καμπύλης (σε με 100 πόδια $C = 30.48$ m) [5]. Μετριέται με $^\circ/m$ (βαθμοί / μέτρα).

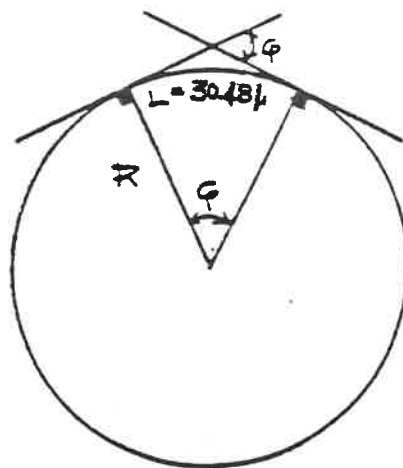
Στο κυκλικό τόξο ο βαθμός καμπυλότητας δίνεται από τη σχέση

$$BK = \frac{30.48 \times 360}{2\pi \times R} \quad (2.4)$$

όπου BK = ο βαθμός της καμπυλότητας, (βαθμοί/30.48m)

$\pi = 3.14159$

R = η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα)



Σχήμα 2.1: Βαθμός Καμπύλης.

2.2. ΕΞΟΜΟΙΩΤΕΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

2.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ.

Ο Εξομοιωτής Οδήγησης (στη συνέχεια Ε.Ο.) είναι ένα μέσο μελέτης της σχέσης μεταξύ οδηγού, οχήματος και οδικού περιβάλλοντος κάτω από προγραμματισμένες οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες που ελέγχονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Επιτρέπει μια ελεγχόμενη, επαναλαμβανόμενη και οικονομικά συμφέρουσα μελέτη των παραμέτρων του οχήματος ακόμα και της ασφάλειας κάτω από ασφαλείς για τον οδηγό συνθήκες. [9]

Επίσης επιτρέπει την συμμετοχή του οδηγού στην αξιολόγηση των διαφόρων χαρακτηριστικών οδήγησης του οχήματος, συμπεριλαμβανομένου και του περιβάλλοντος εντός του οχήματος, ξεκινώντας από τα αρχικά στάδια κατασκευής του.

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη χρονική αναδρομή στην εξέλιξη των Ε.Ο. και μια πιο λεπτομερής περιγραφή του Ε.Ο. που βρίσκεται στο Σουηδικό Ερευνητικό Ινστιτούτο Οδοποιίας και Μεταφορών (VTI) και χρησιμοποιήθηκε στην εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

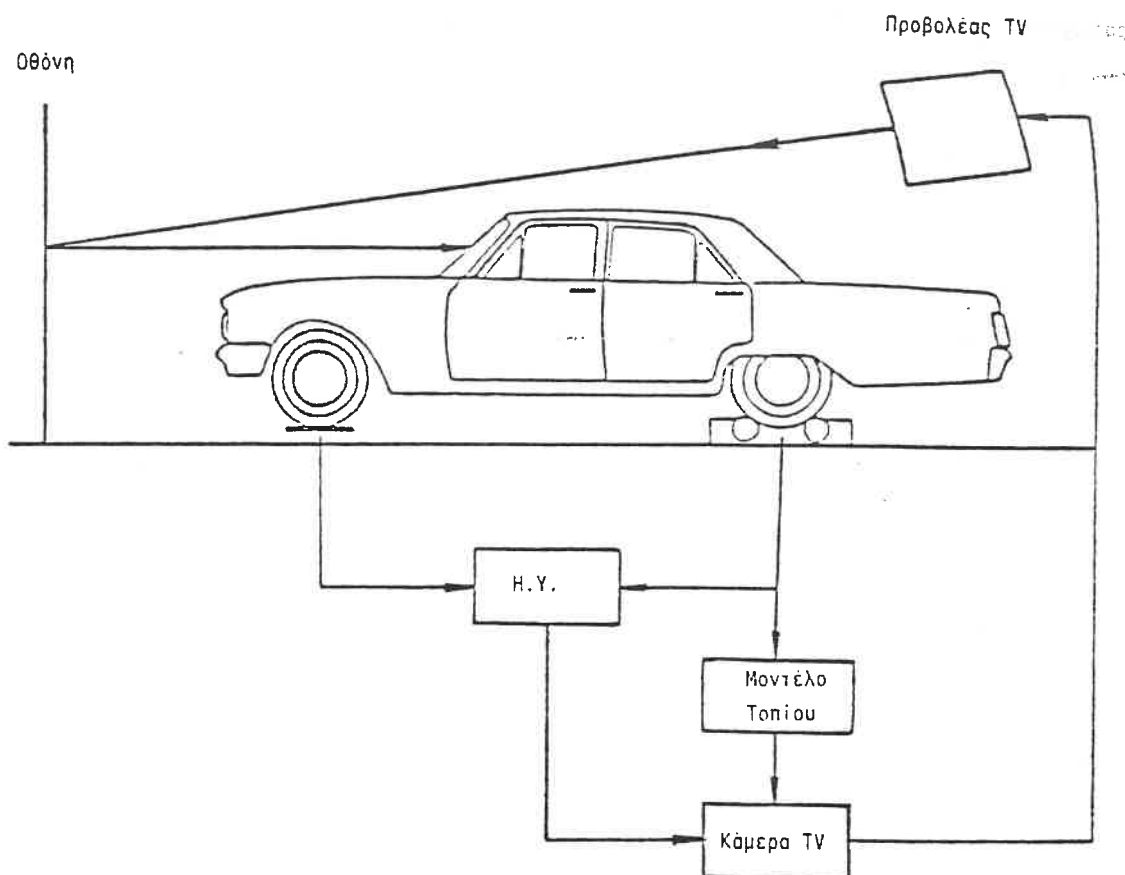
2.2.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΞΟΜΟΙΩΤΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.

Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου υπήρχε μια άμεση ανάγκη εκπαίδευσης μεγάλου αριθμού στρατιωτικού προσωπικού στην τακτική χρησιμοποίησης των διαφόρων μηχανικών πολεμικών συστημάτων. Η εκπαίδευση στο ύπαιθρο ήταν ανεπιθύμητη από πλευράς ασφάλειας, μεταφοράς και διανομής εφοδίων και προσωπικού, κόστους και χρόνου. Οι εξομοιωτές εκπαίδευσης θεωρήθηκαν τότε σαν μια πρακτική λύση. Καθώς αποκτήθηκε εμπειρία με την εξομάλωση έγινε πιο εύκολα

αποδεκτό ότι η εκπαίδευση με εξομοιωτές ήταν πιο ασφαλής, γρηγορότερη και στοίχιζε λιγότερο από ότι η εκπαίδευση σε πραγματικές συνθήκες μάχης. [10]

Οι εξομοιωτές χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα για στρατιωτική εκπαίδευση και μόνο στις Η.Π.Α. ξοδεύονται μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια δολλάρια κάθε χρόνο σε διάφορα προγράμματα. [10,14] Εκτός όμως από τις στρατιωτικές υπηρεσίες, προγράμματα εκπαίδευσης με εξομοιωτές πραγματοποιούνται και από άλλες κρατικές και ιδιωτικές υπηρεσίες. Αεροπορικές εταιρίες π.χ. εκπαιδεύουν τους πιλότους τους χρησιμοποιώντας εξομοιωτές που αναπαράγουν χαρακτηριστικά πραγματικών καταστάσεων πτήσης ενώ ο πιλότος βρίσκεται σε σταθερό στο έδαφος, θάλαμο διακυβέρνησης αεροσκάφους. Το πλήθος των εξομοιωτών εκπαίδευσης περιλαμβάνει εξομοιώτες αεροπλάνων, διαστημοπλοίων, τεθωρακισμένων οχημάτων μάχης, πλοίων, τρένων και αυτοκινήτων.

Καθώς τα οπλικά συστήματα γινόντουσαν ολοένα και πιο πολύπλοκα, η ανάγκη να αξιολογηθούν, να τελειοποιηθούν και να ολοκληρωθεί η ικανότητα των μηχανικών συστημάτων και του ανθρώπινου παράγοντα γινόταν πιο κρίσιμη. Τα τεχνητά συστήματα μπορούσαν να ελεγχθούν μέχρι σημείου αποτυχίας ή ακόμα και καταστροφής τους ενώ οι άνθρωποι όχι. Ακόμα αρκετά συστήματα απαιτούσαν λειτουργική αξιολόγηση σε συνθήκες ανασφαλείς για τον άνθρωπο. Έτσι η συνεχιζόμενη εξέλιξη των εκπαιδευτικών εξομοιωτών έδωσε τη δυνατότητα δημιουργίας τεχνικών εξομοίωσης διαφόρων καταστάσεων με συνέχεια τη δυνατότητα κατασκευής οικονομικά αποδοτικών εξομοιωτών έρευνας για αξιολόγηση των ανθρωπίνων παραγόντων και της συμπεριφοράς. Εξομοιωτές έρευνας στην οδοποιία κατασκευάστηκαν στο τέλος της δεκαετίας του 1950 και οι πρώτοι εξομοιωτές οδήγησης έγιναν πραγματικότητα στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Ένας τέτοιος Ε.Ο. λειτούργησε το 1964 στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Λος Άντζελες, UCLA [11]. (βλέπε Σχήμα 2.2.)



Σχήμα 2.2: Εξομοιωτής Οδήγησης στο UCLA, 1964. [11]

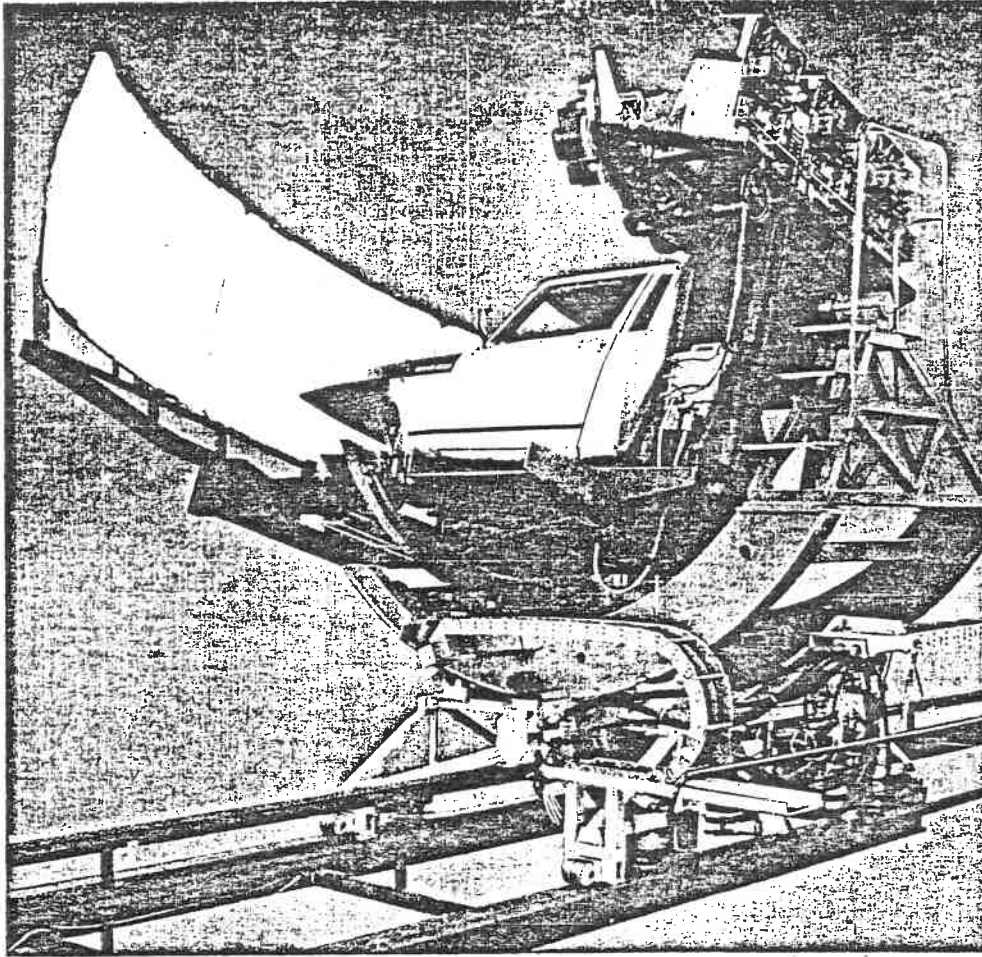
Η Ομοσπονδιακή Διεύθυνση Οδοποιίας στις Η.Π.Α. κατασκεύασε τότε τους δικούς της απλούς εξομοιωτές για τη μελέτη μίας ή δύο μεταβλητών που επηρέαζαν την αναγνώριση και κατανόηση πληροφοριών από τα οδικά σήματα, αλλά η αξιοπιστία τους ήταν αμφισβητήσιμη γιατί τα τότε οπτικά μέσα δεν ήταν σε θέση να δώσουν ρεαλιστικές εικόνες με αποδεκτή ακρίβεια και λογικό κόστος. Επίσης η τεχνολογία των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (στη συνέχεια Η.Υ.) δεν ήταν αρκετά προηγμένη ώστε να παρέχει τα υψηλά επίπεδα ελέγχου που απαιτούνταν σε μεγάλης κλίμακας συστήματα εξομοιωτών. Άλλοι οργανισμοί που δημιούργησαν εξομοιωτές οδήγησης τότε στις Η.Π.Α. αντιμετώπισαν παρόμοιες δυσκολίες και κατά το μέσο της δεκαετίας του 1960 η δραστηριότητα των εξομοιωτών οδήγησης παρουσίασε κάμψη. [11]

Η τεχνολογία των οπτικών συστημάτων και των Η.Υ. αναπτύχθηκε ραγδαία στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Μεγάλο μέρος της τεχνολογίας αυτής αναπτύχθηκε από την Εθνική

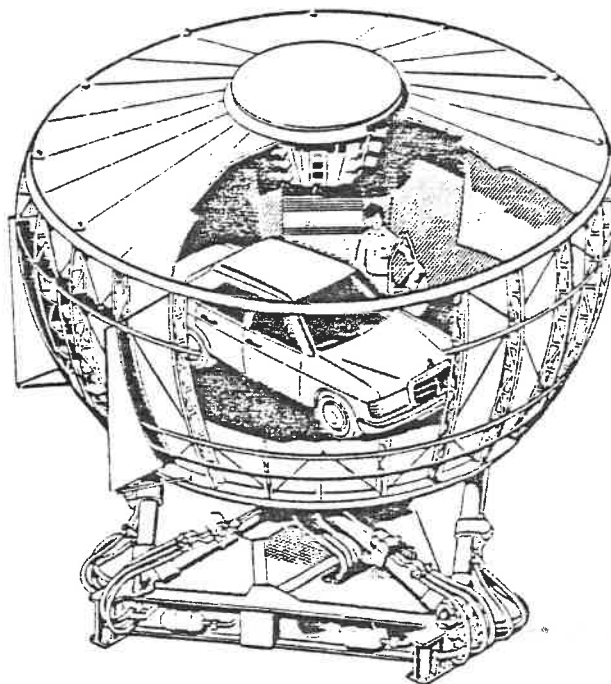
Διεύθυνση Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA) των Η.Π.Α. για στηρίξει το διαστημικό πρόγραμμα της. Αυτές οι εξελίξεις ανανέωσαν το ενδιαφέρον στις τεχνικές των εξομοιωτών οδήγησης και περί το 1975 διάφοροι Ε.Ο. λειτουργούσαν σε διάφορα μέρη των Η.Π.Α. [10,14]

Τα διάφορα τεχνικά προβλήματα στη σχεδίαση των εξομοιωτών λύθηκαν με την πάροδο του χρόνου και έτσι δόθηκε η δυνατότητα κατασκευής εξομοιωτών για ερευνητικούς σκοπούς τόσο σε θέματα οδοποιίας όσο και σε θέματα ανάπτυξης των αυτοκινήτων χωρίς πλέον να υπάρχει ο περιορισμός στη μελέτη μόνο ενός ή δύο συγκεκριμένων παραμέτρων της οδήγησης.

Στην Ευρώπη εξομοιωτές οδήγησης λειτουργούν σήμερα σε διάφορα ιδρύματα όπως στο VTI στη Σουηδία, στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Βερολίνου, στις εγκαταστάσεις της Daimler - Benz επίσης στο Βερολίνο, στο TNO της Ολλανδίας, στο INRETS στη Γαλλία, στο Kings College του Λονδίνου, στο Πανεπιστήμιο του Leeds και αλλού. Οι εξομοιωτές αυτοί έχουν ο καθένας διάφορα χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Οι πιο εξελιγμένοι σήμερα θεωρούνται [7] ο Ε.Ο. του VTI και ο Ε.Ο της Daimler - Benz. (Σχήμα 2.3 και 2.4)

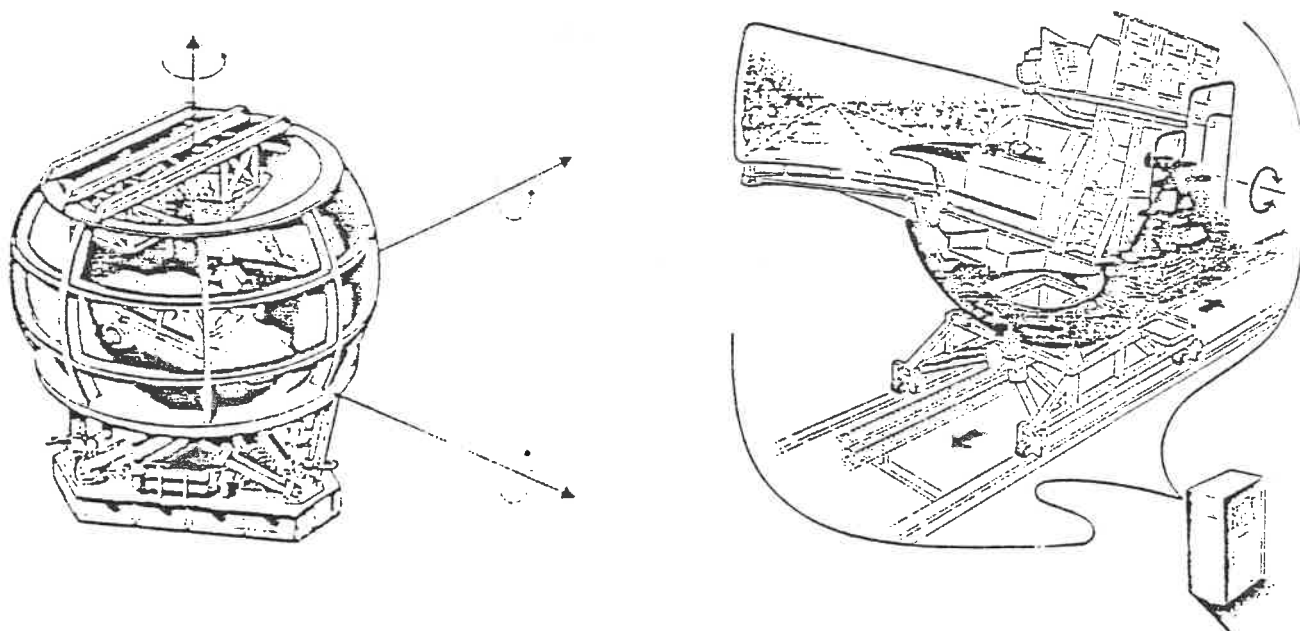


Σχήμα 2.3: Ο Εξομοιωτής Οδήγησης του VTI, Σουηδία [15]

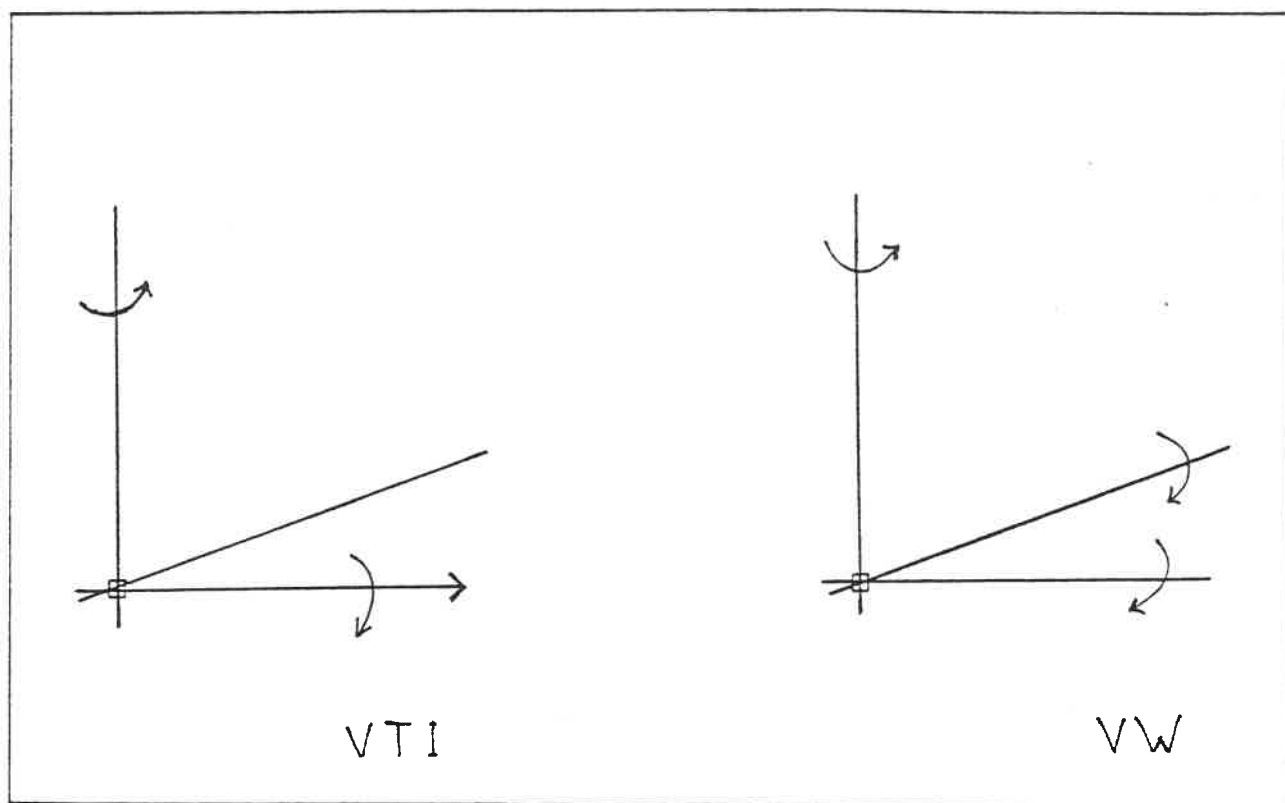


Σχήμα 2.4: Ο Εξομοιωτής Οδήγησης της Daimler - Benz, [9]

Ο Ε.Ο. της Daimler-Benz υπολογίζεται ότι στοίχισε περίπου 33 εκατ. μάρκα Γερμανίας και για τη λειτουργία του απασχολείται ένα προσωπικό 21 ατόμων πλήρους ωραρίου [7], ενώ ο Ε.Ο. του VTΙ υπολογίζεται ότι στοίχισε 25 εκατ. Σουηδικές κορώνες [16], ποσό περίπου 5 φορές μικρότερο, και η κατασκευή του έγινε εξολοκλήρου στο VTΙ. Και οι δύο Ε.Ο. έχουν μηχανικά συστήματα κίνησης που δίνουν στον οδηγό μια πλήρη αίσθηση οδήγησης. Τα συστήματα κίνησης τους, κινούμενης βάσης, είναι διαφορετικά σχεδιασμένα αλλά και οι δύο δίνουν στον οδηγό σχεδόν το ένα τρίτο των πραγματικών δυνάμεων μέσω κινήσεων του μεν VTΙ σε τρεις βαθμούς ελευθερίας και της Daimler - Benz και στους έξι βαθμούς ελευθερίας κινήσεων. Υπάρχουν επίσης σχέδια για μελλοντική αναβάθμιση τους. (Σχήμα 2.5.)



Σχήμα 2.5: Οι βαθμοί ελευθερίας των Ε.Ο. VTΙ. και DB. [8,9]



Σχήμα 2.6: Οι βαθμοί ελευθερίας των Ε.Ο. του VTI σε σχέση με της VW. [15].

Στην Ιαπωνία λειτουργεί επίσης σήμερα ένας παρόμοιος Ε.Ο., κινούμενης βάσης, από την αυτοκινητοβιομηχανία της MAZDA ο οποίος είναι "πολύ γρήγορος" και επίσης πρόκειται να κατασκευαστούν μελλοντικά στις Η.Π.Α. και στη Γαλλία Ε.Ο. που να εξυπηρετούν τις ανάγκες ερευνητικών προγραμμάτων σε εθνική βάση και οι οποίοι αναμένονται να δίνουν στον οδηγό πλήρη αίσθηση των δυνάμεων οδήγησης και να αποτελούνται από εξαιρετικά πολύπλοκα συστήματα. [12,13]

2.2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΞΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΟ VTI.

2.2.3.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ. [8]

Η αρχική πρόθεση για την κατασκευή του Ε.Ο. στο VTI ήταν η δημιουργία ενός μέσου που θα βοηθούσε στην έρευνα της δυναμικής των οχημάτων και όπου ο οδηγός θα έπαιζε τον κεντρικό ρόλο. Ένας εξομοιωτής έπρεπε να παρέχει μια ασφαλή και με δυνατότητα επανάληψης μέθοδο για τη μελέτη οδήγησης του οχήματος έστω και κάτω από ασταθείς συνθήκες οδήγησης όταν ο οδηγός χάνει τον έλεγχο του αυτοκινήτου.

Για την ικανοποίηση των πιο πάνω απαιτήσεων η υπεύθυνη ομάδα του VTI έθεσε τα ακόλουθα κριτήρια :

- Το θεωρητικό πρότυπο που θα περιγράφει τα χαρακτηριστικά του οχήματος πρέπει να μπορεί να αναπαριστά ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών δυνατοτήτων οδήγησης, από πολύ απλές μέχρι γρήγορες και απότομες αλλαγές διεύθυνσης. Θα έπρεπε επίσης να έχει τη δυνατότητα αναπαραγωγής των επιπτώσεων οδήγησης σε ολισθηρές επιφάνειες και των διαφορών μεταξύ κίνησης μπροστινών και πίσω τροχών.
- Ο Ε.Ο. θα πρέπει να έχει ένα οπτικό σύστημα που να καλύπτει περίπου 120° οριζόντια και να περιέχει αρκετές λεπτομέρειες που να δίνουν μια ρεαλιστική αίσθηση οδήγησης.
- Ο Ε.Ο. θα έπρεπε επίσης να έχει ένα σύστημα κινητής βάσης για την εξομοίωση των δυνάμεων αδρανείας και ο έλεγχος αυτού του συστήματος να μην δημιουργεί οποιεσδήποτε αντιληπτές χρονικές καθυστερήσεις σε σχέση με ένα πραγματικό αυτοκίνητο.

Για τη σχεδίαση και για τη γενική λειτουργία του εξομοιωτή λήφθηκαν υπόψη χαρακτηριστικά άλλων εξομοιωτών οδήγησης και ειδικότερα του Ε.Ο. της VW στη Γερμανία. Ο εξομοιωτής αυτός λειτουργεί με περιστροφές της καμπίνας του οχήματος γύρω από ένα σταθερό σημείο (roll, pitch, yaw) και η βασική ιδέα είναι η χρησιμοποίηση μέρους της

επιτάχυνσης της βαρύτητας για την εξομοίωση των επιταχύνσεων σε διαφορετικές διευθύνσεις. Το σύστημα στο VTI έχει επίσης τρεις βαθμούς ελευθερίας αλλά η περιστροφή γύρω από τον κατακόρυφο άξονα αντικαταστάθηκε με οριζόντια κίνηση πάνω σε ράγες. Οι επιθυμητές οριζόντιες δυνάμεις αδρανείας εξομοιώνονται με κατάλληλη πλευρική κλίση της καμπίνας σε συνδυασμό με οριζόντια κίνηση. Οι κατά μήκος επιταχύνσεις εξομοιώνονται δίνοντας στην καμπίνα μόνο μια κατάλληλη κατά μήκος κλίση (pitch angle). (Σχήμα 2.8.)

2.2.3.2. ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ Ε.Ο.

Ο εξομοιωτής οδήγησης του VTI είναι ένας εξελιγμένος εξομοιωτής που αποτελείται βασικά από πέντε υποσυστήματα τα οποία ελέγχονται και λειτουργούν μαζί έτσι ώστε να δίνουν στον οδηγό την αίσθηση της πραγματικής οδήγησης. Τα υποσυστήματα αυτά είναι ένα σύστημα κινητής βάσης, ένα ευρείας γωνίας οπτικό σύστημα, ένα σύστημα δημιουργίας δονήσεων στο όχημα, ένα σύστημα παραγωγής ήχων και ένα σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά, αυτά τα συστήματα.

Σύστημα Κινητής Βάσης

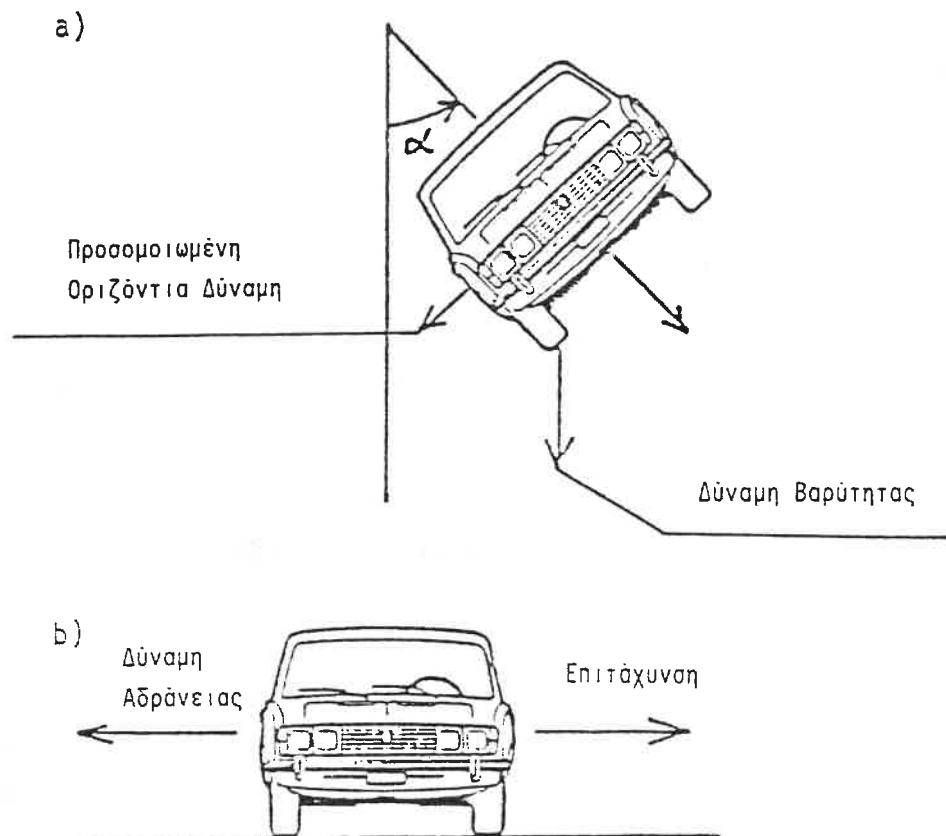
Για πρακτικούς λόγους χρησιμοποιείται μόνο η τεχνική της μεταβολής στις κλίσεις της καμπίνας του οχήματος κατά το σχεδιασμό των εξομοιώσεων. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δίνεται η απαιτούμενη δυνατότητα εξομοίωσης σταθερών επιταχύνσεων οι οποίες παρατηρούνται κατά την οδήγηση σε οδό που οριζοντιογραφικά βρίσκεται σε κυκλικό τόξο ή κατά τη διάρκεια μεγάλων διαστημάτων πέδησης. Εξάλλου η καμπίνα απλά αλλάζει κλίση κατά σταθερές γωνίες σε

διάφορες διευθύνσεις. Το μειονέκτημα όμως αυτής της μεθόδου είναι ότι στηρίζεται σε στατικό τμήμα της δύναμης της βαρύτητας και στο ότι ελάχιστη σημασία δίνεται στο γεγονός ότι η δύναμη στον οδηγό - όχημα οφείλεται στην αλλαγή διεύθυνσης του οχήματος κατά τις στροφές. Σε αργές αλλαγές της διεύθυνσης η πιο πάνω μέθοδος έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα ενώ σε γρήγορες αλλαγές της λωρίδας κυκλοφορίας μπορεί να είναι προβληματική. Από την άλλη πλευρά μια γραμμική κίνηση σε ορισμένα όρια επιτρέπει την ακριβή εξομοίωση τέτοιων αλλαγών στις λωρίδες ενώ μπορεί να είναι προβληματική για κυκλική κίνηση. Η θεωρητική απαίτηση είναι τότε μια μεγάλη απαίτηση μήκους που να καλύπτεται με σταθερή επιτάχυνση του οχήματος.

Η μέθοδος της κλίσης της καμπίνας ώστε να χρησιμοποιηθεί ένα μέρος της δύναμης της βαρύτητας σαν μια πλευρική δύναμη προϋποθέτει ότι δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί επιτάχυνση $1g$ ($= 9.81 \text{ m/sec}^2$) κατά την οδήγηση στις στροφές εφόσον μέρος μόνο της δύναμης της βαρύτητας θεωρείται πλευρική δύναμη, και θεωρητικά θα μπορούσαμε να έχουμε επιτάχυνση ίση με $1g$ μόνο εάν το όχημα στρεφόταν κατά γωνία 90 μοιρών. Η μέγιστη επιτάχυνση εξαρτάται φυσικά από την γωνία κλίσης (Σχήμα 2.7.). Εάν π.χ. η γωνία α ισούται με 45° επιτυγχάνεται οριζόντια επιτάχυνση $0.7g$ η οποία είναι ικανοποιητική για τις περισσότερες περιπτώσεις εκτός ακραίων περιπτώσεων οδήγησης σε αντιστοιχισμένες επιφάνειες.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η κλίση του οχήματος γίνεται ταυτόχρονα με την ίδια κλίση της εικόνας του εξομοιωτή αφού αυτή η κίνηση χρησιμεύει μόνο στη δημιουργία της αίσθησης της οριζόντιας δύναμης και πρέπει επίσης να γίνεται αργά ώστε να μην την αντιλαμβάνεται ο οδηγός ακόμα και σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον του Ε.Ο. Εάν οι κινήσεις του οχήματος στον άξονα της διεύθυνσης του και κάθετα σ' αυτόν προσομοιωθούν, τότε αυτό γίνεται με αντίστοιχες κινήσεις στο όχημα ανεξάρτητα της οθόνης προβολής και αυτό επιτυγχάνεται αλλάζοντας τις κλίσεις του οχήματος με τη βοήθεια μικρών υδραυλικών κυλίνδρων που βρίσκονται

τοποθετημένοι κάτω από το όχημα. Έτσι δίνεται η δυνατότητα εξομοίωσης των ανώμαλων επιφανειών της οδού.



Σχήμα 2.7: Διαφορετικές μέθοδοι προσομοίωσης οριζοντίων δυνάμεων αδράνειας.
α) Στροφή της καμπίνας, β) Οριζόντια κίνηση.

Ο Ε.Ο. τελικά επιτρέπει μέγιστες γωνίες στροφής του οχήματος γύρω από τον άξονα της διεύθυνσης του και στον κάθετο του, 24° με μέγιστες ταχύτητες 0.5 και 1.3 rad/sec, και οριζόντιες διαδρομές ± 3 μέτρα με μέγιστη ταχύτητα 2.5 m/sec ή 9 km/h [15]. Λόγω των πιο πάνω ορίων κίνησης και ταχύτητας οι εξομοιούμενες επιταχύνσεις περιορίζονται μέχρι 0.4 g και έτσι κάποιος συντελεστής κλίμακας θεωρήθηκε σκόπιμο να εφαρμοστεί έτσι ώστε να μην ενεργοποιούνται τα συστήματα ασφαλείας συχνά αφού συνήθως σε καταστάσεις πραγματικής οδήγησης χρησιμοποιούνται επιταχύνσεις μεγαλύτερες του 0.4 g που αντιστοιχεί σε 3.924 m/sec^2 . Ο συντελεστής αυτός καθορίστηκε σε 0.5 για όλες τις επιταχύνσεις κατά τη διάρκεια ομαλής οδήγησης οπότε ο οδηγός μπορεί να επιτύχει θεωρητικά τις διπλάσιες επιταχύνσεις με τη μέγιστη επιτάχυνση να φτάνει τώρα τα 0.8 g που δίνει τις δυνατότητες χρησιμοποίησης του Ε.Ο. σε πειράματα όπου απαιτούνται γρήγορες αλλαγές ταχύτητας και γρήγορες αντιδράσεις από πλευράς οδηγού ενώ στην πραγματικότητα αισθάνεται μόνο το μισό των εξωτερικών δυνάμεων αδρανείας κατά την επιτάχυνση του οχήματος. Μπορεί όμως σε περιπτώσεις μελέτης με μικρές δυνάμεις να μην εφαρμόζεται ο συντελεστής κλίμακας και έτσι ο οδηγός να έχει πλήρη αίσθηση της οδήγησης. Τέτοιες περιπτώσεις υπάρχουν σε μελέτες φαινομένων πλευρικών ανέμων στη σταθερότητα του οχήματος όταν αυτό κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο. Παρόμοιοι συντελεστές χρησιμοποιούνται και στους άλλους εξομοιωτές οδήγησης με κινητή βάση και ενώ ο Ε.Ο. της Dai-ler-Benz είναι κάπως πιο αργός ο Ε.Ο. στη MAZDA θεωρείται αρκετά "γρήγορος" αφού έχει αντίστοιχο συντελεστή κλίμακας επιταχύνσεων 0.8 [13], οπότε ο οδηγός έχει την αίσθηση του 80% των πραγματικών εξωτερικών δυνάμεων κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Η χρήση τέτοιων συντελεστών κλίμακας στις διάφορες έρευνες πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ανάλογα πάντοτε με το θέμα της έρευνας, και είναι ένα από τα σοβαρότερα μειονεκτήματα των εξομοιωτών οδήγησης που επιβάλλεται να ξεπεραστεί στο άμεσο μέλλον.

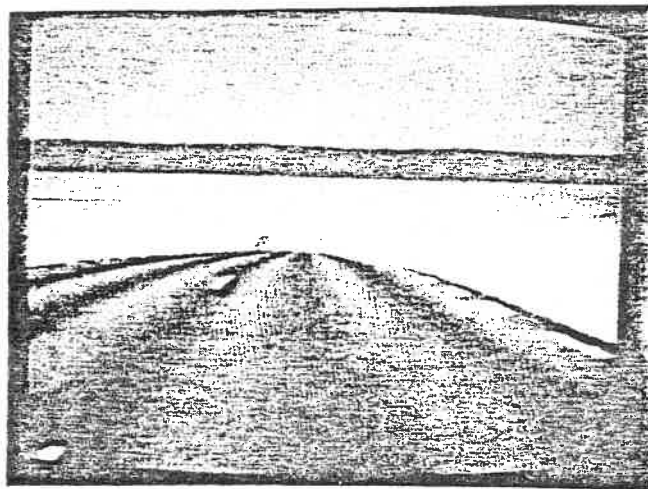
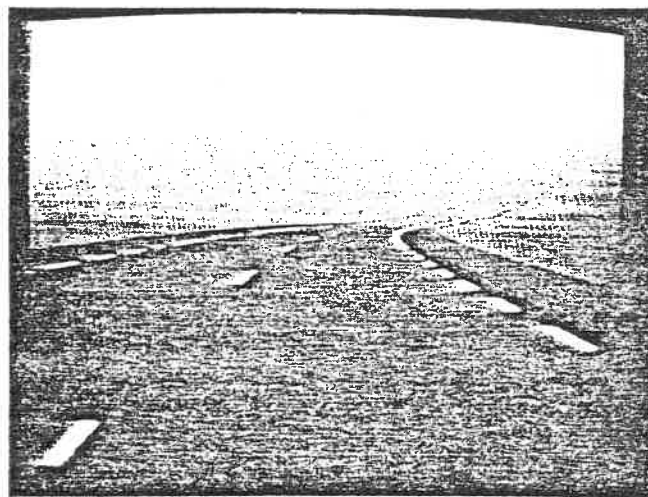
Σύστημα Παραγωγής Εικόνας

Το οπτικό σύστημα κάθε εξομοιωτή οδήγησης παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στο να δοθεί στον οδηγό η ψευδαίσθηση ότι πραγματικά οδηγεί ένα κανονικό αυτοκίνητο. Το σύστημα του VTI αναπτύχθηκε σταδιακά μέχρι τη σημερινή του μορφή όπου ένας ειδικός ψηφιακός επεξεργαστής δημιουργεί μια πλήρη, έγχρωμη εικόνα. Η επιλεγείσα γραφική μέθοδος μπορεί να μην είναι πολύ ευέλικτη αλλά έχει αποδειχθεί αρκετά αξιόπιστη και συνεργάζεται αρκετά καλά με το σύστημα ελέγχου των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών [15]. Το κύριο πλεονέκτημα του οπτικού συστήματος του VTI είναι η ταχύτητα του. Η καθυστέρηση που προστίθεται από το οπτικό σύστημα είναι μόνο 20ms [15] συγκρινόμενη με περίπου 80ms που δημιουργούνται σε συστήματα εξομοιωτών αεροσκαφών και που ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιήθηκε στην εξέλιξη του Ε.Ο. της Daimler-Benz και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε γρήγορες διαδρομές και αλλαγές του τοπίου.

Ακόμα το οπτικό σύστημα του Ε.Ο. του VTI έχει τη δυνατότητα να εισάγει στο οδικό τμήμα διασταυρώσεις, άλλα κινούμενα οχήματα, οδικά σήματα, εμπόδια και διάφορες εκτός δρόμου λεπτομέρειες. Μια αρκετά ρεαλιστική επιφάνεια του δρόμου μπορεί να παρουσιαστεί εξομοιώνοντας μια ποικιλία διαφορετικών συνθηκών. Ακόμα η οριζόντια και κατακόρυφη γεωμετρία του δρόμου μπορούν να μεταβάλλονται συνέχεια με μια μέγιστη οπτική απόσταση 3000 μέτρα. Διαφορετικές συνθήκες ορατότητας μπορούν επίσης να παρουσιαστούν όπως οδήγηση σε ομίχλη ή σκοτάδι και ακόμα οδήγηση σε χιονισμένους δρόμους.

Χρησιμοποιούνται τρεις απλοί προβολείς (κατασκευής BARCO) και οι εικόνες παρουσιάζονται σαν ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο σενάριο σε απλή οθόνη στο ευρωπαϊκό σύστημα PAL. Η οθόνη βρίσκεται σε απόσταση 2.5 μέτρα μπροστά στον οδηγό, μια απόσταση που αντιστοιχεί σε οπτικό πεδίο 120° ενώ ο Ε.Ο. της Daimler-Benz καλύπτει γωνία 180° και χρησιμοποιεί έξι προβολείς κάτι που θεωρείται σαν πλεονέκτημα του Ε.Ο της D-B συγκρινόμενου με τον Ε.Ο. του VTI

ή άλλους παρόμοιους Ε.Ο.. Η μικρή απόσταση της οθόνης από τον οδηγό, το σύστημα PAL που χρησιμοποιείται αλλά κυρίως οι ελαφρές κινήσεις μέσα στην εικόνα λόγω του γρήγορου συστήματος κουράζουν τα μάτια των περισσότερων οδηγών όταν αυτοί οδηγούν για αρκετά χιλιόμετρα. Το πιο πάνω φαινόμενο μπορεί να διορθωθεί κάπως, ελέγχοντας περισσότερο το σύστημα παραγωγής εικόνας αλλά αυτό θα δημιουργούσε μια ανεπιθύμητη πρόσθετη καθυστέρηση στη μεταφορά της εικόνας στην οθόνη. [16]



Σχήμα 2.8: Διάφορες δυνατότητες του οπτικού συστήματος. (Χρήση μόνο της κεντρικής οθόνης) [8].

Σύστημα Παραγωγής Δονήσεων

Οι δονήσεις από το δρόμο στο όχημα μπορούν να δημιουργηθούν στον Ε.Ο. με δύο τρόπους. Είτε από το σύστημα της κινητής βάσης, να κινείται δηλαδή η καμπίνα μαζί με την οθόνη, είτε να κινείται μόνη της η καμπίνα. Στο ΥΤΙ έχει επιλεχθεί η δεύτερη λύση και κάτω από το όχημα τοποθετήθηκαν τρεις υδραυλικοί δονητές σε κατάλληλα σημεία για να δίνουν τόσο οριζόντιες όσο και κατά μήκος κινήσεις. Έχουν δυνατότητα μεταβολής του υψομέτρου του οχήματος κατά ± 5 εκατοστά και είναι σχετικά μικροί σε δύναμη λόγω της μικρής μάζας του οχήματος (χρησιμοποιείται μόνο η καμπίνα).

Για την όσο το δυνατό καλύτερη αίσθηση της πραγματικότητας στον οδηγό μετρήθηκαν οι κατακόρυφες επιταχύνσεις στη θέση του οδηγού σε πραγματικά οχήματα σε σχέση με τη θέση, χρόνο, ταχύτητα της οδήγησης και με κατάλληλο μετασχηματισμό μεταφέρθηκαν στον Ε.Ο. σαν σήματα θέσης που δίνονται στους δονητές. [15]

Ηχητικό Σύστημα

Το σύστημα παραγωγής ήχου στον Ε.Ο. του ΥΤΙ λειτουργεί με έξι κανάλια ήχου. Δύο ηχεία μικρής έντασης τοποθετήθηκαν στον πίνακα του οχήματος μπροστά στον οδηγό και δύο μεσαίας έντασης ηχεία στις θέσεις των εμπροσθίων τροχών. Ακόμα δύο ζευγάρια μεγάλων (διαμέτρου 30 εκ.) ηχείων τοποθετήθηκαν πίσω από τις θέσεις του οδηγού και του συνοδηγού για τη δημιουργία χαμηλής συχνότητας ήχων. Η μορφή του ήχου που δημιουργείται στον Ε.Ο. αποτελείται από ένα φάσμα ήχων που ηχογραφήθηκαν σε πραγματική οδήγηση, ομαδοποιήθηκαν και μετατράπησαν για αποθήκευση σε ψηφιακή μορφή.

Σύστημα Ελέγχου της Θερμοκρασίας

Στην προσπάθεια για μελέτη τυχόν επιπτώσεων της θερμοκρασίας στην ικανότητα οδήγησης καθώς και για την δημιουργία άνετου κλίματος στον οδηγό κατά τη διάρκεια χρονικά μεγάλων πειραμάτων, τοποθετήθηκε στο όχημα ένα σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας.

Το σύστημα αυτό είναι ένα κλειστό σύστημα όπου κυκλοφορεί νερό ελεγχόμενης θερμοκρασίας. Καταγράφεται συνεχώς η θερμοκρασία του αέρα μέσα στο όχημα και ανάλογα ο ΗΥ δίνει εντολές για αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού. Μπορεί να διαφοροποιηθεί η θερμοκρασία σε οποιαδήποτε τιμή από 18° C μέχρι 32° C με μια ακρίβεια της τάξης του $\pm 0.5^\circ \text{C}$. [15].

2.3. ΑΝΑΛΟΓΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.

Ανάλογες έρευνες στο θέμα της συσχέτισης των ταχυτήτων στις καμπύλες με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, έχουν προηγηθεί από τους Choueiri E.M. και Lamm R. [5], McLean J. [3] και Κανελλαΐδη Γ., Γκόλια Ι. και Ευσταθιάδη Σ. [18]. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών παρουσιάζονται παρακάτω.

2.3.1. ΕΡΕΥΝΑ CHOUAIRI E.M. and LAMM R.

Στην έρευνα των Choueiri E.M. και Lamm R. [5] εξετάσθηκαν οι αθροιστικές επιδράσεις των παραμέτρων σχεδιασμού: βαθμός της καμπύλης, μήκος της καμπύλης, επίκλιση, κατά μήκος κλίση, μήκος ορατότητας, πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας, πλάτος ερείσματος, Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) και επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας (recommended speed) στις λειτουργικές ταχύτητες και τους δείκτες ατυχημάτων σε 281 οδικά τμήματα υπεραστικών οδών δύο λωρίδων, μία ανά κατεύθυνση, της Πολιτείας της Νέας Υόρκης. Ο βαθμός συσχετισμού μεταξύ των μεταβλητών εκφράζεται με το συντελεστή συσχέτισης R^2 και οι τιμές που παίρνει αυτός για τα παραπάνω στοιχεία φαίνονται στον Πίνακα 2.1. Όπως φαίνεται πιο καλά σχετίζονται μεταξύ τους η ταχύτητα V_{85} με το Βαθμό της Καμπύλης. Μερικά από τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων φαίνονται στους Πίνακες 2.2 και 2.3.

Από τα διάφορα επίπεδα της ανάλυσης προέκυψαν τα εξής:

- (1) Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις λειτουργικές ταχύτητες σε στεγνό και σε βρεγμένο οδόστρωμα αρκεί να μην επηρεάζεται η ορατότητα του οδηγού.
- (2) Σταθερότητα στην οριζοντιογραφική χάραξη μπορεί να επιτευχθεί εξετάζοντας μόνο την παράμετρο σχεδιασμού

ΜΚ	ΒΚ	ΠΛΚ	ΠΕ	Κ	Ο	ΕΜΗΚ	Ε	ΕΤΚ	V ₈₅
ΜΚ	1.000								
ΒΚ	-0.441	1.000							
ΠΛΚ	0.208	-0.369	1.000						
ΠΕ	0.239	-0.500	0.433	1.000					
Κ	-0.023	0.024	0.026	-0.019	1.000				
Ο	0.030	-0.402	0.293	0.355	-0.063	1.000			
ΕΜΗΚ	0.112	-0.280	0.431	0.241	0.020	0.222	1.000		
Ε	-0.610	0.001	-0.415	-0.417	0.036	-0.640	-0.243	1.000	
ΕΤΚ	0.334	-0.852	0.382	0.515	-0.042	0.382	0.260	-0.654	1.000
V ₈₅	0.384	-0.887	0.534	0.567	-0.034	0.443	0.273	-0.721	0.048
1.000									1.000

όπου

ΜΚ :το Μήκος της Καμπύλης

ΒΚ :ο Βαθμός της Καμπύλης

ΠΛΚ :το Πλάτος της Λωρίδας Κυκλοφορίας

ΠΕ :το Πλάτος του Ερείσματος

Κ :η κατά μήκος Κλίση

Ο :η Ορατότητα

ΕΜΗΚ:η Ετήσια Μέση Ημερήσια

Κυκλοφορία

Ε :η Επίκλιση της οδού

ΕΤΚ :η Επιτρεπόμενη Ταχύτητα

Κυκλοφορίας

V₈₅ :η ταχύτητα που δεν

υπερβαίνουν το 85% των

οδηγών

Πίνακας 2.1: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των κυκλοφοριακών και γεωμετρικών παραμέτρων της οδού [5].

"βαθμός της καμπύλης".

- (3) Οι πιο επιτυχημένες παράμετροι που εξηγούν ικανοποιητικά την μεταβολή στις λειτουργικές ταχύτητες και τους δείκτες ατυχημάτων είναι ο βαθμός της καμπύλης και η επιτρεπόμενη ταχύτητα. Οι άλλες παράμετροι συμβάλλουν λίγο στην ισχυροποίηση των σχέσεων.
- (4) Οι δείκτες των ατυχημάτων αυξάνουν με την αύξηση του βαθμού της καμπύλης, ανεξαρτήτως της ύπαρξης ή όχι πινακίδων αναγγελίας κινδύνου στα καμπύλα τμήματα.
- (5) Καλή χάραξη υπάρχει, όταν υφίστανται μεταβολές μέχρι 5° στο βαθμό της καμπύλης και μέχρι 8 mph (10 χλμ/ώρα) στις λειτουργικές ταχύτητες μεταξύ διαδοχικών καμπυλών.
- (6) Ικανοποιητική χάραξη θεωρείται όταν υπάρχουν αλλαγές $5-10^\circ$ στο βαθμό της καμπύλης και $8-12 \text{ mph}$ (10 χλμ/ώρα) στις λειτουργικές ταχύτητες μεταξύ διαδοχικών καμπυλών. Θεωρητικά μικρού προϋπολογισμού έργα απαιτούνται, όπως πινακίδες αναγγελίας κινδύνου.
- (7) Κακή χάραξη υπάρχει όταν υφίστανται διαφορές πάνω από 12 mph (20 χλμ/ώρα) στις λειτουργικές ταχύτητες. Θεωρητικά, προτείνονται έργα μεγάλου προϋπολογισμού, όπως επανασχεδίαση τουλάχιστον των επικίνδυνων τμημάτων.

Συνεπώς σ' αυτή την έρευνα [5] αποδεικνύεται ότι: (α) οι περισσότερες από τις μεταβολές στις λειτουργικές ταχύτητες και στους δείκτες ατυχημάτων εξηγούνται από το βαθμό της καμπύλης και την επιτρεπόμενη ταχύτητα και (β) οι διαφορές στις λειτουργικές ταχύτητες μεταξύ των επιβατικών οχημάτων, των ημιφορτηγών και των φορτηγών μπορεί να αμεληθεί για κατά μήκος κλίσεις μέχρι 5% . Επομένως μόνο οι επόμενες σχέσεις είναι σημαντικές:

- λειτουργικές ταχύτητες επιβατικών αυτοκινήτων - βαθμός της καμπύλης, για διάφορα πλάτη λωρίδας κυκλοφορίας.
- δείκτης ατυχημάτων - βαθμός της καμπύλης, για διάφορα πλάτη λωρίδας κυκλοφορίας και όλους τους τύπους των οχημάτων (λόγω του σχετικά μικρού μεγέθους δείγματος των ατυχημάτων, τα δεδομένα δεν χωρίστηκαν σε διαφορετικές κατηγορίες)

$$V_{85} = 58.656 - 1.135 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.787 \quad (2.5a)$$

$$V_{85} = 25.314 - 0.554 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.719 \quad (2.6a)$$

$$ACCR = -0.880 + 1.410 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.434 \quad (2.7a)$$

$$ACCR = 37.723 - 0.619 * (ΠΤΚ) \quad ; R^2 = 0.355 \quad (2.8)$$

$$ΠΤΚ = 57.534 - 1.667 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.726 \quad (2.9)$$

όπου V_{85} : ο υπολογισμός της λειτουργικής ταχύτητας, εκφρασμένη με την ταχύτητα που δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών επιβατικών οχημάτων (mph)

B.K.: ο βαθμός της καμπύλης (βαθμοί/100ft)
πεδίο τιμών $0^0 - 27^0$

R^2 : συντελεστής συσχέτισης

ACCR: υπολογισμός του δείκτη ατυχημάτων για όλους τους τύπους των οχημάτων (ατυχήματα/ 10^6 οχηματο-μίλια)

ΠΤΚ : η προτεινόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας στην καμπύλη (mph)

Πίνακας 2.2: Εξισώσεις πρόβλεψης των λειτουργικών ταχυτήτων και των δεικτών ατυχημάτων για όλα τα πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας [5].

Λωρίδα κυκλοφορίας 10-ft

$$V_{85} = 55.646 - 1.019 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.753 \quad (2.5\beta)$$

$$V_{85} = 27.173 + 0.459 * (\Pi\tau\kappa) \quad ; R^2 = 0.556 \quad (2.6\beta)$$

$$ACCR = -1.023 + 1.513 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.300 \quad (2.7\beta)$$

Λωρίδα κυκλοφορίας 11-ft

$$V_{85} = 58.310 - 1.052 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.746 \quad (2.5\gamma)$$

$$V_{85} = 29.190 + 0.479 * (\Pi\tau\kappa) \quad ; R^2 = 0.744 \quad (2.6\gamma)$$

$$ACCR = -0.257 + 1.375 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.462 \quad (2.7\gamma)$$

Λωρίδα κυκλοφορίας 12-ft

$$V_{85} = 59.746 - 0.998 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.824 \quad (2.5\delta)$$

$$V_{85} = 26.544 + 0.562 * (\Pi\tau\kappa) \quad ; R^2 = 0.835 \quad (2.6\delta)$$

$$ACCR = -0.546 + 1.075 * (B.K.) \quad ; R^2 = 0.726 \quad (2.7\delta)$$

όπου V_{85} : ο υπολογισμός της λειτουργικής ταχύτητας, εκφρασμένη με την ταχύτητα που δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών επιβατικών οχημάτων (mph)

B.K.: ο βαθμός της καμπύλης (βαθμοί/100ft)

πεδίο τιμών $0^\circ - 27^\circ$

R^2 : συντελεστής συσχέτισης

ACCR: υπολογισμός του δείκτη ατυχημάτων για όλους τους τύπους των οχημάτων (ατυχήματα/ 10^6 οχηματο-μίλια)

$\Pi\tau\kappa$: η προτεινόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας στην καμπύλη (mph)

Πίνακας 2.3: Εξισώσεις πρόβλεψης των λειτουργικών ταχυτήτων και των δεικτών ατυχημάτων για διαφορετικά πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας [5].

- δείκτης ατυχημάτων - επιτρεπόμενη ταχύτητα, για όλα τα πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας και όλους τους τύπους των οχημάτων.

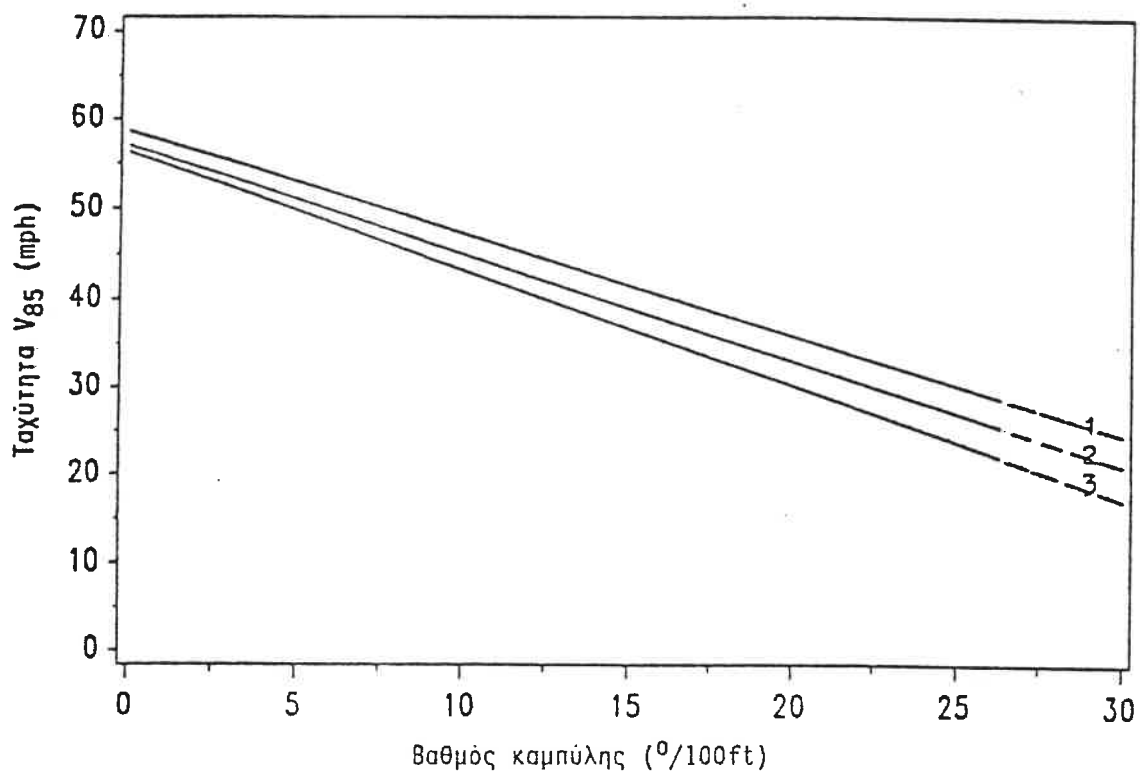
Οι πιο πάνω σχέσεις φαίνονται στους Πίνακες 2.2 και 2.3.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχέσεις των πινάκων 2.2 και 2.3 ισχύουν για καμπύλα τμήματα με κατά μήκος κλίση μικρότερη ή ίση με 5% και Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) μεταξύ 4000 και 5000 οχημάτων ανά ημέρα. Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν το γεγονός ότι κατά μήκος κλίσεις μεγαλύτερες από 5% και ΕΜΗΚ μεγαλύτερη από 5000 οχήματα ανά ημέρα, ξεπερνούν ένα συγκεκριμένο όριο επίδρασης που μπορεί να μετρηθεί στις λειτουργικές ταχύτητες και δείκτες ατυχημάτων σε αυτοκινητοδρόμους δύο λωρίδων, μία ανά κατεύθυνση. Από τις εξισώσεις (2.5α) έως (2.5δ), ο μελετητής μπορεί να προβλέψει τις λειτουργικές ταχύτητες, γνωρίζοντας μόνο το βαθμό καμπύλης σε ένα συγκεκριμένο καμπύλο τμήμα της οδού. Οι σχέσεις που αναπτύχθηκαν είναι πολύ ισχυρές, όπως μπορεί να διαπιστωθεί από τις υψηλές τιμές του δείκτη συσχέτισης R^2 .

Από τις εξισώσεις (2.5α) έως (2.5δ), ο μελετητής μπορεί να προβλέψει λειτουργικές ταχύτητες από τις επιτρεπόμενες ταχύτητες σε ένα τμήμα. Οι σχέσεις αυτές είναι επίσης ισχυρές, όπως καθορίζεται από τις τιμές του R^2 .

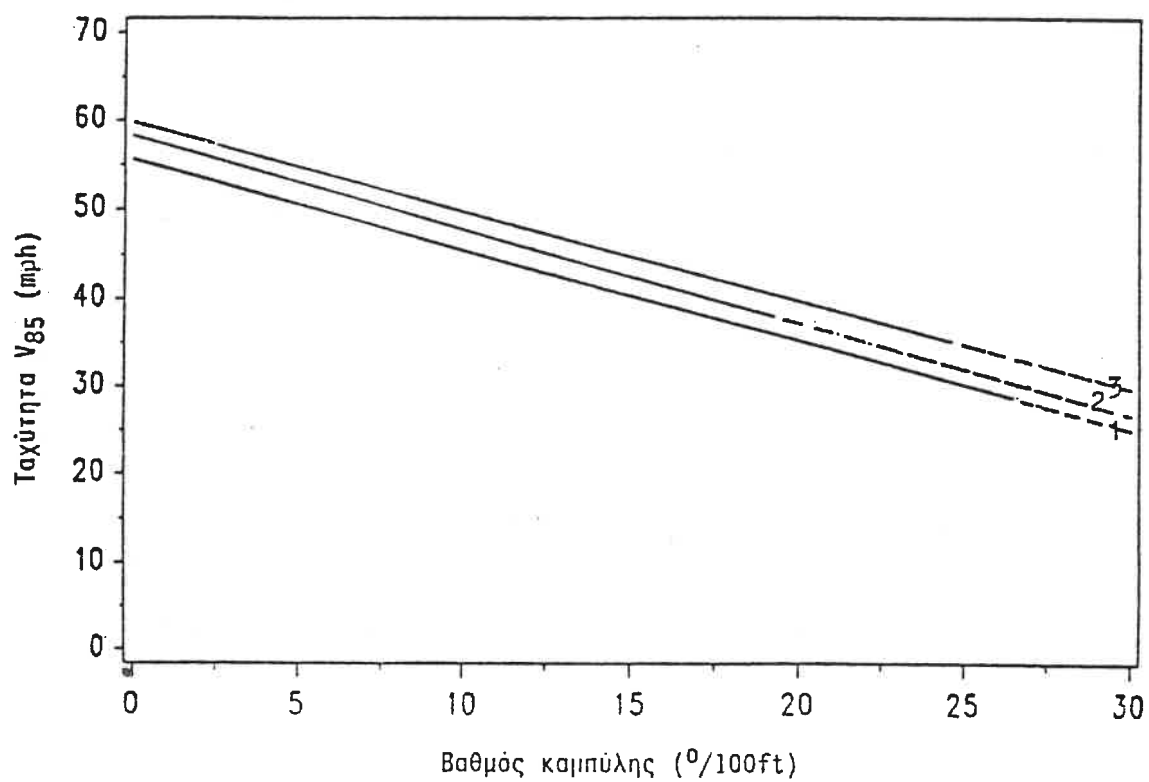
Το σχεδιάγραμμα που απεικονίζει τις σχέσεις (2.5β) έως (2.5δ) φαίνεται στο Σχήμα 2.2. Γνωρίζοντας την αλλαγή του βαθμού της καμπύλης μεταξύ δύο διαδοχικών καμπύλων ή μεταξύ μιας καμπύλης και της εφαπτομένης, μπορεί να υπολογιστεί η αναμενόμενη αλλαγή στην λειτουργική ταχύτητα. Οι σχέσεις που υπολογίστηκαν για ημιφορτηγά και φορτηγά, αντίστοιχες της (2.5α), απεικονίζονται στο Σχήμα 2.3.

Σαν αποτέλεσμα, όσο αυξάνεται ο βαθμός της καμπύλης, η διαφορά των ταχυτήτων μεταξύ των επιβατικών οχημάτων και των φορτηγών αυξάνει (βλέπε Σχήμα 2.3), ενώ η μείωση των λειτουργικών ταχυτήτων για διαφορετικά πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας είναι σχεδόν παράλληλη. (βλ. Σχήμα 2.2).



1.Επιβατικά οχήματα 2.Ημιφορτηγά 3.Φορτηγά

Σχήμα 2.3: Σχέση μεταξύ ταχύτητας V_{85} και βαθμού καμπύλης για επιβατικά οχήματα, ημιφορτηγά και φορτηγά για όλα τα πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας [5].



Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας
 1. 10ft 2. 11ft 3. 12ft

Σχήμα 2.2: Σχέση μεταξύ ταχύτητας V_{85} και βαθμού καμπύλης για επιβατικά οχήματα για διαφορετικά πλάτη λωρίδων κυκλοφορίας [5].

2.3.2. ΕΡΕΥΝΑ McLEAN J.

Στην έρευνα που έκανε ο John McLean [3], με μετρήσεις από την Αυστραλία, περιέλαβε τον όρο της επιθυμητής ταχύτητας (desired speed) όπως αναπτύσσεται στην παράγραφο 2.1.3. Η σχέση (2.10) αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό της ταχύτητας V_{85} όταν είναι γνωστή η ακτίνα R και η επιθυμητή ταχύτητα V_{free} .

$$V_{85} = 53.8 + 0.464 * V_{free} - 3.26 * 10^{-3} * (1/R) + 8.5 * 10^{-4} * (1/R)^2$$
$$r^2 = 0.92 \quad (2.10)$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων (km/h)

V_{free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη (km/h)

R : η ακτίνα της καμπύλης (μέτρα)

r^2 : συντελεστής συσχέτισης

Η παραπάνω σχέση (2.10) λόγω της απλότητας της είναι πολύ επιτυχής στο ότι εξηγεί τις μεταβολές των μετρηθεισών ταχυτήτων στις καμπύλες, όμως τείνει να παράγει ανώμαλα αποτελέσματα για τα όρια των δεδομένων. Αυτό γίνεται λόγω της μη γραμμικής σχέσης μεταξύ των μετρηθεισών τιμών της επιθυμητής ταχύτητας και της καμπυλότητας σε κάθε θέση μέτρησης.

Τα δεδομένα έδειξαν ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα V_{85} είναι γενικά η επιθυμητή ταχύτητα σε συγκεκριμένα μήκη της οδού, η αιτία του ταξιδιού και το μήκος της διαδρομής που θα διανυθεί, αν αυτό είναι κοντά σε πόλεις και το πιο σημαντικό για σχεδιαστικούς λόγους, η χάραξη της οδού. Ο παρακάτω πίνακας 2.4 δίνει την τιμή της επιθυμητής ταχύτητας για τις πιο συνήθεις συνθήκες που περιελήφθηκαν στην εργασία.

Ταχύτητα μελέτης (χλμ/ώρα)	Επιθυμητή ταχύτητα V_{Free} (χλμ/ώρα)		
	Μορφολογία Εδάφους		
	Επίπεδο	Λοφώδες	Ορεινό
40 - 50			70*
50 - 70		90	
70 - 90		100	
90 -120	115	110	
>120	120		

Πίνακας 2.4 Τιμές ταχύτητας V_{Free} που μετρήθηκαν [3]

* στις περιπτώσεις αυτές, τα τμήματα των εφαπτομένων είναι πολύ μικρά για να μετρηθεί η επιθυμητή ταχύτητα, η τιμή που δίνεται αντιπροσωπεύει την τυπική ταχύτητα V_{85} που μετρήθηκε σε διαθέσιμες εφαπτομένες των καμπυλών.

Τα δεδομένα χωρίστηκαν σε τέσσερεις ομάδες σύμφωνα με την τιμή της επιθυμητής ταχύτητας και ξεχωριστές σχέσεις μεταξύ ταχύτητας και καμπυλότητας υπολογίστηκαν για κάθε ομάδα. Μεγάλες τιμές καμπυλότητας απέτυχαν να παράγουν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις για τις ομάδες, έτσι τέσσερεις γραμμικές σχέσεις ταχύτητας - καμπυλότητας βρέθηκαν. Οι συντελεστές της εξίσωσης επαναλήφθηκαν ή προεκτάθηκαν σε σχέση με την επιθυμητή ταχύτητα ώστε να ομαδοποιηθούν οι σχέσεις που προβλέπουν τις ταχύτητες στις καμπύλες και φαίνονται στον επόμενο πίνακα 2.5, (η ακτίνα R μετριέται σε μέτρα).

Επιθυμητή ταχύτητα (χλμ/ώρα)	Σχέση πρόβλεψης ταχύτητας
60	60-380/R
70	69-715/R
80	77-1050/R
90	85-1410/R
100	95-1960/R
110	105-2920/R
120	115-3940/R

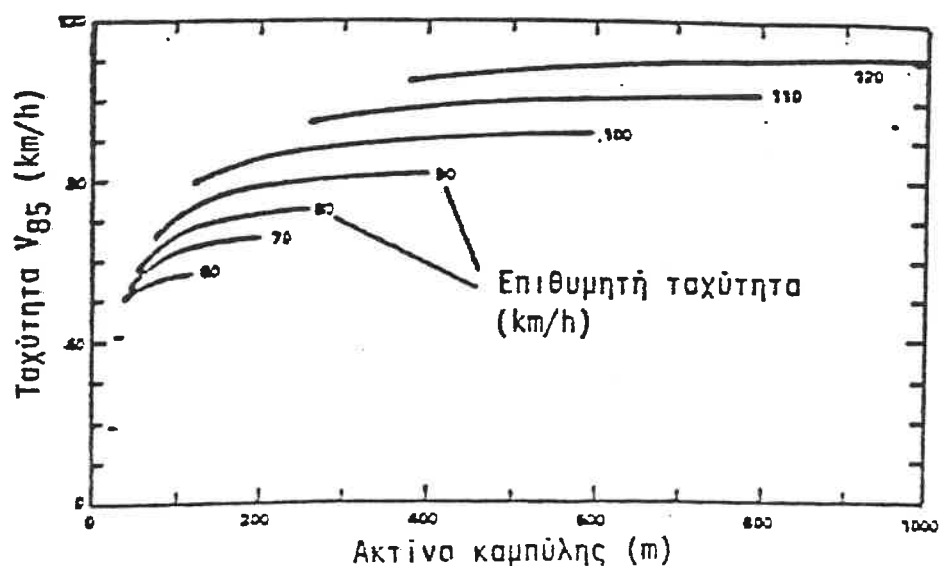
Πίνακας 2.5: Σχέσεις πρόβλεψης των λειτουργικών ταχυτήτων [3]

Αυτές οι σχέσεις φαίνονται στο Σχήμα 2.4. Κάθε καμπύλη στο Σχήμα 2.4 είναι η ταχύτητα V_{85} σε σχέση με την ακτίνα της καμπύλης για ένα τμήμα της οδού, στο οποίο η χάραξη επιτρέπει να αναπτυχθεί η επιθυμητή ταχύτητα που δείχνεται στο σχήμα.

Σαν συμπέρασμα αυτής της έρευνας είναι ότι η εγκυρότητα της ταχύτητας μελέτης, όπως αυτή σχετίζεται με τις γεωμετρικές παραμέτρους και την συμπεριφορά των οδηγών εξαρτάται από τη συνολική χάραξη της οδού. Για δρόμους με ταχύτητες μελέτης 100 χλμ/ώρα ή μεγαλύτερη σε λοφώδες έδαφος ή 120 χλμ/ώρα σε επίπεδο έδαφος, η επιθυμητή ταχύτητα που δεν ξεπερνούν το 85 % των οδηγών είναι μικρότερη από την ταχύτητα μελέτης (ή θεωρητική). Θεωρητικά ο οδηγός περιμένει να διανύσει όλη την απόσταση με την επιθυμητή ταχύτητα που έχει επιλέξει. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμα και σε τέτοιες περιπτώσεις οι οδηγοί θα ελαττώσουν την ταχύτητα τους για να διανύσουν τις καμπύλες.

Για δρόμους με ταχύτητες μελέτης 90 έως 100 χλμ/ώρα, οι λειτουργικές ταχύτητες θα διαφέρουν ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κατά τόπους τμημάτων. Όμως η ταχύτητα V_{85} στις οριζοντιογραφικές καμπύλες γενικά

δεν θα ξεπερνά την θεωρητική ταχύτητα των καμπυλών, αν και αυτό μπορεί να μην ισχύει σε μερικά τμήματα. Όταν η ταχύτητα μελέτης είναι μικρότερη από 90 χλμ/ώρα, οι λειτουργικές ταχύτητες θα κυμαίνονται σε ένα μεγαλύτερο διάστημα στα διάφορα τμήματα της οδού και η ταχύτητα V_{85} σε όλα τα τμήματα της οδού, θα ξεπερνάει την ταχύτητα μελέτης. Συνεπώς κατά τον J. McLean δεν είναι σωστή η χάραξη μιας οδού με ταχύτητα μελέτης μικρότερη από 90 χλμ/ώρα, αφού αυτή θα ξεπερνιέται από τους χρήστες της οδού, κάτι που φαίνεται λογικό για υπεραστικές οδούς μακριά από αστικές περιοχές.



Σχήμα 2.4: Καμπύλες σχέσεων πρόβλεψης ταχυτήτων V_{85} στις καμπύλες. [3]

2.3.3. ΕΡΕΥΝΑ Γ. ΚΑΝΑΛΛΑΙΔΗ, Ι. ΓΚΟΛΙΑ ΚΑΙ Σ. ΕΥΣΤΑΘΙΑΔΗ

Στην εργασία αυτή [18] μετρήθηκαν οι ταχύτητες επιβατικών οχημάτων σε συγκεκριμένες καμπύλες της Παλαιάς Εθνικής Οδού Αθηνών - Κορίνθου. Η συγκεκριμένη οδός είναι δύο λωρίδων, δύο κατευθύνσεων. Η επιλογή των τμημάτων στα οποία έγιναν οι μετρήσεις έγινε με βάση τα ακόλουθα:

- (1) Δεν υπήρχε καμιά επιρροή από διασταυρώσεις.
- (2) Δεν υπήρχαν στοιχεία στο άμεσο περιβάλλον της οδού τα οποία θα μπορούσαν να δημιουργήσουν μη φυσιολογικές επικινδυνότητες (πχ στενές γέφυρες κτλ).
- (3) Δεν υπήρχαν αλλαγές στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος.
- (4) Η κατά μήκος κλίση ήταν μικρότερη ή ίση με 2 % .

Τα οχήματα των οποίων οι ταχύτητες μετρήθηκαν, πληρούσαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- (1) Ήταν επιβατικά οχήματα μόνο.
- (2) Η χρονική απόσταση μεταξύ του μετρηθέντος οχήματος και του προπορευομένου του ήταν μεγαλύτερη από 25 δλ.

Το μέγεθος του δείγματος των ταχυτήτων αποφασίστηκε τέτοιο ώστε να πληρεί τις συνθήκες:

- (1) Μέγεθος μεγίστου σφάλματος 2 χλμ/ώρα.
- (2) Βαθμός εμπιστοσύνης ότι το σφάλμα στον υπολογισμό δεν θα υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα, 95 % .

Μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 182 ταχύτητες οχημάτων ανά καμπύλη. Οι μετρήσεις των ταχυτήτων ακολουθούν την κανονική κατανομή, βάση του ελέγχου χ^2 που έγινε.

Μετά από στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων, υπολογίστηκαν η μέση ταχύτητα των οδηγών σε κάθε καμπύλη, η τυπική απόκλιση καθώς και η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 95 % των οδηγών. Αυτά τα στοιχεία συνδυάστηκαν με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και προέκυψαν γραμμικές σχέσεις. Έτσι έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης πώς τα χαρακτηριστικά της οδού επηρεάζουν τις ταχύτητες που αναπτύσσουν οι Έλληνες οδηγοί στις καμπύλες των οδών. Από τη διερεύνηση που ακολούθησε, προέκυψε ότι ο βαθμός της καμπύλης

είναι η πιο επιτυχής παράμετρος που εξηγεί τις μεταβολές στις λειτουργικές ταχύτητες, ενώ το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας, το οποίο ήταν σταθερό στις μετρήσεις αυτές, το πλάτος του ερείσματος και η επίκλιση δεν επηρεάζουν σημαντικά τις ταχύτητες των οδηγών στις καμπύλες.

Οι σχέσεις οι οποίες προήλθαν από την ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων, είναι οι εξής:

$$V_{85}=89.1-1.09*(BK) \quad (2.11)$$

$$r^2=0.92$$

$$V_{85}=131.33+1714.1*(1/R)-754.6*(1/R)^{1/2}-0.0975*V_{free} \quad (2.12)$$

$$r^2=0.998$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85 % των οχημάτων, (χλμ/ώρα)

BK : ο βαθμός της καμπύλης, (βαθμοί/30.48μ)

R : η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα)

V_{free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη, (χλμ/ώρα)

r^2 : ο συντελεστής συσχέτισης.

Κατόπιν έγινε χρήση και άλλων μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στην Εθνική Οδό Αθηνών - Κορίνθου και Ιωαννίνων - Αντιρρίου, υπεραστικών οδών επίσης μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση. Οι σχέσεις οι οποίες αναπτύχθηκαν με την επεξεργασία όλων των μετρήσεων είναι οι εξής:

$$V_{85}=109.1-2.2*(BK) \quad (2.13)$$

$$r^2=0.65$$

$$V_{85}=32.2+2226.9*(1/R)-553.6*(1/R)^{1/2}+0.834*V_{free} \quad (2.14)$$

$$r^2=0.925$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85 % των

οχημάτων, (χλμ/ώρα)

BK : ο βαθμός της καμπύλης, (βαθμοί/μέτρα)

R : η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα)

V_{free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85 % των οδηγών στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη, (χλμ/ώρα)

r² : ο συντελεστής συσχέτισης

Συνεπώς γνωρίζοντας το βαθμό καμπύλης ή την ακτίνα της καμπύλης και την επιθυμητή ταχύτητα, μπορεί να υπολογιστεί η λειτουργική ταχύτητα των οδηγών στις καμπύλες.

Ακόμη στην συγκεκριμένη έρευνα [18], υπολογίστηκε η θεωρητική ταχύτητα για κάθε καμπύλη της Παλαιάς Εθνικής Οδού στην οποία έγιναν μετρήσεις και παρατηρήθηκε ότι όταν αυτή ήταν μεγαλύτερη από 82 χλμ/ώρα, η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85 % των οδηγών ήταν μικρότερη. Όταν η θεωρητική ταχύτητα ήταν μικρότερη από 82 χλμ/ώρα παρατηρήθηκε το αντίθετο φαινόμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η επιλογή των οδικών τμημάτων που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε από το προσωπικό του VTI που ασχολήθηκε με συγκεκριμένα πειράματα στον Ε.Ο. Από δύο πειράματα που έγιναν τους τελευταίους μήνες χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα και αποτελέσματα που αφορούσαν το θέμα αυτής της εργασίας.

3.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ 1ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στο πρώτο πείραμα εξομοιώθηκε υπεραστική οδός που βρίσκεται στην Σουηδία και πιο συγκεκριμένα περίπου 10 χλμ. μακριά από την πόλη του Linköping όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του VTI. Το οδικό αυτό τμήμα καλύπτει μήκος 3.2 Km και έχει δύο λωρίδες κυκλοφορίας συνολικού πλάτους 7m. Ειδικά εξοπλισμένο όχημα του VTI κατέγραψε τις γωνιακές αποκλίσεις τόσο της οριζόντιας όσο και κατακόρυφης γεωμετρίας (οριζοντιογραφία και μηκοτομή) της οδού σε διαδοχικά διαστήματα 12 μέτρων. Έτσι με την μέθοδο αυτή ήταν δυνατή η μεταφορά (προσομοίωση) της οδού στον εξομοιωτή οδήγησης.

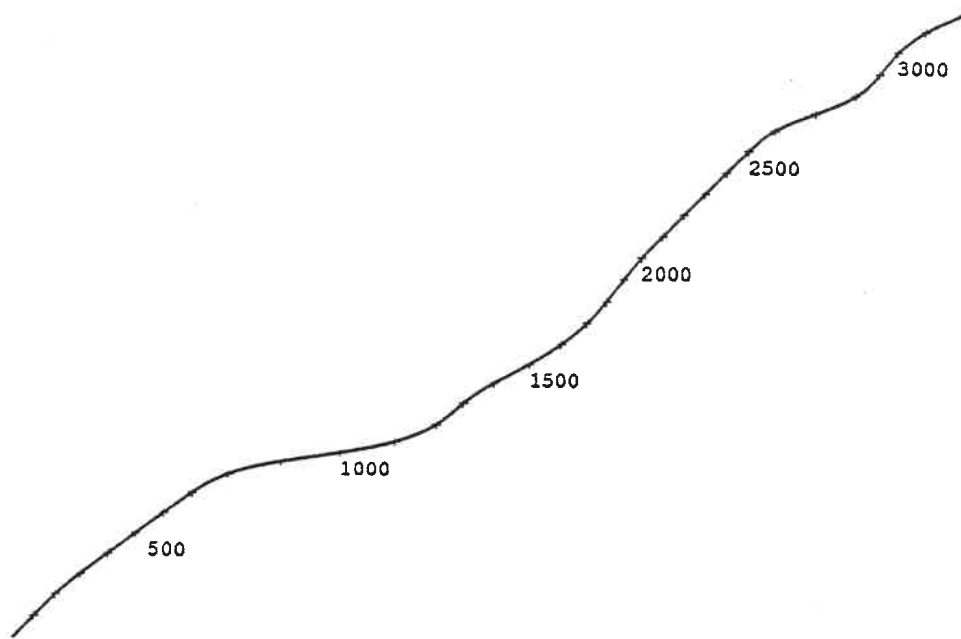
Συνολικά η οδός στο πείραμα αυτό περιελάμβανε επτά καμπύλες με ακτίνες από 250m μέχρι 840m και για την περαιτέρω ανάλυση χωρίστηκε σε τέσσερα τμήματα όπου τα δύο από αυτά ήταν σχεδόν ευθύγραμμο και τα άλλα δύο περιελάμβαναν τις επτά στροφές με την ακόλουθη σειρά: (1) από 0.0χλμ μέχρι 0.700χλμ - ευθύγραμμο τμήμα, (2) από 0.705χλμ μέχρι 1.495χλμ - περιλαμβάνει τις ακτίνες 255, 265, 485, και 840m, (3) από 1.500χλμ μέχρι 2.500χλμ - ευθύγραμμο τμήμα, (4) από 2.505 χλμ μέχρι 3.200 χλμ - περιλαμβάνει τις ακτίνες 250, 270 και 430 m.

Ο χωρισμός του οδικού τμήματος των 3.2 Km στα τέσσερα πιο πάνω μέρη έγινε σύμφωνα με την ελκτικότητα της οδού, βάσει των Γερμανικών Κανονισμών [2]. Ως ελκτικότητα

ορίζεται το πηλίκον του αθροίσματος των απολύτων τιμών των γωνιών διευσθύσεως του άξονα της οδού προς το συνολικό μήκος της οδού. Η προς εξέταση οδός πρέπει να χωρίζεται, σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς, σε οδικά τμήματα με όμοια ελκτικότητα και τα όρια των οδικών αυτών τμημάτων προσδιορίζονται από το διάγραμμα της αθροιστικής γραμμής των απολύτων τιμών των γωνιών διευσθύσεως κατά μήκος της οδού (βλέπε Σχήμα 3.3). Χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές των γωνιακών αποκλίσεων στα 100 μ του οδικού τμήματος όπως φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 3.1 και στο Σχήμα 3.2 ενώ η χάραξη της οδού στο Σχήμα 3.2.

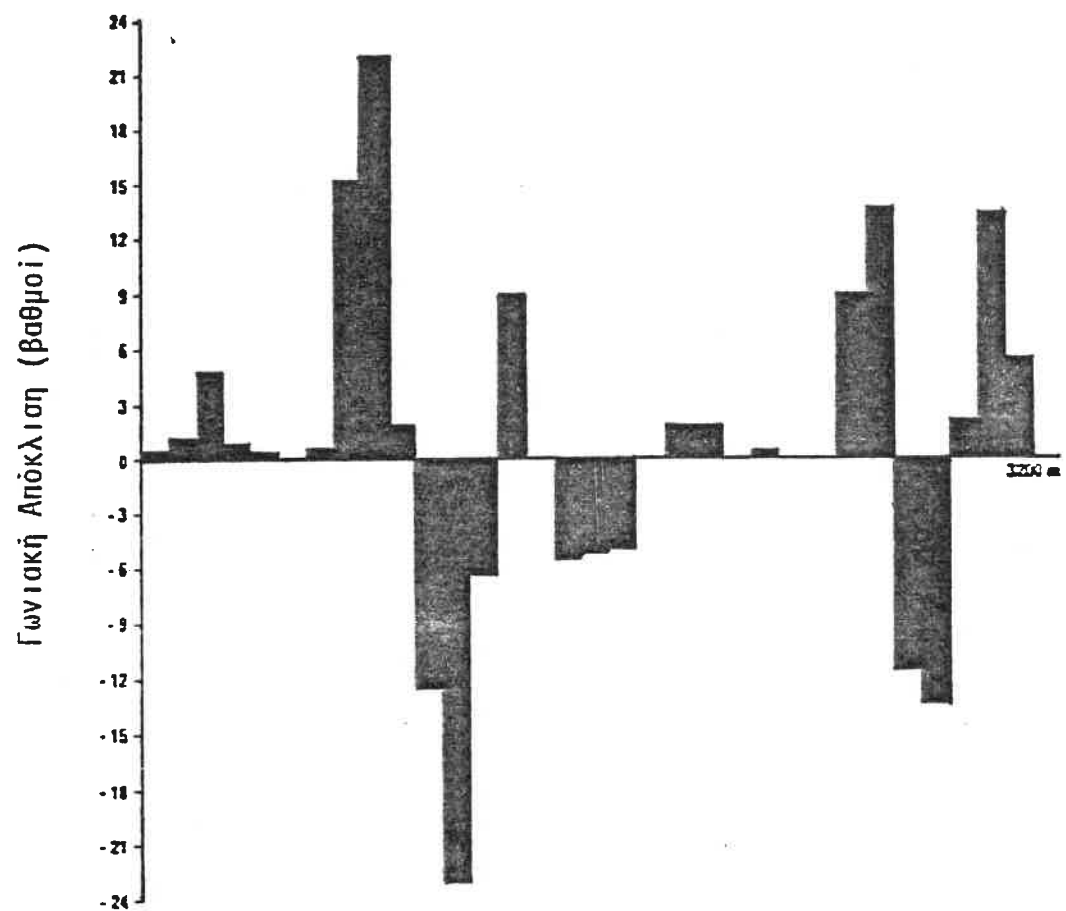
Τμήμα οδού (χλμ)	Γων. Απόκλιση (βαθμοί)	Τμήμα οδού (χλμ)	Γων. Απόκλ (βαθμοί)
0.0 - 0.1	0.67	1.6 - 1.7	-5.80
0.1 - 0.2	1.30	1.7 - 1.8	-5.50
0.2 - 0.3	5.50	1.8 - 1.9	0.00
0.3 - 0.4	1.00	1.9 - 2.0	2.00
0.4 - 0.5	0.33	2.0 - 2.1	2.00
0.5 - 0.6	0.00	2.1 - 2.2	0.00
0.6 - 0.7	0.67	2.2 - 2.3	0.55
0.7 - 0.8	16.70	2.3 - 2.4	0.00
0.8 - 0.9	24.40	2.4 - 2.5	0.00
0.9 - 1.0	2.00	2.5 - 2.6	10.00
1.0 - 1.1	-13.90	2.6 - 2.7	15.50
1.1 - 1.2	-25.50	2.7 - 2.8	-12.80
1.2 - 1.3	-7.20	2.8 - 2.9	-15.00
1.3 - 1.4	10.00	2.9 - 3.0	2.00
1.4 - 1.5	0.00	3.0 - 3.1	15.50
1.5 - 1.6	-6.10	3.1 - 3.2	5.50

Πίνακας 3.1: Μέσες τιμές γωνιακής απόκλισης ανά 100 μέτρα της οδού.

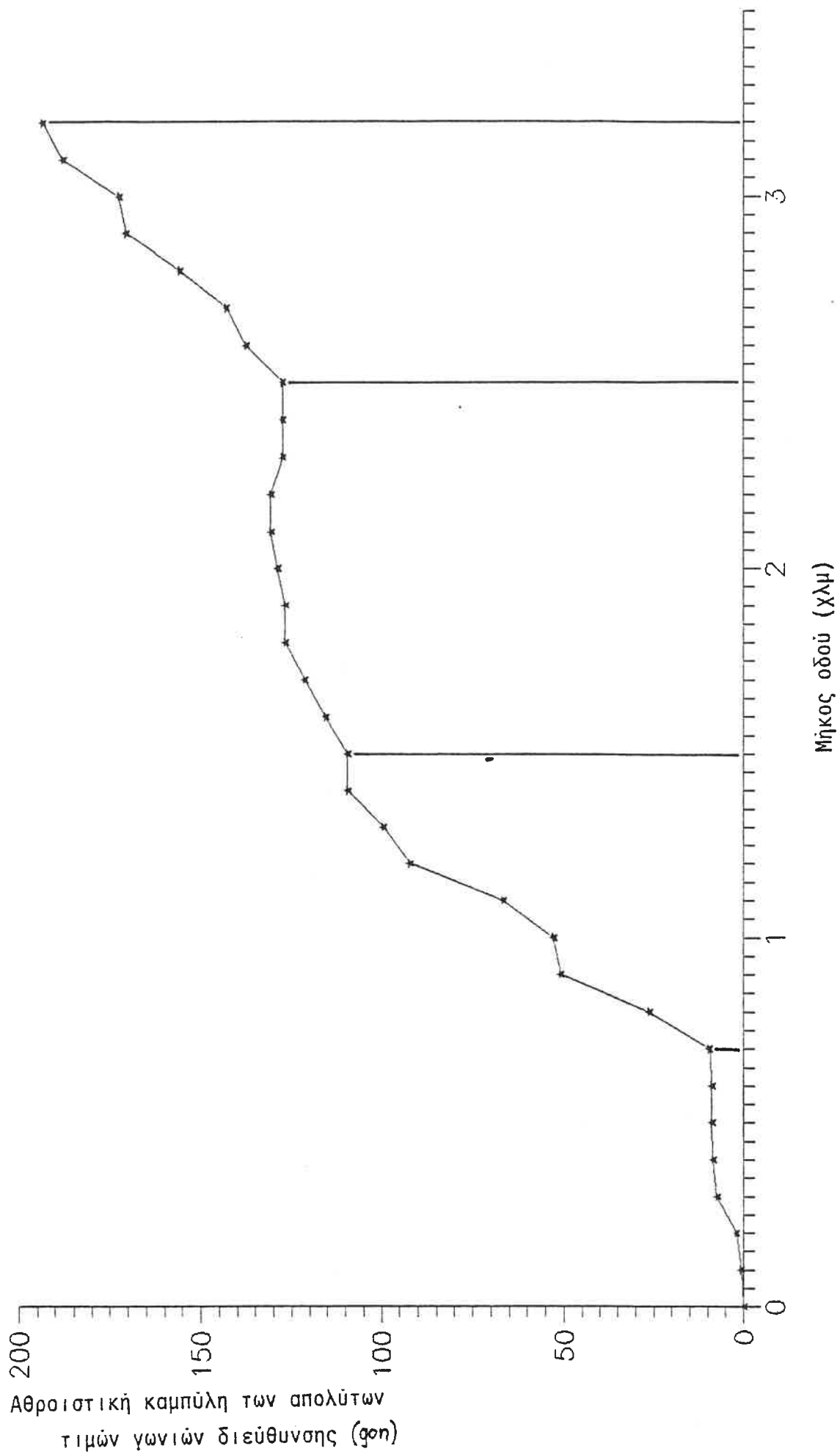


VTI 14JUN91

Σχήμα 3.1: Η χάραξη της οδού με βάση τις γωνιακές αποκλίσεις



Σχήμα 3.2: Η γεωμετρία της οδού εκφρασμένη σε γωνιακές αποκλίσεις ανά εκατό μέτρα.



Σχημα 3.3: Αθροιστική καμπύλη των απολύτων τιμών των γωνιών διεύθυνσης

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις για συνθήκες ελεύθερης οράσεως αφού το πείραμα βασικό στόχο είχε τη μελέτη της συμπεριφοράς των οδηγών σε συνθήκες μειωμένης ορατότητας. Τέσσερεις συνθήκες ορατότητας εξομοιώθηκαν όπου ο οδηγός είχε την δυνατότητα όρασης μέχρι αποστάσεως περίπου 480μ - απόσταση ελευθέρας οράσεως, 120μ, 80μ και 30μ λόγω παρουσίας ομίχλης διαφορετικής έντασης. Ο κάθε οδηγός, επτά οδηγοί συνολικά, οδηγούσε υπό τις διαφορετικές συνθήκες ορατότητας έξι φορές με τυχαία σειρά έτσι ώστε η κάθε οδήγηση, υπό τις ίδιες συνθήκες ορατότητας, να θεωρείται ανεξάρτητη από τις άλλες του ίδιου οδηγού.

Οι επτά οδηγοί είχαν ηλικία 24 - 54 ετών με μέση ηλικία των 29.8 ετών και συνολική εμπειρία οδήγησης μεταξύ 10,000 και 35,000 χλμ/χρόνο με μέση τιμή περίπου 14,000 χλμ/χρόνο. Πριν την εκτέλεση του πειράματος οι οδηγοί εκπαιδεύτηκαν ειδικά στον εξομοιωτή οδήγησης έτσι ώστε κατά την διάρκεια του πειράματος να ήταν πλήρως εξοικειωμένοι με την οδήγηση σε εξομοιωτή.

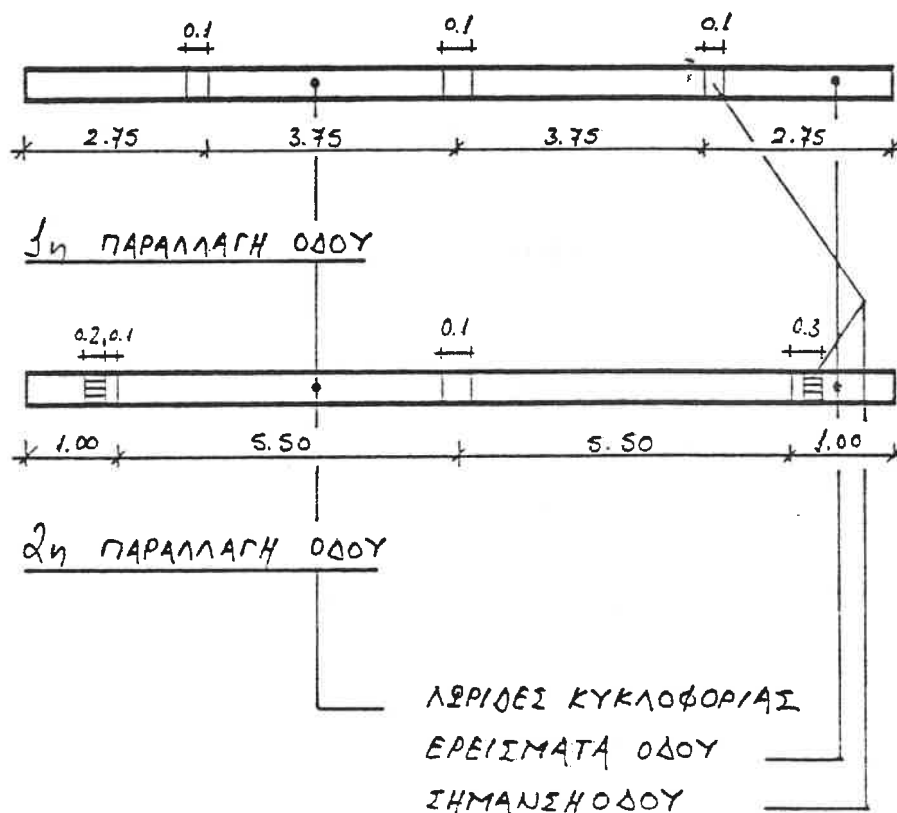
Η συμπεριφορά των οδηγών σε συνθήκες ελεύθερης ορατότητας εξετάστηκε στην συγκεκριμένη εργασία και έτσι χρησιμοποιήθηκαν στην παρακάτω ανάλυση οι μετρήσεις των ταχυτήτων που ανέπτυξαν οι οδηγοί κατά μήκος της οδού. Οι ταχύτητες καθώς και η οριζόντια θέση του οχήματος καταγράφονται ανά διαδοχικά διαστήματα 5μ οπότε για τον κάθε οδηγό σε κάθε δοκιμή υπήρχαν μετρήσεις όπως αυτές που φαίνονται για παράδειγμα στον Πίνακα 3.2. Οι συνολικές μετρήσεις των δοκιμών των επτά οδηγών (42 δοκιμές) δίδονται στο ξεχωριστό Παράρτημα Β.

2135	74.50	-90	-.4
2140	74.10	-93	.2
2145	73.60	-94	1.2
2150	73.10	-94	2.5
2155	72.70	-94	3.1
2160	72.30	-94	.6
2165	71.80	-91	.0
2170	71.40	-90	.0
2175	70.90	-88	.0
2180	70.50	-86	0.0
2185	70.00	-84	-1.2
2190	69.60	-81	-1.0
2195	69.20	-81	-1.4
2200	68.70	-81	-1.3
2205	68.30	-81	-1.0
2210	67.90	-81	.2
2215	67.70	-82	.2
2220	67.70	-85	.4
2225	67.90	-85	2.4
2230	68.10	-85	2.6
2235	68.40	-84	2.3
2240	68.70	-81	-.6
2245	69.00	-78	-1.2
2250	69.20	-77	.6
2255	69.50	-74	.2
2260	69.80	-73	-1.5
2265	70.00	-73	-1.4
2270	70.30	-73	.3
2275	70.60	-74	.5
2280	70.80	-76	-1.4
2285	71.10	-77	.3
2290	71.30	-80	.6
2295	71.50	-82	.6
2300	71.70	-85	.5
2305	71.60	-86	.5
2310	71.30	-89	.6
2315	71.00	-90	2.0
2320	70.60	-90	1.3
2325	70.10	-90	.3
2330	69.70	-89	-1.3
2335	69.30	-89	-1.7
2340	69.10	-89	-1.5
2345	68.90	-90	.5
2350	68.60	-91	.0
2355	68.40	-93	-1.0
2360	68.30	-94	1.5
2365	68.10	-95	1.5
2370	68.00	-95	.1
2375	67.80	-95	-.1

Πίνακας 3.2: Τρόπος καταγραφής μετρήσεων για κάθε δοκιμή οδηγού στο 1ο Πείραμα. Καταγράφονται ανά στήλη: 1η στήλη-θέση μέτρησης, 2η στήλη-ταχύτητα, 3η στήλη-οριζόντια θέση οχήματος, 4η στήλη-στροφή τιμονιού.

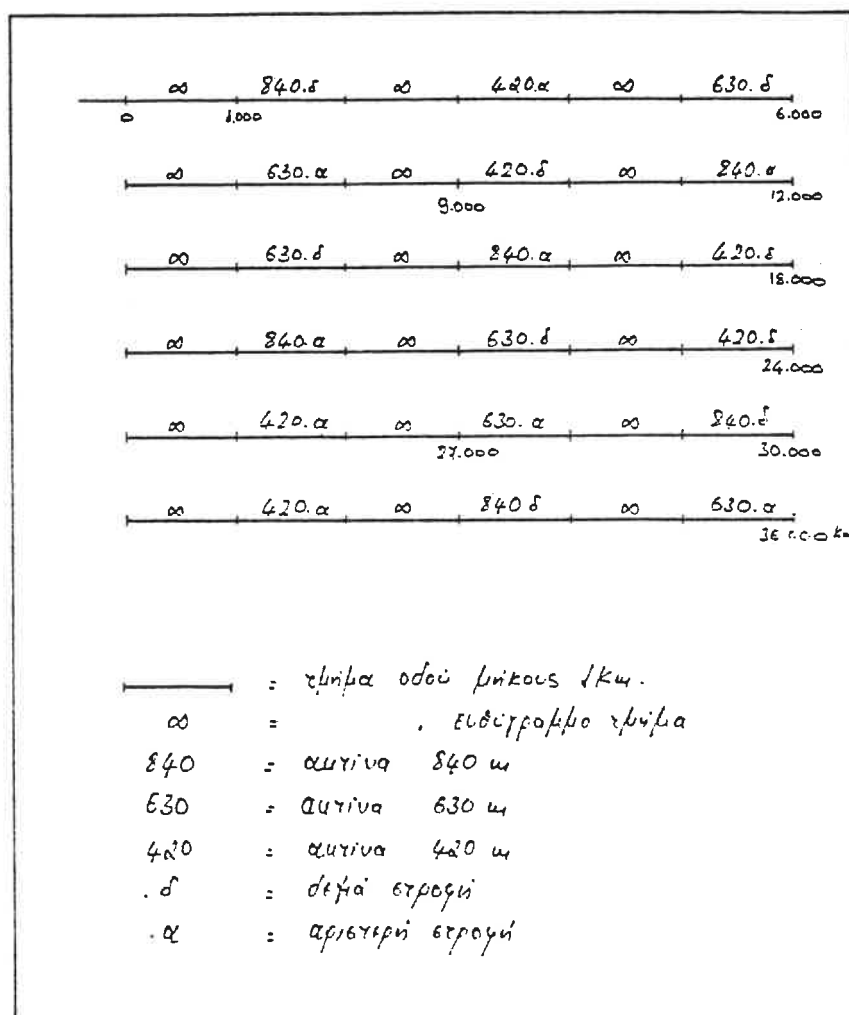
3.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ 2ου ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στο δεύτερο πείραμα εξομειώθηκε υπεραστική οδός μήκους 36.0 χλμ και πλάτους 13 μέτρων σύμφωνα με τους Σουηδικούς Κανονισμούς [19] σε τέσσερεις παραλλαγές στο πλάτος των λωρίδων κυκλοφορίας, αφού αρχικός στόχος του πειράματος ήταν η μελέτη της συμπεριφοράς των οδηγών σε διαφορετικού πλάτους λωρίδες κυκλοφορίας για προτεινόμενη μελλοντική αλλαγή στους Σουηδικούς Κανονισμούς Οδών. Οι δύο παραλλαγές στο συνολικό πλάτος των 13μ που εξετάσθηκαν στην παρούσα εργασία φαίνονται σε διατομές της οδού στο παρακάτω Σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4: Οι δύο παραλλαγές του πλάτους της οδού στο 2ο Πείραμα.

Το συνολικό μήκος των 36.0 χλμ σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τρεις ακτίνες (420, 630 και 840 μέτρα) να βρίσκονται σε τμήματα περίπου ενός χλμ. τα οποία επαναλαμβάνονται με τυχαία σειρά μεταξύ ευθυγράμμων τμημάτων επίσης περίπου ενός χλμ αφού μεταξύ κάθε καμπύλης της εξεταζόμενης ακτίνας και του ευθυγράμμου τμήματος παρεμβάλλεται κλωθοειδής καμπύλης συναρμογής μικρού μήκους. Τελικά η κάθε ακτίνα εμφανίζεται έξι φορές στη κάθε παραλλαγή της οδού και η σειρά εμφάνισης φαίνεται στο Σχήμα 3.5.



Σχήμα 3.5: Η σειρά εμφάνισης των καμπυλών στο 2ο Πείραμα.

Οκτώ οδηγοί εκπαιδευμένοι στη χρήση του εξομοιωτή οδήγησης χρησιμοποιούνται σ' αυτό το πείραμα και οδηγούν και τις δύο παραλλαγές της οδού από δύο φορές (μία φορά με τυχαία κίνηση οχημάτων στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας και μία φορά χωρίς κυκλοφορία οχημάτων στο αντίθετο ρεύμα). Έτσι έχουμε συνολικά 96 δοκιμές (τιμές ταχυτήτων για κάθε ακτίνα = 8 οδηγοί * 2 δοκιμ. * 6 καμπύλες) για την κάθε οδό.

Η ταχύτητα και η ορίζοντια θέση του οχήματος καταγράφονται και σε αυτό το πείραμα ανά διαδοχικά διαστήματα 5m και στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή της ταχύτητας για τα "καθαρά" τμήματα, αυτά δηλαδή που περιλαμβάνουν μόνο ευθύγραμμο τμήμα ή μόνο κυκλικό τόξο οδού. Δείγμα του πίνακα καταγραφής των ταχυτήτων στον Ε.Ο. φαίνεται στον Πίν. 3.3. Οι συνολικές μετρήσεις των ταχυτήτων του 2ου πειράματος φαίνονται στο Παράρτημα Γ.

SUBJ. NO	ROAD TYPE	DISTANCE M	SPEED KM/H MEAN	SD	WITH TRAFFIC =1 WITHOUT =0
1	1	40.- 960.	92.3	1.8	0
1	1	1040.- 1960.	89.0	.2	0
1	1	2040.- 2960.	89.7	.3	0
1	1	3040.- 3960.	89.3	.3	0
1	1	4040.- 4960.	90.1	.5	0
1	1	5040.- 5960.	88.5	.7	0
1	1	6040.- 6960.	90.2	.6	0
1	1	7040.- 7960.	88.5	.2	0
1	1	8040.- 8960.	89.6	.3	0
1	1	9040.- 9960.	88.2	.4	0
1	1	10040.-10960.	89.9	.8	0
1	1	11040.-11960.	89.7	.1	0
1	1	12040.-12960.	89.7	.2	0
1	1	13040.-13960.	89.2	.1	0
1	1	14040.-14960.	89.9	.2	0
1	1	15040.-15960.	89.9	.1	0
1	1	16040.-16960.	90.0	.1	0
1	1	17040.-17960.	88.5	.9	0
1	1	18040.-18960.	89.3	.7	0
1	1	19040.-19960.	89.0	.3	0
1	1	20040.-20960.	90.3	.2	0
1	1	21040.-21960.	88.4	.5	0
1	1	22040.-22960.	89.2	.7	0
1	1	23040.-23960.	89.4	.2	0
1	1	24040.-24960.	90.5	.5	0
1	1	25040.-25960.	88.1	.9	0
1	1	26040.-26960.	88.1	.3	0
1	1	27040.-27960.	88.5	.1	0
1	1	28040.-28960.	88.8	.1	0
1	1	29040.-29960.	88.1	.7	0
1	1	30040.-30960.	90.4	.5	0
1	1	31040.-31960.	89.3	.4	0
1	1	32040.-32960.	88.9	.2	0
1	1	33040.-33960.	88.6	.1	0
1	1	34040.-34960.	88.6	.1	0
1	1	35040.-35960.	88.4	.2	0
1	2	40.- 960.	91.8	1.6	0
1	2	1040.- 1960.	89.1	.6	0
1	2	2040.- 2960.	89.8	.2	0
1	2	3040.- 3960.	89.7	.5	0
1	2	4040.- 4960.	90.2	.9	0
1	2	5040.- 5960.	89.5	.5	0
1	2	6040.- 6960.	92.0	.7	0
1	2	7040.- 7960.	89.6	1.4	0
1	2	8040.- 8960.	90.2	.3	0
1	2	9040.- 9960.	88.6	.3	0
1	2	10040.-10960.	90.3	.1	0
1	2	11040.-11960.	90.9	.0	0

Πίνακας 3.3: Τρόπος καταγραφής μετρήσεων για κάθε δοκιμή οδηγού στο 2ο Πείραμα.

3.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

1ο ΠΕΙΡΑΜΑ

Στο πρώτο πείραμα όπου υπήρχαν τέσσερα μικρότερα οδικά τμήματα βρέθηκαν η επιθυμητή ταχύτητα - VF, και η ταχύτητα στην καμπύλη - VR. Η επιθυμητή ταχύτητα ήταν η μέση ταχύτητα με την οποία διάνυσε ο κάθε οδηγός στην κάθε δοκιμή του τα δύο ευθύγραμμο τμήματα. Έτσι υπάρχουν δύο τιμές της VF σε κάθε δοκιμή. Η πρώτη τιμή της VF από το πρώτο ευθύγραμμο τμήμα (1) και η οποία αφορά το αμέσως επόμενο τμήμα (2) που περιλαμβάνει τις τέσσερις ακτίνες των 255, 265, 485, και 840 μέτρων. Η δεύτερη τιμή της VF είναι η μέση τιμή της ταχύτητας που ανέπτυξε ο οδηγός στο επόμενο ευθύγραμμο τμήμα (3) και αφορά το τελευταίο οδικό τμήμα (4) που περιλαμβάνει τις ακτίνες 250, 270, και 430 μ.

Η ταχύτητα στην ακτίνα - VR λήφθηκε ίση με την ταχύτητα που ανέπτυξε ο οδηγός στο κέντρο της καμπύλης. Έτσι για κάθε μια από τις συνολικά 42 δοκιμές παρατηρήθηκε η εξής ακολουθία ταχυτήτων Vfree1 VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 VFree2 VR.5 VR.6 VR.7. Οι συνολικές μετρήσεις των ταχυτήτων με την πιο πάνω σειρά φαίνονται στον Πίνακα 3.4. Cενώ η επεξεργασία των ταχυτήτων κάθε δοκιμής για εύρεση των Vfree1 και Vfree2 φαίνεται στο Παράρτημα Δ.

N	V _{free1}	VR.1	VR.2	VR.3	VR.4	V _{free2}	VR.5	VR.6	VR.7
01	67.3	65.2	63.4	65.7	68.5	69.4	64.6	65.2	68.0
02	68.7	67.7	71.9	71.4	74.3	70.5	74.3	74.1	67.4
03	68.4	70.9	60.5	71.6	67.8	69.7	60.6	67.7	72.0
04	69.5	72.5	74.6	76.1	71.7	71.4	73.3	71.6	72.9
05	69.9	73.2	71.7	72.3	74.4	72.5	68.8	75.5	69.1
06	69.5	71.2	70.8	71.7	73.3	73.3	71.0	73.7	73.8
07	72.8	79.0	78.1	82.5	85.2	84.1	82.4	88.1	86.1
08	71.6	78.8	84.0	85.7	86.4	87.2	85.6	86.0	86.0
09	78.1	80.9	85.7	81.4	84.6	86.0	82.9	86.8	83.8
10	75.6	81.3	81.4	81.5	80.6	81.1	85.6	88.1	88.2
11	78.2	80.3	85.4	88.4	89.6	88.3	86.4	92.7	92.0
12	81.4	89.0	89.2	87.2	86.1	88.3	87.2	91.5	92.0
13	86.2	82.5	86.1	82.3	90.0	87.0	80.1	85.4	83.3
14	90.2	84.6	91.4	92.9	90.7	91.9	86.2	93.4	90.8
15	86.8	83.7	84.7	84.5	85.6	87.3	82.8	89.5	87.7
16	85.4	89.2	91.1	91.6	92.8	93.4	90.7	95.3	95.0
17	90.5	88.2	90.0	89.2	91.0	91.9	91.1	94.0	91.8
18	91.8	92.4	93.7	92.7	95.5	95.5	91.2	97.7	93.3
19	88.5	84.4	89.2	89.0	88.7	88.7	82.7	86.5	86.8
20	86.3	83.8	83.2	84.1	85.4	86.6	81.6	87.3	84.7
21	87.1	81.2	87.8	89.5	86.5	88.1	84.5	85.9	86.5
22	87.7	87.8	87.2	87.2	87.8	88.4	88.8	88.2	88.3
23	86.5	86.3	87.1	87.6	87.2	87.3	84.0	83.1	85.6
24	86.2	84.4	85.0	86.1	85.6	85.9	87.8	87.9	87.5
25	75.4	79.1	77.9	81.8	81.8	83.0	81.5	85.4	81.8
26	77.3	80.1	77.0	81.5	81.1	82.9	81.7	77.4	81.9
27	85.2	81.7	82.5	75.5	83.6	83.8	78.1	78.3	84.7
28	69.8	73.7	71.0	74.8	73.2	75.0	73.3	76.6	78.2
29	79.3	79.2	83.1	83.0	82.1	82.1	82.8	80.3	81.7
30	79.3	76.0	72.9	70.0	76.2	74.0	70.3	78.9	79.1
31	71.2	68.3	69.8	73.6	72.1	71.9	71.3	71.7	70.8
32	71.4	72.4	73.9	72.3	69.8	70.5	74.5	76.5	74.5
33	72.0	71.6	70.6	70.9	71.3	71.7	72.0	71.4	71.4
34	70.3	69.6	70.1	71.1	72.4	73.9	68.6	67.9	67.2
35	72.0	71.6	72.7	73.6	74.4	72.9	69.8	71.5	71.5
36	73.4	68.1	75.0	78.6	79.7	71.5	62.7	70.6	68.9
37	68.8	64.5	63.5	65.7	71.9	70.5	65.7	66.8	67.8
38	69.2	62.5	70.3	69.1	75.0	72.8	62.6	75.2	69.5
39	82.2	77.0	76.7	78.0	78.6	79.9	76.6	80.6	76.7
40	78.0	81.0	78.7	73.6	77.7	78.6	69.7	76.3	75.4
41	75.7	81.3	77.1	79.8	82.0	78.4	72.2	72.8	74.4
42	71.8	76.2	69.5	69.0	73.6	76.5	70.2	69.8	69.3

Πίνακας 3.4: Μετρήσεις ταχυτήτων για κάθε δοκιμή στο 1ο Πείραμα.

2ο ΠΕΙΡΑΜΑ

Στο δεύτερο πείραμα είχαμε για κάθε στροφή ένα ευθύγραμμο τμήμα μήκους σχεδόν ενός χλμ. (για την ακρίβεια 920 μ) οπότε υποτέθηκε ότι η μέση ταχύτητα με την οποία διάνυσε αυτό το τμήμα ο κάθε οδηγός αντιστοιχεί στην επιθυμητή ταχύτητα με την οποία θα ήθελε να διανύσει και το καμπύλο τμήμα που ακολουθεί. Έτσι η κάθε οδός των 36.0 χλμ αποτελείται από 18 ζευγάρια οδικών τμημάτων, ενός ευθύγραμμου και ενός κυκλικού τόξου. Στις τρεις διαφορετικές ακτίνες αντιστοιχούν τότε έξι ζευγάρια τιμών ταχυτήτων, και αφού συμμετείχαν στο πείραμα οκτώ οδηγοί με δύο δοκιμές ο κάθενας πήραμε συνολικά 96 τιμές για την εξέταση κάθε στροφής.

Η μέση τιμή στα τμήματα που περιείχαν μόνο ευθυγραμμίες ή κυκλικά τόξα, αφού αφαιρέθηκαν προηγουμένως οι καμπύλες συναρμογής τύπου κλωθοειδούς, καταγράφησαν για τις δύο παραλαγές της οδού που εξετάσθηκαν στην παρούσα μελέτη (Παράρτημα Γ) και ομαδοποιήθηκαν κατά ακτίνα όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.5.

N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3 VF3.1 VR3.1 VF3.2 VF3.2 VF3.3 VR3.3

01	092.3	089.0	089.7	089.3	090.1	088.5	092.4	091.6	091.6	092.1	093.6	091.7
02	089.9	089.7	089.6	088.2	090.2	088.5	091.3	089.2	090.0	089.1	091.6	090.0
03	089.9	089.9	090.0	088.5	089.7	089.2	092.6	091.2	090.1	089.4	090.1	090.7
04	089.3	089.0	089.2	089.4	090.3	088.4	090.8	089.4	089.8	089.0	089.5	089.3
05	088.8	088.1	090.5	088.1	088.1	088.5	091.1	088.7	090.4	088.4	089.4	090.0
06	088.9	088.6	090.4	089.3	088.6	088.4	089.8	090.3	089.4	089.0	091.6	088.7
07	093.4	092.4	093.7	091.7	093.6	093.5	094.6	093.1	092.8	091.8	093.4	092.4
08	092.9	092.8	093.8	092.4	091.5	093.0	092.2	093.0	089.9	090.3	090.1	090.1
09	093.0	093.8	093.4	089.2	092.7	092.5	092.7	091.9	090.1	089.2	093.9	092.2
10	091.5	092.2	091.9	092.6	092.1	091.2	090.7	092.6	093.3	090.6	093.4	092.6
11	091.3	090.9	093.5	089.7	091.6	089.8	093.5	094.2	091.5	090.8	092.6	093.2
12	091.8	091.8	088.9	090.6	092.7	093.5	093.5	092.6	093.3	093.5	093.6	094.7
13	094.1	094.7	094.5	092.9	094.1	093.0	097.5	094.6	097.5	094.4	097.3	095.1
14	094.6	095.3	096.3	094.0	096.3	094.5	101.4	100.9	097.7	098.1	099.5	098.9
15	096.3	096.6	096.7	094.8	096.0	096.0	100.2	100.8	100.8	094.0	100.9	099.4
16	095.5	097.0	095.9	095.6	096.4	095.5	098.0	099.7	100.3	099.8	098.9	099.5
17	096.1	096.6	096.5	096.6	096.6	094.6	099.6	100.2	100.7	099.3	102.1	099.0
18	096.2	096.6	094.9	094.7	096.7	096.5	099.7	099.8	100.5	099.0	100.8	100.9
19	100.8	102.0	101.8	099.4	100.4	100.2	104.8	103.5	103.1	100.0	101.4	100.0
20	102.7	101.6	101.9	100.6	101.2	101.3	104.6	101.4	100.2	097.5	103.2	100.4
21	102.7	102.0	101.5	101.3	102.0	101.1	103.8	103.9	100.6	100.8	102.1	104.1
22	102.8	102.7	103.1	102.8	102.7	103.0	102.9	101.1	103.4	102.6	102.3	102.3
23	101.6	101.4	103.5	100.5	102.4	102.9	102.5	102.6	104.4	099.0	100.6	101.7
24	101.2	101.4	103.5	100.5	102.1	101.1	104.3	104.6	106.2	102.5	101.5	101.1
25	096.0	094.1	094.3	094.4	095.1	095.4	093.8	094.4	094.4	093.7	094.3	093.6
26	094.6	094.4	094.1	094.0	094.8	094.3	095.5	096.3	095.1	094.1	095.3	095.3
27	094.8	094.7	094.9	094.1	094.9	093.0	096.3	094.4	096.4	096.8	094.8	094.8
28	094.2	096.3	094.0	094.2	094.8	095.6	095.8	095.9	094.5	095.8	096.8	096.1
29	094.9	093.7	094.2	094.3	095.0	094.8	096.0	097.3	095.7	095.6	096.1	094.6
30	095.7	094.7	094.9	094.5	094.6	093.5	094.8	094.4	095.4	095.3	093.7	094.7
31	097.6	095.9	095.4	096.1	096.0	097.6	100.5	099.1	097.1	096.4	101.0	097.6
32	097.4	096.7	096.9	094.1	096.5	096.8	102.1	100.8	100.6	100.3	099.9	096.9
33	097.5	095.6	097.5	096.0	097.4	096.4	101.7	099.0	100.9	101.9	100.9	099.6
34	098.0	097.5	097.9	097.9	095.4	095.8	103.2	101.5	097.5	101.9	098.9	099.4
35	098.5	096.9	098.1	094.6	097.2	097.8	099.2	102.2	099.7	099.2	100.5	100.9
36	096.6	096.4	097.1	096.3	096.7	097.3	096.6	100.2	099.3	101.3	101.6	100.8
37	102.3	100.2	102.3	102.1	103.8	102.9	103.5	100.1	102.2	099.9	099.4	100.7
38	102.2	104.8	100.4	100.3	103.6	104.2	101.4	102.1	100.7	100.3	100.8	100.5
39	103.9	103.1	104.2	103.9	101.3	101.9	102.8	102.7	102.5	102.4	102.0	102.7
40	104.2	103.7	103.2	102.0	104.7	105.0	103.8	103.1	104.4	103.9	104.0	105.2
41	104.5	102.6	103.6	103.3	104.9	106.0	103.2	104.0	105.1	103.4	103.6	104.1
42	100.9	099.7	104.3	105.8	101.9	102.0	104.6	103.7	103.8	103.7	101.8	101.9
43	101.1	101.9	103.1	102.7	102.1	103.0	098.8	097.4	098.9	097.4	099.2	100.7
44	103.6	102.1	104.5	102.4	101.8	103.2	101.5	101.8	102.7	101.8	100.6	101.5
45	103.7	101.9	103.0	104.2	103.2	102.9	103.2	101.1	101.6	102.0	101.9	103.2
46	099.8	100.7	099.7	099.4	103.8	104.9	104.1	103.4	104.8	103.5	104.2	104.4
47	101.7	102.4	101.2	098.6	101.4	101.6	103.0	103.4	102.7	102.6	103.6	102.7
48	100.0	100.7	103.0	099.2	101.3	101.6	102.2	103.5	103.1	100.0	104.4	104.0
49	095.6	098.3	095.0	095.1	095.8	096.2	097.1	098.0	095.8	095.7	097.1	096.2
50	095.8	095.4	094.8	094.3	096.5	094.9	096.5	097.0	096.7	094.8	094.8	095.4

51	095.0	096.2	095.9	095.4	095.4	094.3	096.8	096.9	096.9	095.6	097.0	096.9
52	097.1	097.7	097.8	097.6	098.0	097.7	096.8	097.3	097.1	095.9	097.3	097.3
53	099.2	099.5	098.3	098.2	098.8	098.5	097.6	099.1	096.3	096.6	098.1	099.1
54	096.4	097.0	097.7	095.6	097.9	097.6	098.3	099.0	097.7	097.1	097.4	098.4
55	096.2	095.2	095.0	091.9	094.0	094.8	091.1	095.3	092.4	091.0	094.7	096.9
56	095.0	095.1	092.1	093.5	094.0	092.4	097.9	100.7	096.6	096.6	097.1	096.5
57	093.8	093.7	094.2	092.1	095.2	093.7	097.9	096.0	096.9	095.7	098.4	096.9
58	092.5	093.6	098.0	092.7	095.3	097.2	095.4	096.6	098.8	096.0	097.0	097.3
59	093.3	094.5	094.4	094.2	093.3	092.6	097.1	097.8	095.3	097.8	094.6	096.0
60	094.3	095.7	094.5	093.0	095.3	095.8	093.2	094.4	097.4	092.9	095.9	095.8
61	096.7	098.4	095.7	089.8	089.9	089.1	097.2	102.2	099.9	096.8	098.7	099.8
62	092.4	092.4	091.1	086.4	090.3	090.3	100.9	101.4	101.6	098.0	100.8	100.7
63	092.7	092.5	092.9	092.7	092.6	092.3	100.3	100.6	102.0	096.0	101.2	098.7
64	093.7	096.5	093.7	089.4	094.3	090.2	094.2	095.7	094.4	096.5	099.3	094.6
65	089.9	091.4	089.0	090.3	093.8	088.7	098.6	097.0	099.9	093.7	098.5	097.9
66	093.4	095.5	094.7	090.4	096.2	087.4	095.6	095.9	098.5	098.9	098.3	098.4
67	098.9	095.5	095.7	096.3	095.0	094.8	103.1	103.1	100.2	096.6	096.0	098.1
68	094.4	096.4	094.2	089.5	095.8	093.3	097.5	099.7	098.4	095.2	100.1	096.2
69	094.4	097.8	098.6	099.3	096.6	095.1	096.9	096.5	098.4	097.7	095.4	094.9
70	097.6	095.6	098.3	097.8	096.6	094.5	099.0	099.5	099.5	095.5	101.6	100.0
71	099.8	101.1	101.4	098.1	097.3	098.1	096.0	096.6	096.2	092.8	095.3	095.9
72	098.7	096.2	100.7	094.2	096.9	097.6	099.8	097.6	096.0	096.4	099.1	098.7
73	090.4	090.4	090.6	091.8	091.0	092.1	090.5	089.8	089.6	090.7	090.5	089.7
74	090.5	090.5	091.8	091.1	090.2	091.8	088.8	091.8	091.2	092.1	090.2	090.6
75	089.1	090.4	091.1	088.8	090.3	090.7	090.6	090.8	089.6	089.4	090.2	091.5
76	090.0	090.8	089.6	090.0	089.3	088.2	089.7	088.8	088.5	087.6	089.4	088.1
77	090.7	089.9	090.6	088.1	089.1	089.4	088.0	089.1	088.1	089.7	089.2	091.6
78	090.6	089.5	089.5	088.9	089.0	087.7	089.6	089.8	089.9	089.0	088.0	088.1
79	089.7	089.0	089.1	090.7	092.0	090.6	089.2	091.6	086.2	085.9	088.7	089.4
80	089.2	091.1	091.1	090.4	091.6	093.2	089.0	089.0	090.0	089.9	089.9	089.6
81	089.1	090.2	091.2	091.1	090.6	092.7	089.5	088.6	088.8	090.2	089.9	087.4
82	091.6	090.6	091.3	091.7	090.9	093.4	090.3	090.1	090.8	091.6	091.2	090.3
83	091.2	091.9	090.3	089.8	090.5	093.1	091.4	089.4	087.5	088.9	090.4	090.8
84	090.5	091.2	091.2	091.7	091.9	088.7	090.9	091.1	089.8	091.7	089.8	089.9
85	093.2	092.8	095.7	095.0	093.4	094.8	091.1	091.6	091.6	091.3	090.3	091.7
86	092.7	097.0	096.2	092.6	096.9	095.8	090.4	091.4	094.0	092.1	092.9	094.3
87	095.0	095.7	098.0	094.9	097.6	094.1	091.3	093.8	094.5	092.7	091.9	091.7
88	096.5	095.9	095.1	095.0	095.9	096.1	090.4	091.6	094.0	093.9	094.1	093.8
89	096.6	096.9	096.2	094.4	095.0	095.7	093.9	093.8	095.7	092.1	091.0	093.8
90	095.7	096.6	097.5	096.0	096.3	096.5	095.8	095.8	094.4	094.5	095.4	095.6
91	092.4	091.7	093.7	093.7	091.5	095.8	092.2	093.2	093.0	090.7	089.5	091.3
92	094.4	099.0	094.2	090.6	092.2	091.4	087.9	089.0	089.5	088.2	090.3	089.8
93	098.8	101.2	096.6	094.0	097.3	096.5	090.0	091.4	089.1	089.3	090.2	091.5
94	095.6	096.3	094.3	093.2	098.4	097.0	089.8	089.9	090.3	088.5	090.3	090.5
95	096.0	095.6	096.2	095.9	096.5	096.2	088.2	089.0	089.5	090.4	088.9	088.2
96	096.0	097.5	097.7	094.4	098.9	098.7	090.8	091.3	089.4	090.4	090.0	090.8
N	VF1.1	VR1.1	VF1.2	VR1.2	VF1.3	VR1.3	VF3.1	VR3.1	VF3.2	VF3.2	VF3.3	VR3.3

Πίνακας 3.5: Μετρήσεις ταχυτήτων για κάθε δοκιμή στο 2ο Πείραμα.

3.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Στην προσπάθεια για εύρεση κάποιας αξιόπιστης σχέσης μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και της οριζόντιας θέσης που βρίσκεται ο οδηγός με το όχημα του κατά τη διάρκεια της κίνησης του σε μια καμπύλη έγινε η ακόλουθη ανάλυση από τα δεδομένα στοιχεία του 1ου πειράματος για τις συνθήκες ελεύθερης ορατότητας.

Κατ' αρχήν ορίστηκαν τα τμήματα της οδού που περιελάμβαναν διάφορες καμπύλες και στη συνέχεια καθορίστηκαν τμήματα 80 ~ 100 μέτρων ανάλογα με τις ακτίνες που ήταν κατεγραμμένες ανά διαστήματα 12 μέτρων. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 12 τέτοια τμήματα με μέσες τιμές ακτίνων από 278 μέχρι 1045 μέτρα.

Σαν οριζόντια θέση οχήματος στην λωρίδα κυκλοφορίας ορίζεται στο παρόν πείραμα η απόσταση από τον (φανταστικό) αριστερά μπροστινό - τροχό μέχρι την κεντρική διαχωριστική γραμμή του οδοστρώματος. Η απόσταση αυτή μετريέται σε εκατοστά του μέτρου και καταγράφεται ανά διαδοχικά διαστήματα 5 μέτρων μαζί με την αντίστοιχη ταχύτητα του οδηγού.

Στη συνέχεια για κάθε ένα τμήμα βρέθηκε η οριζόντια θέση του οχήματος και για τις 42 δοκιμές των επτά οδηγών ως η μέση τιμή των καταγραφεισών ανά πέντε μέτρα οριζοντίων θέσεων του οχήματος στο υπό εξέταση τμήμα. Συνολικά υπολογίστηκαν δηλαδή 42 τιμές για κάθε μια από τις 12 υπολογισθήσες ακτίνες και έτσι βρέθηκε τελικά η μέση οριζόντια θέση του οχήματος και η οριζόντια θέση (ως προς τον άξονα της οδού) που δεν υπερβαίνουν το 85 % των απρόσκοπτα κινουμένων οχημάτων. Στη συνέχεια οι πιο πάνω οριζόντιες θέσεις ονομάζονται LPM και LP85 αντίστοιχα.

Η θέση των "ακτίνων" στην οδό, η μέση τιμή τους και οι τιμές των LPM και LP85 φαίνονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω Πίνακα 3.6 ενώ η επεξεργασία για εύρεση των ακτίνων, οριζοντίων θέσεων LPM και LP85 φαίνονται στο Παράρτημα Η.

N		R	LPM	LP85
	k _m	m	C _m	C _m
8	1.10 ~ 1.20	450.55	50.32	73.30
9	1.20 ~ 1.30	293.55	44.10	68.27
11	1.40 ~ 1.50	550.22	96.85	118.00
12	1.50 ~ 1.60	278.33	95.73	114.62
13	1.60 ~ 1.70	510.25	93.87	114.40
14	1.70 ~ 1.80	667.89	54.41	82.93
16	1.90 ~ 2.00	1045.6	88.88	117.21
26	2.92 ~ 3.00	610.43	54.09	70.37
27	3.00 ~ 3.08	469.86	83.74	97.21
28	3.12 ~ 3.20	531.50	101.25	116.61
29	3.20 ~ 3.30	515.67	96.36	119.55
31	3.40 ~ 3.50	437.50	53.62	82.21

Πίνακας 3.6: Ακτίνες οδού με τις αντίστοιχες οριζόντιες θέσεις του οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η διαδικασία επεξεργασίας των μετρήσεων σε αυτή την έρευνα χωρίστηκε σε τρία κύρια στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορούσε την εύρεση των ταχυτήτων που θα αναπτύξουν οι οδηγοί στις καμπύλες χρησιμοποιώντας την σχέση 4.1 που βρέθηκε από έρευνες στο Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ. Πολυτεχνείου [18] και η σύγκριση των πιο πάνω τιμών ταχυτήτων με τις ταχύτητες που καταγράφησαν κατά την διάρκεια των δύο πειραμάτων στον εξομοιωτή οδήγησης. Το δεύτερο στάδιο ήταν η προσπάθεια για εύρεση μιας σχέσης παρόμοιας με την 4.1 από μετρήσεις στον Ε.Ο καθώς και άλλων σχέσεων που να συνδέουν την ταχύτητα των οδηγών στις στροφές με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Στο τελευταίο στάδιο έγινε προσπάθεια διατύπωσης σχέσης υπολογισμού της οριζοντίας θέσεως του οχήματος κατά την οδήγηση σε καμπύλες οδού με βάση τα γεωμετρικά στοιχεία της καμπύλης.

4.1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΠΟ ΕΞΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

4.1.1. 1ο ΠΕΙΡΑΜΑ - ΓΕΝΙΚΑ

Από την προηγούμενη καταγραφή και ανάλυση των ταχυτήτων, όπως αυτή αναφέρεται στην παράγραφο 3.3 δημιουργήθηκαν επτά νέες μεταβλητές, μια για κάθε ακτίνα που παρουσιάζεται στην οδό σύμφωνα με την πιο κάτω σχέση 4.1.

$$V_{85}=32.2+2226.9*(1/R)-533.6*(1/R)^{1/2}+0.8393*V_{free} \quad (4.1)$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών στις καμπύλες, (χλμ/ώρα)

R : η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα) και

V_{free} : η επιθυμητή ταχύτητα των οδηγών στα ευθύγραμμα τμήματα, η οποία λαμβάνεται επίσης σαν η ταχύτητα ταχύτητα που δεν ξεπερνιέται από το 85% των οδηγών, (χλμ/ώρα).

Η πιο πάνω σχέση βρέθηκε μετά από έρευνα σε οδικά τμήματα στην Ελλάδα και μελέτη της ταχύτητας των οδηγών σε πραγματικό περιβάλλον [18].

Αν και η σχέση (4.1) αναφέρεται για την τιμή της ταχύτητας την οποία δεν ξεπερνούν το 85% των οδηγών, τόσο στις καμπύλες όσο και στις ευθυγραμμίες, στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και προσδιορισμό της ταχύτητας της κάθε δοκιμής σύμφωνα με την παρακάτω απόδειξη που ευγενικά έγινε από τον κ. Mats Wiklund του VTI.

- Εστω ότι έχουμε την εξής σχέση

$$W_{ij} = \alpha_i + \beta * V_{ij} + \epsilon_{ij}$$

όπου W_{ij} : η ταχύτητα του οχήματος j στην καμπύλη i
 α_i : συντελεστής που καθορίζεται από την γεωμετρία της καμπύλης i
 V_{ij} : η ταχύτητα του οχήματος j σε ευθύγραμμο τμήμα πριν την καμπύλη i , και
 ϵ_{ij} : ένα τυχαίο λάθος λόγω μείωσης της ταχύτητας W_{ij} .

Υποθώντας ότι οι V_{ij} και ϵ_{ij} είναι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές που ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέσες τιμές μ και 0 (μηδέν) αντίστοιχα και διασπορές σ^2 και τ^2 αντίστοιχα, τότε η μεταβλητή W_{ij} θα έχει μέση τιμή

$$E[W_{ij}] = \alpha_i + \beta * \mu$$

και διασπορά

$$\text{Var}[W_{ij}] = \beta^2 * \sigma^2 + \mu^2$$

Εστω ότι $\lambda_{i,p}$ είναι το $p * 100$ εκατοστιαίο σημείο της $W_{i,j}$, τότε

$$\lambda_{i,p} = a_i + \beta * \mu + \phi^{-1}(p) * \sqrt{\beta^2 * \sigma^2 + \tau^2}$$

και έστω $\gamma_{i,p}$ το $p * 100$ εκατοστιαίο σημείο της $V_{i,j}$, τότε

$$\gamma_{i,p} = \mu + \phi^{-1}(p) * \sigma$$

όπου ϕ είναι η αθροιστική συνάρτηση κατανομής για μια τυποποιημένη κανονική κατανομή, πχ. $\phi(1.96) = 0.975$
Επεται ότι

$$\lambda_{i,j} = a_{i,j} + \beta * \gamma_{i,p} + \phi^{-1}(p) * \beta * \sigma * (\sqrt{1 + [\tau / (\beta * \sigma)]^2} - 1) \quad \dots (a)$$

Εάν $\tau \ll \beta * \sigma$, πχ. εάν η τυπική απόκλιση του τυχαίου λάθους στον υπολογισμό της $W_{i,j}$ τ, είναι αμελητέα συγκρινόμενη με την τυπική αποκλιση των ταχυτήτων σ , κάτι που παρουσιάζεται αρκετά λογικό, τότε το τελευταίο μέρος της σχέσης (a) μηδενίζεται. Σε αυτήν την περίπτωση η σχέση (a) μπορεί να γραφεί σαν

$$\lambda_{i,p} \approx a_i + \beta * \gamma_{i,p}$$

και για παράδειγμα $\lambda_{i,0.95} \approx a_i + \beta * \gamma_{i,0.95}$

το οποίο σημαίνει ότι μια ξεχωριστή παρατήρηση και το 95% (95ο εκατοστιαίο σημείο των παρατηρήσεων) μπορούν να υπολογισθούν από την ίδια σχέση.

Το δικαιολογητικό της πιο πάνω απόδειξης στηρίζεται στην υπόθεση ότι διαφορετικοί οδηγοί θα επιλέξουν την ταχύτητα τους σε ένα ευθύγραμμο οδικό τμήμα από μια κανονική κατανομή.

4.1.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ Ε. Ο.

Με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS/PC+ version 2 [20] που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων στην παρούσα Δ. Ε. δημιουργήθηκαν επτά καινούργιες μεταβλητές που αντιστοιχούσαν στις επτά ακτίνες που παρουσιάζονταν στην οδό και περιελάμβαναν 42 τιμές ταχυτήτων, όσες δηλαδή και οι αντίστοιχες τιμές ταχυτήτων που καταγράφησαν στο πείραμα. Στη δημιουργία των νέων αυτών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε η εντολή από το SPSS/PC+, COMPUTE.

Στην συνέχεια έγινε γραμμική συσχέτιση των τιμών στις νέες μεταβλητές και των αντιστοιχών τιμών στις μεταβλητές των μετρηθέντων στο πείραμα ταχυτήτων. Η μεν πρώτη ομάδα μεταβλητών ονομάσθησαν VM.1 ~ VM.7 και η δεύτερη ομάδα VR.1 ~ VR.7. Εγιναν επίσης διαγράμματα (Σχήμα 4.1α ως 4.1ζ) με τις αντίστοιχες τιμές ταχυτήτων όπως φαίνονται παρακάτω για να διαπιστωθεί στη συνέχεια ότι οι τιμές των ταχυτήτων που καταγράφησαν στις καμπύλες κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες από τις υπολογιζόμενες από την σχέση (4.1) κάτι όμως που ήταν αναμενόμενο. Η διαφορά αυτή φαίνεται από τη θέση των τιμών των ταχυτήτων στα σχήματα μεταξύ VM και VR. Ελαφρά περισσότερες τιμές βρίσκονται κάτω από τη διαγώνια γραμμή.

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται το πρόγραμμα του SPSS/PC+ που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση όπως επεξηγήθηκε πιο πάνω.

```

DATA LIST FREE FILE='NEZ001.TXT'
      /N Vfree1 VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 Vfree2 VR.5 VR.6 VR.7.

COMPUTE VM.1=32.2+2226.9*(1/257)-533.6/(257**0.5)+0.8393*Vfree1.
COMPUTE VM.2=32.2+2226.9*(1/266)-533.6/(266**0.5)+0.8393*Vfree1.
COMPUTE VM.3=32.2+2226.9*(1/485)-533.6/(485**0.5)+0.8393*Vfree1.
COMPUTE VM.4=32.2+2226.9*(1/839)-533.6/(839**0.5)+0.8393*Vfree1.
COMPUTE VM.5=32.2+2226.9*(1/251)-533.6/(251**0.5)+0.8393*Vfree2.
COMPUTE VM.6=32.2+2226.9*(1/270)-533.6/(270**0.5)+0.8393*Vfree2.
COMPUTE VM.7=32.2+2226.9*(1/428)-533.6/(428**0.5)+0.8393*Vfree2.

CORRELATION VARIABLES=VM.1 VR.1 / VM.2 VR.2 / VM.3 VR.3 / VM.4 VR.4.
CORRELATION VARIABLES=VM.5 VR.5 / VM.6 VR.6 / VM.7 VR.7.

PLOT FORMAT=DEFAULT
      /VERTICAL=MIN (60) MAX (100)
      /HORIZONTAL=MIN (60) MAX (100)
      /PLOT=VM.1 VM.2 VM.3 VM.4 VM.5 VM.6 VM.7 WITH
            VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 VR.5 VR.6 VR.7 (PAIR).

FINISH.

```

Πίνακας 4.1: Πρόγραμμα SPSS/PC+ για ανάλυση γραμμικής
 συσχέτισης στο 1ο Πείραμα.

Τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2 όπου παρουσιάζονται οι συντελεστές γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των αντιστοίχων ομάδων ταχυτήτων για τις επτά καμπύλες.

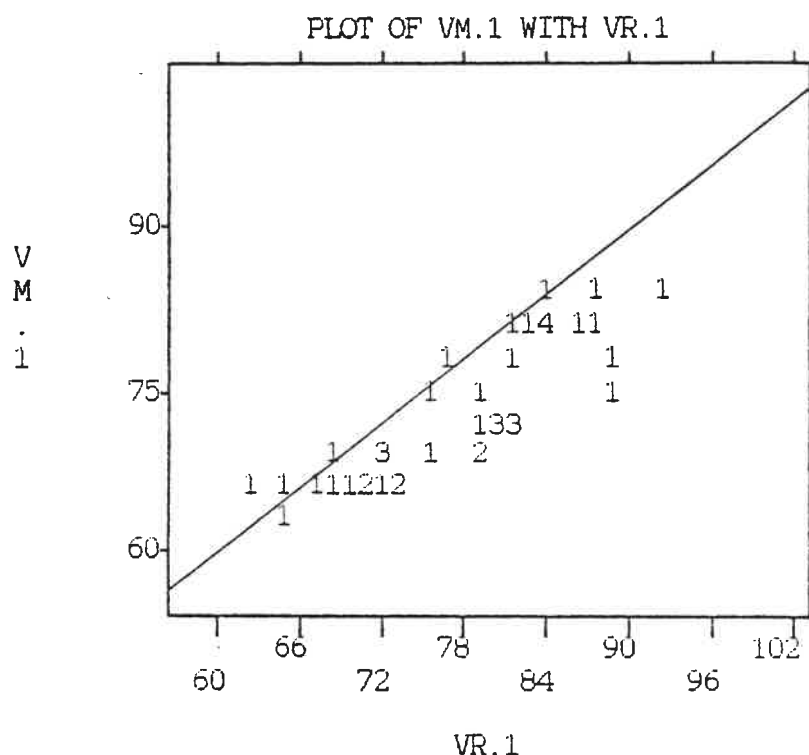
	VR.1	VR.2	VR.3	VR.4	VR.5	VR.6	VR.7
VM.1	0.8684						
VM.2		0.8784					
VM.3			0.8138				
VM.4				0.8599			
VM.5					0.9143		
VM.6						0.9257	
VM.7							0.9338

Πίνακας 4.2: Συντελεστές γραμμικής συσχέτισης μεταξύ καταγραφέντων ταχυτήτων στις καμπύλες VR, και αναμενομένων ταχυτήτων VM.

Από τους συντελεστές γραμμικής συσχέτισης παρατηρείται μια αρκετά καλή συσχέτιση μεταξύ των τιμών που καταγράφησαν στο εξομοιωτή και αυτών που δίνει η σχέση (4.1) αφού έχουν ψηλές τιμές που κυμαίνονται από 0.8138 μέχρι 0.9398. Από τα διαγράμματα επίσης των τιμών VR και VM φαίνεται η μικρή διαφορά (ελαφρά πιο ψηλές τιμές VR) στις δύο ομάδες ταχυτήτων κάτι που ήταν όμως αναμενόμενο αφού οι οδηγοί νιώθουν μεγαλύτερο το αίσθημα ασφάλειας οδηγώντας

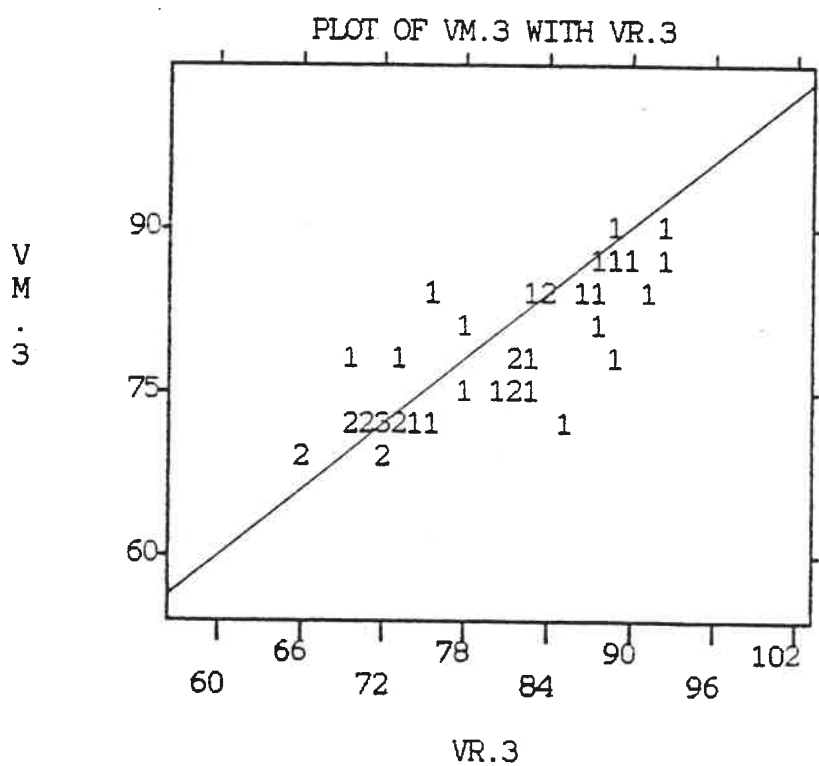
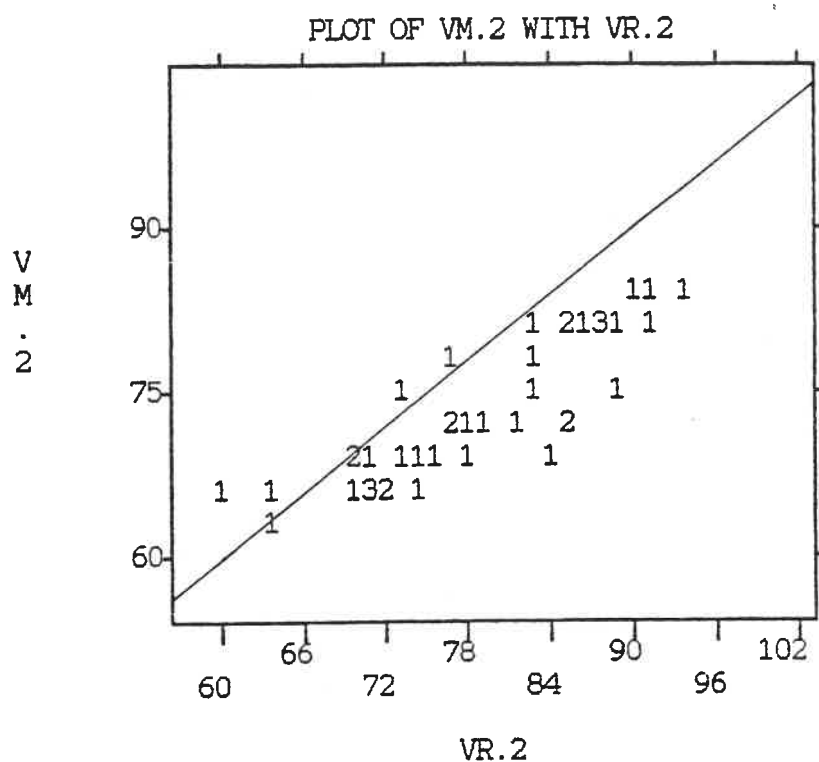
στον εξομειωτή και καθώς επίσης δεν αισθάνονται το σύνολο των εξωτερικών δυνάμεων από το πραγματικό περιβάλλον.

Πρέπει επίσης να αναφερθεί το γεγονός ότι το οδικό τμήμα που εξετάσθηκε αναπτύχθηκε σταδιακά μέχρι την σημερινή του χάραξη και η οποία χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα στον Ε.Ο. Παρ'όλα αυτά η σχέση υπολογισμού της ταχύτητας σε καμπύλες της οδού δίνει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

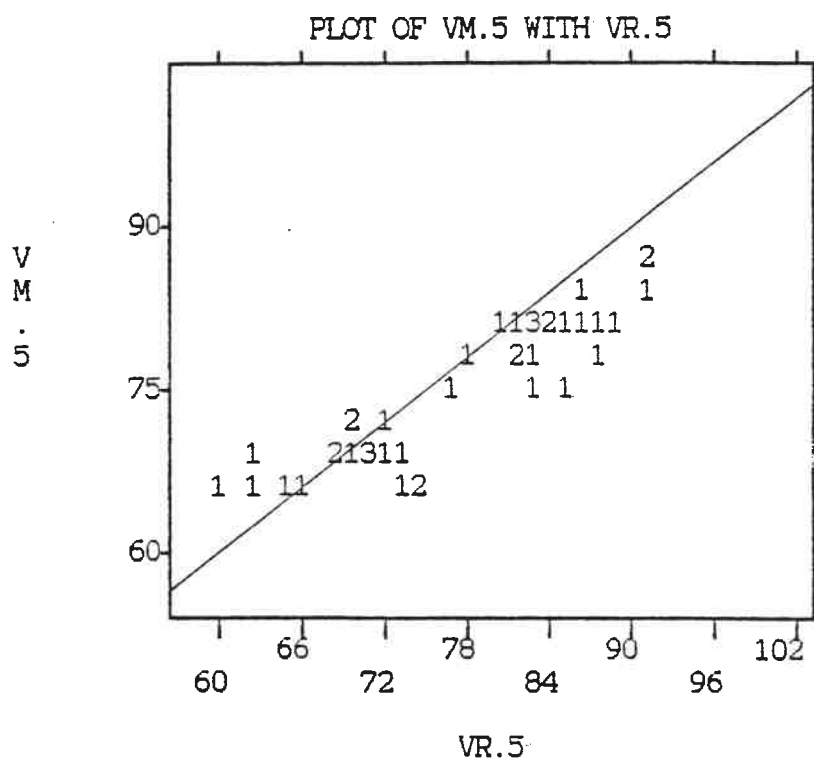
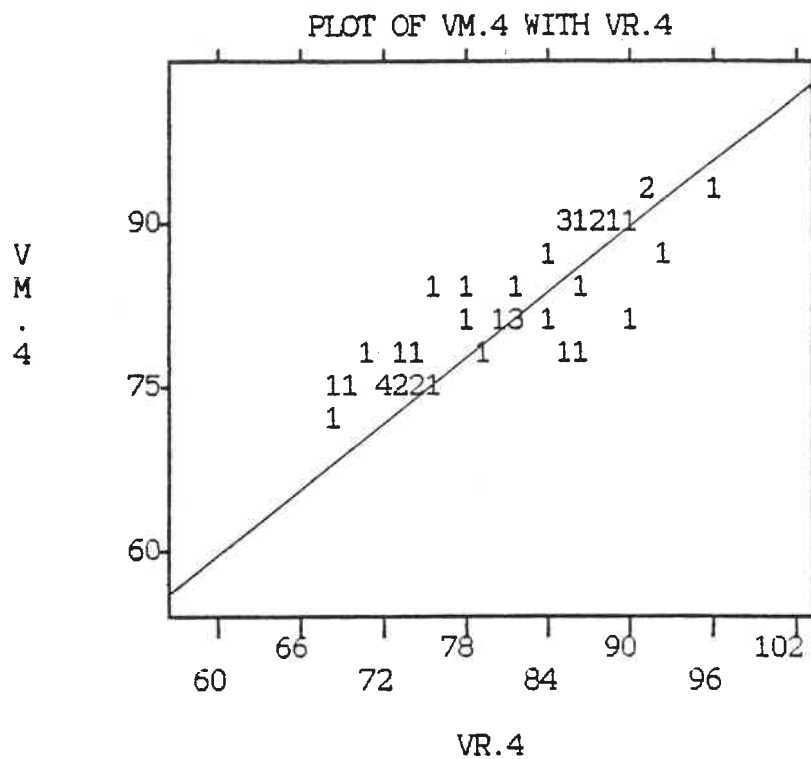


Πίνακας 4.1: Πίνακας συσχέτισης τιμών ταχυτήτων VM και VR για κάθε καμπύλη στο 1ο Πείραμα.

(α) $R=255\mu$.



Πίνακας 4.1: Πίνακας συσχέτισης τιμών ταχυτήτων VM και VR για κάθε καμπύλη στο 1ο Πείραμα.
(β) R = 285μ, (γ) R = 285μ.



Πίνακας 4.1: Πίνακας συσχέτισης τιμών ταχυτήτων VM και VR για καμπύλη στο 1ο Πείραμα.
(δ) R=840μ, (ε) R = 250μ.

4.1.3. 2ο ΠΕΙΡΑΜΑ - ΓΕΝΙΚΑ

Όπως και στο προηγούμενο πείραμα, έτσι και σε αυτό ακολουθείται η ίδια διαδικασία, εύρεσης νέων μεταβλητών και σύγκρισης τιμών από τις μετρήσεις στον εξομοιωτή οδήγησης με τις υπολογιζόμενες από την σχέση (4.1) τιμές των ταχυτήτων στις καμπύλες. Συγκρίνονται όλες οι τιμές των ταχυτήτων για την κάθε ακτίνα (96 δοκιμές) με βάση την παραδοχή που έγινε στην παράγραφο 4.1.1, ότι δηλαδή μια ξεχωριστή παρατήρηση και το 85% (85ο εκατοστιαίο σημείο) των μετρήσεων μπορούν να υπολογιστούν από την ίδια σχέση.

4.1.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ -

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ Ε.Ο.

Με την βοήθεια του προγράμματος SPSS/PC+ και πάλι δημιουργούνται νέες μεταβλητές, VM1 για την πρώτη παραλλαγή της οδού (VM1.1 ~ VM1.3) και VM3 για την δεύτερη παραλλαγή της οδού (VM3.1 ~ VM1.3). Συνολικά τρεις μεταβλητές για τις τρεις διαφορετικές ακτίνες που παρουσιάζονται στα υπό εξέταση οδικά τμήματα.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των τιμών των ταχυτήτων που υπολογίστηκαν από την σχέση (4.1) και των τιμών των ταχυτήτων που καταγράφησαν κατά την διάρκεια του πειράματος και στις δύο παραλλαγές της οδού. Εγιναν επίσης διαγράμματα με τις αντίστοιχες τιμές των ταχυτήτων για τις τρεις ακτίνες σε κάθε παραλλαγή και παρουσιάζονται παρακάτω στα Σχήματα 4.2.α έως 4.2.στ.

Στον Πίνακα 4.3, παρουσιάζεται το πρόγραμμα του SPSS/PC+ που χρησιμοποιήθηκε στην πιο πάνω ανάλυση ενώ οι υπολογισμοί φαίνονται στο παράρτημα Ε. Τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Στο δεύτερο πείραμα παρατηρήθηκαν ακόμα μεγαλύτεροι συντελεστές γραμμικής συσχέτισης σε σχέση με το πρώτο πείραμα κάτι που ήταν αναμενόμενο αφού η εξομοιούμενη οδός στο πείραμα ήταν θεωρητικά σωστά γεωμετρικά σχεδιασμένη ενώ στο πρώτο πείραμα εξομοιώθηκε οδός που αναπτύχθηκε σταδιακά στο ύπαιθρο ενώ δεν είχε αρχικά σχεδιαστεί βάσει κανονισμών σχεδιασμού οδών.

Παρόμοια μικρή διαφορά παρουσιάζουν οι τιμές των ταχυτήτων που υπολογίστηκαν από την σχέση (4.1) που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ.Π. με τις τιμές που καταγράφησαν στον εξομοιωτή οδήγησης αφού ενώ η σχέση υπολογισμού αναπτύχθηκε από ανάλυση ταχυτήτων στο πραγματικό περιβάλλον οι οδηγοί στον εξομοιωτή συνήθως αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες αφού νιώθουν περισσότερο ασφαλείς.

```
DATA LIST FREE FILE='NEZ002.TXT'
  /N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3
    VF3.1 VR3.1 VF3.2 VR3.2 VF3.3 VR3.3.

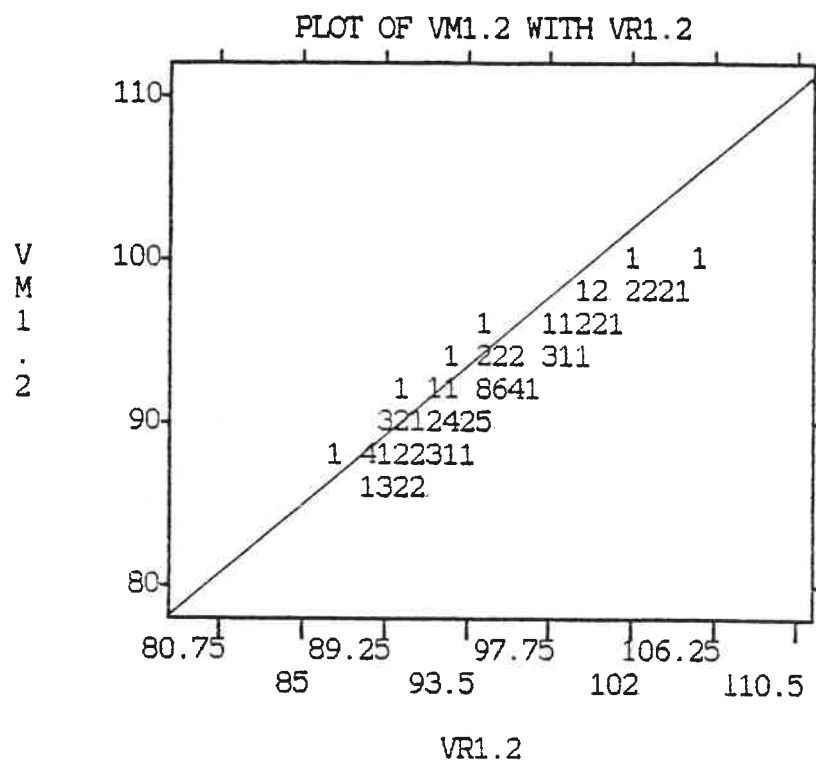
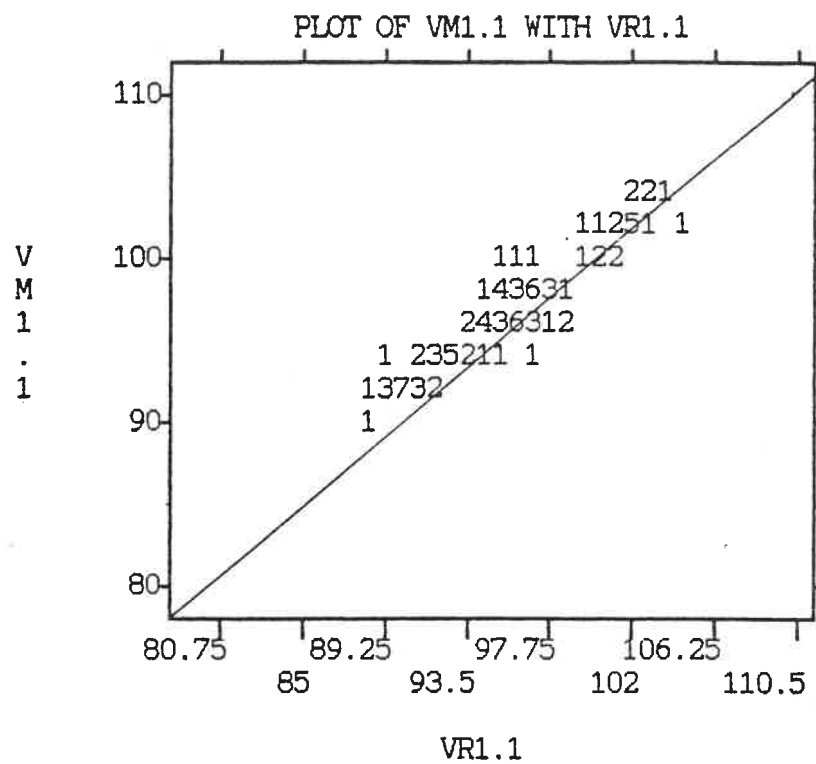
COMPUTE VM1.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF1.1.
COMPUTE VM1.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF1.2.
COMPUTE VM1.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF1.3.
COMPUTE VM3.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF3.1.
COMPUTE VM3.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF3.2.
COMPUTE VM3.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF3.3.

CORRELATION VARIABLES=VM1.1 VR1.1 / VM1.2 VR1.2 / VM1.3 VR1.3.
CORRELATION VARIABLES=VM3.1 VR3.1 / VM3.2 VR3.2 / VM3.3 VR3.3.

PLOT FORMAT=DEFAULT
  /VERTICAL=MIN (80) MAX (110)
  /HORIZONTAL=MIN (80) MAX (110)
  /PLOT=VM1.1 VM1.2 VM1.3 VM3.1 VM3.2 VM3.3 WITH
    VR1.1 VR1.2 VR1.3 VR3.1 VR3.2 VR3.3 (PAIR).

FINISH.
```

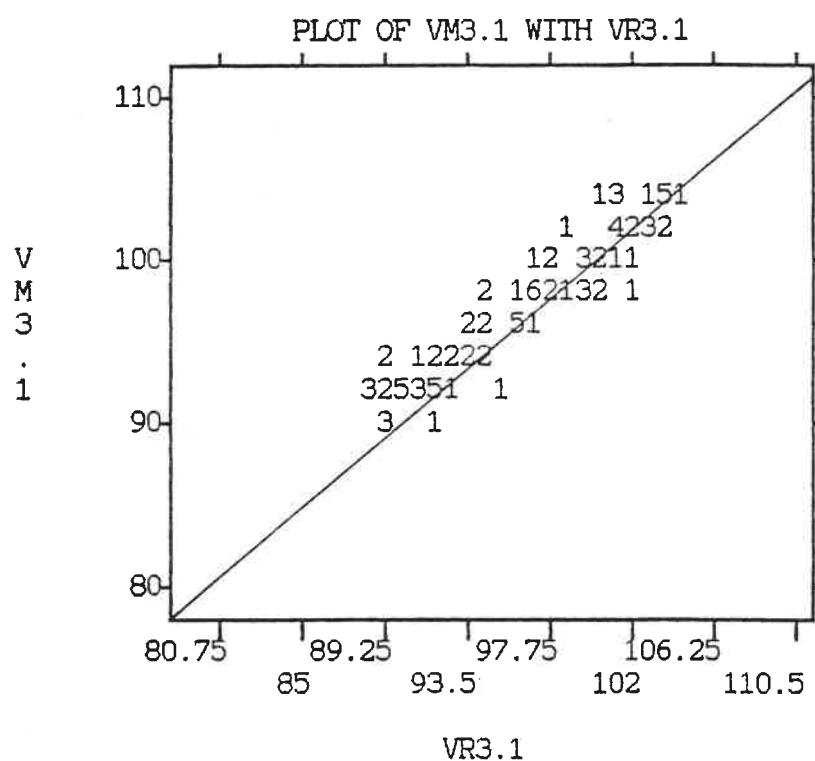
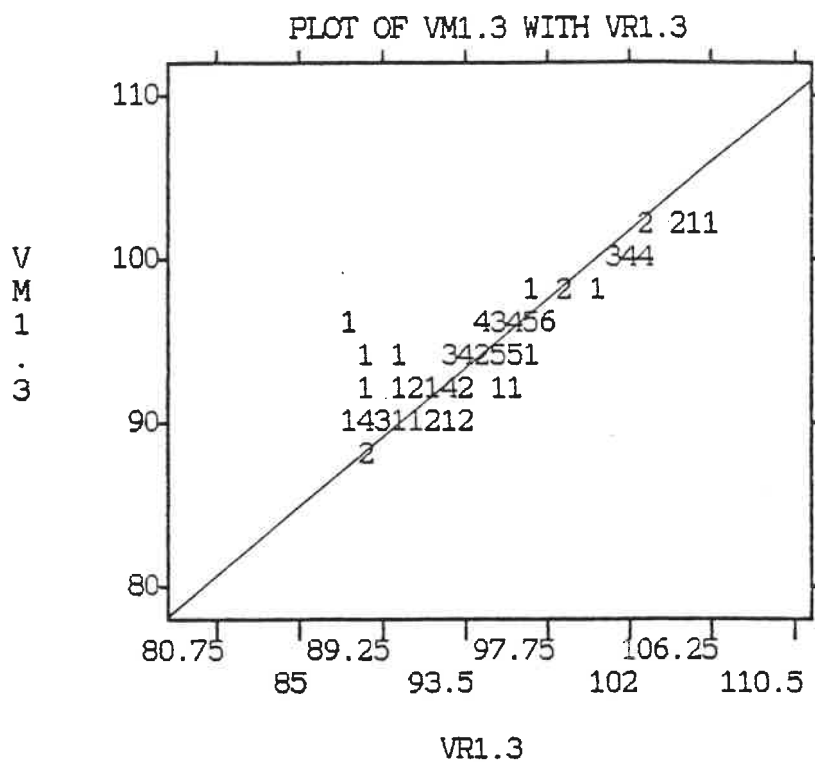
Πίνακας 4.3: Πρόγραμμα SPSS/PC+ για την ανάλυση γραμμικής συσχέτισης στο 2ο πείραμα.



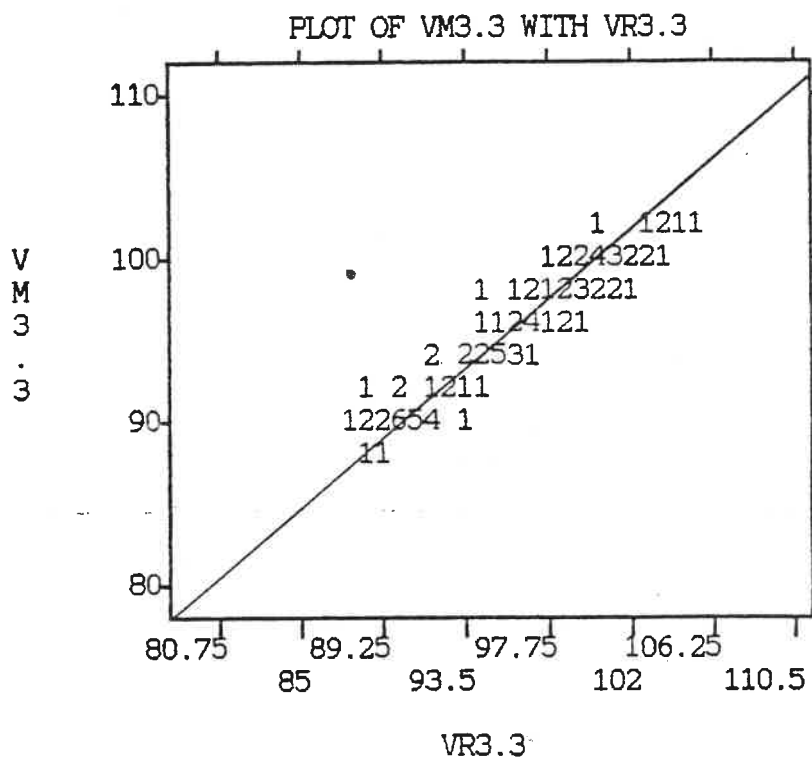
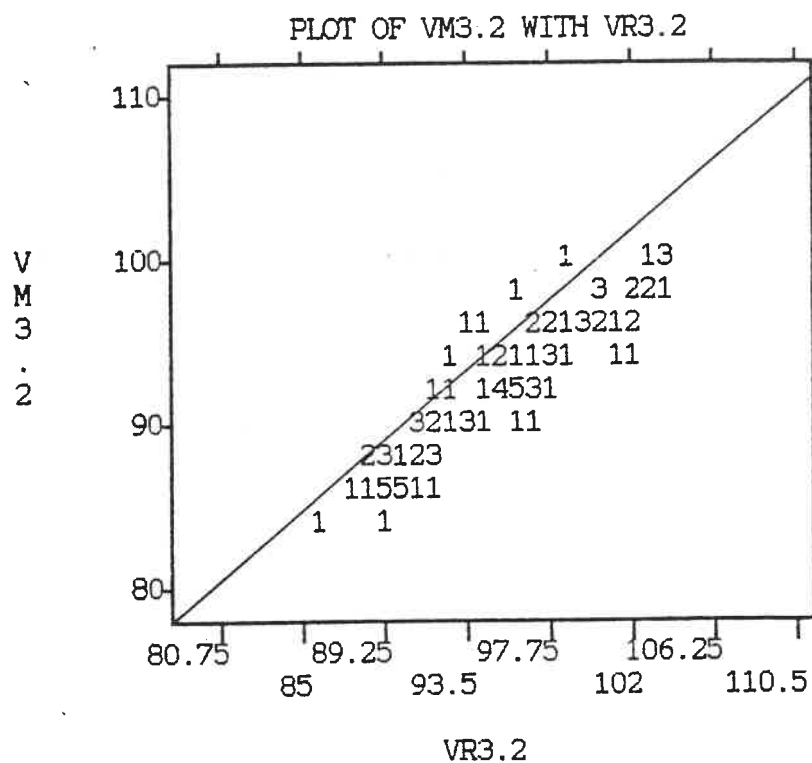
Σχήμα 4.2: Παρουσίαση καταγραφέντων ταχυτήτων VR με αναμενόμενες VM στο 2ο Πείραμα.

(α) 1η παραλλαγή οδού, $R=840\mu$

(β) 1η παραλλαγή οδού, $R=420\mu$



Σχήμα 4.2: Παρουσίαση καταγραφέντων ταχυτήτων VR με αναμενόμενες ταχύτητες VM, στο 2ο Πείραμα
(γ) 1η παραλλαγή οδού, R=630μ
(δ) 2η παραλλαγή οδού, R=840μ



Σχήμα 4.2: Παρουσίαση καταγραφέντων ταχυτήτων VR με αναμενόμενες ταχύτητες VM, στο 2ο πείραμα.

(ε) 2η παραλλαγή οδού, $R=420\mu$

(στ) 2η παραλλαγή οδού, $R=630\mu$

	VR1.1	VR1.2	VR1.3	VR3.1	VR3.2	VR3.3
VM1.1	0.9400					
VM1.2		0.9168				
VM1.3			0.9319			
VM3.1				0.9510		
VM3.2					0.9245	
VM3.3						0.9547

Πίνακας 4.4: Συντελεστές γραμμικής συσχέτισης μεταξύ καταγραφέντων ταχυτήτων στις καμπύλες VR1. (1η παραλλαγή οδού) και VR3. (2η παραλλαγή οδού) και των αντιστοίχων ταχυτήτων VM1. και VM3. που υπολογίστηκαν από τη σχέση 4.1.

4.1.5. ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ

Γενικά από το πιο πάνω συμπέρασμα όσο και από αυτά του πρώτου πειράματος παρατηρήθηκε η αρκετά ικανοποιητική λειτουργία του συγκεκριμένου εξομοιωτή οδήγησης στο VTI στην περίπτωση μελέτης των ταχυτήτων που αναπτύσσουν οι οδηγοί στις διάφορες θέσεις της οδού και πιο συγκεκριμένα στις καμπύλες ανεξάρτητα από το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας που στο 1ο πείραμα ήταν 3.50μ ενώ στο 2ο πείραμα 3.75μ και 5.50μ. Προϋπόθεση είναι πάντοτε η μη παρενόχληση του εξεταζόμενου οχήματος από άλλα οχήματα που κινούνται στην ίδια λω-

ρίδα κυκλοφορίας.

Επίσης θετικό στοιχείο της έρευνας είναι η αξιόπιστη εφαρμογή της σχέσης που καθιερώθηκε στο Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ.Π. από μελέτη συμπεριφοράς Ελλήνων οδηγών σε πραγματικό περιβάλλον, με μετρήσεις σε εξομοιωτή οδήγησης που στα εξεταζόμενα πειράματα έλαβαν μέρος Σουηδοί οδηγοί. Έτσι προτείνεται ακόμα πιο συστηματική έρευνα τόσο σε εξομοιωτή οδήγησης όσο και σε πραγματικό περιβάλλον για καθιέρωση μιας γενικά αποδεκτής σχέσης προσδιορισμού της ταχύτητας σε καμπύλες οδών.

4.2. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ - ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Η προσπάθεια που καταβλήθηκε ήταν να βρεθούν αξιόπιστες σχέσεις μεταξύ της ταχύτητας V_{85} και άλλων μεταβλητών. Αυτές οι μεταβλητές είναι οι ακτίνες των καμπυλών (καθώς και οι διάφορες άλλες μορφές που μπορούν να πάρουν αυτοί οι όροι, δηλαδή R , $(1/R)^2$, $(1/R)^{1/2}$ και οι ταχύτητες των οχημάτων στις ευθυγραμμίες (V_{free}).

Για τα οδικά τμήματα που χρησιμοποιήθηκαν στα δύο πειράματα με τον εξομοιωτή οδήγησης ήταν γνωστά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (δηλαδή πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας και ερείσματος, κατά μήκος κλίση, ακτίνα και βαθμός της καμπύλης). Από την επεξεργασία των ταχυτήτων με την χρήση του προγράμματος SPSS/PC+ υπολογίστηκε η ταχύτητα V_{85} με την βοήθεια της εντολής FREQUENCIES. Τα αποτελέσματα αυτής της επεξεργασίας παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ζ ενώ στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα και για τα δύο πειράματα μαζί.

Η ανάλυση έδειξε ότι αρκετά ικανοποιητικές σχέσεις επιτυγχάνονται από τα δεδομένα και των δύο πειραμάτων

συγκεκριμένα αφού από το πρώτο πείραμα υπήρχαν επτά τιμές ακτίνων ενώ από το δεύτερο τρεις ακτίνες μόνο. Χρησιμοποιήθηκαν δε οι μετρήσεις για την 1η παραλλαγή της οδού στο δεύτερο πείραμα όπου το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας ήταν 3.75 μ και πλησίαζε τα 3.50 μ του πρώτου πειράματος. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι όλες οι παρακάτω σχέσεις που υπολογίστηκαν αναφέρονται σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων, μία ανά κατεύθυνση και χωρίς την ενόχληση του εξεταζόμενου οχήματος από άλλα οχήματα που κυκλοφορούν στην ίδια λωρίδα κυκλοφορίας.

4.2.1. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ V85 - ΒΑΘΜΟΥ ΚΑΜΠΥΛΗΣ

Η μέθοδος της παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε για να βρεθεί η γραμμική σχέση μεταξύ της ταχύτητας V85 που αναπτύσσουν οι οδηγοί στις καμπύλες και του βαθμού καμπυλότητας της καμπύλης όταν αυτοί οδηγούν στον εξομοιωτή οδήγησης. Η σχέση που βρέθηκε ήταν η εξής:

$$V85 = 100.952 - 1.925 * BK \quad (4.2)$$

$$r^2 = 0.387$$

όπου V85 : η ταχύτητα που δέν υπερβαίνει το 85% των οχημάτων, (χλμ/ώρα)

B.K : ο βαθμός καμπυλότητας της καμπύλης, (βαθμοί/30.48μ)

r^2 : ο συντελεστής συσχέτισης.

Στη συγκεκριμένη εργασία δεν βρέθηκε μια ικανοποιητική σχέση που να συνδέει την V85 με τον βαθμό καμπυλότητας κάτι που φανερώνει την αναγκαιότητα μεγαλύτερης έρευνας με περισσότερες ακτίνες σε μελλοντικό πείραμα με Ε.Ο. αφού η σχέση μεταξύ των δύο πιο πάνω μεταβλητών παρουσιάζεται

αρκετά ισχυρή σε άλλες έρευνες. [3], [5], [18].

4.2.2. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ V_{85} - ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (V_{free}).

Η ταχύτητα V_{85} των οχημάτων που διανύουν την καμπύλη σχετίζεται με την ταχύτητα V_{free} οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη, σύμφωνα με την σχέση:

$$V_{85} = 9.717 + 0.899 * V_{free} \quad (4.3)$$
$$r^2 = 0.945$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων, (χλμ/ώρα)

V_{free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη, (χλμ/ώρα)

r^2 : ο συντελεστής συσχέτισης.

Η παραπάνω σχέση αποδεικνύει το γεγονός ότι η ταχύτητα με την οποία ο οδηγός θα διατρέξει μια καμπύλη σε ένα τμήμα της οδού έχει μεγάλη επίδραση στην ταχύτητα που έχει επιλέξει ο οδηγός να διανύσει το συγκεκριμένο τμήμα της οδού.

4.2.3. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ V_{85} - R - V_{free} .

Δοκιμάστηκαν διάφορες σχέσεις όπου διαφέρουν κυρίως μεταξύ τους στη μορφή παρουσίασης της μεταβλητής R και ακόμα δημιουργήθηκαν σχέσεις με τις μεταβλητές τους να έχουν την ίδια μορφή όπως προηγούμενων ερευνών (McLean [3], Kanellaidis et al [18]) ώστε να γίνει σύγκριση μεταξύ των συγκεκριμένων σχέσεων, αφού σ' αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις από εξομοιωτή οδήγησης.

Οι παρακάτω σχέσεις δίνονται ανά δύο, (α) και (β), κάθε φορά με την α' σχέση να έχει δημιουργηθεί από τις μετρήσεις του 1ου πειράματος μόνο και την β' σχέση από τις μετρήσεις και των δύο πειραμάτων μαζί. Τα δεδομένα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν κάθε φορά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5.

R	V_{85}	V_{free}	R	V_{85}	V_{free}
255	85.535	86.965	840	101.290	100.990
265	88.570	86.965	420	99.805	101.635
485	88.730	86.965	630	101.435	101.345
250	86.840	88.355			
270	90.600	88.355			
430	89.675	88.355			
1ο πείραμα - (α)			2ο πείραμα - (β)		

Πίνακας 4.5 : Δεδομένα στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης για τα δύο πειράματα, (α) και (β).

$$(i) \quad V_{85} = (1/R), (1/R)^{1/2}, V_{free}$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= -7.212 - 4199.182 * (1/R) + 333.987 * (1/R)^{1/2} + \\ &+ 1.031 * V_{free} \end{aligned} \quad (4.4. a)$$

$$r^2 = 0.432$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= 17.817 - 1699.352 * (1/R) + 77.715 * (1/R)^{1/2} + \\ &+ 0.8169 * V_{free}. \end{aligned} \quad (4.4. b)$$

$$r^2 = 0.966$$

όπου V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνει το 85% των οχημάτων (χλμ/ώρα).

R : η ακτίνα της καμπύλης, (μέτρα)

V_{free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν τα 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και την συγκεκριμένη καμπύλη, (χλμ/ώρα)

r^2 : ο συντελεστής συσχέτισης.

$$(ii) \quad V_{85} = (1/R), (1/R)^2, V_{free}$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= 1.524 + 1960.459 * (1/R) - 524531.021 * (1/R)^2 + \\ &+ 0.986 * V_{free}. \end{aligned} \quad (4.5. a)$$

$$r^2 = 0.453$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= 18.858 - 124.705 * (1/R) - 150686.173 * (1/R)^2 + \\ &+ 0.816 * V_{free}. \end{aligned} \quad (4.5. b)$$

$$r^2 = 0.966$$

όπου V_{85} , V_{free} , R , r^2 όπως προηγουμένως

$$(111) \quad V_{85} = (1/R)^2, (1/R)^{1/2}, V_{free}$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= -1.524 - 352485.598 * (1/R)^2 + 103.045 * (1/R)^{1/2} + \\ &+ 1.005 * V_{free} \quad (4.6.a) \\ r^2 &= 0.447 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{85} &= 19.243 - 145324.423 * (1/R)^2 - 15.337 * (1/R)^{1/2} + \\ &+ 0.816 * V_{free}. \quad (4.6.b) \\ r^2 &= 0.966 \end{aligned}$$

όπου V_{85} , V_{free} , R , r^2 όπως προηγουμένως

Από τις παραπάνω σχέσεις που υπολογίστηκαν παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση στον συντελεστή συσχέτισης όταν χρησιμοποιούνται οι μετρήσεις και των δύο πειραμάτων κάτι που φανερώνει την ανάγκη περαιτέρω έρευνας με τη χρήση μεγαλύτερου εύρους τιμών των ακτίνων των καμπυλών σε μελλοντικά πειράματα με την χρήση εξομοιωτή οδήγησης μια και οι μορφές μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στις σχέσεις 4.1 έως 4.3 αποδείχθηκαν να έχουν μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους.

Ειδικότερα σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει την V_{85} παρουσιάζεται η V_{free} σύμφωνα με τους συντελεστές του ελέγχου $-T$, $signT$ όπως φαίνονται στο παράρτημα ΣΤ (Ανάλυση Γραμμικής Παλινδρόμησης) κάτι που ενισχύει τις προτάσεις προηγουμένων ερευνών Mclean J.1981 [3], Κανελλαίδης Γ, Γκόλιας Ι και Ευσταθιάδης Σ,1990 [18], για καθιέρωση της χρησιμοποίησης του όρου V_{free} .

4.3. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Με γνωστές τις τιμές των ακτινών κυκλικών τόξων της οδού και τις τιμές της οριζόντιας θέσης, τόσο της μέσης όσο και της οριζόντιας θέσης που δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων στο 1ο πείραμα έγινε προσπάθεια να βρεθεί κάποια συσχέτιση μεταξύ τους με τη βοήθεια εξισώσεων παλινδρόμησης.

Αρχικά έγινε δοκιμή συσχέτισης της οριζόντιας θέσης με τον βαθμό καμπύλης αλλά τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά, ίσως για τον λόγο ότι λίγες τιμές ακτινών καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα και θα ήταν καλύτερα να υπήρχαν περισσότερες τιμές ακτίνων και μάλιστα και κάτω από τα 250 μέτρα.

Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να συσχετισθούν οι μεταβλητές LPM και LP85 με την ακτίνα R και διάφορες μορφές της, όπως $1/R$, $(1/R)^{1/2}$, $(1/R)^{2.0}$. Οι διάφορες τιμές των ακτίνων ομαδοποιήθηκαν τώρα και χρησιμοποιήθηκαν ξεχωριστά ακτίνες μικρότερες των 500 μέτρων (5 τιμές στο πείραμα) και μικρότερες των 600 μέτρων (9 τιμές). Οι εξισώσεις που σχηματίστηκαν δίνονται παρακάτω μαζί με τους συντελεστές συσχέτισης τους και παρατηρείται ότι ισχυρότερες στατιστικά σχέσεις δημιουργήθηκαν για τιμές ακτίνας μικρότερες από 500 μέτρα άνκαι συνολικά χρησιμοποιήθηκε μικρός αριθμός τιμών ακτινών και οι ακτίνες αυτές δεν αντιπροσώπευαν πραγματικά κυκλικά τόξα αλλά τη μέση τιμή ελαφρά μεταβαλλομένων ακτινών που οφείλεται στην σταδιακή ανάπτυξη της οδού.

Ακτίνες Μικρότερες Από 600 Μέτρα

$$\begin{aligned} \text{LPM} &= 6.757 - 4596.512 * (1/R) + 819136.736 * (1/R)^{2.0} \\ r^2 &= 0.763 \end{aligned} \quad \dots (4.7a)$$

$$\begin{aligned} \text{LPM} &= 21.129 + 7524.603 * (1/R) - 790.340 * (1/R)^{1/2} \\ r^2 &= 0.712 \end{aligned} \quad \dots (4.7b)$$

$$\begin{aligned} \text{LP85} &= 6.385 - 4146.69 * (1/R) + 738541.104 * (1/R)^{2.0} \\ r^2 &= 0.784 \end{aligned} \quad \dots (4.7c)$$

$$\begin{aligned} \text{LP85} &= 19.395 + 6801.447 * (1/R) - 714.606 * (1/R)^{1/2} \\ r^2 &= 0.736 \end{aligned} \quad \dots (4.7d)$$

Ακτίνες Μικρότερες Από 500 Μέτρα

$$\begin{aligned} \text{LPM} &= 15.363 - 10903.103 * (1/R) + 1916057.143 * (1/R)^{2.0} \\ r^2 &= 0.913 \end{aligned} \quad \dots (4.8a)$$

$$\begin{aligned} \text{LPM} &= 59.291 + 21181.747 * (1/R) - 2243.777 * (1/R)^{1/2} \\ r^2 &= 0.880 \end{aligned} \quad \dots (4.8b)$$

$$\begin{aligned} \text{LP85} &= 12.099 - 8342.074 * (1/R) + 1469166.306 * (1/R)^{2.0} \\ r^2 &= 0.812 \end{aligned} \quad \dots (4.8c)$$

$$\begin{aligned} \text{LP85} &= 44.689 + 15867.008 * (1/R) - 1678.744 * (1/R)^{1/2} \\ r^2 &= 0.749 \end{aligned} \quad \dots (4.8d)$$

Από τις πιο πάνω εξισώσεις που προέκυψαν σαν οι στατιστικά ισχυρότερες από διάφορους πιθανούς συνδιασμούς μεταβλητών σε μια εξίσωση παρατηρείται ότι η σχέση (4.8b) δίνει τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι τόσο η σχέση (4.8b) όσο και οι υπόλοιπες που αναφέρονται παραπάνω παρουσιάζονται αρκετά αξιόπιστες και από το γεγονός του ικανοποιητικού ελέγχου -T. (βλέπε Παράρτημα Η)

Προτείνεται έτσι μεγαλύτερη έρευνα σε κατάλληλα σχεδιασμένα οδικά τμήματα για ακόμα μεγαλύτερη συγκεκριμενοποίηση των συντελεστών των διαφόρων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να ερευνηθεί η αξιοπιστία αποτελεσμάτων από μελέτες συμπεριφοράς των οδηγών σε καμπύλες οδού με την χρήση εξομοιωτή οδήγησης και η συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας ή της οριζόντιας θέσης του οχήματος και της γεωμετρίας της οδού.

Αφού μετρήθηκαν οι ταχύτητες που αναπτύσσουν οι οδηγοί σε ευθύγραμμο και κυκλικό τόξα οδού κατά την εκτέλεση δύο εργαστηριακών πειραμάτων με την χρήση του εξομοιωτή οδήγησης στο VTI, οι ταχύτητες αυτές συγκρίθηκαν με τις αναμενόμενες ταχύτητες στις καμπύλες όπως αυτές υπολογίστηκαν από την σχέση (1.1). Η σχέση αυτή αναπτύχθηκε μετά από έρευνα που έγινε στο Εργαστήριο Οδοποιίας του Ε.Μ. Πολυτεχνείου και αφορούσε πραγματικές μετρήσεις σε οδικά τμήματα στον Ελληνικό χώρο.

Η ανάλυση γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των δύο ομάδων ταχυτήτων (καταγραφέντων και αναμενομένων) και στα δύο πειράματα έδωσε συντελεστές γραμμικής συσχέτισης αρκετά ικανοποιητικούς με συμπέρασμα την επαλήθευση της αξιοπιστίας του συγκεκριμένου εξομοιωτή οδήγησης σε πειράματα για την έρευνα των ταχυτήτων που αναπτύσσονται σε διαφορετικές καμπύλες οδού.

Οι ελαφρά αυξημένες ταχύτητες που καταγράφησαν στον εξομοιωτή οδήγησης θεωρήθηκαν αναμενόμενες αφού κατά την οδήγηση σε εξομοιωτή το αίσθημα ασφαλείας του οδηγού είναι μεγαλύτερο από ότι κατά την διάρκεια πραγματικής οδήγησης.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η ενδεχομένως, διαφορετική οδική συμπεριφορά και νοοτροπία των οδηγών (Σουηδών) που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα σε σχέση με την αντίστοιχη συμπεριφορά των Ελλήνων οδηγών που παρατηρήθηκαν στην έρευνα για την καθιέρωση της σχέσης (1.1) δεν επέδρασε αρνητικά στην εφαρμογή της συγκεκριμένης σχέσης κάτι που φανερώνει τη μεγάλη δυνατότητα γενικότερης χρήσης της από ενδιαφερόμενους ερευνητές. Επίσης αναφέρεται και η σωστή

εφαρμογή της σχέσης σε διαφορετικού πλάτους λωρίδες κυκλοφορίας που επαληθεύει τη δυνατότητα γενικότερης εφαρμογής της.

Στο δεύτερο μέρος της επεξεργασίας των μετρήσεων όπου έγινε προσπάθεια για την δημιουργία σχέσεων μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των οδών και των ταχυτήτων που αναπτύσσονται στις ευθυγραμμίες και τις καμπύλες παρατηρήθηκε η μεγάλη επίδραση της ταχύτητας με την οποία διανύει ο οδηγός το ευθύγραμμο τμήμα, V_{free} στην ταχύτητα με την οποία θα επιλέξει να διανύσει τις καμπύλες που ακολουθούν. Επίσης σημαντικό ρόλο στο καθορισμό της ταχύτητας σε ένα καμπύλο τμήμα παίζουν και οι διάφορες μορφές του όρου $(1/R)$, π.χ. $(1/R)^{1/2}$ και $(1/R)^{2.0}$ αν και οι λίγες ακτίνες καμπυλών που παρατηρήθηκαν στα δύο πειράματα με τον εξομοιωτή οδήγησης δεν επέτρεψαν τον καθορισμό στατιστικά αξιόπιστων συντελεστών στις πιο πάνω μεταβλητές σε αντίθεση με τη μεταβλητή της V_{free} που δείχνει μεγάλη επίδραση στον καθορισμό της V_{85} στις καμπύλες της οδού.

Στο τελευταίο σκέλος της έρευνας έγινε προσπάθεια για τον καθορισμό μιας αξιόπιστης στατιστικά σχέσης που να συσχετίζει την οριζόντια θέση του οχήματος κατά τη διάρκεια κίνησης σε καμπύλες οδού. Παρατηρήθηκαν ισχυρές σχέσεις μεταξύ της οριζόντιας θέσης και της γεωμετρίας της οδού εκφρασμένης με την μεταβλητή $(1/R)$ σε διάφορες μορφές της κάτι που πιστοποιεί την άμεση σχέση της οριζόντιας θέσης που θα επιλέξει ένας οδηγός σε μια καμπύλη με τη γεωμετρία της καμπύλης.

5.2. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1. Με την αρχική επαλήθευση της αξιοπιστίας του εξομοιωτή οδήγησης, τουλάχιστον για μελέτες ταχυτήτων σε καμπύλες οδών, προτείνεται η εκτέλεση ενός συγκεκριμένου πειράματος που σκοπό θα έχει την σύγκριση ταχυτήτων αλλά και άλλων χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς του οδηγού, όπως η οριζόντια θέση του οχήματος, με την εξομίωση οδικού τμήματος που ήδη υπάρχει σε πραγματικό περιβάλλον και καλύπτει ευρύ φάσμα καμπυλών - ακτίνων. Τότε έχοντας συστηματικές μετρήσεις τόσο σε συνθήκες πραγματικού περιβάλλοντος όσο και σε συνθήκες εξομοιωτή οδήγησης θα μπορούσε να γίνει ένας γενικότερος έλεγχος της αξιοπιστίας του συγκεκριμένου εξομοιωτή οδήγησης.

2. Η χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού οδηγών - αν και αυτό ένα είναι σημαντικό οικονομικό πρόβλημα - με διάκριση ηλικιών και εμπειρίας οδήγησης, θα έδινε χρήσιμα συμπεράσματα για την εφαρμογή της σχέσης που καθορίζει την V_{85} στις καμπύλες σε ευρύ φάσμα εφαρμογών και ειδικότερα στην μελέτη της οδικής συμπεριφοράς των ηλικιωμένων οδηγών.

3. Προτείνεται η χρήση του όρου "επιθυμητή ταχύτητα" (V_{free}) στο σχεδιασμό των υπεραστικών οδών δύο λωρίδων καθώς αποδείχθηκε ότι παίζει σημαντικό ρόλο στις ταχύτητες που αναπτύσσονται στις καμπύλες του ίδιου οδικού τμήματος. Συνεπώς πρέπει οι καμπύλες να σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να αναπτύσσονται ταχύτητες ανάλογες αυτών που αναπτύσσονται στις ευθυγραμμίες του ίδιου τμήματος της οδού. Οι ταχύτητες αυτές που θα αναπτύσσονται στις καμπύλες μπορούν να υπολογιστούν μέσω του βαθμού της καμπύλης ή μέσω της ακτίνας της καμπύλης

και της Vfree. Αυτό αποτυπώνεται στους περιορισμούς που τίθενται ήδη από τους Γερμανικούς Κανονισμούς για την διαδοχή ευθυγράμμων και καμπύλων τμημάτων.

4. Με την απόδειξη της ισχυρής συσχέτισης της οριζόντιας θέσης που βρίσκεται ο οδηγός με το όχημα του κατά τη διάρκεια της κίνησης του σε μια καμπύλη και της γεωμετρίας της οδού προτείνεται η πραγματοποίηση πειράματος σε εξομοιωτή οδήγησης όπου, όπως και προηγουμένως αναφέρθηκε, θα περιλαμβάνει ένα ειδικά καθορισμένο εύρος ακτινών καμπυλών για την πληρέστερη μελέτη της σχέσης μεταξύ της οριζόντιας θέσης του οχήματος σε μια καμπύλη οδού και της γεωμετρίας της οδού. Επίσης στην προτεινόμενη αυτή μελέτη θα μπορούσε να εξεταστεί και η επίδραση της επιτρεπόμενης ορατότητας του οδηγού στην οριζόντια θέση του οχήματος.

5. Η χρησιμοποίηση του Ε.Ο. για την παρακολούθηση και καταγραφή της συμπεριφοράς των οδηγών σε υπό μελέτη οδικά τμήματα που θα εξομοιώνονται για έρευνα πριν την οριστική κατασκευή τους, μπορεί να δώσει τη δυνατότητα επισήμανσης και καλύτερης χάραξης τυχόν επικίνδυνων θέσεων της οδού αφού θα μπορούν να γίνονται όποιες αλλαγές θεωρούνται σκόπιμες στην υποβοήθηση της συμπεριφοράς και κατά συνέπεια της ασφάλειας των χρηστών της οδού.

6. Τέλος προτείνεται η γενικότερη χρήση των εξομοιωτών οδήγησης σε θέματα οδοποιίας και κυκλοφοριακής τεχνικής αφού η καλύτερη γνώση της οδικής συμπεριφοράς σε προτεινόμενη χάραξη οδού μπορεί να βελτιώσει διάφορες καταστάσεις όπως η σηματοδότηση της οδού, ο φωτισμός, οι διάφορες μορφές διασταυρώσεων κ.α.. Ακόμη μέσω των Ε.Ο. μπορεί να ελεγχθούν οδικά τμήματα με διαφορετικές συνθήκες ολισθηρότητας οδοστρώματος και διαφορετικές συνθήκες

ορατότητας, κάτι που μπορεί να δώσει πολύ χρήσιμες πληροφορίες για την καλύτερη χάραξη της οδού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γιώτης Α., Κανελλαίδης Γ., Μαλέρδος Γ., Σημειώσεις Οδοποιίας Ι, Αθήνα 1990.
2. German Road and Transportation Research Association, Committee 2.3, Geometric Design Standards, Guidelines for the Design of Roads, (Ras-1-1), Edition 1984.
3. McLean John, Driver Speed Behaviour and Rural Road Alignment Design, Traffic Engineering + Control, April 81
4. Ψαριανός Β., Σημειώσεις Οδοποιίας, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων ΕΜΠ, Αθήνα 1984.
5. Choueiri M., and Lamm R., Rural Roads Speed Inconsistencies Design Methods, Part I, II, Jul-Oct 1987.
6. Hulbert S. and Waicik C., Human Factors in Highway Traffic Safety Research, Robert E. Krieger Co, Florida 1981
7. Carsten O.M., Scoping Study for a Realistic Driving Simulator - Final Report, The University of Leeds (ITS), April 1990.
8. Nilsson L., The VTI Driving Simulator-Description of a Research Tool, VTI samtryck, vol. 50, 1989.
9. Drosdol J. and Panik F., The Daimler - Benz Driving Simulator - A Tool for Vehicle Development, SAE Paper 850334, 1985.
10. Roberts K.M., The FHWA Highway Driving Simulator, Public Roadw, vol. 44, No 3, Dec 1980.
11. Hulbert S. and Wojcik C., Driving Simulator Devices and Applications, SAE Paper 803A, Jan 1964.
12. Hang E.J. et al, Feasibility Study and Conceptual Design of a National Advanced Driving Simulator, NHTSA, Report No DOT HS 807 597, 1990.
13. Yamaguchi J., Quick-Response Driving Simulator Produces High Lateral Acceleration Rates, Automotive Engineering, Dec 1989.
14. Jones R.E. et al, Human Factors Aspects of Simulation, Working Group on Simulation - CR, National Academy Press, Washington DC, 1985.

15. Nordmark S. et al, A Moving Base Driving Simulator with Wide Angle Visual System, VTI-skrift 106A, Swedish Road and Traffic Research Institute, 1986.
16. Nordmark ., The VTI Driving Simulator - Trends and Experiences, VTIRapport 362A, Swedish Road and Traffic Research Institute, 1990.
17. Harms L., Simulators in Safety Studies, 3rd European Workshop on Recent Developments in Road Safety Research, VTIRapport 366a, Swedish Road and Traffic Research Institute, 1991.
18. Kanellaidis et al, Drivers' Speed Behaviour on Rural Road Curves, Traffic Engineering + Control, July 90.
19. National Swedish Road Administration, Standard Specifications for Geometric Design of Rural Roads, 1986
20. Marija J. Norusis / SPSS Inc., SPSS/PC+ Version 2.0, Base Manual.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Α

408.	-7170.	-18975.
420.	-6210.	-9281.
432.	-5673.	-7699.
444.	-6032.	-9850.
456.	-7642.	-25610.
468.	-11831.	37067.
480.	-27471.	13512.
492.	125219.	10409.
504.	25164.	10798.
516.	24199.	14699.
528.	-391543.	25831.
540.	-11325.	28306.
552.	-5045.	12206.
564.	-3117.	5985.
576.	-2191.	4043.
588.	-1662.	3372.
600.	-1356.	3197.
612.	-1192.	3120.
624.	-1115.	2901.
636.	-1091.	2543.
648.	-1107.	2218.
660.	-1178.	2089.
672.	-1337.	2284.
684.	-1633.	3078.
696.	-2121.	5281.
708.	-2839.	10303.
720.	-3838.	14953.
732.	-5279.	15367.
744.	-7357.	33339.
756.	-9780.	-15925.
768.	-11498.	-5402.
780.	-12910.	-3404.
792.	-16573.	-2755.
804.	-27091.	-2528.
816.	-47630.	-2470.
828.	-41771.	-2520.
840.	-25394.	-2686.
852.	-19782.	-2958.
864.	-20249.	-3320.
876.	-22121.	-3851.
888.	-20391.	-4955.
900.	-18960.	-8693.
912.	-26874.	-206911.
924.	1075269.	10168.
936.	26394.	6064.
948.	24090.	5223.
960.	114732.	4943.
972.	-36208.	4543.
984.	-31429.	4154.
996.	-181389.	4144.
1008.	61421.	4747.
1020.	212314.	6234.

1032.	-32960.	8993.
1044.	-19299.	13055.
1056.	-26226.	16786.
1068.	-51472.	18371.
1080.	-13316.	22305.
1092.	-3286.	149656.
1104.	-1279.	-13654.
1116.	-666.	-5528.
1128.	-427.	-3554.
1140.	-323.	-2921.
1152.	-278.	-2824.
1164.	-265.	-3089.
1176.	-267.	-3844.
1188.	-274.	-5907.
1200.	-276.	-16567.
1212.	-271.	20467.
1224.	-263.	7195.
1236.	-257.	4910.
1248.	-257.	4206.
1260.	-265.	4396.
1272.	-288.	6224.
1284.	-336.	22579.
1296.	-429.	-11587.
1308.	-610.	-5486.
1320.	-977.	-4686.
1332.	-1735.	-5375.
1344.	-3174.	-7734.
1356.	-5309.	-13682.
1368.	-8817.	-25451.
1380.	706215.	-29286.
1392.	4260.	-21134.
1404.	1585.	-17718.
1416.	850.	-26131.
1428.	556.	105988.
1440.	418.	15815.
1452.	348.	10981.
1464.	314.	12208.
1476.	299.	17808.
1488.	293.	25478.
1500.	289.	24971.
1512.	283.	22041.
1524.	275.	27969.
1536.	269.	419815.
1548.	266.	-19642.
1560.	268.	-8944.
1572.	276.	-5954.
1584.	285.	-4709.
1596.	294.	-4151.
1608.	308.	-4025.
1620.	336.	-4327.
1632.	399.	-5272.
1644.	539.	-7683.
1656.	885.	-14187.
1668.	2227.	-32464.
1680.	-7253.	-60408.
1692.	-1523.	-49503.
1704.	-876.	-32605.
1716.	-634.	-23517.
1728.	-526.	-17934.
1740.	-485.	-14790.

1752.	-488.	-13730.
1764.	-527.	-14588.
1776.	-610.	-18737.
1788.	-769.	-43800.
1800.	-1096.	36732.
1812.	-1844.	10709.
1824.	-3802.	6223.
1836.	-10286.	4802.
1848.	131354.	4491.
1860.	7618.	4981.
1872.	3265.	6887.
1884.	2023.	14768.
1896.	1573.	-92473.
1908.	1400.	-15255.
1920.	1299.	-13001.
1932.	1171.	-24248.
1944.	1029.	34959.
1956.	920.	8897.
1968.	860.	5367.
1980.	839.	4432.
1992.	847.	4694.
2004.	881.	6745.
2016.	939.	20858.
2028.	997.	-16178.
2040.	1015.	-6467.
2052.	979.	-4815.
2064.	924.	-4974.
2076.	895.	-7896.
2088.	913.	-281452.
2100.	965.	7635.
2112.	1013.	4248.
2124.	1025.	3497.
2136.	1012.	3507.
2148.	1021.	4075.
2160.	1105.	5643.
2172.	1326.	11370.
2184.	1799.	-76988.
2196.	2824.	-9453.
2208.	5429.	-6142.
2220.	16810.	-6471.
2232.	-52062.	-14552.
2244.	-19220.	12272.
2256.	-22516.	4080.
2268.	-70023.	2813.
2280.	80218.	2711.
2292.	124424.	3561.
2304.	-24497.	8121.
2316.	-8178.	-18492.
2328.	-4712.	-4973.
2340.	-3420.	-3516.
2352.	-2752.	-3248.
2364.	-2322.	-3273.
2376.	-2035.	-3174.
2388.	-1888.	-2898.
2400.	-1883.	-2686.
2412.	-2015.	-2703.
2424.	-2276.	-2969.

2436.	-2696.	-3464.
2448.	-3437.	-4348.
2460.	-5064.	-6723.
2472.	-10051.	-23690.
2484.	-65125.	16592.
2496.	31233.	8533.
2508.	32540.	8488.
2520.	-102312.	11110.
2532.	-19496.	14463.
2544.	-17939.	14137.
2556.	-44673.	11025.
2568.	74527.	8229.
2580.	54203.	6353.
2592.	-160333.	5346.
2604.	-26507.	5177.
2616.	-15364.	5951.
2628.	-10447.	8159.
2640.	-7617.	12117.
2652.	-6794.	14992.
2664.	-8407.	13630.
2676.	-18147.	11239.
2688.	301205.	9752.
2700.	39406.	9115.
2712.	45764.	9274.
2724.	61603.	10478.
2736.	73265.	13381.
2748.	204834.	19455.
2760.	-135501.	31308.
2772.	-368188.	36623.
2784.	36744.	18381.
2796.	16476.	7143.
2808.	15081.	3261.
2820.	26530.	1897.
2832.	438981.	1410.
2844.	-159337.	1340.
2856.	52127.	1674.
2868.	23135.	3082.
2880.	61603.	23126.
2892.	-11217.	-6135.
2904.	-3849.	-3571.
2916.	-2169.	-2989.
2928.	-1436.	-2834.
2940.	-958.	-2881.
2952.	-625.	-3037.
2964.	-423.	-3153.
2976.	-315.	-3142.
2988.	-265.	-3057.
3000.	-251.	-2942.
3012.	-263.	-2828.
3024.	-298.	-2806.
3036.	-362.	-2966.
3048.	-470.	-3421.
3060.	-655.	-4447.
3072.	-990.	-7442.
3084.	-1641.	-62858.
3096.	-3327.	8228.
3108.	-102754.	4107.
3120.	2791.	3286.
3132.	1150.	3518.

3144.	658.	4904.
3156.	450.	9514.
3168.	350.	46540.
3180.	302.	-29483.
3192.	279.	-17874.
3204.	270.	-24269.
3216.	271.	343643.
3228.	282.	18906.
3240.	308.	12319.
3252.	353.	13400.
3264.	430.	20560.
3276.	562.	22642.
3288.	811.	10533.
3300.	1354.	5216.
3312.	2817.	3673.
3324.	8639.	3788.
3336.	419815.	6715.
3348.	-14436.	-45498.
3360.	-4473.	-5774.
3372.	-1801.	-3776.
3384.	-944.	-3268.
3396.	-619.	-3109.
3408.	-484.	-3153.
3420.	-434.	-3586.
3432.	-425.	-4884.
3444.	-430.	-8305.
3456.	-433.	-16389.
3468.	-430.	-25277.
3480.	-428.	-32592.
3492.	-436.	187652.
3504.	-458.	11739.
3516.	-502.	5510.
3528.	-576.	4118.
3540.	-701.	4132.
3552.	-919.	5023.
3564.	-1357.	6233.
3576.	-2727.	6368.
3588.	22224.	5719.
3600.	1957.	5331.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Β

Οι μετρήσεις των ταχυτήτων που καταγράφησαν στο 1ο και 2ο πείραμα λόγω του μεγέθους τους βρίσκονται σε δισκέττα H.Y. 5 $\frac{1}{4}$ " που συνοδεύει την παρούσα διπλωματική εργασία. Στα ίδια αρχεία παρουσιάζονται για το 1ο πείραμα και οι οριζόντιες θέσεις του οχήματος που καταγράφησαν μαζί με τις αντίστοιχες ταχύτητες ανά διαδοχικά διαστήματα 5 μέτρων κατά μήκος της οδού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Γ

Οι μετρήσεις των ταχυτήτων που καταγράφησαν στο 1ο και 2ο πείραμα λόγω του μεγέθους τους βρίσκονται σε διακέττα H.Y. 5 1/4" που συνοδεύει την παρούσα διπλωματική εργασία. Στα ίδια αρχεία παρουσιάζονται για το 1ο πείραμα και οι οριζόντιες θέσεις του οχήματος που καταγράφησαν μαζί με τις αντίστοιχες ταχύτητες ανά διαδοχικά διαστήματα 5 μέτρων κατά μήκος της οδού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Δ

DATA LIST FREE FILE='NEZ001.TXT'

/N Vfree1 V85.1 V85.2 V85.3 V85.4 Vfree2 V85.5 V85.6 V85.7.

FREQUENCIES VARIABLES=Vfree1 TO V85.7

/FORMAT=NOTABLE

/PERCENTILES=15 50 85.

FINISH.

01	67.3	65.2	-073	63.4	-065	65.7	-081	68.5	-084	69.4	64.6	-086	65.2	-082	68.0	-090
02	68.7	67.7	-066	71.9	-077	71.4	-086	74.3	-098	70.5	74.3	-069	74.1	-098	67.4	-065
03	68.4	70.9	-063	60.5	-070	71.6	-090	67.8	-093	69.7	60.6	-078	67.7	-094	72.0	-080
04	69.5	72.5	-052	74.6	-106	76.1	-077	71.7	-084	71.4	73.3	-069	71.6	-090	72.9	-078
05	69.9	73.2	-077	71.7	-078	72.3	-105	74.4	-082	72.5	68.8	-095	75.5	-098	69.1	-093
06	69.5	71.2	-068	70.8	-073	71.7	-099	73.3	-081	73.3	71.0	-095	73.7	-097	73.8	-086
07	72.8	79.0	005	78.1	-122	82.5	-023	85.2	-074	84.1	82.4	-044	88.1	-109	86.1	-015
08	71.6	78.8	-004	84.0	-084	85.7	-029	86.4	-054	87.2	85.6	-040	86.0	-102	86.0	-013
09	78.1	80.9	-030	85.7	-090	81.4	-060	84.6	-088	86.0	82.9	-034	86.8	-104	83.8	-023
10	75.6	81.3	004	81.4	-119	81.5	-027	80.6	-065	81.1	85.6	-020	88.1	-106	88.2	-011
11	78.2	80.3	-032	85.4	-085	88.4	-070	89.6	-060	88.3	86.4	-040	92.7	-102	92.0	-045
12	81.4	89.0	-049	89.2	-115	87.2	-053	86.1	-066	88.3	87.2	-049	91.5	-123	92.0	-031
13	86.2	82.5	019	86.1	-111	82.3	-043	90.0	-117	87.0	80.1	-003	85.4	-130	83.3	-003
14	90.2	84.6	-047	91.4	-104	92.9	-053	90.7	-115	91.9	86.2	-038	93.4	-091	90.8	-030
15	86.8	83.7	-022	84.7	-104	84.5	-036	85.6	-084	87.3	82.8	-022	89.5	-115	87.7	002
16	85.4	89.2	-015	91.1	-126	91.6	-055	92.8	-102	93.4	90.7	-006	95.3	-135	95.0	-027
17	90.5	88.2	-038	90.0	-123	89.2	-085	91.0	-114	91.9	91.1	-034	94.0	-123	91.8	-052
18	91.8	92.4	-028	93.7	-117	92.7	-069	95.5	-099	95.5	91.2	-010	97.7	-138	93.3	-013
19	88.5	84.4	-069	89.2	-105	89.0	-056	88.7	-094	88.7	82.7	-069	86.5	-112	86.8	-065
20	86.3	83.8	-052	83.2	-102	84.1	-055	85.4	-086	86.6	81.6	-048	87.3	-133	84.7	-041
21	87.1	81.2	-082	87.8	-098	89.5	-052	86.5	-091	88.1	84.5	-040	85.9	-053	86.5	-056
22	87.7	87.8	-057	87.2	-102	87.2	-036	87.8	-093	88.4	88.8	-051	88.2	-105	88.3	-044
23	86.5	86.3	-048	87.1	-121	87.6	-048	87.2	-126	87.3	84.0	-061	83.1	-121	85.6	-056
24	86.2	84.4	-106	85.0	-088	86.1	-025	85.6	-086	85.9	87.8	-048	87.9	-118	87.5	-065
25	75.4	79.1	-023	77.9	-086	81.8	-032	81.8	-084	83.0	81.5	-020	85.4	-110	81.8	-053
26	77.3	80.1	-025	77.0	-080	81.5	-053	81.1	-081	82.9	81.7	-027	77.4	-115	81.9	-010
27	85.2	81.7	-025	82.5	-088	75.5	-040	83.6	-068	83.8	78.1	-036	78.3	-098	84.7	-036
28	69.8	73.7	-053	71.0	-090	74.8	-036	73.2	-061	75.0	73.3	-033	76.6	-115	78.2	-034
29	79.3	79.2	-031	83.1	-085	83.0	-036	82.1	-074	82.1	82.8	-032	80.3	-115	81.7	-045
30	79.3	76.0	-036	72.9	-119	70.0	-048	76.2	-094	74.0	70.3	-027	78.9	-102	79.1	-030
31	71.2	68.3	-048	69.8	-101	73.6	-028	72.1	-119	71.9	71.3	-070	71.7	-077	70.8	-086
32	71.4	72.4	-077	73.9	-091	72.3	-061	69.8	-140	70.5	74.5	-051	76.5	-130	74.5	-044
33	72.0	71.6	-032	70.6	-105	70.9	-048	71.3	-144	71.7	72.0	-082	71.4	-115	71.4	-097
34	70.3	69.6	-072	70.1	-108	71.1	-055	72.4	-146	73.9	68.6	-052	67.9	-138	67.2	-048
35	72.0	71.6	-061	72.7	-091	73.6	-041	74.4	-115	72.9	69.8	-072	71.5	-148	71.5	-038
36	73.4	68.1	-028	75.0	-088	78.6	010	79.7	-119	71.5	62.7	-031	70.6	-140	68.9	-055
37	68.8	64.5	-063	63.5	-081	65.7	-036	71.9	-080	70.5	65.7	-040	66.8	-068	67.8	-041
38	69.2	62.5	-048	70.3	-077	69.1	-040	75.0	-074	72.8	62.6	-043	75.2	-068	69.5	-047
39	82.2	77.0	-017	76.7	-073	78.0	-033	78.6	-056	79.9	76.6	-040	80.6	-072	76.7	-025
40	78.0	81.0	-043	78.7	-069	73.6	-038	77.7	-066	78.6	69.7	-032	76.3	-090	75.4	-051
41	75.7	81.3	-044	77.1	-090	79.8	-031	82.0	-095	78.4	72.2	-040	72.8	-078	74.4	-027
42	71.8	76.2	-027	69.5	-098	69.0	-052	73.6	-089	76.5	70.2	-036	69.8	-099	69.3	-039

N VF.1 VR.1 LP01 VR.2 LP02 VR.3 LP03 VR.4 LP04 VF.2 VR.5 LP05 VR.6 LP06 VR.7 LP07

@NEZ111.RUN

DATA LIST FREE FILE='NEZ001.TXT'

/N Vfree1 V85.1 V85.2 V85.3 V85.4 Vfree2 V85.5 V85.6 V85.7.

FREQUENCIES VARIABLES=Vfree1 TO V85.7

The raw data or transformation pass is proceeding

42 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=NOTABLE

/PERCENTILES=15 50 85.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

5/27/92

VFREE1

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	69.500	50.00	76.500	85.00	86.965
Valid Cases	42	Missing Cases	0		

V85.1

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	68.885	50.00	79.150	85.00	85.535
Valid Cases	42	Missing Cases	0		

Page 3

SPSS/PC+

5/27/92

V85.2

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	70.190	50.00	78.000	85.00	88.570
Valid Cases	42	Missing Cases	0		

V85.3

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	70.990	50.00	80.600	85.00	88.730
Valid Cases	42	Missing Cases	0		

V85.4

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	71.990	50.00	81.450	85.00	89.195
Valid Cases		42	Missing Cases		0

VFREE2

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	71.445	50.00	81.600	85.00	88.355
Valid Cases		42	Missing Cases		0

V85.5

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	68.690	50.00	79.100	85.00	86.840
Valid Cases		42	Missing Cases		0

V85.6

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	70.960	50.00	79.600	85.00	90.600
Valid Cases		42	Missing Cases		0

V85.7

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	69.190	50.00	81.750	85.00	89.675
Valid Cases		42	Missing Cases		0

This procedure was completed at 17:24:50

FINISH.

DATA LIST FREE FILE='NEZ002.TXT'

/N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3
VF3.1 VR3.1 VF3.2 VR3.2 VF3.3 VR3.3.

FREQUENCIES VARIABLES=VF1.1 TO VR3.3

/FORMAT=NOTABLE

/STATISTICS

/PERCENTILES=15 50 85.

FINISH.

	N	VF1.1	VR1.1	VF1.2	VR1.2	VF1.3	VR1.3	VF3.1	VR3.1	VF3.2	VF3.2	VF3.3	VR3.3
--	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

01	092.3	089.0	089.7	089.3	090.1	088.5	092.4	091.6	091.6	092.1	093.6	091.7
02	089.9	089.7	089.6	088.2	090.2	088.5	091.3	089.2	090.0	089.1	091.6	090.0
03	089.9	089.9	090.0	088.5	089.7	089.2	092.6	091.2	090.1	089.4	090.1	090.7
04	089.3	089.0	089.2	089.4	090.3	088.4	090.8	089.4	089.8	089.0	089.5	089.3
05	088.8	088.1	090.5	088.1	088.1	088.5	091.1	088.7	090.4	088.4	089.4	090.0
06	088.9	088.6	090.4	089.3	088.6	088.4	089.8	090.3	089.4	089.0	091.6	088.7
07	093.4	092.4	093.7	091.7	093.6	093.5	094.6	093.1	092.8	091.8	093.4	092.4
08	092.9	092.8	093.8	092.4	091.5	093.0	092.2	093.0	089.9	090.3	090.1	090.1
09	093.0	093.8	093.4	089.2	092.7	092.5	092.7	091.9	090.1	089.2	093.9	092.2
10	091.5	092.2	091.9	092.6	092.1	091.2	090.7	092.6	093.3	090.6	093.4	092.6
11	091.3	090.9	093.5	089.7	091.6	089.8	093.5	094.2	091.5	090.8	092.6	093.2
12	091.8	091.8	088.9	090.6	092.7	093.5	093.5	092.6	093.3	093.5	093.6	094.7
13	094.1	094.7	094.5	092.9	094.1	093.0	097.5	094.6	097.5	094.4	097.3	095.1
14	094.6	095.3	096.3	094.0	096.3	094.5	101.4	100.9	097.7	098.1	099.5	098.9
15	096.3	096.6	096.7	094.8	096.0	096.0	100.2	100.8	100.8	094.0	100.9	099.4
16	095.5	097.0	095.9	095.6	096.4	095.5	098.0	099.7	100.3	099.8	098.9	099.5
17	096.1	096.6	096.5	096.6	096.6	094.6	099.6	100.2	100.7	099.3	102.1	099.0
18	096.2	096.6	094.9	094.7	096.7	096.5	099.7	099.8	100.5	099.0	100.8	100.9
19	100.8	102.0	101.8	099.4	100.4	100.2	104.8	103.5	103.1	100.0	101.4	100.0
20	102.7	101.6	101.9	100.6	101.2	101.3	104.6	101.4	100.2	097.5	103.2	100.4
21	102.7	102.0	101.5	101.3	102.0	101.1	103.8	103.9	100.6	100.8	102.1	104.1
22	102.8	102.7	103.1	102.8	102.7	103.0	102.9	101.1	103.4	102.6	102.3	102.3
23	101.6	101.4	103.5	100.5	102.4	102.9	102.5	102.6	104.4	099.0	100.6	101.7
24	101.2	101.4	103.5	100.5	102.1	101.1	104.3	104.6	106.2	102.5	101.5	101.1
25	096.0	094.1	094.3	094.4	095.1	095.4	093.8	094.4	094.4	093.7	094.3	093.6
26	094.6	094.4	094.1	094.0	094.8	094.3	095.5	096.3	095.1	094.1	095.3	095.3
27	094.8	094.7	094.9	094.1	094.9	093.0	096.3	094.4	096.4	096.8	094.8	094.8
28	094.2	096.3	094.0	094.2	094.8	095.6	095.8	095.9	094.5	095.8	096.8	096.1
29	094.9	093.7	094.2	094.3	095.0	094.8	096.0	097.3	095.7	095.6	096.1	094.6
30	095.7	094.7	094.9	094.5	094.6	093.5	094.8	094.4	095.4	095.3	093.7	094.7
31	097.6	095.9	095.4	096.1	096.0	097.6	100.5	099.1	097.1	096.4	101.0	097.6
32	097.4	096.7	096.9	094.1	096.5	096.8	102.1	100.8	100.6	100.3	099.9	096.9
33	097.5	095.6	097.5	096.0	097.4	096.4	101.7	099.0	100.9	101.9	100.9	099.6
34	098.0	097.5	097.9	097.9	095.4	095.8	103.2	101.5	097.5	101.9	098.9	099.4
35	098.5	096.9	098.1	094.6	097.2	097.8	099.2	102.2	099.7	099.2	100.5	100.9
36	096.6	096.4	097.1	096.3	096.7	097.3	096.6	100.2	099.3	101.3	101.6	100.8
37	102.3	100.2	102.3	102.1	103.8	102.9	103.5	100.1	102.2	099.9	099.4	100.7
38	102.2	104.8	100.4	100.3	103.6	104.2	101.4	102.1	100.7	100.3	100.8	100.5
39	103.9	103.1	104.2	103.9	101.3	101.9	102.8	102.7	102.5	102.4	102.0	102.7
40	104.2	103.7	103.2	102.0	104.7	105.0	103.8	103.1	104.4	103.9	104.0	105.2
41	104.5	102.6	103.6	103.3	104.9	106.0	103.2	104.0	105.1	103.4	103.6	104.1
42	100.9	099.7	104.3	105.8	101.9	102.0	104.6	103.7	103.8	103.7	101.8	101.9
43	101.1	101.9	103.1	102.7	102.1	103.0	098.8	097.4	098.9	097.4	099.2	100.7
44	103.6	102.1	104.5	102.4	101.8	103.2	101.5	101.8	102.7	101.8	100.6	101.5
45	103.7	101.9	103.0	104.2	103.2	102.9	103.2	101.1	101.6	102.0	101.9	103.2
46	099.8	100.7	099.7	099.4	103.8	104.9	104.1	103.4	104.8	103.5	104.2	104.4
47	101.7	102.4	101.2	098.6	101.4	101.6	103.0	103.4	102.7	102.6	103.6	102.7
48	100.0	100.7	103.0	099.2	101.3	101.6	102.2	103.5	103.1	100.0	104.4	104.0
49	095.6	098.3	095.0	095.1	095.8	096.2	097.1	098.0	095.8	095.7	097.1	096.2
50	095.8	095.4	094.8	094.3	096.5	094.9	096.5	097.0	096.7	094.8	094.8	095.4

51	095.0	096.2	095.9	095.4	095.4	094.3	096.8	096.9	096.9	095.6	097.0	096.9
52	097.1	097.7	097.8	097.6	098.0	097.7	096.8	097.3	097.1	095.9	097.3	097.3
53	099.2	099.5	098.3	098.2	098.8	098.5	097.6	099.1	096.3	096.6	098.1	099.1
54	096.4	097.0	097.7	095.6	097.9	097.6	098.3	099.0	097.7	097.1	097.4	098.4
55	096.2	095.2	095.0	091.9	094.0	094.8	091.1	095.3	092.4	091.0	094.7	096.9
56	095.0	095.1	092.1	093.5	094.0	092.4	097.9	100.7	096.6	096.6	097.1	096.5
57	093.8	093.7	094.2	092.1	095.2	093.7	097.9	096.0	096.9	095.7	098.4	096.9
58	092.5	093.6	098.0	092.7	095.3	097.2	095.4	096.6	098.8	096.0	097.0	097.3
59	093.3	094.5	094.4	094.2	093.3	092.6	097.1	097.8	095.3	097.8	094.6	096.0
60	094.3	095.7	094.5	093.0	095.3	095.8	093.2	094.4	097.4	092.9	095.9	095.8
61	096.7	098.4	095.7	089.8	089.9	089.1	097.2	102.2	099.9	096.8	098.7	099.8
62	092.4	092.4	091.1	086.4	090.3	090.3	100.9	101.4	101.6	098.0	100.8	100.7
63	092.7	092.5	092.9	092.7	092.6	092.3	100.3	100.6	102.0	096.0	101.2	098.7
64	093.7	096.5	093.7	089.4	094.3	090.2	094.2	095.7	094.4	096.5	099.3	094.6
65	089.9	091.4	089.0	090.3	093.8	088.7	098.6	097.0	099.9	093.7	098.5	097.9
66	093.4	095.5	094.7	090.4	096.2	087.4	095.6	095.9	098.5	098.9	098.3	098.4
67	098.9	095.5	095.7	096.3	095.0	094.8	103.1	103.1	100.2	096.6	096.0	098.1
68	094.4	096.4	094.2	089.5	095.8	093.3	097.5	099.7	098.4	095.2	100.1	096.2
69	094.4	097.8	098.6	099.3	096.6	095.1	096.9	096.5	098.4	097.7	095.4	094.9
70	097.6	095.6	098.3	097.8	096.6	094.5	099.0	099.5	099.5	095.5	101.6	100.0
71	099.8	101.1	101.4	098.1	097.3	098.1	096.0	096.6	096.2	092.8	095.3	095.9
72	098.7	096.2	100.7	094.2	096.9	097.6	099.8	097.6	096.0	096.4	099.1	098.7
73	090.4	090.4	090.6	091.8	091.0	092.1	090.5	089.8	089.6	090.7	090.5	089.7
74	090.5	090.5	091.8	091.1	090.2	091.8	088.8	091.8	091.2	092.1	090.2	090.6
75	089.1	090.4	091.1	088.8	090.3	090.7	090.6	090.8	089.6	089.4	090.2	091.5
76	090.0	090.8	089.6	090.0	089.3	088.2	089.7	088.8	088.5	087.6	089.4	088.1
77	090.7	089.9	090.6	088.1	089.1	089.4	088.0	089.1	088.1	089.7	089.2	091.6
78	090.6	089.5	089.5	088.9	089.0	087.7	089.6	089.8	089.9	089.0	088.0	088.1
79	089.7	089.0	089.1	090.7	092.0	090.6	089.2	091.6	086.2	085.9	088.7	089.4
80	089.2	091.1	091.1	090.4	091.6	093.2	089.0	089.0	090.0	089.9	089.9	089.6
81	089.1	090.2	091.2	091.1	090.6	092.7	089.5	088.6	088.8	090.2	089.9	087.4
82	091.6	090.6	091.3	091.7	090.9	093.4	090.3	090.1	090.8	091.6	091.2	090.3
83	091.2	091.9	090.3	089.8	090.5	093.1	091.4	089.4	087.5	088.9	090.4	090.8
84	090.5	091.2	091.2	091.7	091.9	088.7	090.9	091.1	089.8	091.7	089.8	089.9
85	093.2	092.8	095.7	095.0	093.4	094.8	091.1	091.6	091.6	091.3	090.3	091.7
86	092.7	097.0	096.2	092.6	096.9	095.8	090.4	091.4	094.0	092.1	092.9	094.3
87	095.0	095.7	098.0	094.9	097.6	094.1	091.3	093.8	094.5	092.7	091.9	091.7
88	096.5	095.9	095.1	095.0	095.9	096.1	090.4	091.6	094.0	093.9	094.1	093.8
89	096.6	096.9	096.2	094.4	095.0	095.7	093.9	093.8	095.7	092.1	091.0	093.8
90	095.7	096.6	097.5	096.0	096.3	096.5	095.8	095.8	094.4	094.5	095.4	095.6
91	092.4	091.7	093.7	093.7	091.5	095.8	092.2	093.2	093.0	090.7	089.5	091.3
92	094.4	099.0	094.2	090.6	092.2	091.4	087.9	089.0	089.5	088.2	090.3	089.8
93	098.8	101.2	096.6	094.0	097.3	096.5	090.0	091.4	089.1	089.3	090.2	091.5
94	095.6	096.3	094.3	093.2	098.4	097.0	089.8	089.9	090.3	088.5	090.3	090.5
95	096.0	095.6	096.2	095.9	096.5	096.2	088.2	089.0	089.5	090.4	088.9	088.2
96	096.0	097.5	097.7	094.4	098.9	098.7	090.8	091.3	089.4	090.4	090.0	090.8

N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3 VF3.1 VR3.1 VF3.2 VF3.2 VF3.3 VR3.3

@NEZ031.RUN

DATA LIST FREE FILE='NEZ002.TXT'

/N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3
VF3.1 VR3.1 VF3.2 VR3.2 VF3.3 VR3.3.

FREQUENCIES VARIABLES=VF1.1 TO VR3.3

The raw data or transformation pass is proceeding

96 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=NOTABLE

/STATISTICS

/PERCENTILES=15 50 85.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

5/27/92

VF1.1

Mean	95.558	Std Dev	4.187	Minimum	88.800
Maximum	104.500				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.555	50.00	95.250	85.00	100.990

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VR1.1

Mean	95.726	Std Dev	4.128	Minimum	88.100
Maximum	104.800				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.710	50.00	95.700	85.00	101.290

Page 3

SPSS/PC+

5/27/92

VR1.1

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VF1.2

Mean	95.823	Std Dev	4.290	Minimum	88.900
Maximum	104.500				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.875	50.00	95.050	85.00	101.635

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

Page 4

SPSS/PC+

5/27/92

VR1.2

Mean	94.570	Std Dev	4.360	Minimum	86.400
Maximum	105.800				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	89.755	50.00	94.200	85.00	99.805

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VF1.3

Mean	95.640	Std Dev	4.213	Minimum	88.100
Maximum	104.900				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.555	50.00	95.400	85.00	101.345

Page 5

SPSS/PC+

5/27/92

VF1.3

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VR1.3

Mean	95.307	Std Dev	4.566	Minimum	87.400
Maximum	106.000				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.020	50.00	94.850	85.00	101.435

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VF3.1

Mean	96.210	Std Dev	5.007	Minimum	87.900
Maximum	104.800				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.400	50.00	96.400	85.00	102.845

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VR3.1

Mean	96.336	Std Dev	4.832	Minimum	88.600
Maximum	104.600				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.210	50.00	96.550	85.00	102.145

VR3.1

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VF3.2

Mean	96.090	Std Dev	5.017	Minimum	86.200
Maximum	106.200				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	89.855	50.00	96.350	85.00	101.780

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VR3.2

Mean	95.146	Std Dev	4.603	Minimum	85.900
Maximum	103.900				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	89.565	50.00	95.550	85.00	100.525

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VF3.3

Mean	96.131	Std Dev	4.725	Minimum	88.000
Maximum	104.400				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.155	50.00	96.450	85.00	101.545

VF3.3

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

VR3.3

Mean	95.943	Std Dev	4.646	Minimum	87.400
Maximum	105.200				

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
15.00	90.210	50.00	96.050	85.00	100.900

Valid Cases	96	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

This procedure was completed at 15:11:13

FINISH.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Ε

DATA LIST FREE FILE='NEZ001.TXT'

/N Vfree1 VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 Vfree2 VR.5 VR.6 VR.7.

COMPUTE VM.1=32.2+2226.9*(1/257)-533.6/(257**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.2=32.2+2226.9*(1/266)-533.6/(266**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.3=32.2+2226.9*(1/485)-533.6/(485**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.4=32.2+2226.9*(1/839)-533.6/(839**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.5=32.2+2226.9*(1/251)-533.6/(251**0.5)+0.8393*Vfree2.

COMPUTE VM.6=32.2+2226.9*(1/270)-533.6/(270**0.5)+0.8393*Vfree2.

COMPUTE VM.7=32.2+2226.9*(1/428)-533.6/(428**0.5)+0.8393*Vfree2.

CORRELATION VARIABLES=VM.1 VR.1 / VM.2 VR.2 / VM.3 VR.3 / VM.4 VR.4.

CORRELATION VARIABLES=VM.5 VR.5 / VM.6 VR.6 / VM.7 VR.7.

PLOT FORMAT=DEFAULT

/VERTICAL=MIN (60) MAX (100)

/HORIZONTAL=MIN (60) MAX (100)

/PLOT=VM.1 VM.2 VM.3 VM.4 VM.5 VM.6 VM.7 WITH
VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 VR.5 VR.6 VR.7 (PAIR).

FINISH.

@NEZ001.RUN

DATA LIST FREE FILE='NEZ001.TXT'

/N Vfree1 VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 Vfree2 VR.5 VR.6 VR.7.

COMPUTE VM.1=32.2+2226.9*(1/257)-533.6/(257**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.2=32.2+2226.9*(1/266)-533.6/(266**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.3=32.2+2226.9*(1/485)-533.6/(485**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.4=32.2+2226.9*(1/839)-533.6/(839**0.5)+0.8393*Vfree1.

COMPUTE VM.5=32.2+2226.9*(1/251)-533.6/(251**0.5)+0.8393*Vfree2.

COMPUTE VM.6=32.2+2226.9*(1/270)-533.6/(270**0.5)+0.8393*Vfree2.

COMPUTE VM.7=32.2+2226.9*(1/428)-533.6/(428**0.5)+0.8393*Vfree2.

CORRELATION VARIABLES=VM.1 VR.1 / VM.2 VR.2 / VM.3 VR.3 / VM.4 VR.4.

The raw data or transformation pass is proceeding

42 cases are written to the uncompressed active file.

Page 2 SPSS/PC+ 5/27/92

Correlations: VM.1 VR.1

VM.1	1.0000	.8684**
VR.1	.8684**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Page 3 SPSS/PC+ 5/27/92

Correlations: VM.2 VR.2

VM.2	1.0000	.8784**
VR.2	.8784**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Page 4 SPSS/PC+ 5/27/92

Correlations: VM.3 VR.3

VM.3	1.0000	.8138**
VR.3	.8138**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Correlations: VM.4 VR.4

VM.4	1.0000	.8599**
VR.4	.8599**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 17:06:08

CORRELATION VARIABLES=VM.5 VR.5 / VM.6 VR.6 / VM.7 VR.7.

Correlations: VM.5 VR.5

VM.5	1.0000	.9143**
VR.5	.9143**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Correlations: VM.6 VR.6

VM.6	1.0000	.9257**
VR.6	.9257**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Correlations: VM.7 VR.7

VM.7	1.0000	.9398**
VR.7	.9398**	1.0000

N of cases: 42 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 17:06:10

PLOT FORMAT=DEFAULT

/VERTICAL=MIN (60) MAX (100)

/HORIZONTAL=MIN (60) MAX (100)

/PLOT=VM.1 VM.2 VM.3 VM.4 VM.5 VM.6 VM.7 WITH
VR.1 VR.2 VR.3 VR.4 VR.5 VR.6 VR.7 (PAIR).

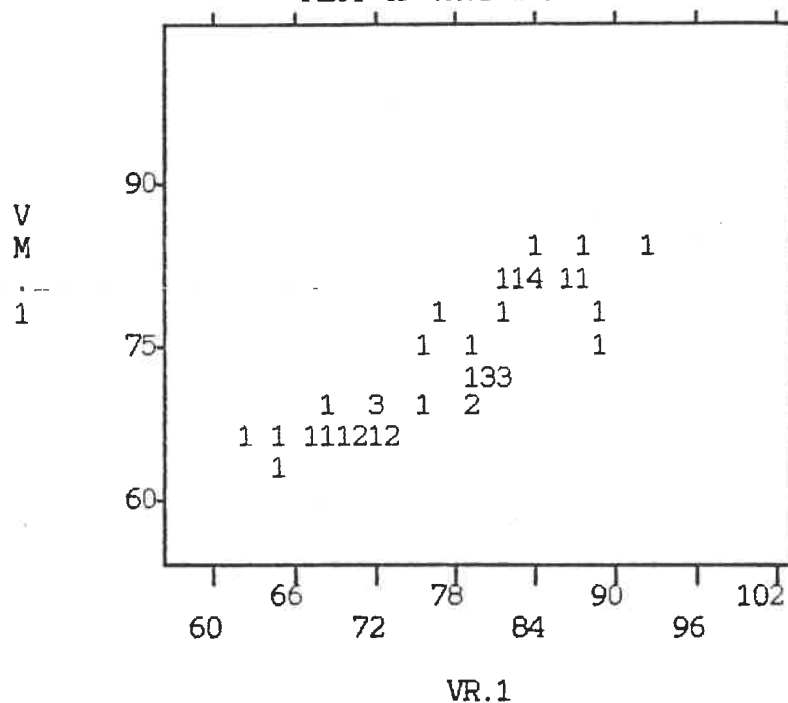
PLOT requires 4352 BYTES of workspace for execution.

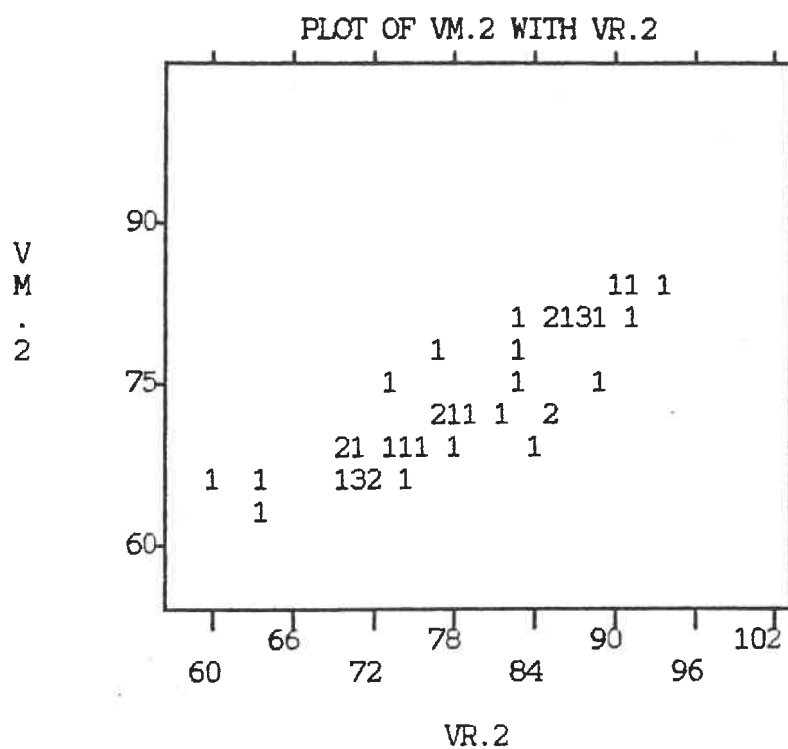
***** P L O T *****

Data Information

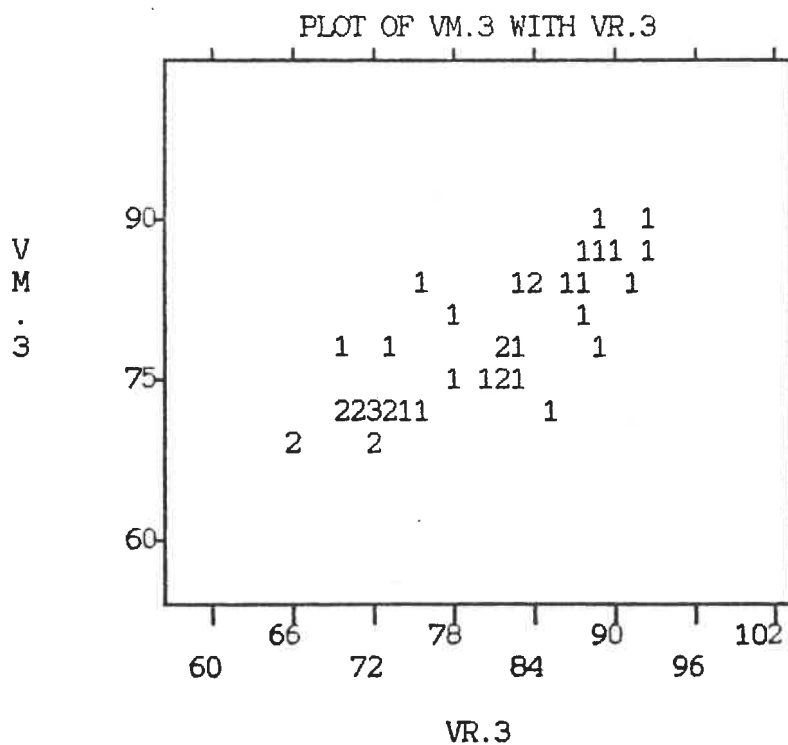
42 unweighted cases accepted.

PLOT OF VM.1 WITH VR.1

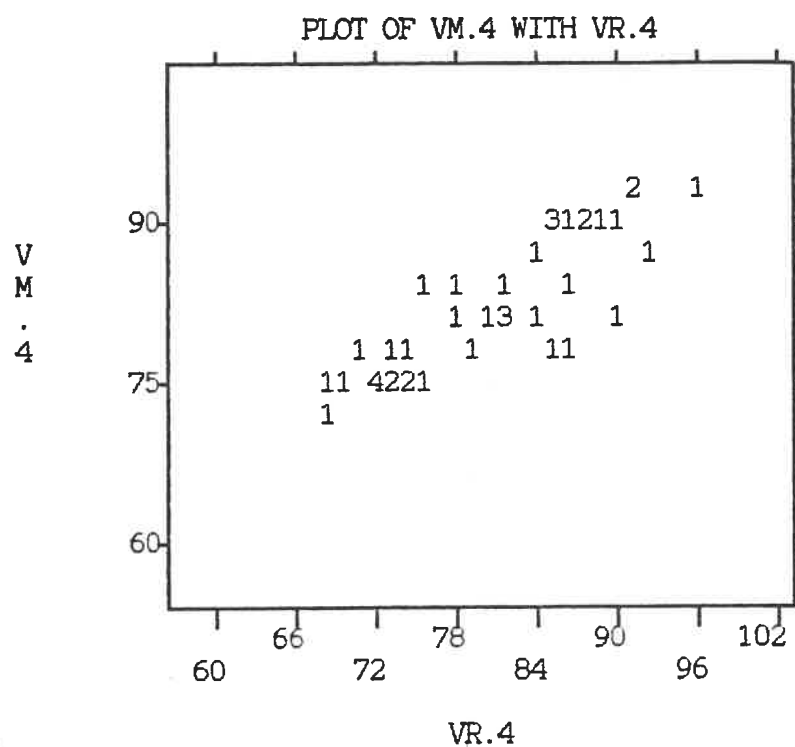




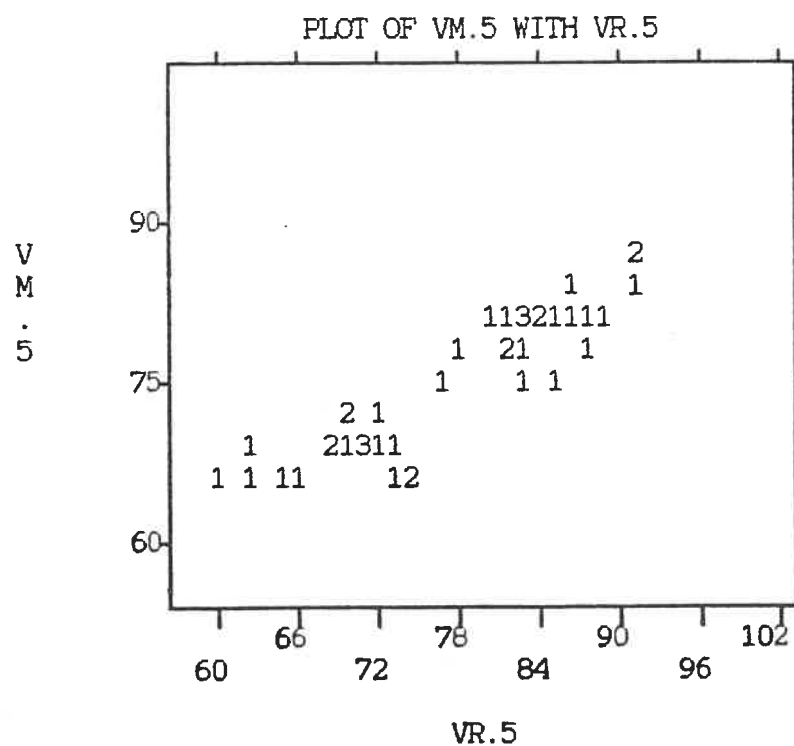
42 cases plotted.



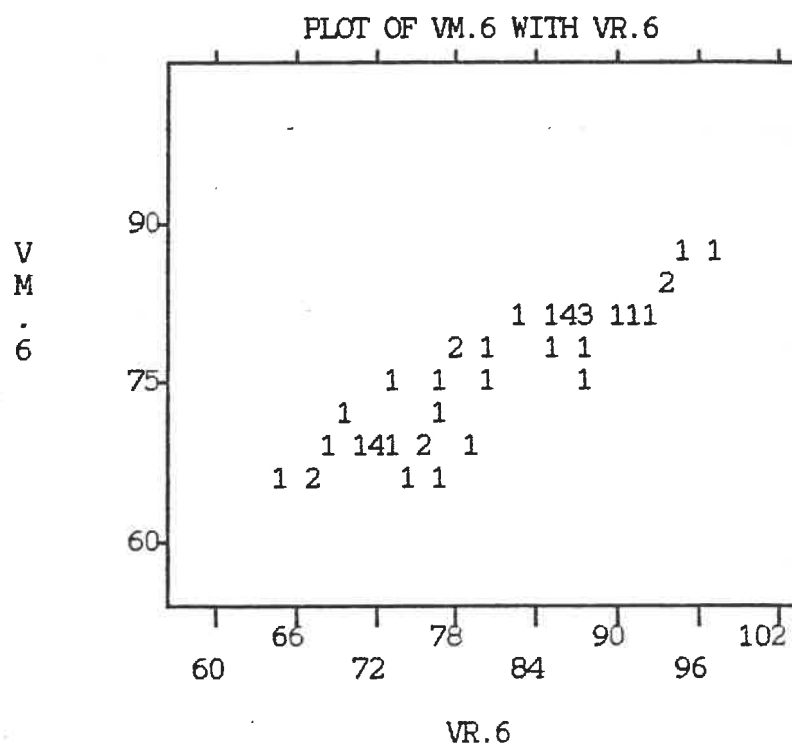
42 cases plotted.



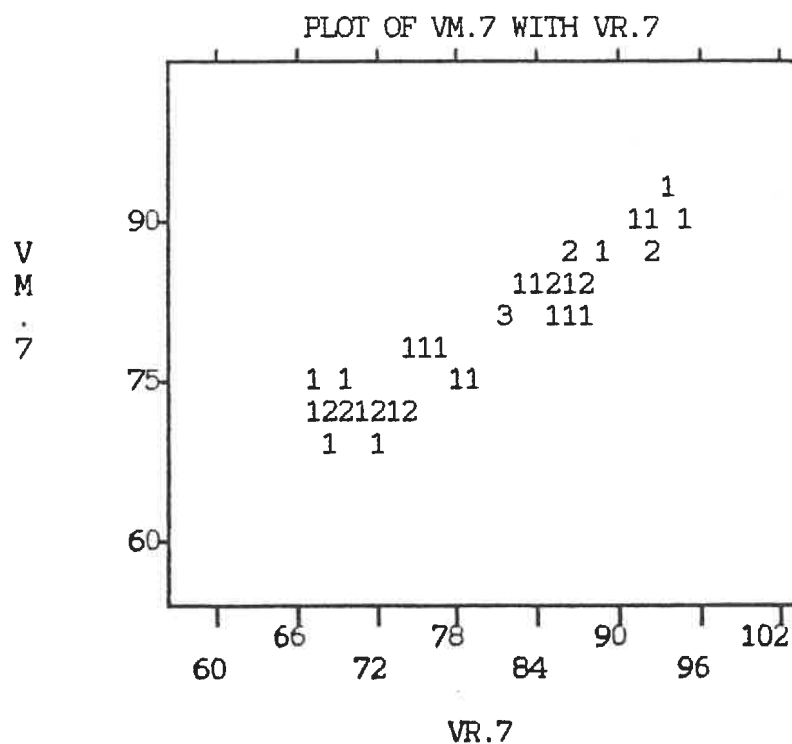
42 cases plotted.



42 cases plotted.



42 cases plotted.



42 cases plotted.

This procedure was completed at 17:06:34

FINISH.

End of Include file.

DATA LIST FREE FILE='NEZ002.TXT'

/N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3
VF3.1 VR3.1 VF3.2 VR3.2 VF3.3 VR3.3.

COMPUTE VM1.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF1.1.

COMPUTE VM1.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF1.2.

COMPUTE VM1.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF1.3.

COMPUTE VM3.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF3.1.

COMPUTE VM3.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF3.2.

COMPUTE VM3.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF3.3.

CORRELATION VARIABLES=VM1.1 VR1.1 / VM1.2 VR1.2 / VM1.3 VR1.3.

CORRELATION VARIABLES=VM3.1 VR3.1 / VM3.2 VR3.2 / VM3.3 VR3.3.

PLOT FORMAT=DEFAULT

/VERTICAL=MIN (80) MAX (110)

/HORIZONTAL=MIN (80) MAX (110)

/PLOT=VM1.1 VM1.2 VM1.3 VM3.1 VM3.2 VM3.3 WITH
VR1.1 VR1.2 VR1.3 VR3.1 VR3.2 VR3.3 (PAIR).

FINISH.

@NEZ002.RUN

DATA LIST FREE FILE='NEZ002.TXT'

/N VF1.1 VR1.1 VF1.2 VR1.2 VF1.3 VR1.3
VF3.1 VR3.1 VF3.2 VR3.2 VF3.3 VR3.3.

COMPUTE VM1.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF1.1.
COMPUTE VM1.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF1.2.
COMPUTE VM1.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF1.3.
COMPUTE VM3.1=32.2+2226.9*(1/840)-533.6/(840**0.5)+0.8393*VF3.1.
COMPUTE VM3.2=32.2+2226.9*(1/420)-533.6/(420**0.5)+0.8393*VF3.2.
COMPUTE VM3.3=32.2+2226.9*(1/630)-533.6/(630**0.5)+0.8393*VF3.3.

CORRELATION VARIABLES=VM1.1 VR1.1 / VM1.2 VR1.2 / VM1.3 VR1.3.

The raw data or transformation pass is proceeding

96 cases are written to the uncompressed active file.

Page 2

SPSS/PC+

6/21/92

Correlations: VM1.1 VR1.1

VM1.1	1.0000	.9400**
VR1.1	.9400**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Page 3

SPSS/PC+

6/21/92

Correlations: VM1.2 VR1.2

VM1.2	1.0000	.9168**
VR1.2	.9168**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Page 4

SPSS/PC+

6/21/92

Correlations: VM1.3 VR1.3

VM1.3	1.0000	.9319**
VR1.3	.9319**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 19:21:22

CORRELATION VARIABLES=VM3.1 VR3.1 / VM3.2 VR3.2 / VM3.3 VR3.3.

Correlations: VM3.1 VR3.1

VM3.1	1.0000	.9510**
VR3.1	.9510**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Correlations: VM3.2 VR3.2

VM3.2	1.0000	.9245**
VR3.2	.9245**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Correlations: VM3.3 VR3.3

VM3.3	1.0000	.9547**
VR3.3	.9547**	1.0000

N of cases: 96 1-tailed Signif: * - .01 ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 19:21:26

PLOT FORMAT=DEFAULT

/VERTICAL=MIN (80) MAX (110)

/HORIZONTAL=MIN (80) MAX (110)

/PLOT=VM1.1 VM1.2 VM1.3 VM3.1 VM3.2 VM3.3 WITH

VR1.1 VR1.2 VR1.3 VR3.1 VR3.2 VR3.3 (PAIR).

PLOT requires 4320 BYTES of workspace for execution.

Page 10

SPSS/PC+

6/21/92

***** P L O T *****

Data Information

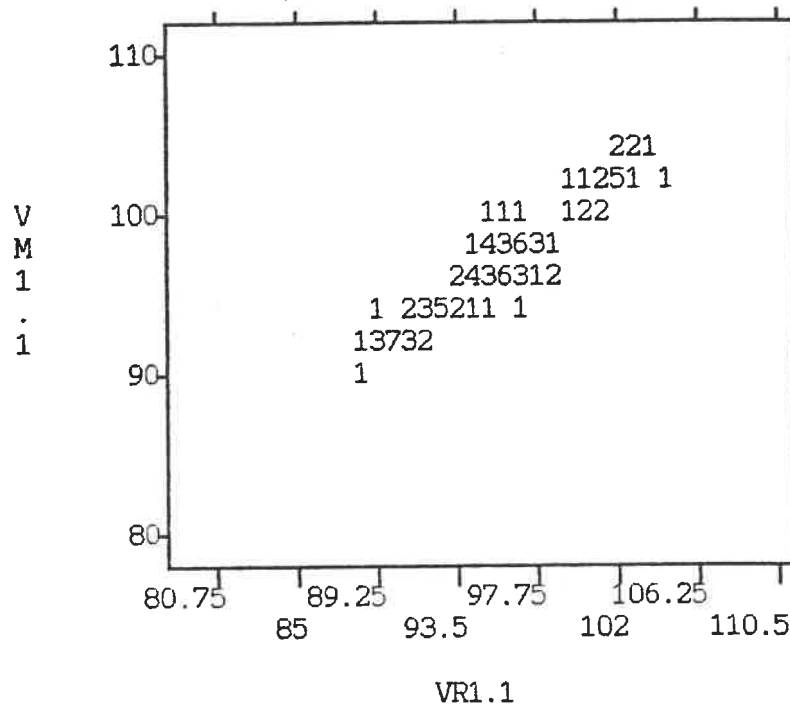
96 unweighted cases accepted.

Page 11

SPSS/PC+

6/21/92

PLOT OF VM1.1 WITH VR1.1

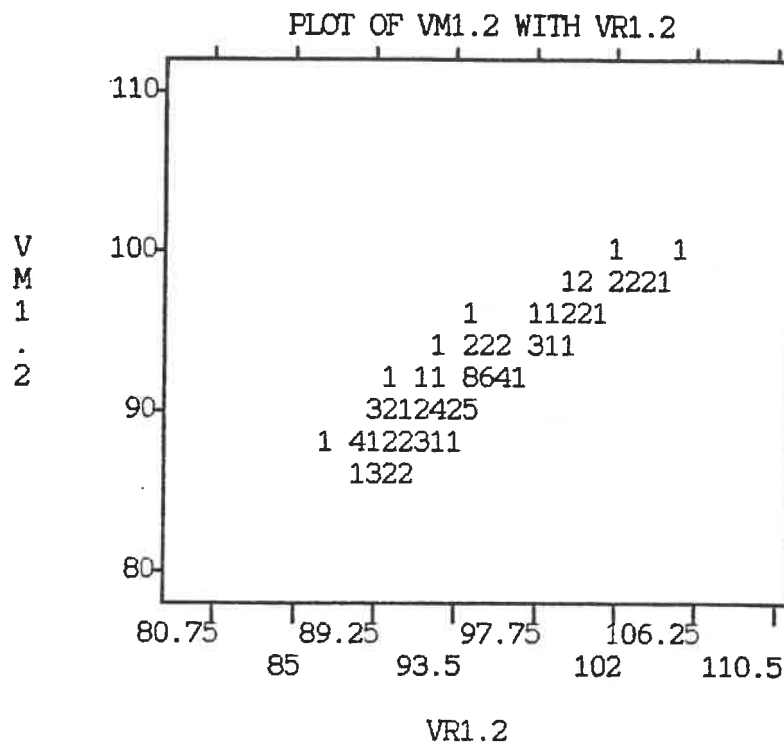


Page 12

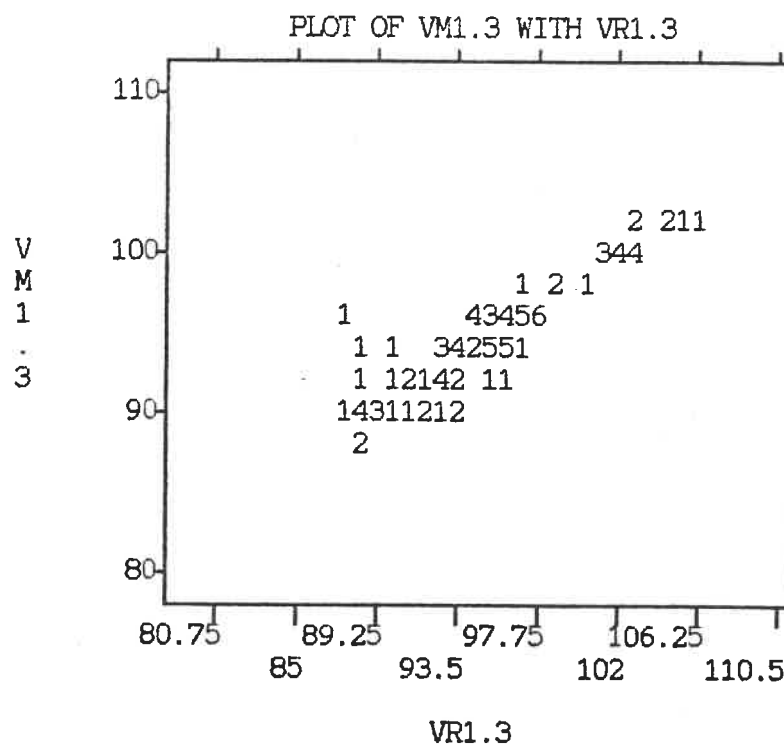
SPSS/PC+

6/21/92

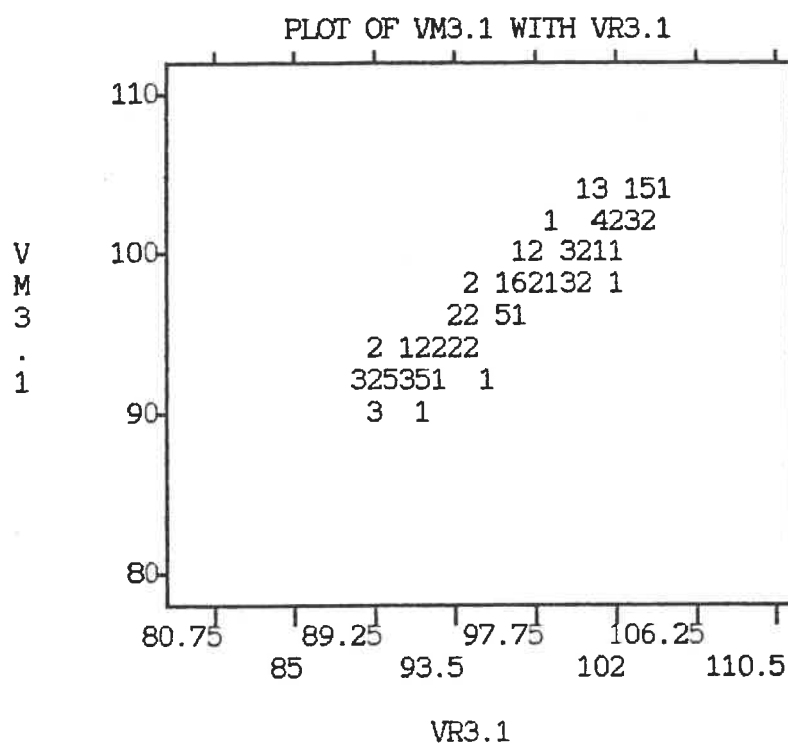
96 cases plotted.



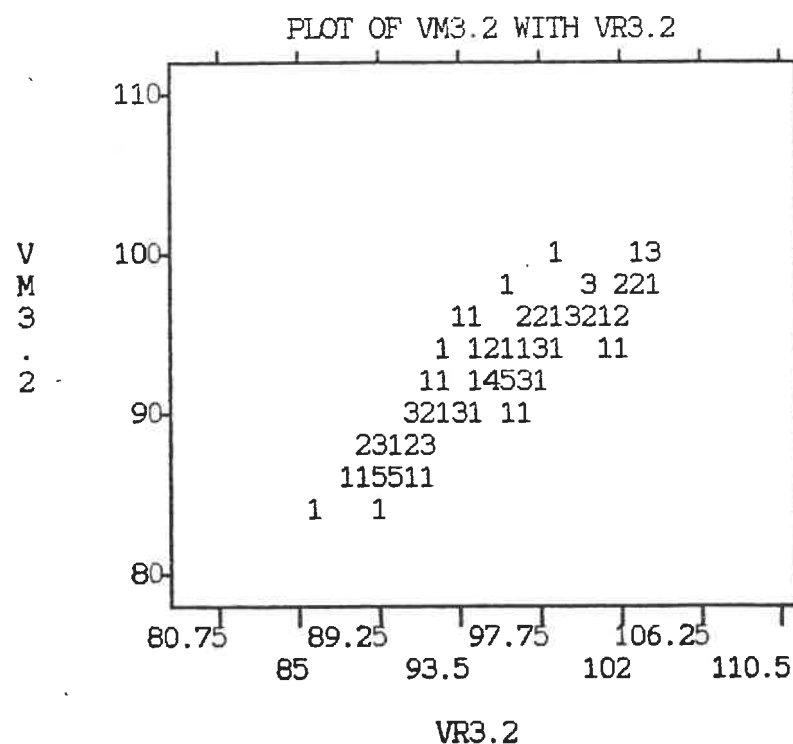
96 cases plotted.



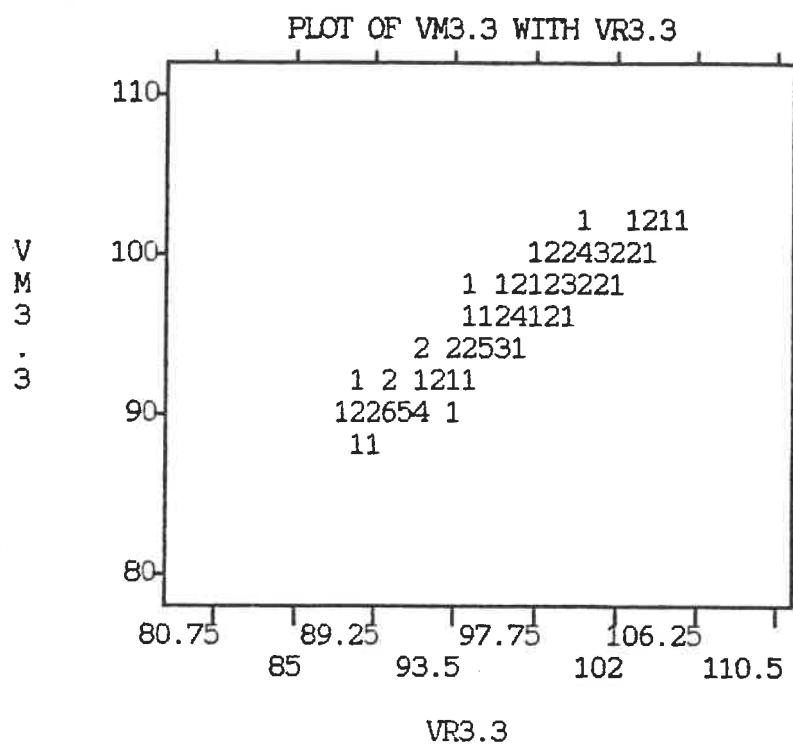
96 cases plotted.



96 cases plotted.



96 cases plotted.



96 cases plotted.

This procedure was completed at 19:22:16

FINISH.

End of Include file.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . ΣΤ

DATA LIST FREE FILE='NEZ033.TXT'
/R V85 Vfree.

COMPUTE A=1/R.
COMPUTE B=1/(R**2).
COMPUTE C=1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A C
/DEPENDENT=V85
/METHOD=ENTER A C Vfree.

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B
/DEPENDENT=V85
/METHOD=ENTER A B Vfree.

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B C
/DEPENDENT=V85
/METHOD=ENTER A B C Vfree.

REGRESSION VARIABLES=V85 A
/DEPENDENT=V85
/METHOD=ENTER A.

FINISH.

```
@NEZ003.RUN
DATA LIST FREE FILE='NEZ033.TXT'
  /R V85 Vfree.
```

```
COMPUTE A=1/R.
COMPUTE B=1/(R**2).
COMPUTE C=1/(R**0.5).
```

```
REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A C
The raw data or transformation pass is proceeding
  7 cases are written to the uncompressed active file.
/DEPENDENT=V85
/METHOD=ENTER A C Vfree.
```

Page 2 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C VFREE

Page 3 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

```
1.. C
2.. VFREE
3.. A
```

```
Multiple R      .65744
R Square        .43223
Adjusted R Square -.13554
Standard Error   1.83853
```

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	7.71972	2.57324
Residual	3	10.14055	3.38018

F = .76127 Signif F = .5860

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	333.98784	939.50087	2.14764	.355	.7457
VFREE	1.03105	1.10060	.44401	.937	.4180
A	-4199.18207	9311.06953	-2.70717	-.451	.6826
(Constant)	-7.21219	92.08365		-.078	.9425

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 16:04:04

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A B Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

- 1.. B
- 2.. VFREE
- 3.. A

Multiple R .67343
 R Square .45350
 Adjusted R Square -.09299
 Standard Error 1.80375

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	8.09970	2.69990
Residual	3	9.76057	3.25352

F = .82984 Signif F = .5591

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	-524531.0215	1053103.222	-1.83712	-.498	.6527
VFREE	.98570	1.08246	.42448	.911	.4296
A	1960.45874	5781.99543	1.26389	.339	.7569
(Constant)	1.52450	92.53281		.016	.9879

End Block Number 1 All requested variables entered.

Page 9

SPSS/PC+

5/27/92

This procedure was completed at 16:04:09

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B C

/DEPENDENT=V85

/METHOD=ENTER A B C Vfree.

Page 10

SPSS/PC+

5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter

A B C VFREE

Page 11

SPSS/PC+

5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
 2.. VFREE
 3.. B

Multiple R .66899
 R Square .44755
 Adjusted R Square -.10491
 Standard Error 1.81356

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	7.99328	2.66443
Residual	3	9.86699	3.28900

F = .81010 Signif F = .5667

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	103.04564	361.24696	.66261	.285	.7940
VFREE	1.00461	1.08727	.43262	.924	.4236
B	-352485.5982	652078.3537	-1.23454	-.541	.6264
(Constant)	-1.52472	91.63290		-.017	.9878

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
A	142.26061	.81250	1.8021E-05	1.971	.1875

End Block Number 1 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

This procedure was completed at 16:04:15

REGRESSION VARIABLES=V85 A
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .43427
 R Square .18859
 Adjusted R Square .02630
 Standard Error 1.70247

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3.36822	3.36822
Residual	5	14.49205	2.89841

F = 1.16209 Signif F = .3303

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-673.60554	624.86387	-.43427	-1.078	.3303
(Constant)	90.46321	1.97591		45.783	.0000

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 16:04:32

FINISH.

End of Include file.

@NEZ003.RUN
 DATA LIST FREE FILE='NEZ033.TXT'
 /R V85 Vfree.

COMPUTE A=1/R.
 COMPUTE B=1/(R**2).
 COMPUTE C=1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A C
 The raw data or transformation pass is proceeding
 6 cases are written to the uncompressed active file.
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A C Vfree.

Page 2 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C VFREE

Page 3 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
 2.. VFREE
 3.. A

Multiple R .78815
 R Square .62118
 Adjusted R Square .05295
 Standard Error 1.80556

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	10.69142	3.56381
Residual	2	6.52008	3.26004

F = 1.09318 Signif F = .5104

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	5662.18552	5139.52131	24.00078	1.102	.3855
VFREE	.63122	1.14552	.25902	.551	.6369
A	-53069.56162	47266.93254	-24.44588	-1.123	.3782
(Constant)	-114.63186	136.26535		-.841	.4888

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 16:08:30

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A B Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. B
 2.. VFREE
 3.. A

Multiple R .83004
 R Square .68896
 Adjusted R Square .22240
 Standard Error 1.63607

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	11.85806	3.95269
Residual	2	5.35344	2.67672

F = 1.47669 Signif F = .4281

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	-4918956.912	3555441.260	-13.68566	-1.384	.3007
VFREE	.67782	1.01072	.27814	.671	.5715
A	28703.08309	21491.16647	13.22174	1.336	.3134
(Constant)	-9.29065	84.35276		-.110	.9224

End Block Number 1 All requested variables entered.

Page 9

SPSS/PC+

5/27/92

This procedure was completed at 16:08:35

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B C
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A B C Vfree.

Page 10

SPSS/PC+

5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter
 A B C VFREE

Page 11

SPSS/PC+

5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
 2.. VFREE
 3.. B

Multiple R .81672
 R Square .66704
 Adjusted R Square .16760
 Standard Error 1.69274

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	11.48074	3.82691
Residual	2	5.73076	2.86538

F = 1.33557 Signif F = .4552

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	1998.42275	1613.18603	8.47088	1.239	.3411
VFREE	.65924	1.05476	.27052	.625	.5958
B	-3209307.616	2454441.691	-8.92902	-1.308	.3211
(Constant)	-46.49955	93.36153		-.498	.6678

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
A	335.14417	.93170	2.5733E-06	2.565	.2366

End Block Number 1 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

This procedure was completed at 16:08:40

REGRESSION VARIABLES=V85 A
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .43340
R Square .18784
Adjusted R Square -.01520
Standard Error 1.86939

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3.23296	3.23296
Residual	4	13.97854	3.49464

F = .92512 Signif F = .3906

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-940.87223	978.20854	-.43340	-.962	.3906
(Constant)	91.41992	3.30701		27.644	.0000

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 16:08:45

FINISH.

End of Include file.

```
@NEZ003.RUN
DATA LIST FREE FILE='NEZ033.TXT'
  /R V85 Vfree.
```

```
COMPUTE A=1/R.
COMPUTE B=1/(R**2).
COMPUTE C=1/(R**0.5).
```

```
REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A C
The raw data or transformation pass is proceeding
  10 cases are written to the uncompressed active file.
  /DEPENDENT=V85
  /METHOD=ENTER A C Vfree.
```

Page 2 SPSS/PC+ 5/27/92

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C VFREE

Page 3 SPSS/PC+ 5/27/92

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

```
1.. C
2.. VFREE
3.. A
```

```
Multiple R      .98287
R Square        .96603
Adjusted R Square .94904
Standard Error   1.39171
```

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	330.45293	110.15098
Residual	6	11.62113	1.93686

F = 56.87103 Signif F = .0001

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	77.71546	530.98029	.14430	.146	.8884
VFREE	.81694	.08151	.88482	10.023	.0001
A	-1699.35216	5401.78650	-.31221	-.315	.7637
(Constant)	17.81681	14.12381		1.261	.2540

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:21:32

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B

/DEPENDENT=V85

/METHOD=ENTER A B Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

- 1.. B
- 2.. VFREE
- 3.. A

Multiple R .98298
 R Square .96626
 Adjusted R Square .94939
 Standard Error 1.38697

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	330.53195	110.17732
Residual	6	11.54211	1.92369

F = 57.27408 Signif F = .0001

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	-150686.1726	602040.2883	-.14707	-.250	.8107
VFREE	.81617	.08111	.88399	10.062	.0001
A	-124.70533	3180.49350	-.02291	-.039	.9700
(Constant)	18.85797	8.51274		2.215	.0686

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:21:37

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B C

/DEPENDENT=V85

/METHOD=ENTER A B C Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter

A B C VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

- 1.. C
- 2.. VFREE
- 3.. B

Multiple R .98300
 R Square .96628
 Adjusted R Square .94943
 Standard Error 1.38645

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	330.54053	110.18018
Residual	6	11.53353	1.92226

F = 57.31817 Signif F = .0001

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-15.33761	197.98409	-.02848	-.077	.9408
VFREE	.81630	.08109	.88413	10.066	.0001
B	-145324.4227	381259.2071	-.14184	-.381	.7162
(Constant)	19.24319	10.27908		1.872	.1104

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
A	16.45598	.42348	2.2328E-05	1.045	.3438

End Block Number 1 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

This procedure was completed at 15:21:50

REGRESSION VARIABLES=V85 A
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number
1.. A

Multiple R .62154
 R Square .38632
 Adjusted R Square .30961
 Standard Error 5.12256

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	132.14890	132.14890
Residual	8	209.92516	26.24065

F = 5.03604 Signif F = .0551

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-3383.08464	1507.53827	-.62154	-2.244	.0551
(Constant)	100.99300	4.25329		23.745	.0000

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:21:55

FINISH.

End of Include file.

@NEZ003.RUN
 DATA LIST FREE FILE='NEZ033.TXT'
 /R V85 Vfree.

COMPUTE A=1/R.
 COMPUTE B=1/(R**2).
 COMPUTE C=1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A C
 The raw data or transformation pass is proceeding
 9 cases are written to the uncompressed active file.
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A C Vfree.

Page 2 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C VFREE

Page 3 SPSS/PC+ 5/27/92

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
 2.. VFREE
 3.. A

Multiple R .98300
 R Square .96629
 Adjusted R Square .94606
 Standard Error 1.49669

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	321.05615	107.01872
Residual	5	11.20041	2.24008

F = 47.77447 Signif F = .0004

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-46.92107	670.08648	-.07840	-.070	.9469
VFREE	.78889	.11403	.83975	6.918	.0010
A	-646.10555	6517.58483	-.10903	-.099	.9249
(Constant)	23.96550	22.62404		1.059	.3379

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:53:44

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A B Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. B
 2.. VFREE
 3.. A

Multiple R .98300
 R Square .96628
 Adjusted R Square .94606
 Standard Error 1.49681

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	321.05436	107.01812
Residual	5	11.20220	2.24044

F = 47.76658 Signif F = .0004

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	-47930.06868	748109.7031	-.04438	-.064	.9514
VFREE	.79285	.11381	.84397	6.967	.0009
A	-830.53065	4261.12724	-.14016	-.195	.8531
(Constant)	22.10578	13.98532		1.581	.1748

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:53:49

REGRESSION VARIABLES=V85 Vfree A B C
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A B C Vfree.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter
 A B C VFREE

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
 2.. VFREE
 3.. B

Multiple R .98308
 R Square .96644
 Adjusted R Square .94631
 Standard Error 1.49328

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	321.10715	107.03572
Residual	5	11.14941	2.22988

F = 48.00063 Signif F = .0004

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-66.40208	267.01663	-.11095	-.249	.8135
VFREE	.79055	.11368	.84152	6.954	.0009
B	-82508.94935	455968.5988	-.07639	-.181	.8635
(Constant)	23.74857	17.35772		1.368	.2295

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
A	18.49427	.52303	2.6838E-05	1.227	.2870

End Block Number 1 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

This procedure was completed at 15:53:54

REGRESSION VARIABLES=V85 A
 /DEPENDENT=V85
 /METHOD=ENTER A.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variable(s) Entered on Step Number
1.. A

Multiple R	.78597
R Square	.61774
Adjusted R Square	.56313
Standard Error	4.25957

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	205.24878	205.24878
Residual	7	127.00777	18.14397

F = 11.31223 Signif F = .0120

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85

Variables in the Equation

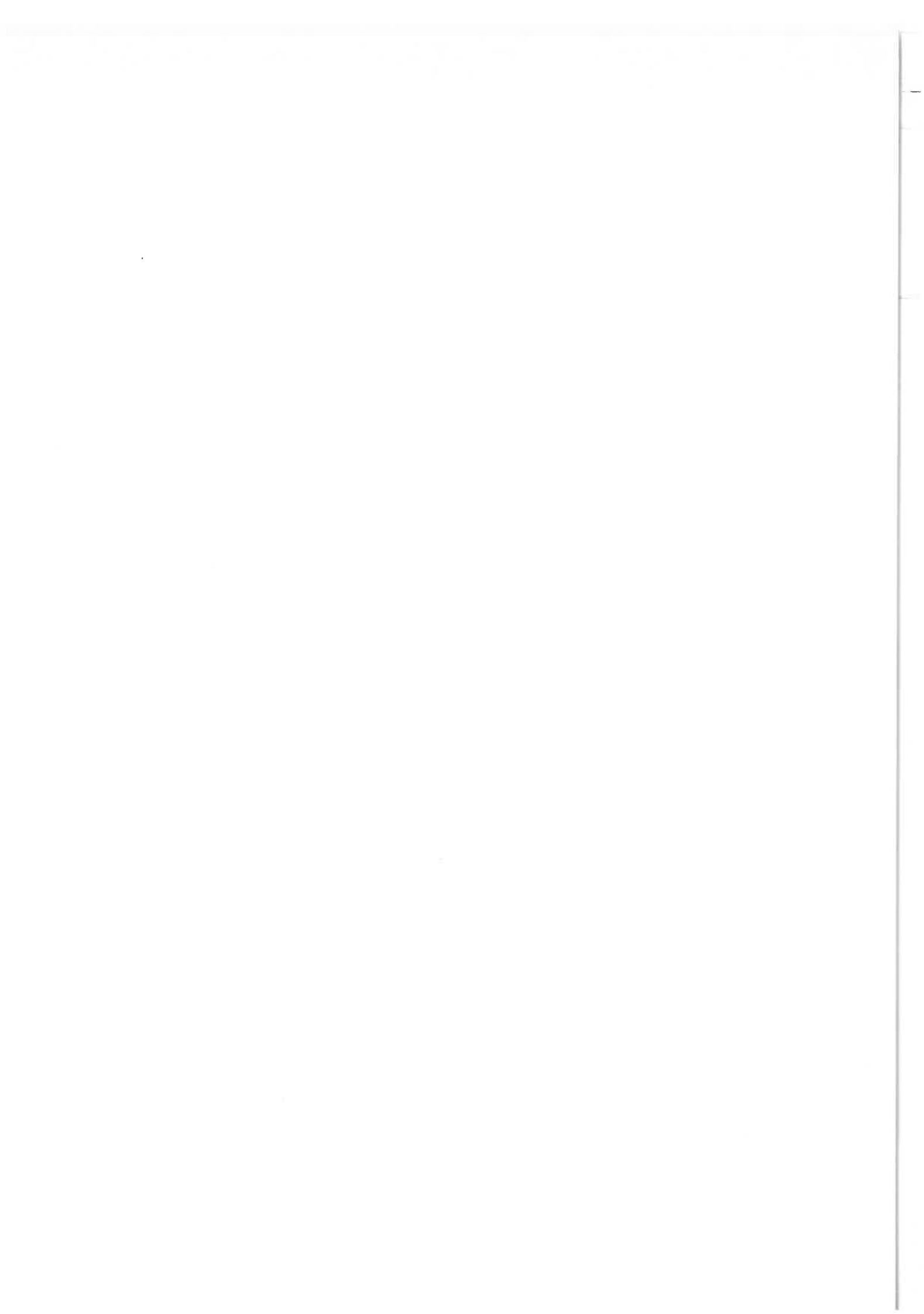
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-4657.46261	1384.76225	-.78597	-3.363	.0120
(Constant)	105.40672	4.09231		25.757	.0000

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:53:59

FINISH.

End of Include file.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Z

```
@SOS.RUN
DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
      /N HORA VERA.
```

```
SELECT IF ( N GE 1100 AND N LE 1200 ).
```

```
VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=HORA
```

```
The raw data or transformation pass is proceeding
```

```
9 cases are written to the uncompressed active file.
```

```
/FORMAT=CONDENSE
```

```
/STATISTICS.
```

```
***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
       There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.
```

```
Page 2 SPSS/PC+ 6/26/92
```

```
HORA HORIZONTAL RADIUS
```

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-1279.00	1	11	11	-323.00	1	11	44	-274.00	1	11	78
-666.00	1	11	22	-278.00	1	11	56	-267.00	1	11	89
-427.00	1	11	33	-276.00	1	11	67	-265.00	1	11	100
Mean	-450.556			Std Dev	337.102			Minimum	-1279.000		
Maximum	-265.000										

```
Valid Cases 9 Missing Cases 0
```

```
Page 3 SPSS/PC+ 6/26/92
```

```
This procedure was completed at 16:55:40
```

```
FINISH.
```

@SOS.RUN
 DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
 /N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 1200 AND N LE 1300).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding
 9 cases are written to the uncompressed active file.
 /FORMAT=CONDENSE
 /STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
 There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-429.00	1	11	11	-276.00	1	11	44	-263.00	1	11	78
-336.00	1	11	22	-271.00	1	11	56	-257.00	2	22	100
-288.00	1	11	33	-265.00	1	11	67				
Mean	-293.556			Std Dev	56.365			Minimum	-429.000		
Maximum	-257.000										

Valid Cases 9 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:00:12

FINISH.

@SDS.RUN
 DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
 /N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 1400 AND N LE 1500).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

9 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
 There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
289.00	1	11	11	314.00	1	11	44	556.00	1	11	78
293.00	1	11	22	348.00	1	11	56	850.00	1	11	89
299.00	1	11	33	418.00	1	11	67	1585.00	1	11	100
Mean	550.222			Std Dev	429.004			Minimum	289.000		
Maximum	1585.000										

Valid Cases 9 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:01:19

FINISH.

```
@SOS.RUN
DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
      /N HORA VERA.
```

```
SELECT IF ( N GE 1500 AND N LE 1600 ).
```

```
VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=HORA
```

```
The raw data or transformation pass is proceeding
```

```
9 cases are written to the uncompressed active file.
```

```
/FORMAT=CONDENSE
```

```
/STATISTICS.
```

```
***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
        There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.
```

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
266.00	1	11	11	275.00	1	11	44	285.00	1	11	78
268.00	1	11	22	276.00	1	11	56	289.00	1	11	89
269.00	1	11	33	283.00	1	11	67	294.00	1	11	100
Mean	278.333			Std Dev	9.925			Minimum	266.000		
Maximum	294.000										

Valid Cases 9 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:02:45

FINISH.

@SDS.RUN

DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'

/N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 1600 AND N LE 1700).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

8 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-7253.00	1	13	13	336.00	1	13	50	885.00	1	13	88
-1523.00	1	13	25	399.00	1	13	63	2227.00	1	13	100
308.00	1	13	38	539.00	1	13	75				
Mean	-510.250			Std Dev	2909.171			Minimum	-7253.000		
Maximum	2227.000										

Valid Cases 8 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:03:30

FINISH.

```
@SOS.RUN
DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
      /N HORA VERA.
```

```
SELECT IF ( N GE 1700 AND N LE 1800 ).
```

```
VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=HORA
```

```
The raw data or transformation pass is proceeding
```

```
9 cases are written to the uncompressed active file.
```

```
/FORMAT=CONDENSE
```

```
/STATISTICS.
```

```
***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.
```

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-1096.00	1	11	11	-634.00	1	11	44	-526.00	1	11	78
-876.00	1	11	22	-610.00	1	11	56	-488.00	1	11	89
-769.00	1	11	33	-527.00	1	11	67	-485.00	1	11	100
Mean	-667.889			Std Dev	208.298			Minimum	-1096.000		
Maximum	-485.000										

Valid Cases 9 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:04:13

FINISH.

@SOS.RUN

DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'

/N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 1900 AND N LE 2000).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

8 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.

There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2 SPSS/PC+ 6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
839.00	1	13	13	920.00	1	13	50	1299.00	1	13	88
847.00	1	13	25	1029.00	1	13	63	1400.00	1	13	100
860.00	1	13	38	1171.00	1	13	75				
Mean	1045.625			Std Dev	219.792			Minimum	839.000		
Maximum	1400.000										

Valid Cases 8 Missing Cases 0

Page 3 SPSS/PC+ 6/26/92

This procedure was completed at 17:04:52

FINISH.

@SOS.RUN

DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'

/N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 2920 AND N LE 3000).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

7 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2 SPSS/PC+ 6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-1436.00	1	14	14	-423.00	1	14	57	-251.00	1	14	100
-958.00	1	14	29	-315.00	1	14	71				
-625.00	1	14	43	-265.00	1	14	86				
Mean	-610.429			Std Dev	442.249			Minimum	-1436.000		
Maximum	-251.000										

Valid Cases 7 Missing Cases 0

Page 3 SPSS/PC+ 6/26/92

This procedure was completed at 17:05:39

FINISH.

@SOS.RUN

DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'

/N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 3000 AND N LE 3080).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

7 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-990.00	1	14	14	-362.00	1	14	57	-251.00	1	14	100
-655.00	1	14	29	-298.00	1	14	71				
-470.00	1	14	43	-263.00	1	14	86				
Mean	-469.857			Std Dev	269.779			Minimum	-990.000		
Maximum	-251.000										

Valid Cases 7 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:06:29

FINISH.

```
@SDS.RUN
DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
      /N HORA VERA.
```

```
SELECT IF ( N GE 3125 AND N LE 3200 ).
```

```
VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=HORA
```

```
The raw data or transformation pass is proceeding
      6 cases are written to the uncompressed active file.
      /FORMAT=CONDENSE
      /STATISTICS.
```

```
***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
      There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.
```

```
-----
Page    2                                SPSS/PC+                                6/26/92
```

```
HORA      HORIZONTAL RADIUS
```

CUM				CUM				CUM			
VALUE	FREQ	PCT	PCT	VALUE	FREQ	PCT	PCT	VALUE	FREQ	PCT	PCT
279.00	1	17	17	350.00	1	17	50	658.00	1	17	83
302.00	1	17	33	450.00	1	17	67	1150.00	1	17	100
Mean	531.500			Std Dev	333.033			Minimum	279.000		
Maximum	1150.000										

```
Valid Cases      6      Missing Cases      0
```

```
-----
Page    3                                SPSS/PC+                                6/26/92
```

```
This procedure was completed at 17:07:15
```

```
FINISH.
```

@SOS.RUN

DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'

/N HORA VERA.

SELECT IF (N GE 3200 AND N LE 3300).

VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.

FREQUENCIES VARIABLES=HORA

The raw data or transformation pass is proceeding

9 cases are written to the uncompressed active file.

/FORMAT=CONDENSE

/STATISTICS.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

CUM				CUM				CUM			
VALUE	FREQ	PCT	PCT	VALUE	FREQ	PCT	PCT	VALUE	FREQ	PCT	PCT
270.00	1	11	11	308.00	1	11	44	562.00	1	11	78
271.00	1	11	22	353.00	1	11	56	811.00	1	11	89
282.00	1	11	33	430.00	1	11	67	1354.00	1	11	100
Mean	515.667			Std Dev	361.232			Minimum	270.000		
Maximum	1354.000										

Valid Cases 9

Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:08:16

FINISH.

```
@SOS.RUN
DATA LIST FREE FILE='FOGROAD.DAT'
      /N HORA VERA.
```

```
SELECT IF ( N GE 3400 AND N LE 3500 ).
```

```
VARIABLE LABELS HORA 'HORIZONTAL RADIUS'.
```

```
FREQUENCIES VARIABLES=HORA
```

```
The raw data or transformation pass is proceeding
```

```
8 cases are written to the uncompressed active file.
```

```
/FORMAT=CONDENSE
```

```
/STATISTICS.
```

```
***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.
```

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

HORA HORIZONTAL RADIUS

VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT	VALUE	FREQ	PCT	CUM PCT
-484.00	1	13	13	-433.00	1	13	50	-425.00	1	13	100
-436.00	1	13	25	-430.00	2	25	75				
-434.00	1	13	38	-428.00	1	13	88				
Mean	-437.500			Std Dev	19.109			Minimum	-484.000		
Maximum	-425.000										

Valid Cases 8 Missing Cases 0

Page 3

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 17:09:00

FINISH.

079.4 74.5 76.0 82.2 83.9 075.1 80.9 70.2 68.9 77.2 089.2 083.0 095.4 086.0 083.5 082.4 72.8 83.4 087.2 081.0 88.9
 064.7 63.6 70.8 91.6 88.0 079.6 77.7 72.7 66.3 64.2 080.2 072.3 096.1 087.5 088.8 093.9 89.7 94.2 095.1 099.2 82.1
 082.8 70.3 78.4 94.6 86.0 087.2 80.0 77.1 63.6 72.1 084.8 073.7 093.4 084.6 075.7 084.1 78.8 76.5 094.7 084.5 84.3
 071.9 79.6 78.5 85.7 84.3 077.1 75.5 73.9 60.1 65.1 091.9 102.4 099.1 087.5 092.1 075.0 88.2 90.5 097.1 093.9 84.3
 084.3 81.1 92.2 94.4 95.6 085.3 95.1 84.6 77.3 84.6 095.1 085.6 097.5 109.9 101.8 088.3 84.4 90.8 091.6 086.6 98.0
 066.8 64.5 71.4 82.5 80.7 071.6 70.8 72.2 61.2 75.1 096.5 085.7 094.3 103.1 082.7 081.4 65.6 86.8 093.5 084.9 81.4
 044.8 37.9 28.2 51.2 49.6 036.0 60.5 32.7 03.4 84.5 118.0 124.4 129.1 025.1 039.6 069.9 66.6 78.9 106.4 078.0 28.7
 044.0 37.6 05.5 49.0 44.9 044.6 45.7 11.3 08.7 46.4 101.0 073.5 058.1 016.3 039.0 062.9 48.3 67.8 095.1 085.3 31.3
 038.6 40.2 29.6 64.4 45.1 047.2 50.6 43.1 30.9 62.7 106.7 090.7 069.7 058.7 068.0 089.1 46.2 88.5 104.2 080.8 19.6
 082.4 87.5 51.2 78.6 65.4 072.7 67.1 25.7 08.3 81.9 090.4 104.1 043.0 025.9 063.8 073.8 55.2 76.8 098.7 089.0 36.4
 070.5 45.4 45.8 66.9 50.9 044.3 84.0 51.7 42.9 66.7 072.1 074.5 059.2 075.3 050.2 054.8 63.6 55.9 098.2 096.4 61.1
 058.6 46.0 48.6 63.0 56.9 060.3 57.5 70.3 56.3 65.9 073.1 114.4 088.1 058.3 059.9 055.9 53.9 74.6 100.7 110.6 50.8
 077.4 55.2 39.1 65.2 60.3 070.7 61.5 21.0 15.2 33.7 093.2 110.9 099.4 039.7 071.7 115.2 11.3 97.9 117.2 120.3 20.1
 058.1 53.1 45.4 52.0 57.3 069.3 67.7 43.9 37.7 46.6 087.9 105.4 110.6 056.8 075.2 106.1 34.6 99.8 101.4 105.8 44.2
 071.1 65.2 42.0 75.2 66.5 062.7 69.7 29.5 20.3 34.8 090.1 096.2 083.4 042.6 050.5 077.6 66.4 78.9 105.5 089.2 22.6
 061.5 57.6 46.4 57.2 56.9 052.6 58.1 33.2 12.3 36.3 118.0 127.1 121.9 063.3 075.7 094.8 42.6 95.4 100.7 119.6 39.0
 083.5 66.3 46.5 69.0 52.5 054.5 69.2 30.1 31.0 59.0 115.9 120.1 115.3 080.9 085.4 120.4 50.3 98.7 108.1 124.2 59.7
 057.0 64.9 48.7 52.8 61.5 071.7 80.8 29.9 24.8 61.8 120.6 116.3 107.2 065.0 062.4 085.4 57.0 87.8 106.0 131.8 29.9
 063.7 48.5 43.3 64.8 65.6 055.2 48.3 48.0 61.7 64.1 102.6 101.1 112.3 061.8 079.0 091.4 58.5 90.6 111.4 110.2 78.2
 070.8 60.3 49.3 81.4 75.7 058.0 58.2 57.5 53.7 76.7 087.6 100.4 099.9 067.2 079.8 082.4 58.2 85.6 101.6 114.3 65.5
 042.8 57.0 43.8 55.4 51.5 044.8 49.2 52.7 77.2 78.1 107.9 100.9 104.8 062.1 088.2 093.3 60.5 90.5 077.9 080.8 54.5
 082.1 70.3 40.2 71.0 83.7 075.7 71.3 73.8 72.0 78.3 091.4 093.6 099.0 044.2 069.1 088.8 85.6 88.7 085.4 098.8 22.9
 041.4 65.8 32.7 61.5 74.2 069.5 63.8 41.2 51.5 30.3 100.2 120.3 113.3 047.3 084.1 120.2 26.3 96.5 104.7 112.8 48.8
 039.2 31.6 50.6 67.7 66.4 058.7 65.5 62.7 97.6 95.5 088.3 081.9 087.9 039.5 090.1 088.8 66.7 80.8 115.9 109.8 43.3
 075.0 56.3 49.6 68.7 78.0 070.9 73.4 46.5 28.7 61.0 096.8 086.5 072.8 039.5 077.6 083.2 66.4 86.7 109.8 095.3 49.5
 076.5 60.8 46.1 57.9 66.9 068.0 66.5 47.4 26.4 57.4 090.8 082.8 089.7 054.1 068.9 081.4 46.7 80.9 108.1 088.2 33.3
 068.0 57.6 39.8 60.8 71.0 062.8 65.3 36.4 22.6 61.1 098.1 088.8 087.7 047.2 065.7 070.0 38.0 78.6 095.0 081.9 77.9
 051.5 42.7 29.3 30.4 24.9 029.8 24.1 14.0 42.6 56.3 105.4 089.3 058.4 031.8 045.8 056.4 44.7 60.5 110.3 091.5 55.1
 078.4 61.8 43.7 66.0 80.4 072.8 73.6 48.9 33.7 67.1 105.2 088.2 084.7 041.8 058.0 071.5 53.7 76.5 105.0 094.5 94.2
 089.9 73.7 38.9 66.5 72.8 082.4 77.5 52.2 37.9 62.4 095.8 114.8 109.9 055.2 083.6 091.7 35.5 90.7 095.0 091.1 82.3
 071.3 59.2 40.1 63.9 92.5 107.8 73.1 65.9 51.8 76.8 115.7 097.3 097.9 039.3 095.3 117.8 57.9 99.0 102.2 072.8 55.5
 085.3 93.0 63.4 99.8 91.3 097.2 99.2 82.9 74.0 99.3 149.3 105.9 128.3 064.9 089.9 136.8 49.8 97.8 138.9 106.3 65.4
 087.8 86.7 73.5 92.3 99.5 099.1 97.0 88.1 32.3 57.2 122.9 104.0 130.1 056.8 106.3 133.6 28.8 98.7 133.8 079.2 42.1
 097.6 66.8 56.5 85.9 82.8 084.7 99.0 72.1 67.5 79.4 127.8 105.7 110.6 065.2 115.1 127.7 49.4 89.7 137.9 130.7 42.7
 058.6 80.1 62.7 79.4 85.7 089.8 94.5 72.4 62.2 91.7 118.4 098.3 098.0 052.8 082.8 116.5 33.0 58.9 133.1 136.4 28.6
 113.2 49.7 71.4 95.9 90.2 056.4 65.6 39.0 22.2 36.2 092.4 077.6 118.7 004.0 064.3 114.9 37.0 89.0 128.6 119.5 45.7
 050.3 61.9 31.9 43.2 51.3 055.1 57.8 46.4 54.9 52.1 073.1 080.1 079.0 038.0 051.6 079.5 56.3 78.9 080.2 066.6 32.5
 051.3 47.8 37.6 43.1 54.6 054.2 29.5 31.4 42.1 55.6 064.3 074.4 084.3 041.7 041.3 075.2 60.4 78.0 070.6 074.4 48.2
 044.0 52.9 31.8 41.6 48.0 071.5 62.0 36.0 17.3 51.8 085.5 071.9 070.2 029.0 050.6 055.2 34.4 71.3 065.6 070.8 56.4
 041.9 65.3 42.3 39.4 62.8 056.5 67.7 39.1 41.6 36.2 056.8 097.5 071.3 041.6 062.0 070.5 67.4 67.9 072.9 097.0 61.5
 066.4 48.9 48.2 46.2 67.2 062.7 62.5 47.9 28.6 58.2 082.3 097.6 085.3 037.8 075.4 087.5 34.5 68.9 071.3 073.7 45.7
 042.8 55.8 44.6 55.2 56.0 066.0 68.9 37.9 63.1 56.3 084.4 101.4 087.8 055.9 101.3 087.5 46.5 89.0 095.9 089.6 59.9

LP01 LP02 LP03 LP04 LP05 LP06 LP07 LP08 LP09 LP10 LP11 LP12 LP13 LP14 LP15 LP16 LP26 LP27 LP28 LP29 LP31

DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS.TXT'

/LP01 LP02 LP03 LP04 LP05 LP06 LP07 LP08
LP09 LP10 LP11 LP12 LP13 LP14 LP15 LP16
LP26 LP27 LP28 LP29 LP31.

FREQUENCIES VARIABLES = LP08 LP09 LP11 LP12 LP13 LP14 LP16
LP26 LP27 LP28 LP29 LP31

/FORMAT=NOTABLE
/STATISTICS
/PERCENTILES=85.

FINISH.

@LAPOS.RUN

DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS.TXT'

/LP01 LP02 LP03 LP04 LP05 LP06 LP07 LP08
 LP09 LP10 LP11 LP12 LP13 LP14 LP15 LP16
 LP26 LP27 LP28 LP29 LP31.

FREQUENCIES VARIABLES = LP08 LP09 LP11 LP12 LP13 LP14 LP16

The raw data or transformation pass is proceeding

42 cases are written to the uncompressed active file.

LP26 LP27 LP28 LP29 LP31

/FORMAT=NOTABLE

/STATISTICS

/PERCENTILES=85.

***** Memory allows a total of 11510 Values, accumulated across all Variables.
 There also may be up to 1439 Value Labels for each Variable.

Page 2

SPSS/PC+

6/26/92

LP08

Mean	50.321	Std Dev	19.906	Minimum	11.300
Maximum	88.100				

Percentile Value

85.00 73.305

Valid Cases 42 Missing Cases 0

LP09

Mean	44.105	Std Dev	22.578	Minimum	3.400
Maximum	97.600				

Percentile Value

85.00 68.270

LP09

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP11

Mean	96.850	Std Dev	18.003	Minimum	56.800
Maximum	149.300				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	118.000
-------	---------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP12

Mean	95.729	Std Dev	15.249	Minimum	71.900
Maximum	127.100				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	114.620
-------	---------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP13

Mean	93.874	Std Dev	20.226	Minimum	43.000
Maximum	130.100				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	114.400
-------	---------

LP13

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP14

Mean	54.410	Std Dev	22.372	Minimum	4.000
Maximum	109.900				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	82.935
-------	--------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP16

Mean	88.876	Std Dev	21.355	Minimum	54.800
Maximum	136.800				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	117.215
-------	---------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP26

Mean	54.088	Std Dev	17.591	Minimum	11.300
Maximum	89.700				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	70.370
-------	--------

LP26

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP27

Mean	83.736	Std Dev	11.426	Minimum	55.900
Maximum	99.800				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	97.215
-------	--------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP28

Mean	101.250	Std Dev	17.297	Minimum	65.600
Maximum	138.900				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	116.615
-------	---------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP29

Mean	96.364	Std Dev	17.978	Minimum	66.600
Maximum	136.400				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	119.555
-------	---------

LP29

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

LP31

Mean	53.621	Std Dev	21.722	Minimum	19.600
Maximum	98.000				

Percentile	Value
------------	-------

85.00	82.210
-------	--------

Valid Cases	42	Missing Cases	0
-------------	----	---------------	---

This procedure was completed at 16:34:40

FINISH.

R	LPM	LP85	DC
0450	0.503	0.733	3.881
0293	0.441	0.683	5.960
0550	0.968	1.180	3.175
0278	0.957	1.146	6.282
0510	0.939	1.144	3.424
0667	0.544	0.829	2.618
1045	0.889	1.172	1.670
0610	0.541	0.704	2.861
0469	0.837	0.972	3.717
0531	1.012	1.166	3.286
0515	0.964	1.195	3.386
0437	0.536	0.822	3.992

LAP0S2.TXT

```
@LAPOS1.RUN
DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS2.TXT'
      /R LPM LP85 DC.

VARIABLE LABELS R 'RADIUS OF 100 M'
      /LPM 'MEAN LATERAL POSITION AT 100 M'
      /LP85 '85% LATERAL POSITION AT 100 M'.

SELECT IF ( R LE 600 ).

COMPUTE A = 1/R.
COMPUTE B = 1/(R**2).
COMPUTE C = 1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES = A B C LPM LP85 DC
The raw data or transformation pass is proceeding
  9 cases are written to the uncompressed active file.
  /DEPENDENT = LPM
  /METHOD = ENTER A
  /METHOD = ENTER B
  /METHOD = ENTER C
  /METHOD = ENTER DC
  /DEPENDENT = LPM
  /METHOD = ENTER A B
  /DEPENDENT = LPM
  /METHOD = ENTER A C.
```

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .36112
 R Square .13041
 Adjusted R Square .00618
 Standard Error .23166

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.05633	.05633
Residual	7	.37565	.05366

F = 1.04975 Signif F = .3397

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-125.61102	122.59863	-.36112	-1.025	.3397
(Constant)	1.09190	.29968		3.644	.0082

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
B	12.87799	.85288	3.8142E-03	4.001	.0071
C	-22.00686	-.81820	1.2020E-03	-3.486	.0130
DC	3.50302	.00774	4.2479E-06	.019	.9855

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 2. Method: Enter B

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number
2.. B

Multiple R .87347
 R Square .76296
 Adjusted R Square .68394
 Standard Error .13064

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.32959	.16479
Residual	6	.10240	.01707

F = 9.65601 Signif F = .0133

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-4596.51241	1119.47297	-13.21453	-4.106	.0063
B	819136.73650	204712.8508	12.87799	4.001	.0071
(Constant)	6.75713	1.42586		4.739	.0032

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
C	169.14354	.86564	2.5551E-06	3.866	.0118
DC	-153.29503	-.60642	3.7095E-06	-1.705	.1488

End Block Number 2 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 3. Method: Enter C

End Block Number 3 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 4. Method: Enter DC

End Block Number 4 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. B
2.. AMultiple R .87347
R Square .76296
Adjusted R Square .68394
Standard Error .13064

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.32959	.16479
Residual	6	.10240	.01707

F = 9.65601 Signif F = .0133

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	819136.73650	204712.8508	12.87799	4.001	.0071
A	-4596.51241	1119.47297	-13.21453	-4.106	.0063
(Constant)	6.75713	1.42586		4.739	.0032

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
2.. A

Multiple R .84413
R Square .71255
Adjusted R Square .61674
Standard Error .14386

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.30781	.15391
Residual	6	.12417	.02070

F = 7.43675 Signif F = .0238

Page 15

SPSS/PC+

6/26/92

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Equation Number 3 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-790.34078	226.72562	-22.00686	-3.486	.0130
A	7524.60313	2195.94252	21.63251	3.427	.0140
(Constant)	21.12911	5.75110		3.674	.0104

End Block Number 1 All requested variables entered.

Page 16

SPSS/PC+

6/26/92

This procedure was completed at 15:36:25

FINISH.

End of Include file.

@LAPOS1.RUN

DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS2.TXT'

/R LPM LP85 DC.

VARIABLE LABELS R 'RADIUS OF 100 M'

/LPM 'MEAN LATERAL POSITION AT 100 M'

/LP85 '85% LATERAL POSITION AT 100 M'.

SELECT IF (R LE 600).

COMPUTE A = 1/R.

COMPUTE B = 1/(R**2).

COMPUTE C = 1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES = A B C LPM LP85 DC

The raw data or transformation pass is proceeding

9 cases are written to the uncompressed active file.

/DEPENDENT = LP85

/METHOD = ENTER A

/METHOD = ENTER B

/METHOD = ENTER C

/METHOD = ENTER DC

/DEPENDENT = LP85

/METHOD = ENTER A B

/DEPENDENT = LP85

/METHOD = ENTER A C.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .37265
 R Square .13887
 Adjusted R Square .01585
 Standard Error .20574

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.04778	.04778
Residual	7	.29631	.04233

F = 1.12882 Signif F = .3233

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable... LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-115.68569	108.88466	-.37265	-1.062	.3233
(Constant)	1.27779	.26616		4.801	.0020

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
B	13.00956	.86582	3.8142E-03	4.239	.0054
C	-22.29496	-.83297	1.2020E-03	-3.687	.0102
DC	22.33770	.04961	4.2479E-06	.122	.9071

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 2. Method: Enter B

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

2.. B

Multiple R .88567
 R Square .78441
 Adjusted R Square .71255
 Standard Error .11119

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.26991	.13495
Residual	6	.07418	.01236

F = 10.91523 Signif F = .0100

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-4146.69089	952.84173	-13.35738	-4.352	.0048
B	738541.10456	174241.7651	13.00956	4.239	.0054
(Constant)	6.38561	1.21363		5.262	.0019

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
C	158.62144	.85121	2.5551E-06	3.627	.0151
DC	-133.33423	-.55308	3.7095E-06	-1.484	.1978

End Block Number 2 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 3. Method: Enter C

End Block Number 3 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 4. Method: Enter DC

End Block Number 4 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. B

2.. A

Multiple R	.88567
R Square	.78441
Adjusted R Square	.71255
Standard Error	.11119

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.26991	.13495
Residual	6	.07418	.01236

F = 10.91523 Signif F = .0100

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	738541.10456	174241.7651	13.00956	4.239	.0054
A	-4146.69089	952.84173	-13.35738	-4.352	.0048
(Constant)	6.38561	1.21363		5.262	.0019

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
2.. A

Multiple R .85811
R Square .73636
Adjusted R Square .64847
Standard Error .12296

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.25337	.12669
Residual	6	.09072	.01512

F = 8.37897 Signif F = .0183

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-714.60642	193.79187	-22.29496	-3.687	.0102
A	6801.44716	1876.96398	21.90891	3.624	.0110
(Constant)	19.39494	4.91571		3.946	.0076

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:41:19

FINISH.

End of Include file.

@LAPOS1.RUN

DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS2.TXT'

/R LPM LP85 DC.

VARIABLE LABELS R 'RADIUS OF 100 M'

/LPM 'MEAN LATERAL POSITION AT 100 M'

/LP85 '85% LATERAL POSITION AT 100 M'.

SELECT IF (R LE 500).

COMPUTE A = 1/R.

COMPUTE B = 1/(R**2).

COMPUTE C = 1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES = A B C LPM LP85 DC

The raw data or transformation pass is proceeding

5 cases are written to the uncompressed active file.

/DEPENDENT = LPM

/METHOD = ENTER A

/METHOD = ENTER B

/METHOD = ENTER C

/METHOD = ENTER DC

/DEPENDENT = LPM

/METHOD = ENTER A B

/DEPENDENT = LPM

/METHOD = ENTER A C.

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .21069
 R Square .04439
 Adjusted R Square -.27415
 Standard Error .25702

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00921	.00921
Residual	3	.19818	.06606

F = .13935 Signif F = .7337

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	67.36418	180.45607	.21069	.373	.7337
(Constant)	.47086	.50598		.931	.4207

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
B	34.32367	.95335	7.3723E-04	4.466	.0466
C	-66.04325	-.93506	1.9156E-04	-3.730	.0649
DC	-243.92197	-.47611	3.6408E-06	-.766	.5239

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 2. Method: Enter B

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number
2.. B

Multiple R .95547
 R Square .91293
 Adjusted R Square .82585
 Standard Error .09502

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.18933	.09467
Residual	2	.01806	.00903

F = 10.48448 Signif F = .0871

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-10903.10356	2457.08687	-34.10033	-4.437	.0472
B	1916057.1431	428986.5525	34.32367	4.466	.0466
(Constant)	15.36295	3.33944		4.600	.0441

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
C	66.30439	.35337	1.0886E-06	.378	.7701
DC	-119.98733	-.74664	3.2322E-06	-1.122	.4633

End Block Number 2 All requested variables entered.

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 3. Method: Enter C

End Block Number 3 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Equation Number 1 Dependent Variable.. LPM MEAN LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 4. Method: Enter DC

End Block Number 4 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
No variables entered for this block.

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Equation Number 2 Dependent

```
@LAPOS1.RUN
DATA LIST FREE FILE = 'LAPOS2.TXT'
  /R LPM LP85 DC.

VARIABLE LABELS R 'RADIUS OF 100 M'
  /LPM 'MEAN LATERAL POSITION AT 100 M'
  /LP85 '85% LATERAL POSITION AT 100 M'.

SELECT IF ( R LE 500 ).

COMPUTE A = 1/R.
COMPUTE B = 1/(R**2).
COMPUTE C = 1/(R**0.5).

REGRESSION VARIABLES = A B C LPM LP85 DC
The raw data or transformation pass is proceeding
  5 cases are written to the uncompressed active file.
  /DEPENDENT = LP85
  /METHOD = ENTER A
  /METHOD = ENTER B
  /METHOD = ENTER C
  /METHOD = ENTER DC
  /DEPENDENT = LP85
  /METHOD = ENTER A B
  /DEPENDENT = LP85
  /METHOD = ENTER A C.
```

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. A

Multiple R .26288
 R Square .06911
 Adjusted R Square -.24119
 Standard Error .21036

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00986	.00986
Residual	3	.13276	.04425

F = .22271 Signif F = .6692

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	69.70076	147.69670	.26288	.472	.6692
(Constant)	.68088	.41412		1.644	.1987

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
B	31.73705	.89313	7.3723E-04	2.808	.1069
C	-59.58590	-.85476	1.9156E-04	-2.329	.1452
DC	-230.15651	-.45517	3.6408E-06	-.723	.5448

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 2. Method: Enter B

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

2.. B

Multiple R .90093
 R Square .81167
 Adjusted R Square .62334
 Standard Error .11589

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.11576	.05788
Residual	2	.02686	.01343

F = 4.30982 Signif F = .1883

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
A	-8342.07423	2996.57977	-31.46247	-2.784	.1084
B	1469166.3062	523177.4417	31.73705	2.808	.1069
(Constant)	12.09962	4.07266		2.971	.0971

Variables not in the Equation

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
C	175.96670	.63768	1.0886E-06	.828	.5598
DC	-115.93010	-.49052	3.2322E-06	-.563	.6736

End Block Number 2 All requested variables entered.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 3. Method: Enter C

End Block Number 3 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
 No variables entered for this block.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 4. Method: Enter DC

End Block Number 4 Tolerance = 1.00E-04 Limits reached.
 No variables entered for this block.

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A B

* * * * * MULTIPLE REGRESSION * * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. B
 2.. A

Multiple R .90093
 R Square .81167
 Adjusted R Square .62334
 Standard Error .11589

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.11576	.05788
Residual	2	.02686	.01343

F = 4.30982 Signif F = .1883

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 2 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
B	1469166.3062	523177.4417	31.73705	2.808	.1069
A	-8342.07423	2996.57977	-31.46247	-2.784	.1084
(Constant)	12.09962	4.07266		2.971	.0971

End Block Number 1 All requested variables entered.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Beginning Block Number 1. Method: Enter A C

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variable(s) Entered on Step Number

1.. C
2.. A

Multiple R .86558
R Square .74923
Adjusted R Square .49846
Standard Error .13372

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.10685	.05343
Residual	2	.03576	.01788

F = 2.98771 Signif F = .2508

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 3 Dependent Variable.. LP85 85% LATERAL POSITION AT 100

Variables in the Equation

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
C	-1678.74361	720.79733	-59.58590	-2.329	.1452
A	15867.00800	6783.49422	59.84307	2.339	.1443
(Constant)	44.68860	18.89730		2.365	.1418

End Block Number 1 All requested variables entered.

This procedure was completed at 15:57:25

FINISH.

End of Include file.

