



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

«ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ»

ΧΡΙΣΤΟΣ ΛΟΥΚΑ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 10750/1
Ημερ. Εισ.: 25-09-2012
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜ
2012
ΛΟΥ

©2012 Χρίστος Λουκά

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ.202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

Πρώτος εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Ζηλιασκόπουλος Θανάσης
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας

Δεύτερος εξεταστής Δρ. Λυμπερόπουλος Γιώργος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας

Τρίτος εξεταστής Δρ. Σαχαρίδης Γιώργος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, Καθηγητή κ. Θανάση Ζηλιασκόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου.

Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής μου εργασίας, Καθηγητές κκ. Λυμπερόπουλο Γιώργο και Σαχαρίδη Γιώργο για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Οφείλω θερμές ευχαριστίες στο Καθηγητή του Ευρωπαϊκού Πανεπιστημίου Κύπρου κ. Γιώργο Μπούστρα, όπως επίσης και στο Διδάκτορα κ. Ευάγγελο Κατσαρό, για την καθοδήγηση και την αμέριστη βοήθεια τους για την εκπλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για την κατανόηση και την συμπαράσταση τους, ιδιαίτερα κατά την διάρκεια των τελευταίων μηνών. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Λάμπρο και Ειρήνη Λουκά για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Χρίστος Λουκά

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

Χρίστος Λουκά

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Θανάσης Ζηλιασκόπουλος, Καθηγητής
Βελτιστοποίησης συστημάτων παραγωγής/ μεταφορών

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Εργαστήριο Βελτιστοποίησης Συστημάτων

Ιούλιος 2012

Πίνακας Περιεχομένων

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 9 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ..... | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ | 17 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | 20 |
| 3.1 Πείραμα 1..... | 20 |
| 3.2 Πείραμα 2..... | 23 |
| 3.3 Πείραμα 3..... | 26 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 31 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 35 |

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 3-1-1: Μετρήσεις πειράματος 1 | 20 |
| Πίνακας 3-1-2: Μετρήσεις πειράματος 1 | 21 |
| Πίνακας 3-1-3: Μετρήσεις πειράματος 1 | 21 |
| Πίνακας 3-1-4: Μετρήσεις πειράματος 1 | 22 |
| Πίνακας 3-2-1: Μετρήσεις πειράματος 2 | 23 |
| Πίνακας 3-2-2: Μετρήσεις πειράματος 2 | 24 |
| Πίνακας 3-2-3: Μετρήσεις πειράματος 2 | 24 |
| Πίνακας 3-2-3: Μετρήσεις πειράματος 2 | 25 |
| Πίνακας 3-3-1: Μετρήσεις πειράματος 3 | 26 |
| Πίνακας 3-3-2: Μετρήσεις πειράματος 3 | 27 |
| Πίνακας 3-3-3: Μετρήσεις πειράματος 3 | 27 |
| Πίνακας 3-3-4: Μετρήσεις πειράματος 3 | 28 |
| Πίνακας 3-3-5: Μετρήσεις πειράματος 3 | 28 |
| Πίνακας 3-3-6: Μετρήσεις πειράματος 3 | 29 |
| Πίνακας 3-3-7: Μετρήσεις πειράματος 3 | 29 |

Κατάλογος Σχημάτων

| | |
|-----------------------------------|----|
| Σχήμα 1: Πειραματική διάταξη..... | 14 |
| Σχήμα 2: Πειραματική διάταξη..... | 14 |

Κατάλογος Διαγραμμάτων

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 1: Διάγραμμα μέσου όρου ταχύτητας πειράματος 1..... | 31 |
| Διάγραμμα 2: Διάγραμμα μέσου όρου ταχύτητας πειράματος 2..... | 32 |
| Διάγραμμα 3: Διάγραμμα μέσου όρου ταχύτητας πειράματος 3..... | 33 |

Περίληψη

Μια σειρά από πειράματα, με βάση διαφορετικά σενάρια, που αποσκοπούν στη συλλογή δεδομένων σχετικά με τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας των προσώπων σε κεκλιμένες επιφάνειες κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στην Επαρχία Πάφο, της Κύπρου. Πολυσύχναστοι δρόμοι, με κλίση, επιλέχθηκαν για τα πειράματα. Με τη χρήση των καμερών, συλλέχθηκαν πληροφορίες για την ταχύτητα και την κόπωση των ανθρώπων σε διάφορες επιφάνειες, που κυμαίνονται από επίπεδους σε κεκλιμένους δρόμους.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν και τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας παρουσιάζεται στην εργασία αυτή. Αυτό το πείραμα είναι το πρώτο μέρος μιας σειράς πειραμάτων που αποσκοπούν στη διερεύνηση της ανθρώπινης αντίδρασης και την απόδοση σε διάφορα σενάρια. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης θα χρησιμοποιηθούν σε μοντέλα εκκένωσης και θα οδηγήσουν σε αυξημένη ασφάλεια στο δομημένο περιβάλλον.

Τέτοιου είδους έρευνα είναι πρωτοποριακή, αφού οι μετρήσεις και κατ' επέκταση τα μοντέλα περιγραφής είναι βασισμένα σε μετρήσεις που έχουν διεξαχθεί σε ευθεία, μη κεκλιμένα επίπεδα.

Abstract

A number of experiments, based on different scenarios, aiming at collecting data regarding the movement characteristics of people in inclined surfaces were performed over a period of time. The experiments took place in Paphos, CY. Busy streets, of various inclinations, were chosen for the experiments. The research team, with the use of cameras, collected information on the speed and fatigue of people in various surfaces, ranging from flat to inclined streets.

The collected data was analyzed and the findings of this work are presented in this report. This experiment is the first in a series of experiments aiming at researching the human reaction and performance in various scenarios. It is anticipated that the results of this study will be used in evacuation models and will lead to increased safety in the built environment.

Such research is groundbreaking because the measurements and thus the description models are based on measurements carried out on straight, non-ramps.

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Παρά την αυξημένη πολυπλοκότητα και την ικανότητα των κτιρίων κατά τις τελευταίες δεκαετίες, οι θεμελιώδεις υπολογισμοί σχεδιασμού βασίζονται σε ξεπερασμένα δεδομένα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ανάπτυξη των κτιρίων και ορόσημων κατασκευών είναι άνευ προηγουμένου. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά αυτής της εποχής είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, καθιστώντας την ετοιμότητα εκκένωσης και μοντελοποίησης υψίστης σημασίας.

Όπως προαναφέρθηκε, παρά την πρόοδο της κατασκευής των τεχνολογιών περιβάλλοντος, τα υφιστάμενα δεδομένα σχετικά με τα χαρακτηριστικά κίνησης πεζών περιορίζεται στη φύση και επικεντρώνεται στην κίνηση των ανθρώπων σε επίπεδες επιφάνειες και σκάλες. Τα στοιχεία αυτά είναι σημαντικά και υπήρξε, κατά τη διάρκεια των ετών, η βάση για τη σχεδίαση των μέσων διαφυγής για πολλά μεγάλα κτίρια. Από την άλλη πλευρά όμως, οι νέες μεγάλες τεχνητές κατασκευές που είναι ριζοσπαστικές στη φύση και προϋποθέτουν μια νέα προσέγγιση και ανάγκη νέων δεδομένων. Ενώ κατά το παρελθόν, το περπάτημα σε κεκλιμένες επιφάνειες περιορίστηκε σε εξωτερικούς χώρους, στις μέρες μας τα κτίρια λόγω του μεγάλου όγκου τους, κάνουν χρήση και των κεκλιμένων επιφανειών συνεπώς, χρειάζονται νέα δεδομένα για το σχεδιασμό τους.

Υπάρχει περιορισμένη ενημέρωση σχετικά με τα χαρακτηριστικά της κίνησης των ανθρώπων σε κεκλιμένες επιφάνειες. Η περιορισμένες υπάρχουσες πληροφορίες σχετικά με κεκλιμένες επιφάνειες επικεντρώνεται για προφανείς λόγους στις σκάλες.

Κεφάλαιο 2 Βασική Θεωρία

Noble και Prentice¹ διεξήγαν κάποια πειράματα σχετικά με την επίδραση της γωνίας του κεκλιμένου επιπέδου και επίδραση της ηλικίας σε σχέση με την ταχύτητα των συμμετεχόντων. Στο πείραμα πήραν μέρος δεκαοκτώ γυναίκες οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες βάσης ηλικίας με μέσο όρο 21 και 72 ετών, αντίστοιχα. Το πείραμα είχε ένα διάδρομο 10m με ρυθμιζόμενη κλίση. Οι πεζοί προσέγγιζαν την ράμπα και συνέχιζαν μέχρι το υψηλότερο επίπεδο της ράμπας με μια άνετη ταχύτητα βαδίσματος. Η αρχική θέση των πεζών ελεγχόταν έτσι το πρώτο βήμα στην ράμπα ήταν πάντα με το δεξί πόδι. Η συλλογή δεδομένων ήταν χωρισμένη σε πέντε τμήματα όπου οι συμμετέχοντες εκτελούσαν δοκιμές σε πέντε διαφορετικές κλίσεις. Η ράμπα ήταν τέτοια ώστε ρυθμιζόταν η κλίση στις εξής κλίσεις: 3°, 6°, 9°, 12°. Όπως επίσης έγινε δοκιμή αφαιρώντας την ράμπα (0°).

| | | Ramp Incline | | | | |
|--------------------|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 0° | 3° | 6° | 9° | 12° |
| Walking speed(m/s) | Old | 1.10 | 1.18 | 1.17 | 1.15 | 1.08 |
| | Young | 1.35 | 1.36 | 1.36 | 1.31 | 1.27 |

Πίνακας 1.1: Απεικονίζει τη συλλογή των δεδομένων από Noble et al.

Σύμφωνα με Noble and Prentice¹, στα πειράματά τους, οι συμμετέχοντες μεγαλύτερης ηλικίας είχαν σημαντικά χαμηλότερη ταχύτητα βαδίσματος σε όλες τις συνθήκες, η οποία οφειλόταν κυρίως στο μικρό μήκος διασκελισμού. Οι συμμετέχοντες της μεγαλύτερης ηλικίας χρειάστηκαν επίσης ένα μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου σε στάση. Επίσης κατά την αύξηση της κλίσης της ράμπας μείωση της ταχύτητας και το μήκος διασκελισμού.

Shields and Boyce² σχεδίασαν και πραγματοποίησαν μια σειρά πειραμάτων με στόχο να λάβουν πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες μετακίνησης των ατόμων με αναπηρία. Πραγματοποίησαν μια σειρά πειραμάτων σε ράμπα 50m. Εξήντα εννέα άτομα με αναπηρίες συμμετείχαν σε αυτό το πείραμα, από τους οποίους 54 ήταν σε θέση χωρίς βοήθεια να διέρθουν την ράμπα και 15 χρειάζονταν βοήθεια για να διέρθουν από την ράμπα.

Πήραν μέρος στο πείραμα 54 άνθρωποι, οι οποίοι 19 ήταν άντρες και οι 34 γυναίκες, ηλικίας 20-85 ετών. Από τους 54 ανθρώπους που πήραν μέρος στο πείραμα οι 19 δεν χρειάζονταν καμία βοήθεια υποστήριξης, οι 4 χρησιμοποιούσαν δεκανίκια, οι 20 χρησιμοποιούσαν μαστούνι, οι 5 χρησιμοποιούσαν περιπατήρα. Και ο ένας ήταν τυφλός.

| Subject Group | Mean (m/s) | Standard Deviation (m/s) | Range(m/s) | Interguartile Range (m/s) |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| All Disabled(n=54) | 0,62 | 0.28 | 0.21 - 1.32 | 0.42 – 0.74 |
| With locomotion disability(n=48) | 0,59 | 0.26 | 0.21 – 1.08 | 0.42 – 0.72 |
| No aid(n=19) | 0,68 | 0.24 | 0.30 – 1.08 | 0.48 – 0.87 |
| Crutches(n=4) | 0,46 | - | 0.35 – 0.53 | - |
| Walking stick(n=20) | 0.52 | 0.24 | 0.21 – 1.05 | 0.38 – 0.70 |
| Walking frame (n=5) | 0.35 | - | 0.30 – 0.42 | - |
| Without locomotion disability (n=6) | 1.01 | - | 0.70 – 1.32 | - |

Πίνακας 1.2: Συλλογή δεδομένων πειράματος Shields and Boyce σε ανωφέρεια

| Subject Group | Mean (m/s) | Standard Deviation (m/s) | Range(m/s) | Interguartile Range (m/s) |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| All Disabled(n=54) | 0,60 | 0.30 | 0.10 - 1.83 | 0.42 – 0.70 |
| With locomotion disability(n=48) | 0,58 | 0.25 | 0.10 – 1.22 | 0.42 – 0.70 |
| No aid(n=19) | 0,68 | 0.24 | 0.28 – 1.22 | 0.45 – 0.94 |
| Crutches(n=4) | 0,47 | - | 0.42 – 0.53 | - |
| Walking stick(n=20) | 0.51 | 0.20 | 0.18 – 1.04 | 0.35 – 0.70 |
| Walking frame (n=5) | 0.36 | - | 0.10 – 0.52 | - |
| Without locomotion disability (n=6) | 1.26 | - | 0.70 – 1.82 | - |

Πίνακας 1.3: Συλλογή δεδομένων πειράματος Shields and Boyce σε κατώφέρεια

Μια σύγκριση των πινάκων 1.2 και 1.3 δείχνει ότι οι συμμετέχοντες με ειδικές ανάγκες όσον αφορά την μέση τιμή και την ταχύτητα κίνησης στις ράμπες επιτευχτεί μεγαλύτερη ταχύτητα στην κατώφέρεια σε σχέση με την ανωφέρεια.

D Taylor³ το 2006 παρουσίασε μία μελέτη σχετικά με την ταχύτητα βαδίσματος των ατόμων με εγκεφαλικό επεισόδιο. Ανάμεσα στα άλλα ευρήματα που διεξήγαγαν ένα πείραμα για τη μέτρηση της ταχύτητας κατά των συμμετεχόντων σε μια πλαγιά. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρουσιάζονται στον πίνακα 1.4. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η γωνία της κλίσης δεν ορίστηκε (ήταν μια κλίση στην έξοδο ενός εμπορικό κέντρο με αλλοιωμένο έδαφος) . Η ταχύτητα βαδίσματος ενός ατόμου με εγκεφαλικό επεισόδιο είναι 0,8 m / s, η οποία είναι διαφορετική από την 1,0 m / s η οποία θεωρείται ότι είναι η μέση ταχύτητα ενός υγιούς ενήλικα υπό κανονικές συνθήκες. Οι συγγραφείς αναγνώρισαν ότι από τη διάσπαση της ομάδας των συμμετεχόντων σε μια ομάδα των ατόμων με ταχύτητα βαδίσματος μικρότερη από 0,8 m / s και μιας δεύτερης ομάδας των ατόμων με ταχύτητα βαδίσματος μεγαλύτερη των 0.8 m/s.

| | Group A mean ± SD | Group B mean ± SD |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Slope Speed (m/s) | 0.50±0.17 | 1.03±0.20 |

Πίνακας 1.4 : Ταχύτητα ατόμων με εγκεφαλικό επεισόδιο σε κατωφέρεια σε εμπορικό κέντρο.

Mc Intosh⁴ το 2006 διέξαγε μια σειρά πειραμάτων με 11 υγιείς μαθητές. Χρησιμοποιήθηκε ένας μηχανικός διάδρομος 7m μήκους και 3m πλάτους για την διεξαγωγή του πειράματος. Γωνίες 0°, 5°, 8° και 10° χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα, η θετική κλίση αποτελείται για την καθοδική ταχύτητα και αρνητική για την ανοδική ταχύτητα. Ο πίνακας 1.5 παρουσιάζει τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας.

| Angle of Incline | -10 | -8 | -5 | 0 | 5 | 8 | 10 |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Walking speed(m/s) | 1.72 | 1.74 | 1.66 | 1.57 | 1.68 | 1.76 | 1.73 |
| SD | 0.19 | 0.18 | 0.14 | 0.12 | 1.16 | 0.19 | 0.21 |

Πίνακας 1.5: Ανοδική και καθοδική ταχύτητα σε μηχανικό διάδρομο με κλίση

Fruin's⁵ η εργασία του επικεντρώθηκε στη συλλογή δεδομένων - μέσα από τον πειραματισμό - της κίνησης και των χαρακτηριστικών του χώρου των πεζών. Το έργο βασίστηκε σε αρκετά πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες τοποθεσίες στη Νέα Υόρκη. Τα πειράματα αυτά οδήγησαν στη συλλογή των δεδομένων σχετικά με την ταχύτητα των πεζών συμπεριλαμβανομένων και των δυο φύλων διαφόρων ηλικιών. Αυτά τα πειράματα έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση στις ταχύτητες των πεζών και τον αριθμό των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιλογή του προτύπου. Συλλέξε δεδομένα

για την κυκλοφορία των ανθρώπων σε κυλιόμενες σκάλες, επίπεδες επιφάνειες. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, οι ταχύτητες του εύρους κίνησης από 1,27 m / s έως 0,51 m / s, και διαβάσεις πεζών από 0,58 m / s έως 0,36 m / s στις σκάλες. Ο Fruin's εκτιμά ότι οι ράμπες με κλίση μέχρι 5% δεν μειώνει την ταχύτητα κίνησης, ενώ 10% ανοδική κλίση μειώνει την ταχύτητα κατά 10% περίπου και ότι το 20% στην ανοδική κλίση μειώνει την ταχύτητα κατά 25%.

Templer⁶ δημοσίευσε τι θεωρείται έγκυρη δημοσίευση σχετικά με το σχεδιασμό, τη χρήση και την ιστορία της σκάλας. Στην παρούσα καθοδήγηση της μελέτης (ένα ολόκληρο κεφάλαιο) είναι αφιερωμένη στον σχεδιασμό στις ράμπες εντός του δομημένου περιβάλλοντος. Ασφάλεια ράμπας, κλίσεις ράμπας και διάφορες άλλες πτυχές (τριβή, υγρές επιφάνειες, αντίσταση ολίσθησης) λαμβάνονται υπόψη και παρουσιάζονται αναλυτικά. Αν και, οι κλίσεις της ράμπας συζητήθηκαν, αλλά αυτή είναι στο πλαίσιο του σχεδιασμού για τον καθορισμό των ορίων των ράμπων. Η φυσιολογία του ανθρώπου, εύρος κίνησης της ποδοκνημικής, βαδίσμα και οι πτώσεις στις ράμπες που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των ράμπων και επιβάλλουν ορισμένους περιορισμούς. Δεν παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά κίνησης προς τα πάνω η προς τα κάτω ταχυτήτων των ανθρώπων σε ράμπες.

Fahy and Proulx⁷ δημοσίευσε ένα έγγραφο του 2001 που παρουσιάζει μια σύντομη επισκόπηση των δεδομένων που συλλέγονται για μεγάλα κτίρια με μεγάλο αριθμό των επιβαινόντων σε ασκήσεις εκκένωσης του κτιρίου, και μετά από πραγματικά περιστατικά πυρκαγιάς που έχουν παράσχει σημαντικές πληροφορίες για τη συμπεριφορά, όπως η διάρκεια των καθυστερήσεων πριν από την έναρξη εκκένωσης. Το έγγραφο εξάγει συνοπτικά στοιχεία για τη ταχύτητα βαδίσματος, τόσο εκείνες που μετρώνται κατά τη διάρκεια ελεγχόμενων πειραμάτων όσο και εκείνων που πράγματι παρατηρούνται σε πραγματικές συνθήκες για αρτιμελείς και για άτομα με κινητικά προβλήματα κατά την εκκένωση του πληθυσμού. Τα δεδομένα σχετικά για άτομα με κινητικά προβλήματα παρουσιάζονται στον πίνακα 1.2 και 1.3 και ως εκ τούτου δεν περιλαμβάνονται στον πίνακα 1.6. Ο πίνακας 1.6 παρουσιάζει όλα τα δεδομένα για ταχύτητα βαδίσματος, όπως παρουσιάστηκε από το Fahy. Σύμφωνα με τους συγγραφείς: «Οι ταχύτητες κίνησης έχουν μετρηθεί και να αναφερθεί στη βιβλιογραφία για μεγάλο χρονικό διάστημα, και δεν αναμένεται ότι οι πραγματικές ταχύτητες με τις οποίες οι άνθρωποι ταξιδεύουν σε οριζόντιες επιφάνειες ή ανεβοκατεβαίνοντας σκάλες έχουν αλλάξει πολύ μέσα στη πάροδο των χρόνων». Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι, πάλι, δεν υπάρχουν στοιχεία που παρουσιάζονται στην ταχύτητα κίνησης σε επικλινείς επιφάνειες.

| Type of Situation | Measured Travel Speeds |
|--|------------------------|
| Transport Terminals ⁸ | 1.35 m/s in walkways |
| Average under normal conditions ⁹ | 1.00 m/s |
| Mid-rise apartment drill ⁸ | 0.47 m/s |
| Mid-rise apartment drill ⁸ | 0.44 m/s |
| Mid-rise apartment drill ¹⁰ | 0.41 m/s |
| High-rise apartment drill ¹¹ | 1.05 m/s |
| High-rise apartment drill ⁹ | 0.95 m/s |
| Public places-walkways ⁶ | 0.51 – 1.27 m/s |
| Public places- stairs ⁶ | 0.36 – 0.76 m/s |
| Public places-horizontal ⁷ | 0.28 m/s |
| Public places-downstairs ⁷ | 0.18 – 0.27 m/s |
| Theatres and Educational ⁷ | 0.25 – 0.33 m/s |
| Industrial Buildings ⁷ | 0.42 – 0.56 m/s |
| Transport Terminals ⁷ | 0.33 – 0.83 m/s |
| Descending Stairs ⁷ | 0.33 – 0.42 m/s |
| | |

Πίνακας 1.6 : Ταχύτητες βαδίσματος σε διάφορες συνθήκες

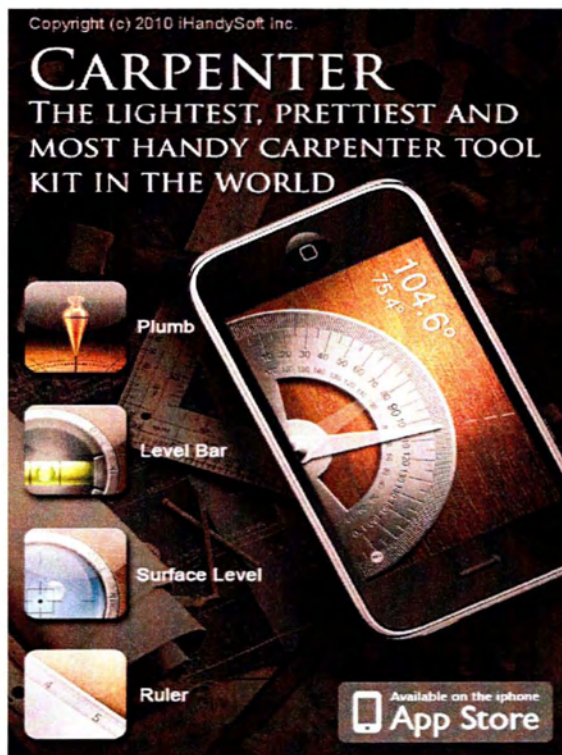
Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας έχει δείξει ότι δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με την ταχύτητα βαδίσματος των ανθρώπων σε αστικό περιβάλλον.

Πειραματικό πρωτόκολλο

Τρία απλά πειράματα επιλέχθηκαν για την εργασία αυτή, σε τρεις διαφορετικούς πολυσύχναστους δρόμους. Ως στόχος της μελέτης ήταν να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά της κίνησης των πεζών σε κεκλιμένες επιφάνειες και να είναι σε θέση να συγκρίνουμε με τα χαρακτηριστικά τους σε κίνηση σε επίπεδες επιφάνειες. Η τεχνική που επιλέχθηκε φαίνεται στο διάγραμμα ταξινόμησης καμερών για το κάθε πείραμα ξεχωριστά και είναι η εξής: δυο κάμερες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της ταχύτητας των πεζών στη κεκλιμένη επιφάνεια, η πρώτη κάμερα βρίσκεται στην αρχή της ανωφέρειας και στο δεξί πεζοδρόμιο του δρόμου και η δεύτερη στην αρχή της κατωφέρειας και στο αριστερό πεζοδρόμιο του δρόμου. Επίσης επιλέχθηκαν οι ακόλουθες μέρες (03/03/2012, 10/03/2012, 31/03/2012) που ήταν όλες μέρα Σάββατο για το λόγο ότι θα είχαμε περισσότερο κόσμο να κινείται και οπότε ταυτόχρονα θα είχαμε περισσότερα δείγματα για την εργασία μας.

Οι μέτρησης των αποστάσεων που επιλέξαμε γίνονταν με Laser-measure και οι μετρήσεις των κλίσεων των δρόμων έγινε με το application του i-phone iHandy Level.

Application: iHandy Level



Για την νόμιμη διεξαγωγή των πειραμάτων πήραμε άδεια από την αστυνομική διεύθυνση Πάφου και την Δημαρχιακή Αρχή Πάφου στέλλοντας την πιο κάτω επιστολή:

ΕΠΙΣΤΟΛΗ

Το Center for Risk and Safety in the Environment (CERISE) του Ευρωπαϊκού Πανεπιστημίου Κύπρου και το Εργαστήριο Βελτιστοποίησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας εκτελούν σε συνεργασία σειρά μετρήσεων της ανθρώπινης κίνησης στο αστικό και δομημένο περιβάλλον. Μέρος αυτής της σειράς πειραμάτων έχει να κάνει με τη μέτρηση της ταχύτητας των πολιτών σε κεκλιμένα επίπεδα. Οι μετρήσεις γίνονται με απλή μαγνητοσκόπηση των περαστικών και στη συνέχεια μέτρηση της ταχύτητας τους στο εργαστήριο. Οι συμμετέχοντες έχουν μεγάλη εμπειρία στη διεξαγωγή τέτοιου τύπου πειραμάτων και κάθε δεοντολογικό μέτρο προστασίας των δεδομένων έχει ληφθεί. Η τοποθέτηση της κάμερας απαιτεί πολύ μικρό εμβαδόν (1-2m²) και όλη η διαδικασία θα διαρκέσει σε κάθε οδό για λιγότερο από δυο ώρες.

Η Πάφος και ιδιαίτερα το εμπορικό της κέντρο έχουν τον απαιτούμενο συνδυασμό κεκλιμένων οδών και πολιτών. Για αυτό το λόγο θα θέλαμε να ζητήσουμε την άδεια σας να διεξάγουμε 3 πειράματα στους παρακάτω δρόμους:

1. ΝΙΚΟΔΗΜΟΥ ΜΥΛΩΝΑ (03/03/2012, 09:00π.μ - 12:00 π.μ)
2. ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ (10/03/2012, 09:00π.μ -12:00π.μ)
3. ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ-ΔΗΜΟΣΙΑ ΜΠΑΝΙΑ(31/03/2012, 09:00π.μ – 12:00π.μ)

Είμαι στη διάθεση σας για παροχή περαιτέρω πληροφοριών. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα προωθήσουν τον ασφαλή σχεδιασμό στο αστικό και δομημένο περιβάλλον.

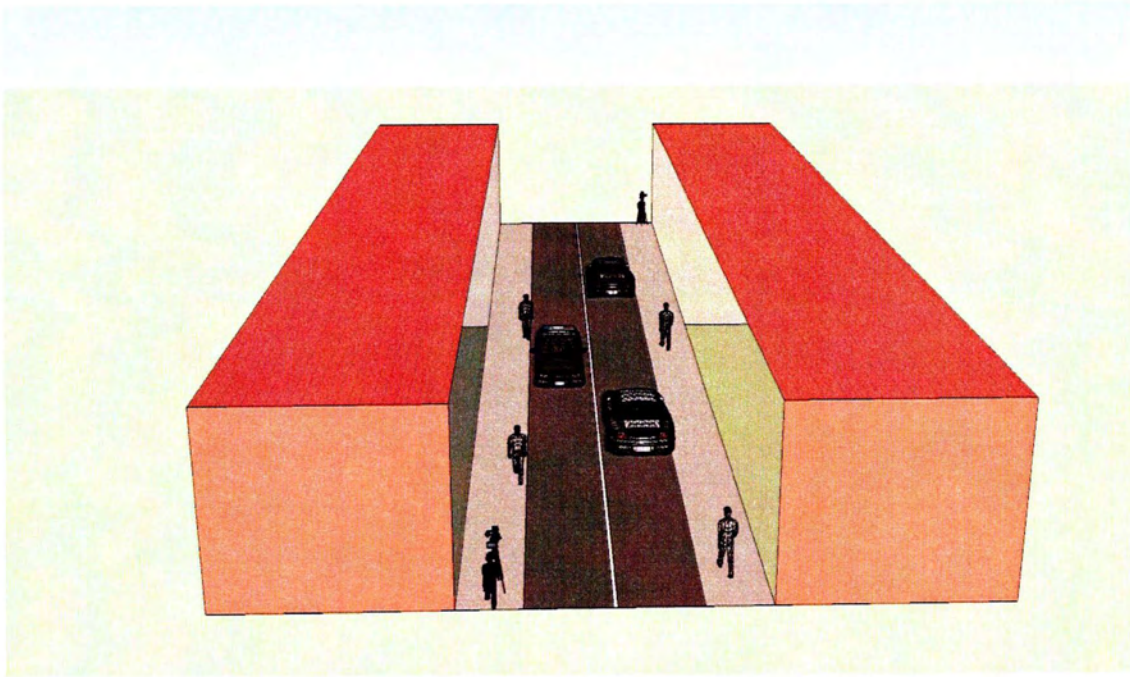
Με εκτίμηση

Δρ Γιώργος Μπούστρας

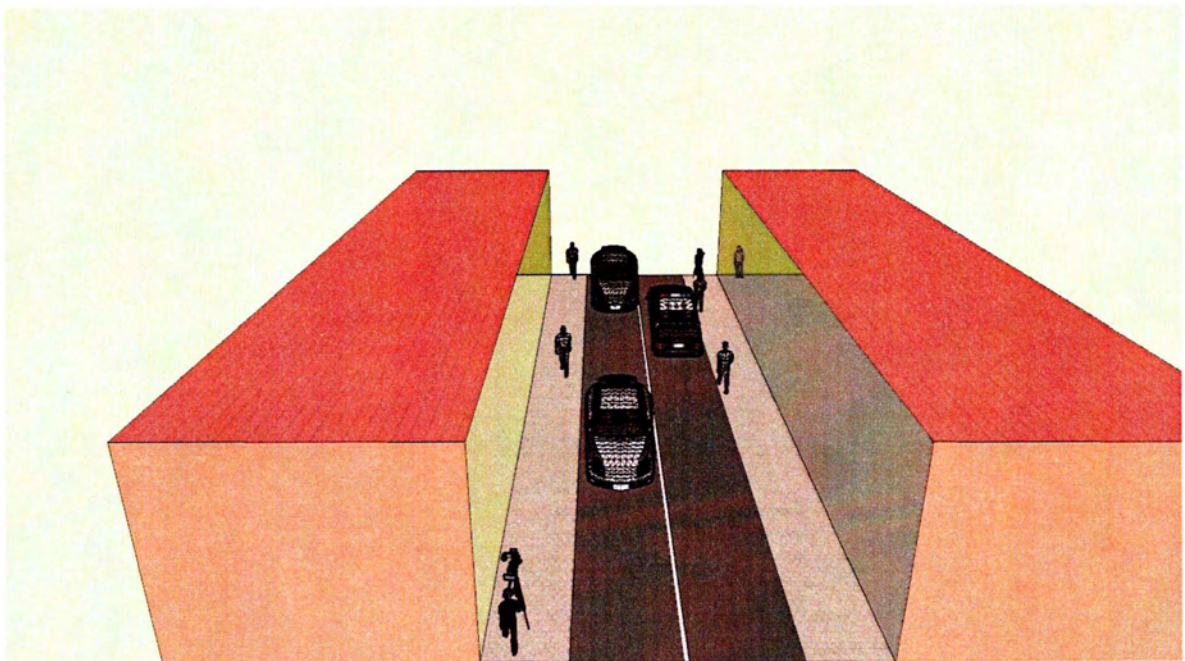
Επίκουρος Καθηγητής

Center for Risk and Safety in the Environment (CERISE)

1. Πειραματική Διάταξη



2. Πειραματική Διάταξη



Κεφάλαιο 3

Πείραμα 1

Το πείραμα 1 πήρε μέρος στο πολυσύχναστο δρόμο Νικοδήμου Μυλωνά στην Επαρχία Πάφο της Κύπρου στις 03/03/2012 και ώρα 09:00 πμ – 12:00 πμ.

Στο πείραμα 1 πήραν μέρος 42 πεζοί τους οποίους χωρίσαμε σε τρεις κατηγορίες:

- α) μικρότεροι από 30 ετών. (14 άτομα)
- β) μεταξύ 30 και 60 ετών. (14 άτομα)
- γ) μεγαλύτεροι των 60 ετών. (14 άτομα)

Η απόσταση της λωρίδας του κεκλιμένου δρόμου ήταν 32m και η κλίση της ήταν σταθερή $5,4^{\circ}$ και $-5,4^{\circ}$ αντίστοιχα (ανωφέρεια – κατωφέρεια).

Πιο κάτω παραθέτονται οι μετρήσεις σε τρεις διαφορετικούς πίνακες βάση ηλικίας και ένας τέταρτος συνοπτικός από όλες τις μετρήσεις για εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης υπάρχει μια δορυφορική φωτογραφία του δρόμου και μια ψηφιακή φωτογραφία για καλύτερη κατανόηση.

ΗΛΙΚΙΑ < 30 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $5,4^{\circ}$ | $-5,4^{\circ}$ |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | TACHYTHTA ΠΕΖΟΥ (m/s) | TACHYTHTA ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,14 | 1,23 |
| | 1,14 | 1,18 |
| | 1,18 | 1,18 |
| | 1,18 | 1,28 |
| | 1,10 | 1,28 |
| | 1,13 | 1,23 |
| | 1,15 | 1,23 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,148 | 1,23 |

Πίνακας 3.1.1

ΗΛΙΚΙΑ 30-60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 5, 4° | -5,4° |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 0,97 | 1,06 |
| | 0,97 | 1,10 |
| | 1,00 | 1,15 |
| | 1,00 | 1,15 |
| | 1,06 | 1,10 |
| | 1,03 | 1,10 |
| | 1,03 | 1,15 |
| | 1,01 | 1,15 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,008 | 1,12 |

Πίνακας 3.1.2

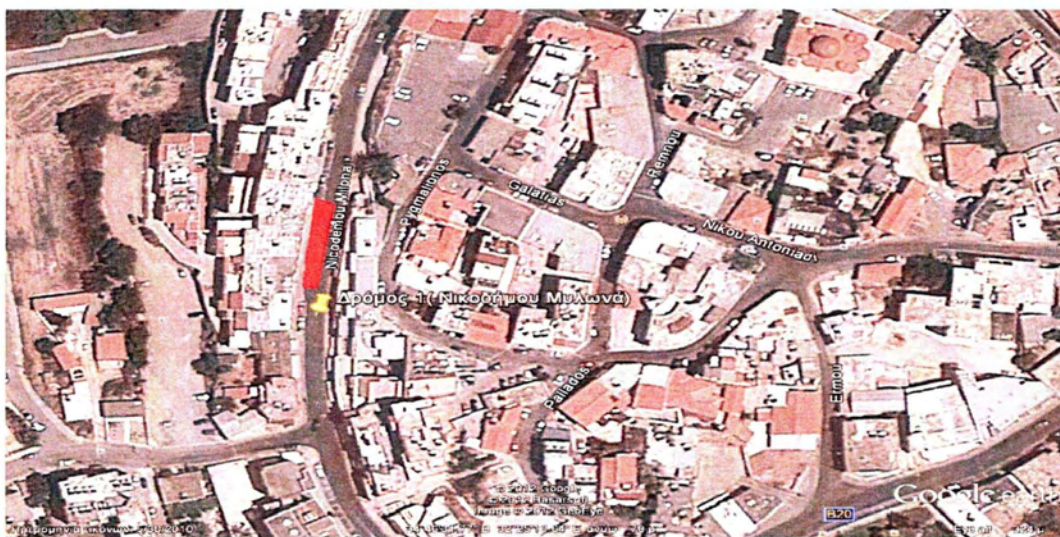
ΗΛΙΚΙΑ > 60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 5, 4° | -5,4° |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,00 | 1,03 |
| | 1,00 | 1,03 |
| | 0,97 | 0,95 |
| | 0,92 | 0,95 |
| | 1,00 | 1,06 |
| | 0,89 | 1,06 |
| | 0,96 | 1,00 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 0,96 | 1,01 |

Πίνακας 3.1.3

| | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 5,4° | -5,4° |
| | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) |
| < 30 ΕΤΩΝ | 1,148 | 1,23 |
| 30-60 ΕΤΩΝ | 1,008 | 1,12 |
| >60 ΕΤΩΝ | 0,960 | 1,01 |

Πίνακας 3.1.4



1.1 Φωτογραφία από το δορυφόρο(ΝΙΚΟΔΗΜΟΥ ΜΥΛΩΝΑ)



1.2 Ψηφιακή φωτογραφία (ΝΙΚΟΔΗΜΟΥ ΜΥΛΩΝΑ)

Πείραμα 2

Το πείραμα 2 πήρε μέρος στη Λεωφόρο Αποστόλου Παύλου(έναντι κεντρικού καταστήματος Λαϊκής Τράπεζας) στην Επαρχία Πάφο της Κύπρου στις 10/03/2012 και ώρα 09:00 πμ – 12:00 πμ.

Στο πείραμα 2 πήραν μέρος 42 πεζοί τους οποίους χωρίσαμε σε τρεις κατηγορίες:

α) μικρότεροι από 30 ετών. (16 άτομα)

β) μεταξύ 30 και 60 ετών. (16 άτομα)

γ) μεγαλύτεροι των 60 ετών. (16 άτομα)

Η απόσταση της λωρίδας του κεκλιμένου δρόμου ήταν 32m και η κλίση της ήταν σταθερή $4,5^{\circ}$ και $-4,5^{\circ}$ αντίστοιχα (ανωφέρεια – κατωφέρεια).

Πιο κάτω παραθέτονται οι μετρήσεις σε τρεις διαφορετικούς πίνακες βάση ηλικίας και ένας τέταρτος συνοπτικός από όλες τις μετρήσεις για εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης υπάρχει μια δορυφορική φωτογραφία του δρόμου και μια ψηφιακή φωτογραφία για καλύτερη κατανόηση.

ΗΛΙΚΙΑ < 30 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $4,5^{\circ}$ | $-4,5^{\circ}$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,28 | 1,23 |
| | 1,28 | 1,11 |
| | 1,28 | 1,39 |
| | 1,28 | 1,50 |
| | 1,23 | 1,39 |
| | 1,23 | 1,28 |
| | 1,30 | 1,28 |
| | 1,30 | 1,33 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,275 | 1,31 |

Πίνακας 3.2.1

ΗΛΙΚΙΑ 30-60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 4,5° | -4,5° |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,14 | 1,33 |
| | 1,14 | 1,33 |
| | 1,40 | 1,23 |
| | 1,23 | 1,23 |
| | 1,10 | 1,28 |
| | 1,10 | 1,23 |
| | 1,18 | 1,23 |
| | 1,18 | 1,15 |
| | | |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,184 | 1,25 |

Πίνακας 3.2.2

ΗΛΙΚΙΑ > 60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 32m

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 4,5° | -4,5° |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,00 | 1,00 |
| | 1,00 | 0,91 |
| | 0,87 | 0,91 |
| | 0,87 | 0,91 |
| | 1,18 | 1,03 |
| | 1,03 | 1,03 |
| | 1,03 | 1,10 |
| | 1,00 | 1,10 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 0.99 | 1,05 |

Πίνακας 3.2.3

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | 4,5° | -4,5° |
| | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) |
| < 30 ΕΤΩΝ | 1,275 | 1,31 |
| 30-60 ΕΤΩΝ | 1,185 | 1,25 |
| >60 ΕΤΩΝ | 0,99 | 1,05 |

Πίνακας 3.2.4



2.1 Φωτογραφία από το δορυφόρο(ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ)



2.2 Ψηφιακή φωτογραφία(ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ)

Πείραμα 3

Το πείραμα 3 πήρε μέρος στο Παραλιακό μέτωπο της κάτω Πάφου(ΔΗΜΟΣΙΑ ΜΠΑΝΙΑ) στην Επαρχία Πάφο της Κύπρου στις 31/03/2012 και ώρα 09:00 πμ – 12:00 πμ.

Στο πείραμα 3 πήραν μέρος 42 πεζοί τους οποίους χωρίσαμε σε τρεις κατηγορίες:

- α) μικρότεροι από 30 ετών. (14 άτομα)
- β) μεταξύ 30 και 60 ετών. (14 άτομα)
- γ) μεγαλύτεροι των 60 ετών. (14 άτομα)

Η απόσταση της λωρίδας του κεκλιμένου δρόμου ήταν 64m και η κλίση της ήταν στα πρώτα 32m $0,5^\circ$ και στα επόμενα 32m $1,7^\circ$ στην ανωφέρεια και $-0,5^\circ$ τα πρώτα 32m και $1,7^\circ$ τα επόμενα 32m στη κατωφέρεια.

Πιο κάτω παραθέτονται οι μετρήσεις σε έξι διαφορετικούς πίνακες βάση ηλικίας και ένας τέταρτος συνοπτικός από όλες τις μετρήσεις για εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης υπάρχει μια δορυφορική φωτογραφία του δρόμου και μια ψηφιακή φωτογραφία για καλύτερη κατανόηση.

ΗΛΙΚΙΑ < 30 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $1,7^\circ$ |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | TACHYTHTA PEZOY (m/s) | TACHYTHTA PEZOY (m/s) |
| | 1,33 | 1,23 |
| | 1,33 | 1,28 |
| | 1,28 | 1,18 |
| | 1,33 | 1,18 |
| | 1,39 | 1,28 |
| | 1,33 | 1,23 |
| | 1,34 | 1,23 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,332 | 1,23 |

Πίνακας 3.3.1

ΗΛΙΚΙΑ < 30 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $-0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $-1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $-0,5^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,28 | 1,28 |
| | 1,33 | 1,23 |
| | 1,39 | 1,18 |
| | 1,39 | 1,28 |
| | 1,28 | 1,28 |
| | 1,34 | 1,23 |
| | 1,30 | 1,24 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,33 | 1,245 |

Πίνακας 3.3.2

ΗΛΙΚΙΑ <30-60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,23 | 1,14 |
| | 1,23 | 1,18 |
| | 1,18 | 1,14 |
| | 1,28 | 1,14 |
| | 1,23 | 1,10 |
| | 1,24 | 1,13 |
| | 1,22 | 1,15 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,23 | 1,14 |

Πίνακας 3.3.3

ΗΛΙΚΙΑ 30-60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $-0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $-1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,28 | 1,18 |
| | 1,18 | 1,23 |
| | 1,23 | 1,23 |
| | 1,23 | 1,14 |
| | 1,28 | 1,10 |
| | 1,24 | 1,16 |
| | 1,22 | 1,17 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,237 | 1,172 |

Πίνακας 3.3.4

ΗΛΙΚΙΑ > 60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,01 | 0,95 |
| | 1,03 | 1,00 |
| | 1,06 | 1,00 |
| | 1,10 | 1,03 |
| | 1,08 | 1,03 |
| | 1,07 | 1,00 |
| | 1,02 | 1,01 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,05 | 1,002 |

Πίνακας 3.3.5

ΗΛΙΚΙΑ > 60 ετών, ΑΠΟΣΤΑΣΗ: 64m

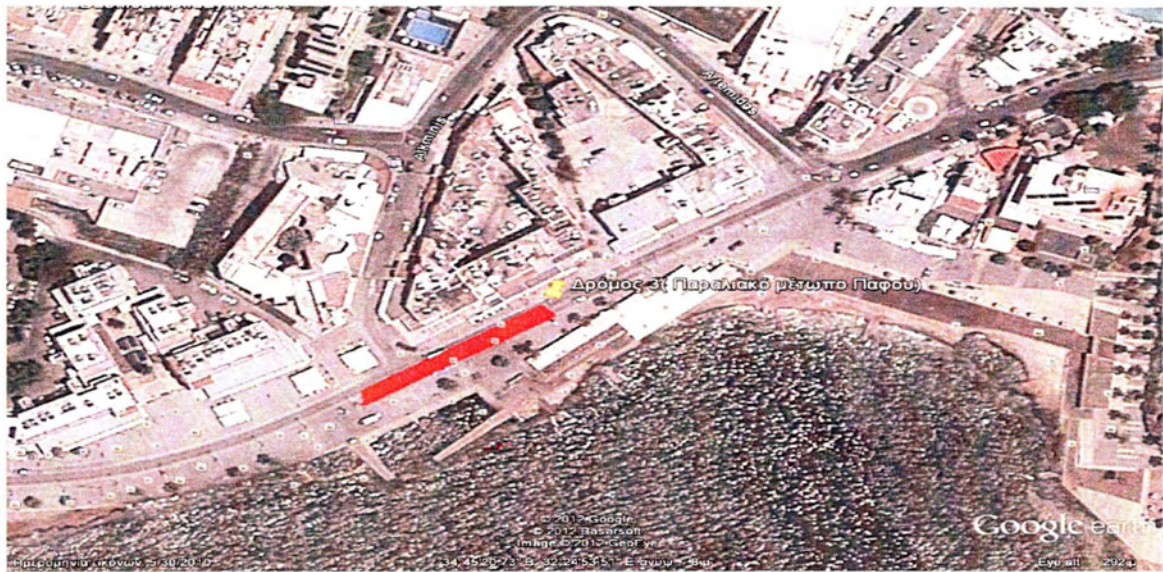
Τα πρώτα 32m η κλίση είναι $-0,5^\circ$ και τα επόμενα 32m η κλίση είναι $-1,7m$.

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΖΟΥ (m/s) |
| | 1,06 | 0,97 |
| | 1,07 | 1,06 |
| | 1,03 | 1,03 |
| | 1,04 | 1,06 |
| | 1,10 | 1,03 |
| | 1,05 | 1,02 |
| | 1,05 | 1,03 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | 1,06 | 1,02 |

Πίνακας 3.3.6

| ΚΛΙΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ | $0,5^\circ$ | $-0,5^\circ$ | $1,7^\circ$ | $-1,7^\circ$ |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) | ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (m/s) |
| < 30 ΕΤΩΝ | 1,332 | 1,330 | 1,230 | 1,245 |
| 30-60 ΕΤΩΝ | 1,230 | 1,237 | 1,140 | 1,172 |
| >60 ΕΤΩΝ | 1,050 | 1,060 | 1,002 | 1,020 |

Πίνακας 3.3.7



3.1 Φωτογραφία από το δορυφόρο(ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ ΚΑΤΩ-ΠΑΦΟΥ)



3.2 Ψηφιακή φωτογραφία(ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ ΚΑΤΩ-ΠΑΦΟΥ)

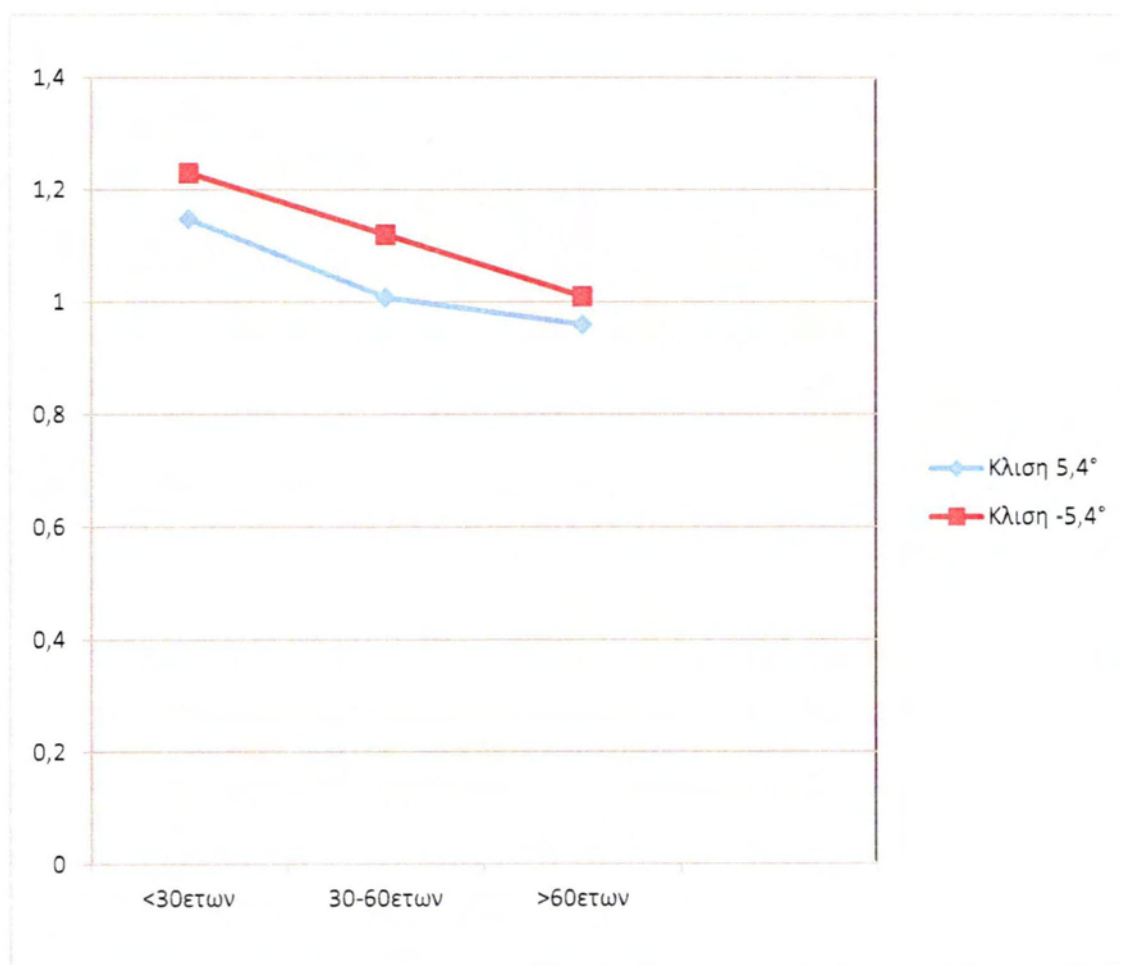


3.3 Ψηφιακή φωτογραφία(ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ ΚΑΤΩ-ΠΑΦΟΥ)

Συμπεράσματα

Πείραμα 1

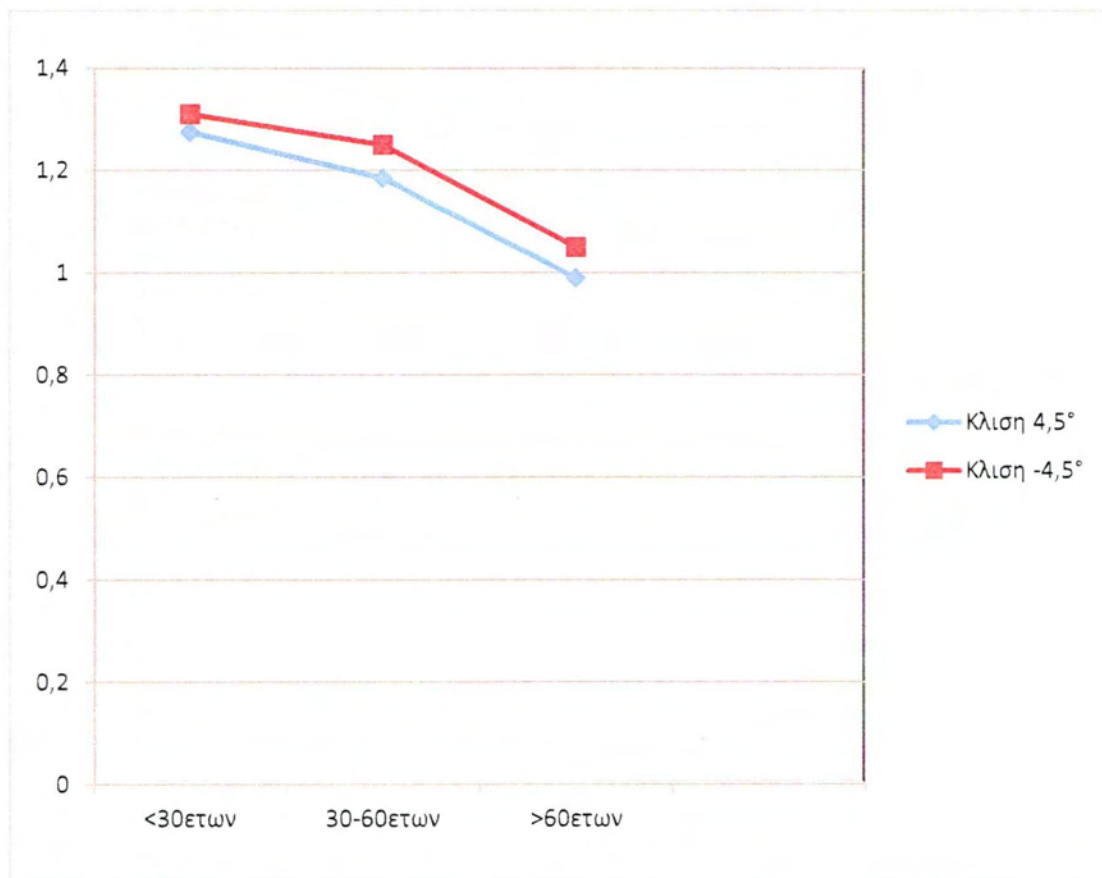
Από τις μετρήσεις μας στο πρώτο πείραμα βλέπουμε ότι οι ταχύτητες μειώνονται ανάλογα με την ηλικία, όπου οι μεγαλύτερης ηλικίας συμμετέχοντες έχουν σημαντικά χαμηλότερη ταχύτητα βαδίσματος, οι όποια οφειλόταν κυρίως σε σημαντικά μικρότερο μήκος διασκελισμού. Επίσης εξάγουμε το συμπέρασμα ότι στη ανωφέρεια με $5,4^\circ$ οι ταχύτητα είναι ελάχιστα μικρότερη σε σχέση με την κατώφέρεια των $5,4^\circ$.



Διάγραμμα 1: Μέσος όρος ταχυτήτων βάση ηλικίας πειράματος 1

Πείραμα 2

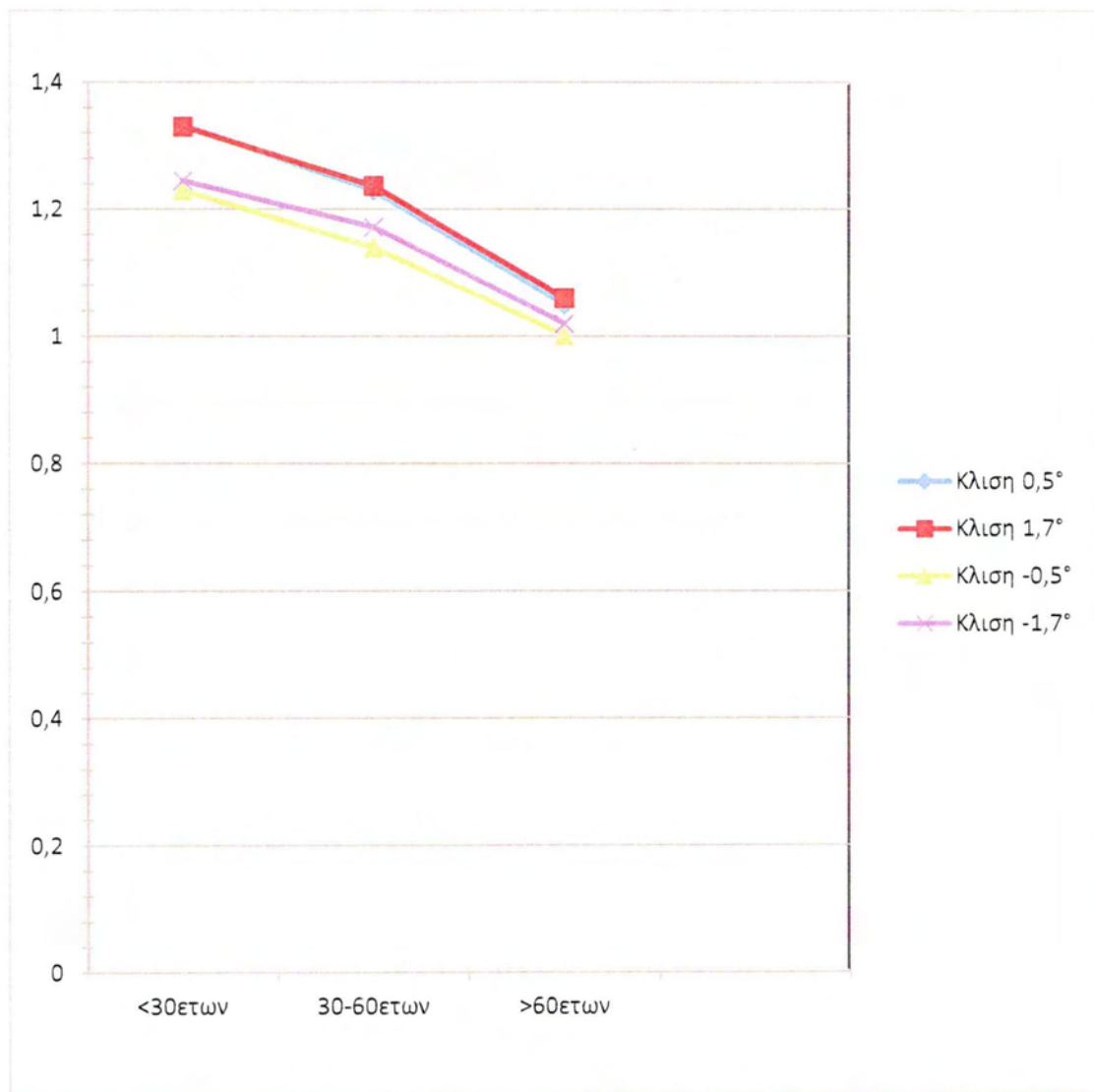
Από τις μετρήσεις στο δεύτερο πείραμα εξάγουμε τα ίδια συμπεράσματα όπως και στο πρώτο μας πείραμα, μικρότερη ταχύτητα στις πιο μεγάλες ηλικίες και ελάχιστα μικρότερη ταχύτητα σε ανωφέρεια σε σχέση με την κατωφέρεια. Όταν γίνει μια συσχέτιση μεταξύ των δυο πειραμάτων, βλέπουμε μια αύξηση της ταχύτητας στο δεύτερο πείραμα σε σχέση με το πρώτο, λόγω μικρότερης κλίσης της λωρίδας του δρομου2 από το δρομο1.



Διάγραμμα 2: Μέσος όρος ταχυτήτων βάση ηλικίας πειράματος 2

Πείραμα 3

Στο τρίτο πείραμα βάση των μετρήσεων εξάγονται τα εξής συμπεράσματα: λόγω ότι η κλίση μας είναι πολύ μικρή βλέπουμε πως μεταξύ της ανωφέρειας και της κατωφέρειας η ταχύτητες των πεζών δεν αλλάζουν. Η ηλικία επηρεάζει όπως και στα δυο άλλα πειράματα όπως ήταν αναμενόμενο και επίσης βλέπουμε πως η αλλαγή της κλίσης καθώς περπατάμε σε ευθεία και αυξάνεται η κλίση δείχνει ακριβώς την μείωση της ταχύτητας είτε αυτή είναι θετική είτε αρνητική.



Διάγραμμα 3: Μέσος όρος ταχυτήτων βάση ηλικίας πειράματος 3

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη αποδεικνύει ότι υπάρχει ανάγκη για προβληματισμό σχετικά με την ασφάλεια στο δομημένο περιβάλλον. Ειδικότερα σε ότι έχει να κάνει με την ασφάλεια των κατοίκων και τη δυνατότητα που έχουν για να βρεθούν σε ασφαλές σημείο όταν υπάρξει ανάγκη. Ενώ μηχανολογικά ο εξοπλισμός ασφάλειας έχει βελτιστοποιηθεί η μελέτη αποδεικνύει ότι υπάρχει πρόβλημα σε ότι έχει να κάνει με τον ορισμό των αρχικών συνθηκών σε βασικές θεωρητικούς υπολογισμούς.

Τα μελλοντικά σχέδια είναι να υπάρξουν ακόμη περισσότερα πειράματα με διαφορετικούς συμμετέχοντες και περισσότερες κλίσεις για την κατανόηση των χαρακτηριστικών κίνησης σε κεκλιμένα επίπεδα, για να οδηγηθούμε σε αυξημένη ασφάλεια στο δομημένο περιβάλλον σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Βιβλιογραφία

- [1] JW Noble, SD Prentice, Intersegmental Coordination while Walking Up Inclined Surfaces: Age Angle Effects, *Experimental Brain Research* (2008) 189: 249-255.
- [2] K.E Boyce, T. J. Shields, and G. W. H. Silcock, Toward the Characterization of Building Occupancies for Fire Safety Engineering: Capabilities of Disabled People Moving Horizontally and on an incline, *Fire Technology*, Vol. 35, No. I, 1999.
- [3] D Taylor, CM Stretton, S Mudge, N Garrett, Does Clinic Measured Gait Speed Differ from Gait Speed measured in the Community in People with Stroke?, *Clinical Rehabilitation* 20, pp 438-444, 2006.
- [4] AS McIntosh, KT Beatty, LN Dwan, DR Vickers, Gait Dynamics on an Inclined Walkway, *Journal of Biomechanics* 39, pp 2491-2502, 2006.
- [5] J.J. Fruin, *Pedestrian Planning and Design*, revised ed., Elevator World Education Services Division, Mobile, AL (1987).
- [6] J.Templer, *The Staircase*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- [7] RF Fahy, G Proulx, Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use into evacuation modeling, 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire, Boston, MA., U.S.A., March, 2001, pp 175-183.
- [8] J.J. Fruin, *Pedestrian Planning Design*, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc., New York, 1971.
- [9] V.M. Predtechenskii and A.I. Milinskii, *Planning for Foot Traffic Flow in Buildings*, Amerind Publishing Company, Inc., New Delhi, 1978.
- [10] G. Proulx, J. Latour and J. Maclaurin, *Housing Evacuation of Mixed Abilities Occupants*, Internal Report No. 661, National Research Council of Canada, Ottawa ON, July 1994.
- [11] G. Proulx, J.C. Latour, J.W. Mclaurin, J. Pineau, L.E. Hoffman, and C. Laroche, *Housing Evacuation of Mixed Abilities Occupants in Highrise Buildings*, Internal Report No. 706, National Research Council of Canada, Ottawa ON, August 1995.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000112172