



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία**

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ  
ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑΣ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΟΔΩΝ**

**ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ**



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

**ΒΟΛΟΣ 2022**

© 2022 Νικολέττα Σταματοπούλου

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών 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. Νικόλαος Ηλιού](#)  
[Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

Δεύτερος Εξεταστής [Δρ. Γεώργιος Καλιαμπέτσος](#)  
[Ερευνητικός Συνεργάτης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

Τρίτος Εξεταστής [Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς](#)  
[Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

## Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Λεμονάκη Παναγιώτη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της δουλειάς μου. Οι χρήσιμες συμβουλές, οι υποδείξεις και οι κατατοπιστικές απαντήσεις στα ερωτήματά μου, καθώς και η άμεση ανταπόκριση του κ. Λεμονάκη σε κάθε στάδιο της διπλωματικής μου, με έκαναν να απολαύσω την συνεργασία μας. Οφείλω ευχαριστίες στον κ. Καλιαμπέτσο Γεώργιο, διότι η ταχύτητα με την οποία ανταποκρίθηκε και οι παρατηρήσεις του, με βοήθησαν πολύ. Ευχαριστώ τον επιβλέποντα της διπλωματικής κ. Ηλιού Νικόλαο και τον κ. Κοπελιά Παντελεήμονα που δέχτηκε να είναι μέλος της επιτροπής εξέτασης της διπλωματικής εργασίας μου. Ευχαριστώ πολύ τον φίλο μου Αθανάσιο Παπανικολάου, για την βοήθεια του και την ηθική υποστήριξή του, σε όλη μου την προσπάθεια. Είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Ελίζα και Γιάννη, τον αδελφό μου, Θωμά και τη θεία μου, Μαρία για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Νικολέττα Σταματοπούλου

# ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑΣ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΟΔΩΝ

Νικολέττα Σταματοπούλου

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2022

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Ηλιού Νικόλαος

## Περίληψη

*Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της συμπεριφοράς των μοτοσικλετιστών σε καμπύλα τμήματα οδών. Ξεκινάει με μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία εστιάζει κυρίως στην χρήση της μοτοσυκλέτας στην Ευρώπη και τα χαρακτηριστικά των τροχαίων ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται. Μετρήσεις πεδίου, που είχαν διεξαχθεί με τη βοήθεια ειδικού εξοπλισμού, από δεκαοκτώ αναβάτες, κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας, για την διαδρομή Αγχιάλου-Βόλου και Βόλου-Αγχιάλου, για εικοσιένα καμπύλα τμήματα, αποτέλεσαν τα δεδομένα του πειράματος. Έπειτα από επεξεργασία των δεδομένων και διαίρεση των τομών των καμπυλών του δρόμου σε οχτώ στρώματα, στόχος ήταν να καταγραφούν οι διαδρομές κίνησης των μοτοσικλετιστών στις καμπύλες, με βάση το στρώμα που ανήκουν. Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε ότι η γεωμετρία της καμπύλης και οι συνθήκες φωτισμού είναι οι βασικότεροι παράγοντες που ρυθμίζουν την συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών στα καμπύλα τμήματα.*

**Λέξεις Κλειδιά:** καμπύλα τμήματα, μοτοσυκλέτας, δεκαοκτώ αναβάτες, εικοσιένα καμπύλες, οχτώ στρώματα, γεωμετρία καμπύλης, συνθήκες φωτισμού.

# CONTRIBUTION TO THE ENQUIRY OF MOTORCYCLE RIDERS BEHAVIOR AT CURVED SECTIONS OF ROAD

Nikoletta Stamatopoulou

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2022

Supervisor: Iliou Nikolaos

## Abstract

*This thesis aims to investigate the behavior of motorcyclists at curved sections of road. It begins with a literature review, which focuses mainly on the use of the motorcycle in Europe and the characteristics of the traffic accidents in which they are involved. Field measurements, which had been carried out with the help of special equipment, by eighteen riders, during the day and night, for the route Anchialos-Volos and Volos-Anchialos, for twenty-one curved sections, constituted the data of the experiment. After processing the data and dividing the intersections of the road curves into eight layers, the goal was to record the movement of the motorcyclists on the curves, based on the layer they belong to. In conclusion, it was found that the geometry of the curve and the lighting conditions are the main factors that regulate the behavior of motorcyclists in the curved sections.*

**Keywords:** *curved sections, motorcycle, eighteen riders, twenty one curves, eight layers, curve geometry, lighting conditions.*

## Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2	Γενικά χαρακτηριστικά χρήσης μοτοσυκλέτας	3
Κεφάλαιο 3	Ατυχήματα με μοτοσυκλέτα	7
<b>3.1</b>	<b>Ανθρωπογενείς παράγοντες</b>	<b>9</b>
3.1.1	Φύλο	10
3.1.2	Ηλικία	11
3.1.3	Εμπειρία	11
3.1.4	Συμπεριφορά	12
3.1.5	Είδος Μετακίνησης	13
3.1.6	Συνεπιβάτες	13
<b>3.2</b>	<b>Όχημα</b>	<b>14</b>
3.2.1	Τεχνική Κατάσταση	14
3.2.2	Πέδηση	15
3.2.3	Κυβισμός	16
<b>3.3</b>	<b>Οδικό περιβάλλον</b>	<b>16</b>
3.3.1	Χαρακτηριστικά οδού	17
3.3.2	Κατάσταση οδοστρώματος	18
Κεφάλαιο 4	Τυπολογία	21
<b>4.1</b>	<b>Αυτοκίνητα</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Φορτηγά</b>	<b>27</b>
Κεφάλαιο 5	Περιγραφή πειράματος	31
<b>5.1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>31</b>
<b>5.2</b>	<b>Μετρήσεις πεδίου</b>	<b>32</b>
5.2.1	Συμμετέχοντες	33
5.2.2	Μοτοσυκλέτα μετρήσεων πεδίου	33
5.2.3	Εκτέλεση μετρήσεων πεδίου	34
<b>5.3</b>	<b>Διαδικασία ανάρτησης δεδομένων</b>	<b>35</b>

5.4	Διαίρεση δρόμου σε 8 Στρώσεις	36
Κεφάλαιο 6	Επεξεργασία δεδομένων	39
Κεφάλαιο 7	Αποτελέσματα πειράματος	49
7.1	Τροχιές μοτοσυκλετιστών	49
7.2	Συχνότερες Τροχιές	54
Κεφάλαιο 8	Συμπεράσματα Πειράματος	57
8.1	Ανακεφαλαίωση Αποτελεσμάτων	57
8.2	Γενικά Συμπεράσματα	58
8.3	Πρόταση μελλοντικής Συνέχισης	58
Κεφάλαιο 9	Βιβλιογραφία	61



## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Πειραματική Διαδρομή.....	32
Εικόνα 2: Μοτοσυκλέτα Πειράματος.....	34
Εικόνα 3: Οριζόντιες Καμπύλες .....	35
Εικόνα 4: Διαίρεση του δρόμου σε 8 Στρώσεις.....	36
Εικόνα 5: Παράδειγμα τροχιάς 35888.....	37
Εικόνα 6: Συναρτήσεις Libraries .....	39
Εικόνα 7: Εύρεση "path" .....	40
Εικόνα 8: Εισαγωγή δεδομένων .....	40
Εικόνα 9: Εισαγωγή δεδομένων .....	41
Εικόνα 10: Πίνακας διαδρομής Βόλου-Αγχιάλου.....	41
Εικόνα 11: Πίνακας οδηγού D1a.....	42
Εικόνα 12: Συνάρτηση "finding_points".....	42
Εικόνα 13: Δημιουργία νέων στηλών .....	43
Εικόνα 14: Εντολή range για το δρόμο .....	43
Εικόνα 15: Δημιουργία ευθύγραμμων τμημάτων των διατομών του δρόμου.....	43
Εικόνα 16: Εντολή range για τους οδηγούς.....	44
Εικόνα 17: Δημιουργία ευθύγραμμων τμημάτων των διαδοχικών σημείων του οδηγού .....	44
Εικόνα 18: Έλεγχος τομής ευθύγραμμων τμημάτων.....	44
Εικόνα 19: Κίνηση οδηγού εκτός δρόμου .....	45
Εικόνα 20: Δημιουργία ευθειών για την εύρεση του σημείου τομής.....	45
Εικόνα 21: Εύρεση σημείου τομής ευθειών.....	45
Εικόνα 22: Εύρεση σημείου τομής .....	46
Εικόνα 23: Μήκος διατομής δρόμου και απόσταση σημείου τομής από αριστερή οριογραμμή....	46
Εικόνα 24: Κατάταξη σημείου τομής σε μια από τις 8 στρώσεις.....	47

## **Κατάλογος Γραφημάτων**

Γράφημα 1: Μεταβολή χρήσης και θανατηφόρων ατυχημάτων μοτοσυκλετών 2007-2017.....	3
Γράφημα 2: Ποσοστά σκοπών μετακίνησης με μοτοσυκλέτα στην Αγγλία.....	4
Γράφημα 3: Ποσοστά χρήσης μοτοσυκλετών στην Ευρώπη ανά χώρα το 2019. ....	5
Γράφημα 4: Θάνατοι μοτοσικλετιστών ανά εκατομμύριο κατοίκους ανά χώρα στην Ευρώπη.....	8
Γράφημα 5: Κατανομή των θανάτων από μοτοσυκλέτες ανά φύλο.....	10

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1: Αποτελέσματα διαδρομής Αγκιάλος-Βόλος, κατά την ημέρα .....	49
Πίνακας 2: Αποτελέσματα διαδρομής Αγκιάλος-Βόλος, κατά τη νύχτα .....	51
Πίνακας 3: Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγκιάλος, κατά την ημέρα .....	52
Πίνακας 4: Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγκιάλος, κατά τη νύχτα .....	53
Πίνακας 5: Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, ημέρας και νύχτας.....	53
Πίνακας 6: : Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, κατά τη διάρκεια της ημέρας.....	53
Πίνακας 7: Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, κατά τη διάρκεια της νύχτας.....	54
Πίνακας 8: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγκιάλου, ημέρας και νύχτας.....	54
Πίνακας 9: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγκιάλου, κατά τη διάρκεια της ημέρας.....	54
Πίνακας 10: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγκιάλου, κατά τη διάρκεια της νύχτας.....	55



## Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Οι μοτοσυκλέτες στις μέρες μας αποτελούν ένα από τα πιο διαδεδομένα μέσα μεταφοράς, ενώ προβλέπεται μια ραγδαία αύξηση στη χρήση τους τις επόμενες δεκαετίες. Στον Ευρωπαϊκό χώρο, λόγω του κυκλοφοριακού συνωστισμού οι διαθέσιμες μοτοσυκλέτες φτάνουν τα 23 εκατομμύρια. Πρώτη θέση στη χρήση μοτοσυκλέτας κατέχει η Ελλάδα, με αντιστοιχία μίας μοτοσυκλέτας ανά τρεις ενήλικες. Επίσης μεγάλα ποσοστά έχουν με σειρά, η Ιταλία, η Γερμανία, η Ισπανία και η Τουρκία (Oxford Economics, 2021).

Ο επικρατέστερος λόγος επιλογής ενός οδηγού, της μοτοσυκλέτας έναντι άλλων μέσων μεταφοράς, έγκειται κυρίως στο οικονομικό κομμάτι. Τόσο η αγορά μίας μοτοσυκλέτας, καθώς και η συντήρηση και τα καύσιμα της, διαφέρουν αισθητά από του αυτοκίνητου και την κάνουν ένα μέσο πιο προσιτό στο ευρύ κοινό (Oxford Economics, 2021). Επιπλέον, είναι γεγονός ότι η χρήση μοτοσυκλέτας στην καθημερινή ζωή μιας πόλης, δίνει τη δυνατότητα ευελιξίας και αποφυγής του κυκλοφοριακού συνωστισμού, ενώ ταυτόχρονα βοηθάει στη γρήγορη εύρεση στάθμευσης, διευκολύνοντας κατά πολύ τους οδηγούς της. Λόγο της μικρής επιφάνειας αυτού του μέσου στο χώρο, συμβάλει στην βελτίωση του οδικού δικτύου μίας πόλης, καθώς βελτιώνει το πρόβλημα της κυκλοφορίας και της στάθμευσης, που προκαλεί η μαζική χρήση μεγαλύτερων οχημάτων στις πυκνοκατοικημένες πόλεις (Λεμονάκης, 2011).

Το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση των μοτοσυκλετών ως μέσο μεταφοράς είναι αδιαμφισβήτητο. Συγκεκριμένα οι μοτοσυκλέτες εκπέμπουν λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου σε σχέση με το αυτοκίνητο, σε ποσοστό ένα προς τρία. Ακόμα και οι μοτοσυκλέτες μεγαλύτερου κυβισμού έχουν μικρότερο αποτύπωμα στο περιβάλλον σε σχέση με ένα μέσο αυτοκίνητο βενζίνης ή ντίζελ. Μια μέση Ευρωπαϊκή μοτοσυκλέτα κάτω από 250cc παράγει 64g/km εκπομπών CO<sub>2</sub>, ίσο με το 33% των εκπομπών ενός

αυτοκινήτου και αισθητά μικρότερο σε σύγκριση με ένα βενζινοκίνητο αυτοκίνητο που παράγει 218gr/km (Li, Doong, Huang, Lai, & Jeng, 2009).

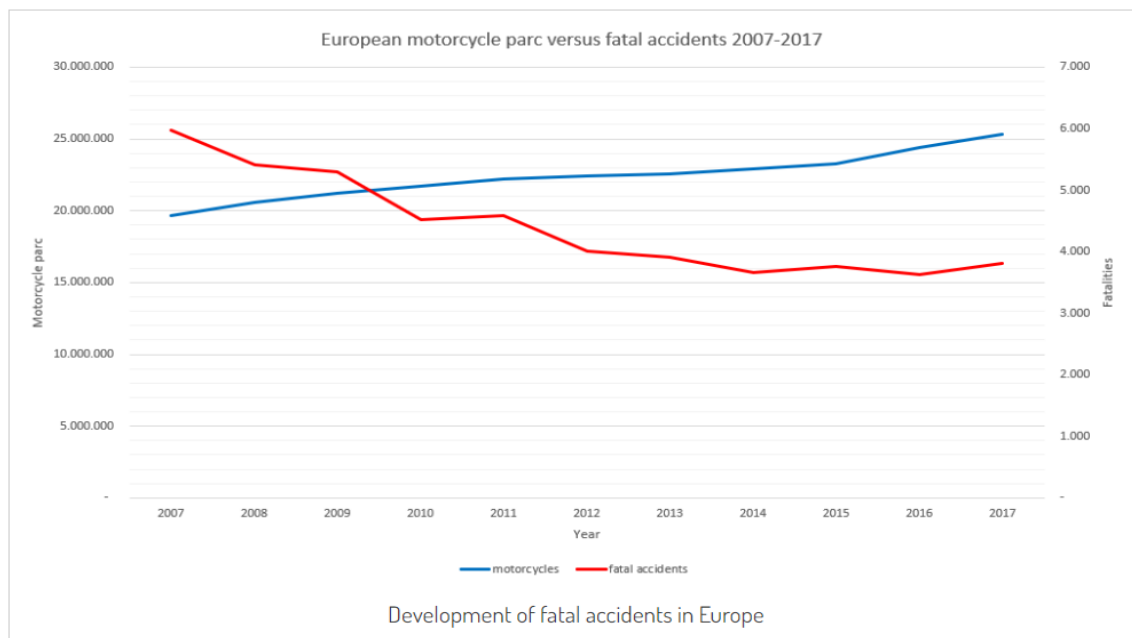
Είναι γεγονός πως παρόλο που οι μοτοσυκλέτες αποτελούν ένα μέσο μεταφοράς με πολλά θετικά, δεν παύουν να είναι αρκετά επικίνδυνες. Έχει διαπιστωθεί ότι ο κίνδυνος θανάτου είναι μικρότερος στις αστικές περιοχές, ενώ αυξάνεται στους αυτοκινητόδρομους, κυρίως λόγω των υψηλών ταχυτήτων. Άλλος ένας παράγοντας επικινδυνότητας είναι η μορφολογία της οδού, όταν η οδός δεν είναι ευθεία και οριζόντια, αλλά καμπύλο τμήμα οδού αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος. Επιπλέον, πολλά είναι τα ατυχήματα εντός τοπικών δρόμων ή διασταυρώσεων, τα οποία μπορούν να αποφευχθούν αν δοθεί η κατάλληλη σημασία (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2007-2019).

Στην Ευρώπη το ποσοστό θανάτων από μηχανές φτάνει το 26% των συνολικών θανάτων σε οδικό περιβάλλον, ενώ πρώτη θέση έχουν τα αυτοκινητιστικά δυστυχήματα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020). Η Ελλάδα δυστυχώς έχει πολύ υψηλότερο ετήσιο αριθμό θανάτων από μοτοσυκλετιστικά ατυχήματα σε σύγκριση με τον μέσο όρο των Ευρωπαϊκών κρατών, γεγονός άμεσα συνυφασμένο με την υψηλή χρήση μοτοσυκλετών. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία στην Ελλάδα από το 2007 έως και το 2019 σημειώθηκε συνολική μείωση των ατυχημάτων με μοτοσυκλέτα σε ποσοστό 19,7% και συνολική μείωση των προκληθέντων θανάτων σε ποσοστό 45,5% (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2007-2019).

Αξιοσημείωτο είναι πώς οι συνθήκες οδήγησης, σε κάθε είδος οδού είναι επικεντρωμένες και διαμορφωμένες στην ασφάλεια των επιβατικών αυτοκινήτων. Συγκεκριμένα, οι πινακίδες και τα όρια ταχύτητας δεν αφορούν τις μοτοσυκλέτες. Οι κανονισμοί οδοποιίας όσο αναφορά τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να τοποθετείται σε σχέση με τα όρια μιας λωρίδας κυκλοφορίας ο χρήστης μιας μοτοσυκλέτας δεν έχουν προσδιορισθεί, με αποτέλεσμα ο ίδιος να ορίζει την τοποθέτηση και την ταχύτητα που θα κινηθεί με βάση την κρίση του και την μορφολογία της οδού κάθε φορά.

## Κεφάλαιο 2 Γενικά χαρακτηριστικά χρήσης μοτοσυκλέτας

Οι μοτοσυκλέτες εξελίχθηκαν από ποδήλατα με κινητήρα, σε ένα ασφαλές, γρήγορο και διαδεδομένο μέσο κυκλοφορίας, το οποίο πρόκειται να διαδραματίσει βασικό ρόλο στις μελλοντικές μεταφορές. Η χρήση τους εμφανίστηκε μετά τον 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο, ως ένα φτηνό μέσο και σε πολλές χώρες άρχισε να χρησιμοποιείται για ιατρικές αποστολές. Σήμερα οι πωλήσεις των μοτοσυκλετών αυξάνονται ραγδαία, ενώ όλο και περισσότερα άτομα προτιμούν αυτό το μέσο μεταφοράς, αναγνωρίζοντας τα πλεονεκτήματά του. Στην Ευρώπη υπολογίζεται συνολικά ότι υπάρχουν συνολικά 23 εκατομμύρια μοτοσυκλέτες, με τον αριθμό να μεγαλώνει συνεχώς (Willigers, 2020). Αντίθετα τα ποσοστά των θανατηφόρων ατυχημάτων, όπως φαίνεται και στο γράφημα 1 μειώνονται αισθητά.

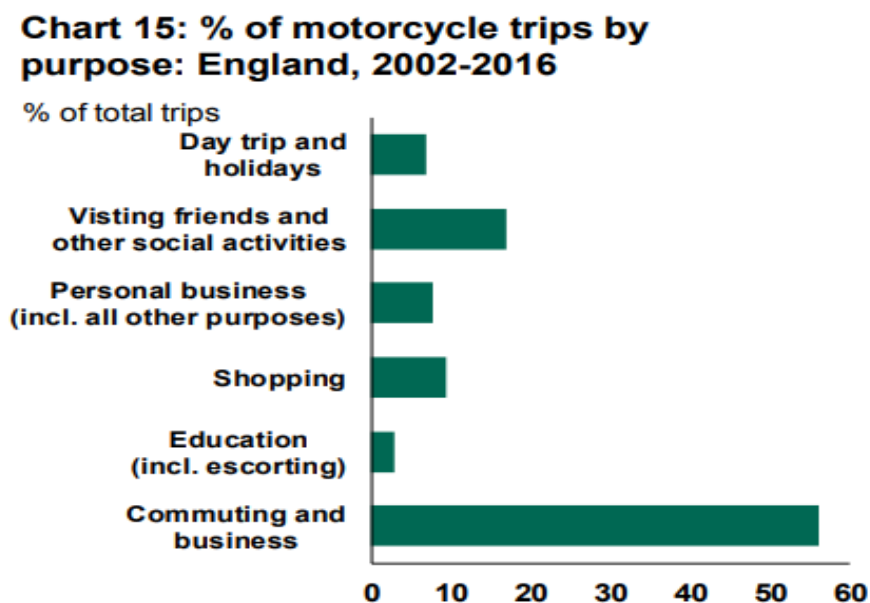


Γράφημα 1: Μεταβολή χρήσης και θανατηφόρων ατυχημάτων μοτοσυκλετών 2007-2017.

Κάθε χρήστης αντιμετωπίζει την μηχανή με διαφορετικό τρόπο και έχει διαφορετικό κίνητρο. Συγκεκριμένα οι μοτοσυκλέτες χρησιμοποιούνται συνήθως για μετακινήσεις, για

αναψυχή ή για καθημερινές δουλειές. Ενώ άλλες φορές δεν είναι τόσο συνετή η χρήση τους και μπορεί να αποτελούν ένα μέσο επίδειξης των οδηγικών ικανοτήτων ή μέσο χαλάρωσης. Η ανάπτυξη υπερβολικής ταχύτητας και η υπερεκτίμηση των ικανοτήτων του χρήστη σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να αποβούν επικίνδυνες (FEMA, 2009). Αξιοσημείωτη είναι η έρευνα που έγινε σε αθλητές μοτοσυκλέτας του Endure, οι οποίοι εκλαμβάνουν τον υψηλό κίνδυνο ως ένα μέσο να διευρύνουν τα προσωπικά τους όρια και να αναβαθμίσουν τον εαυτό τους (Σάββα, 2019).

Στατιστική Έρευνα παρουσιάζει αναλυτικά τους κύριους λόγους που γίνονται οι μετακινήσεις με μοτοσυκλέτα στην Αγγλία. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στο γράφημα 2, πάνω από το 50% των μετακινήσεων γίνονταν για επαγγελματικούς σκοπούς. Ποσοστό κατά πολύ υψηλότερο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς. Ενώ ακολουθούν σε μικρότερο ποσοστό η χρήση της μοτοσυκλέτας για κοινωνικούς σκοπούς, ψώνια και διακοπές (Stillwell, 2016).



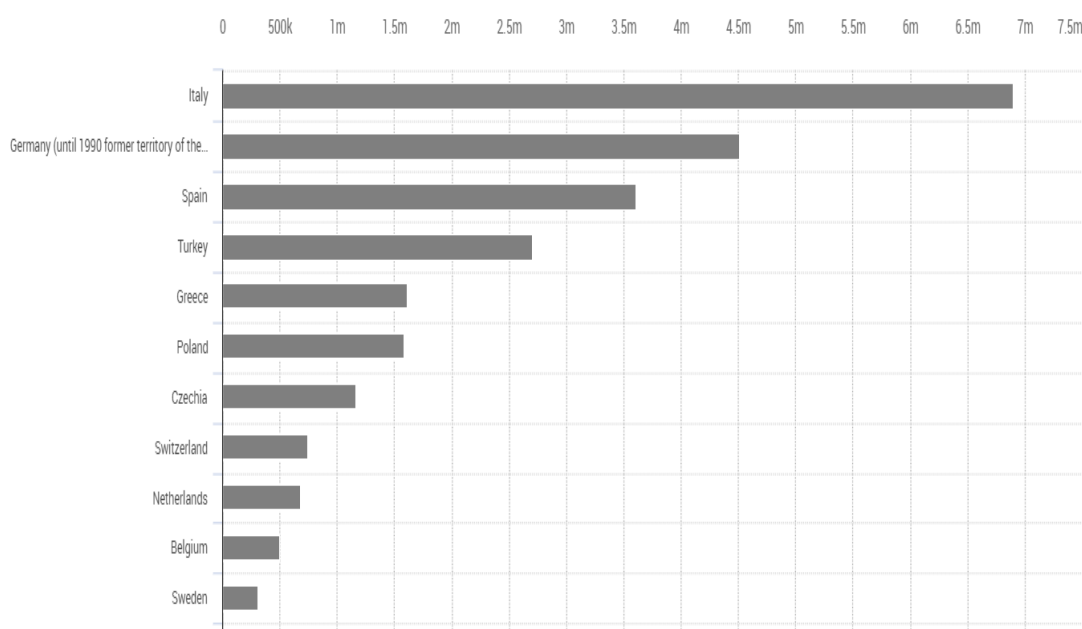
Γράφημα 2: Ποσοστά σκοπών μετακίνησης με μοτοσυκλέτα στην Αγγλία.

Ο αναβάτης μιας μοτοσυκλέτας μπορεί να είναι προφανώς και γυναίκα και άνδρας. Παρόλα αυτά παρατηρείται πως οι άνδρες λόγω της σωματικής τους δομής και της μυϊκής τους μάζας μπορούν να χειριστούν καλύτερα μια μοτοσυκλέτα. Επίσης είναι γεγονός πως οι μοτοσυκλετιστές είναι κατά βάση άτομα μικρής ηλικίας. Αυτό οφείλεται κυρίως σε



οικονομικούς λόγους, αλλά και για λόγους αντίληψης. Τα αντανακλαστικά ενός νεαρότερου ατόμου είναι καλύτερα και έτσι μειώνουν τον κίνδυνο ατυχήματος (FEMA, 2009).

Η Ευρώπη παρουσιάζει μια σημαντική αύξηση στη χρήση των μηχανών από το 2010 μέχρι το 2019. Το γράφημα 3 παρουσιάζει τις χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά χρήσης μηχανών στην Ευρώπη το 2019. Η Ελλάδα αν αναλογιστούμε τον πληθυσμό της σε σχέση με τις άλλες χώρες κατέχει την πρωτιά στην χρήση μηχανών στον ευρωπαϊκό χώρο. Το 2010 υπήρχαν 1 εκατομμύριο 499 χιλιάδες μοτοσυκλέτες, ενώ έως το 2019 ο αριθμός μοτοσυκλετών αυξήθηκε κατά 200 χιλιάδες (EUROSTAT, 2021). Λόγω των κλιματολογικών συνθηκών της χώρας μας, οι μηχανές είχαν ήδη αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό, ενώ η απότομη αύξηση της χρήσης τους σημειώθηκε την προηγούμενη δεκαετία.



Γράφημα 3: Ποσοστά χρήσης μοτοσυκλετών στην Ευρώπη ανά χώρα το 2019.



### Κεφάλαιο 3 Ατυχήματα με μοτοσυκλέτα

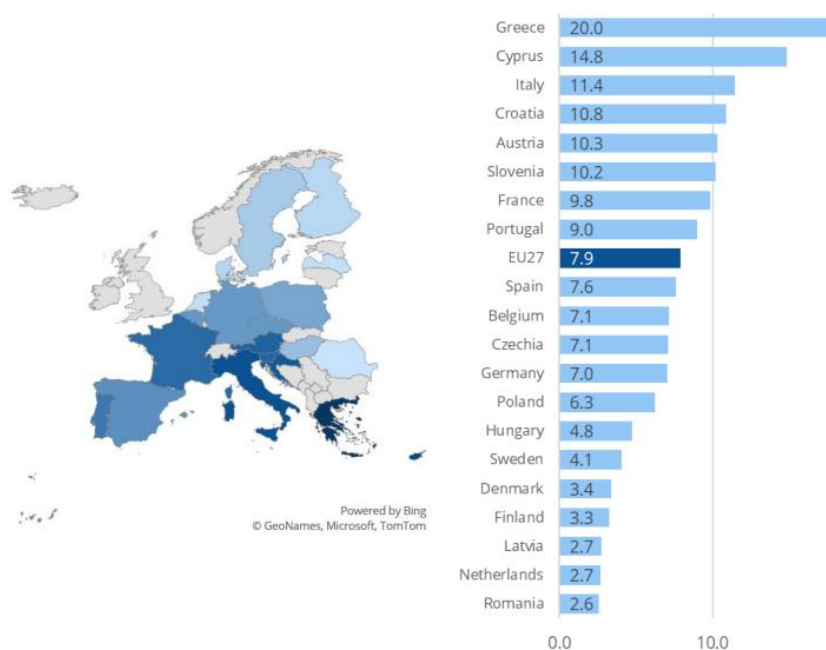
Τα ατυχήματα με μοτοσυκλέτα είναι διαφορετικής φύσεως από τα υπόλοιπα ατυχήματα που συμβαίνουν στο δρόμο. Συγκεκριμένα, πολύ συχνά είναι ατυχήματα που οφείλονται σε απώλεια ελέγχου στις στροφές, προσπέραση ενός άλλου οχήματος ή διέλευση σε ρεύμα αντίθετης κατεύθυνσης. Σε πολλές περιπτώσεις το κύριο πλεονέκτημα της μοτοσυκλέτας, που είναι η δυνατότητα ευελιξίας και ελιγμού στο δρόμο, είναι αυτό που προκαλεί ένα ατύχημα (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, 2004).

Σε σχέση με άλλα μέσα, όπως το αυτοκίνητο, οι μοτοσυκλέτες δεν είναι ασφαλείς. Αυτό συμβαίνει διότι η παθητική ασφάλεια ενός μοτοσικλετιστή είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με ένα αυτοκίνητο. (Λεμονάκης, 2011).

Στην Ευρώπη τα μισά ατυχήματα με μοτοσυκλέτα συμβαίνουν χωρίς τη συμμετοχή άλλου οχήματος, ενώ τα άλλα μισά έχουν προκληθεί σε σύγκρουση με κάποιο αυτοκίνητο. Παρόλα αυτά, τα τελευταία στατιστικά στοιχεία για μοτοσυκλέτες στον Ευρωπαϊκό χώρο, φανερώνουν πως οι κίνδυνοι που έχει να αντιμετωπίσει ο αναβάτης, διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Η επίγνωση αυτών των κινδύνων είναι απαραίτητη, τόσο για την οδήγηση μοτοσυκλέτας με ασφάλεια στην χώρα του οδηγού, αλλά και για την διασυνοριακή οδήγηση (FEMA, 2012).

Στην Ευρώπη τα περισσότερα ατυχήματα σημειώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας και όχι τόσο κατά τις νυχτερινές ώρες. Συγκεκριμένα στις χώρες, όπως η Ελλάδα που η χρήση της μοτοσυκλέτας είναι τακτική, τα ατυχήματα διαδραματίζονται κυρίως τις καθημερινές σε ώρες αιχμής της κυκλοφορίας. Ενώ στις χώρες που τα μηχανικά δίκυκλα δεν χρησιμοποιούνται τακτικά, αλλά για ψυχαγωγικούς σκοπούς, συμβαίνουν τα σαββατοκύριακα, το πρωί ή νωρίς το απόγευμα, όπως είναι λογικό (Stefan, Christian, Hoglinger, Stefan, Machata, & Klaus, 2003).

Από τους 22.722 θανάτους από τροχαία ατυχήματα που σημειώθηκαν το 2018, οι 3.526 ήταν μοτοσυκλετιστές, δηλαδή πεθαίνουν κατά μέσο όρο 10 μοτοσυκλετιστές την ημέρα στην Ευρώπη. Οι χώρες της Ευρώπης με τον υψηλότερο αριθμό θανάτων από μοτοσυκλέτες το 2018 ήταν η Ιταλία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ισπανία, το Ηνωμένο Βασίλειο η Πολωνία και η Ελλάδα. Από το 2010 όλες οι χώρες, εκτός από την Αυστρία έχουν μειώσει σημαντικά τα τροχαία δυστυχήματα με μοτοσυκλέτα. Παρόλο που η Ελλάδα είναι αυτή που έχει σημειώσει τη μεγαλύτερη πτώση των δυστυχημάτων μεταξύ όλων των χωρών, δυστυχώς τα ποσοστά με βάση τον πληθυσμό της παραμένουν τα διπλάσια σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες (European Road Safety Observatory, 2020). Η κύρια αιτία ενδεχομένως είναι η μη χρήση προστατευτικού κράνους και οι επικίνδυνες συνθήκες οδήγησης σε πολλά μέρη, με στενό, απότομο και ολισθηρό οδικό δίκτυο, αλλά και το γεγονός ότι η Ελλάδα ως νότια χώρα της Ευρώπης έχει καιρικές συνθήκες που επιτρέπουν την χρήση μοτοσυκλέτας όλο το χρόνο.



Γράφημα 4: Θάνατοι μοτοσυκλετιστών ανά εκατομμύριο κατοίκους ανά χώρα στην Ευρώπη.

Όπως παρατηρείται στο γράφημα 4, οι χώρες με τα μικρότερα ποσοστά τροχαίων δυστυχημάτων είναι βόρεια στο χάρτη, όπως για παράδειγμα η Ολλανδία, η Λιθουανία, η Δανία, η Φιλανδία και η Σουηδία. Συγκεκριμένα οι Σκανδιναβικές χώρες είναι αυτές που έχουν και το μικρότερο ποσοστό ατυχημάτων (European Road Safety Observatory, 2020).

Είναι λογικό πως οι χώρες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις κλιματικές συνθήκες, τον μέσο όρο των χιλιομέτρων οδήγησης, την ποιότητα του οδικού περιβάλλοντος και την οδική παιδεία. Επομένως είναι απολύτως λογικό βόρειες χώρες να έχουν μικρότερο αριθμό ετήσιων ατυχημάτων, διότι ο χειμώνας είναι μακρύς και αποφεύγουν οι μοτοσυκλετιστές να οδηγούν αυτούς τους μήνες. Αυτό πρέπει να αποτελεί μια ένδειξη ιδιαίτερης προσοχής κατά τη διασυννοριακή οδήγηση των χρηστών. Οι αναβάτες που ζουν σε πιο ασφαλείς χώρες θα πρέπει να γνωρίζουν τους κινδύνους οδήγησης που ελλοχεύουν στις πιο επικίνδυνες χώρες (FEMA, 2012).

### **3.1 Ανθρωπογενείς παράγοντες**

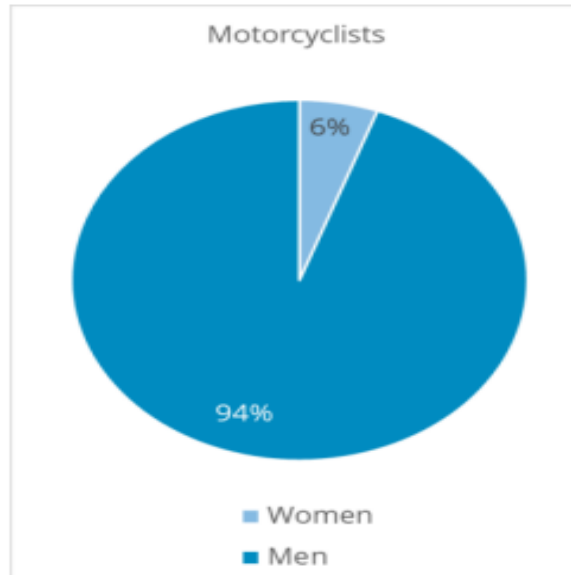
Κατά την οδήγηση μιας μοτοσυκλέτας απαιτείται η καλύτερη δυνατή χρήση όλων των αισθήσεων, ώστε ο οδηγός να είναι συγκεντρωμένος στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες ενός οδικού περιβάλλοντος και να έχει όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο αντίδρασης (FEMA, 2016).

Έπειτα από έρευνα που διεξήχθη, η οποία στηρίχτηκε σε 1790 καταγεγραμμένα ατυχήματα μοτοσυκλετών και συμπλήρωση ανώνυμου ερωτηματολογίου από τους εμπλεκόμενους, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων η οποία είχε στόχο την εύρεση μοτίβων. Η οποία συσχετίζει τα ατυχήματα με τον ανθρώπινο παράγοντα, όπως είναι το φύλο, η ηλικία, η εμπειρία και άλλα χαρακτηριστικά (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, In-depth Study of Motorcycle, 2004).

Τα περισσότερα ατυχήματα συνέβησαν σε αστικά κέντρα ή προαστιακές περιοχές, σε ποσοστό 73,7%. Τα ατυχήματα σε καμπύλα τμήματα επαρχιακών οδών ήταν πολύ πιο σοβαρά, σε σχέση με αυτά των μη επαρχιακών περιοχών. Ενώ στις επαρχιακές περιοχές είναι ενάμιση φορές πιθανότερο να υπάρξει ατύχημα απ' ότι στις κατοικημένες περιοχές και τρεις φορές πιο πιθανό να είναι θανατηφόρο, λόγω των υψηλών ταχυτήτων (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, In-depth Study of Motorcycle, 2004).

### 3.1.1 ΦΥΛΟ

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του 2018, το 94% των θανάτων από τροχαία ατυχήματα με μοτοσυκλέτα στην Ευρώπη έχουν προκληθεί από άντρες (European Road Safety Observatory, 2020).



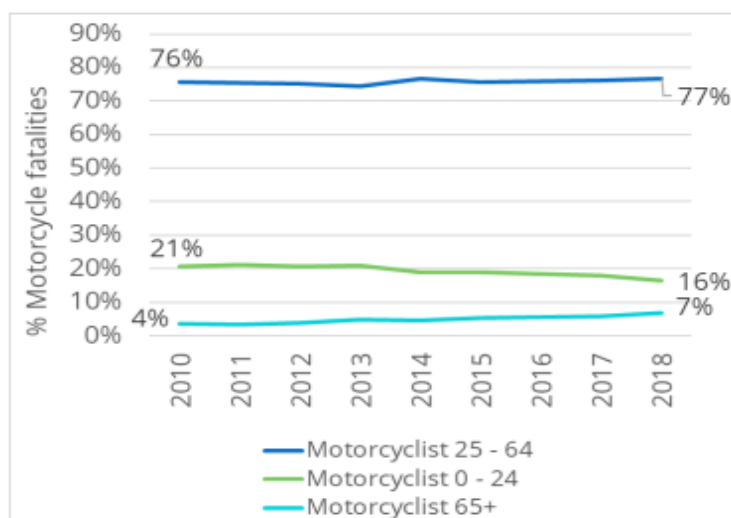
Γράφημα 5: Κατανομή των θανάτων από μοτοσυκλέτες ανά φύλο.

Όπως φαίνεται στο γράφημα 5, οι άντρες μοτοσυκλετιστές εμπλέκονται 12 φορές περισσότερο σε κάποιο ατύχημα σε σύγκριση με τις γυναίκες. Σύμφωνα με το National Statistics οι άντρες είναι πιο πιθανό να ταξιδέψουν με μοτοσυκλέτα κατά 7 φορές περισσότερο από τις γυναίκες. Τα χιλιομετρικά δεδομένα που καταγράφει το κάθε φύλο επηρεάζουν εμφανώς το αποτέλεσμα που ορίζει τους άντρες πιο επιρρεπείς στα ατυχήματα, όπως επίσης και το γεγονός ότι οι περισσότεροι ερωτηθέντες στο πείραμα ήταν άνδρες αναβάτες (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, In-depth Study of Motorcycle, 2004).

Ακόμα ατυχήματα που οφείλονται σε παράβλεψη των πινακίδων ή μη τήρηση των αποστάσεων προκαλούνται τα περισσότερα από άνδρες οδηγούς. Οι γυναίκες δεν παρατηρείται να προκαλούν συγκεκριμένου τύπου ατυχήματα (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, In-depth Study of Motorcycle, 2004).

### 3.1.2 ΗΛΙΚΙΑ

Στο γράφημα 6 παρατηρείται ότι, το ηλικιακό πλαίσιο από 25 έως 64 ετών σημειώνει τα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα με μοτοσυκλέτα, με το ποσοστό των άνω των 65 να έχει αυξήσει την συμμετοχή του σε ατυχήματα, σε αντίθεση με τις ηλικίες από 24 ετών και κάτω, που την έχουν μειώσει κατά πολύ. Η ηλικία με τα περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα είναι τα 20 έτη (European Road Safety Observatory, 2020).



Γράφημα 6: Κατανομή ποσοστών θανάτων από μοτοσυκλέτα ανά ηλικιακή ομάδα.

Γενικά, οι πιο επιρρεπείς ηλικίες σε ατύχημα είναι 16-20 ετών και 31-35 ετών. Για την επίδραση της ηλικίας στα ατυχήματα με μοτοσυκλέτα, θεωρήθηκαν 13 ηλικιακές ζώνες στο προαναφερθέν πείραμα, με την πιο επικίνδυνη ηλικία 16 με 20 ετών. Άλλες ηλικιακές ομάδες με υψηλά ποσοστά ατυχημάτων ήταν οι άνω των 70 και οι 51-55 ετών. Λόγω του μικρού ποσοστού χρήσης μοτοσυκλετών σε μεγάλες ηλικίες τα αποτελέσματα αυτά είναι αμφίβολα. Επίσης οι ηλικίες 26-30 ετών έχουν αυξημένη τάση να βγαίνουν εκτός ελέγχου. Εντυπωσιακό είναι πως η ηλικία 40-49 ετών, ενώ είναι σε ποσοστό 49% του συνολικού δείγματος, αντιπροσωπεύει μόνο το 14% των συνολικών ατυχημάτων (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, In-depth Study of Motorcycle, 2004).

### 3.1.3 ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Από τους ερωτηθέντες το 95% είχαν αρχίσει τη χρήση της μοτοσυκλέτας αμέσως μετά την απόκτηση της άδειας τους. Ενώ το 43,8% του συνολικού ποσοστού αναφέρει ότι

υπήρχαν χρονικοί περίοδοι που είχαν διακόψει τη χρήση της. Από αυτούς το 40% είχε κενό για λιγότερο από ένα χρόνο και το 38% είχε κενό για τρία ή παραπάνω χρόνια (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, 2004).

Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι η πλειοψηφία των μοτοσυκλετιστών έχει οδηγήσει πολλά είδη μοτοσυκλετών στην διάρκεια της ζωής τους. Κυρίως μοτοσυκλέτες μεγάλου κυβισμού και στη συνέχεια μοτοσυκλέτες για ταξίδια και τουρισμό. Τα ατυχήματα σχετίζονταν σε ποσοστό 55% με μοτοσυκλέτες μεγάλου κυβισμού και σε ποσοστό μικρότερο του 40% με μηχανές μικρού κυβισμού. Τέλος είναι σημαντικό πως οι περισσότεροι αναβάτες (64%) έχουν ξεπεράσει τα 5000 μίλια το χρόνο, δηλαδή έχουν παραπάνω από ικανοποιητική εμπειρία. Ενώ σχεδόν όλοι είναι χρήστες και άλλων οχημάτων, παράγοντας που ευνοεί την κρίση τους και βελτιώνει την οδική τους συμπεριφορά σε σχέση με τα άλλα οχήματα (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, 2004).

#### **3.1.4 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ**

Έχει παρατηρηθεί ότι δεν υπάρχει ανάλογη κατανομή ατυχημάτων μεταξύ οδηγών μοτοσυκλέτας με παρόμοια έκθεση σε κίνδυνο. Ως ένα βαθμό τα γεγονότα αυτά μπορεί να είναι τυχαία, αλλά σε μεγαλύτερο ποσοστό κάποιοι οδηγοί είναι απλώς επιρρεπείς σε ατυχήματα περισσότερο από τους υπόλοιπους. Είναι γεγονός ότι ένα άτομο ανάλογα με τις συνθήκες της ζωής του, τα προβλήματα του και σε μεγάλο ποσοστό το χαρακτήρα του έχει την τάση να οδηγεί με αντίστοιχο τρόπο. Πολλές έρευνες στηρίζονται στο μοντέλο του ανθρώπου ο οποίος είναι επιρρεπής σε ατυχήματα ("Accident Proneness Model"), σύμφωνα με το οποίο θεωρείται ότι το πόσο επιρρεπής είναι ένας οδηγός σε ατυχήματα κρίνεται με βάση τον χαρακτήρα του ατόμου και όχι τη ψυχοκινητική ικανότητα αυτού. Συγκεκριμένα οι παράγοντες που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό έναν οδηγό, είναι τα κίνητρά του, οι πεποιθήσεις του, οι αξίες του, η κοινωνική και ατομική του συμπεριφορά, η ψυχολογική του κατάσταση και το γνωστικό του επίπεδο. Δηλαδή όλα τα στοιχεία τα οποία συνθέτουν και τον χαρακτήρα ενός οδηγού (T. Flores, T. Gotohio, C.Paras, & R. Seva, 2009).

Χαρακτηριστικά της προσωπικότητας ενός οδηγού, όπως είναι η παρορμητικότητα, η επιθετικότητα, η αδιαφορία για τους υπόλοιπους, η αντιδραστικότητα, η έλλειψη αγάπης και προσοχής, είναι χαρακτηριστικά της προσωπικότητας τα οποία επαναλαμβάνονται σε



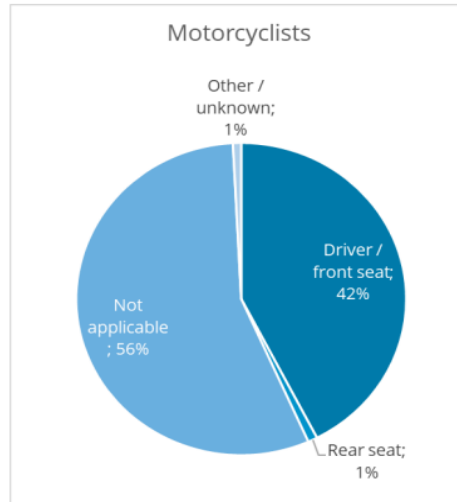
οδηγούς μοτοσυκλέτας με επιθετική οδήγηση. Ιδιαίτερα επικίνδυνες κατηγορίες μοτοσυκλετών αναφέρεται πως είναι αυτοί με υψηλό το στοιχείο του ενθουσιασμού στο χαρακτήρα τους, κάτι το οποίο αποζητούν μέσα από την οδήγηση με υψηλό ρίσκο. Τα άτομα με υψηλό στρες φαίνεται να διατρέχουν εξίσου υψηλό κίνδυνο, λόγω της προβληματικής λήψης αποφάσεων και επίγνωσης της κατάστασης σε ένα ενδεχόμενο προκληθέν συμβάν. Τέλος τα άτομα με επιθετικές τάσεις και προβλήματα κοινωνικοποίησης έχουν σημειώσει τον μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων (T. Flores, T. Gotohio, C.Paras, & R. Seva, 2009).

### **3.1.5 ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ**

Τα δυο πιο συνηθισμένα είδη μετακίνησης μοτοσυκλέτας είναι για εργασία και για διασκέδαση. Η οδήγηση ενός μοτοσυκλετιστή είναι άμεσα εξαρτώμενη από το σκοπό της μετακίνησης του. Για παράδειγμα όταν κάποιος μετακινείται για ψυχαγωγικούς λόγους, λόγω της πιο ανάλαφρης διάθεσης που τον διακατέχει συνήθως δεν είναι τόσο συγκεντρωμένος στο δρόμο. Ενώ όταν ο μοτοσυκλετιστής οδηγεί υπό συνθήκες πίεσης και βιασύνης για την δουλειά του σε καθημερινή βάση οι οδηγικές συνθήκες είναι διαφορετικές (Λεμονάκης, 2011).

### **3.1.6 ΣΥΝΕΠΙΒΑΤΕΣ**

Στην συγκεκριμένη ενότητα η βάση δεδομένων είναι ελλιπής ώστε να μπορεί να τεθεί ένα γενικό συμπέρασμα, για τη συμβολή των συνεπιβατών σε ένα ατύχημα με μοτοσυκλέτα. Παρόλα αυτά, στο γράφημα 7 φαίνονται τα ποσοστά των θανατηφόρων ατυχημάτων ανάλογα με τη θέση στο όχημα (European Road Safety Observatory, 2020).



Γράφημα 7: Κατανομή των θανάτων των μοτοσικλετιστών με βάση τη θέση τους στο όχημα.

Σε μια σχετική μελέτη που έλαβε χώρα στη Νιγηρία, από στοιχεία του Lautech Teaching νοσοκομείου παρατηρήθηκε πόσο σοβαρή ήταν η υπέρβαση των δύο αναβατών σε μια μοτοσυκλέτα και η απουσία προστατευτικού κράνους. Επίσης οι συνεπιβάτες μιας μοτοσυκλέτας, ήταν πιο ευάλωτοι σε σοβαρούς τραυματισμούς. Συγκεκριμένα οι τραυματισμένοι οδηγοί ήταν σε ποσοστό 42%, ενώ οι συνεπιβάτες σε ποσοστό 58%. Οι λόγοι που οι συνεπιβάτες είναι πιο ευάλωτοι, είναι γιατί συνήθως δεν φορούσαν κράνος και δεν είχαν τον έλεγχο των μοτοσυκλετών ώστε να βρίσκονται σε εγρήγορση. Επίσης οι μοτοσυκλέτες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να αποδίδουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο όταν έχουν έως δυο αναβάτες (Oluwadiya, Ojo, Adegbehingbe, Mock, & Popoola, 2014).

## 3.2 Όχημα

### 3.2.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η τεχνική κατάσταση και η συντήρηση μιας μοτοσυκλέτας είναι ιδιαίτερα σημαντικά στοιχεία για την ασφάλεια των μοτοσικλετιστών. Έχει αποδειχτεί όμως σε βάθος χρόνου, ότι συνήθως αυτές οι αιτίες δεν είναι ικανές ώστε να προκαλέσουν ένα θανατηφόρο ατύχημα. Συγκεκριμένα από μελέτη του ACEM σε πάνω από 900 ατυχήματα Ευρωπαϊκών χωρών παρατηρήθηκε ότι λιγότερο από το 5% οφειλόταν σε οποιαδήποτε κατασκευαστική αστοχία του οχήματος και λιγότερο από 2% σε κάποιο τεχνικό πρόβλημα. Συνολικά τα

τεχνικά σφάλματα των μοτοσυκλετών έχουν ποσοστό μικρότερο του 2% σε πρόκληση θανατηφόρων ατυχημάτων (FEMA, 2016).

Οι καθρέφτες των μοτοσυκλετών μερικές φορές δεν προσφέρουν την ολική εικόνα του δρόμου, πίσω από τον αναβάτη. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα μπράτσα του οδηγού της μοτοσυκλέτας εμποδίζουν το οπτικό πεδίο ακόμα περισσότερο. Για αυτό το λόγο υπάρχουν και αντίστοιχοι κανόνες που ισχύουν στην Ευρώπη, όσον αφορά την τυποποίηση του καθρέπτη της μοτοσυκλέτας και των αποστάσεων μεταξύ κατόπτρων (Noordzij, Forke, Brendicke, & Chinn, 2001).

Συμπερασματικά η τεχνική κατάσταση μιας μοτοσυκλέτας δεν είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που συμβάλουν σε ένα ατύχημα.

### **3.2.2 ΠΕΔΗΣΗ**

Με μια γενικότερη παρατήρηση δεν εντοπίζεται κάποια άμεση συσχέτιση μεταξύ πέδησης και ατυχημάτων με μοτοσυκλέτα, αλλά με μια πιο λεπτομερή προσέγγιση διαπιστώθηκε ότι αιτία αρκετών θανατηφόρων ατυχημάτων ήταν λάθος σε φρενάρισμα του μοτοσυκλετιστή. Στις σύγχρονες μοτοσυκλέτες, παρά το ακριβό σύστημα πέδησης που εγγυάται μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση ατυχήματος, είναι αναπόφευκτο σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα και ένας έμπειρος οδηγός να φρενάρει απότομα στον μπροστινό τροχό λόγω άγχους. Η μόνη λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να εξοπλιστούν οι μοτοσυκλέτες με σύστημα πέδησης το οποίο δεν μπλοκάρει εύκολα (Sporner & Kramlich, 2001).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με την πέδηση και καθορίζουν την σοβαρότητα ενός ατυχήματος. Για παράδειγμα, η απόσταση πέδησης, η σταθερότητα και η πτώση κατά τη πέδηση είναι βασικοί παράγοντες επιρροής στη κρισιμότητα της κατάστασης. Ιδιαίτερη δυσκολία αντιμετωπίζουν οι μοτοσυκλετιστές κυρίως κατά την πέδηση σε καμπύλα τμήματα οδών, καθώς ούτε η ορατότητα είναι επαρκής και είναι περιπλοκότερη η διαδικασία φρεναρίσματος (Sporner & Kramlich, 2001).

Η διαδικασία της πέδησης είναι μια σύνθετη διαδικασία που εξαρτάται από το κέντρο βάρους της μηχανής και απαιτεί τόσο τον υπολογισμό της απαραίτητης δύναμης και της μικρότερης δυνατής απόστασης κατά την εκτέλεσή της, αλλά και αντίληψη της κατάστασης του οδοστρώματος και των συνθηκών οδήγησης. Όλα αυτά είναι ιδιαίτερα

δύσκολο να αντιμετωπιστούν γρήγορα και σωστά από έναν οδηγό. Οι περισσότερες έρευνες δυστυχώς και σε αυτό το κομμάτι αφορούν την ασφάλεια των αυτοκινήτων, παρόλο που οι μοτοσυκλετιστές είναι πολύ πιο ευάλωτοι σε ατυχήματα τέτοιας φύσεως (Sporner & Kramlich, 2001).

### **3.2.3 ΚΥΒΙΣΜΟΣ**

Έχει παρατηρηθεί ότι σε λιγότερο σοβαρά ατυχήματα, οι μοτοσυκλέτες με μεγάλη ισχύ κινητήρα είχαν μικρότερα ποσοστά ατυχημάτων. Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η οδήγηση μοτοσυκλέτας με μεγάλη ισχύ κινητήρα, είναι πιθανόν να έχει κάποια σχέση με την αύξηση του κινδύνου, αλλά σύμφωνα με τις περισσότερες έρευνες ο κύριος λόγος δεν είναι αυτός. Συγκεκριμένα έγκεινται στην αυξημένη χιλιομετρική απόσταση ανά μονάδα χρόνου που έχει διανύσει μια μηχανή, η οποία σχετίζεται με την έκθεση των μοτοσυκλετιστών και έχει να κάνει με την συμπεριφορά και την γρήγορη λήψη αποφάσεων αυτών και όχι με την απόδοση του κινητήρα. Παρόλο που τα αποτελέσματα αυτά δεν είναι ολοκληρωμένα, με τα τρέχοντα στοιχεία δεν βρίσκεται καμία άμεση σχέση μεταξύ της εμπλοκής μιας μηχανής σε ένα ατύχημα και της ιπποδύναμης του οχήματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα ατυχήματα λαμβάνουν χώρα σε αστικούς δρόμους, με τις μηχανές κινούμενες με χαμηλή ταχύτητα, όπου η απόδοση του κινητήρα όπως είναι λογικό δεν διαδραματίζει κανένα ρόλο (Noordzij, Forke, Brendicke, & Chinn, 2001).

## **3.3 Οδικό περιβάλλον**

Οι επικρατούσες συνθήκες σε ένα οδικό δίκτυο αποτελούν μια από τις βασικότερες αιτίες πρόκλησης ατυχημάτων ειδικά για τα δίκυκλα, που λόγω της ιδιαίτερης δυναμικής τους, είναι πιο ευάλωτα στις δυσμενείς καταστάσεις. Ως οδικό περιβάλλον ορίζεται το σύνολο των στοιχείων που χαρακτηρίζουν μια οδό ή ένα οδικό δίκτυο, όπως είναι τα χαρακτηριστικά της οδού και η κατάσταση του οδοστρώματος. Στο οδικό δίκτυο της Ελλάδας τα δίκυκλα διαδραματίζουν βασικό ρόλο, με τα ποσοστά ατυχημάτων σε υψηλά επίπεδα. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις συνθήκες του οδικού μας δικτύου, προκειμένου τα ατυχήματα να μειωθούν.

### 3.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΔΟΥ

Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά στο οδικό δίκτυο, που βοηθούν στην ομαλή ροή της κυκλοφορίας, τα οποία πολλές φορές φέρνουν σε κίνδυνο τους μοτοσυκλετιστές. Όπως είναι οι μικροί στύλοι στην άκρη του δρόμου, οι οποίοι είναι πολύ επικίνδυνοι για τους αναβάτες της μηχανής αν αυτή εκτραπεί από την πορεία της και πέσει πάνω τους. Άλλο ένα φανερό στοιχείο πως το σύστημα κυκλοφορίας είναι σχεδιασμένο με βάση τις ανάγκες των αυτοκινήτων και αγνοούνται οι ανάγκες των μοτοσυκλετών, είναι τα φανάρια. Συγκεκριμένα οι μοτοσυκλέτες έχουν διαφορετικό τρόπο πέδησης και απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο για να ακινητοποιηθούν με την ένδειξη του κόκκινου (Σπυροπούλου, Παπαδημητρίου, Γιαννής, & Γκόλιας).

Επικίνδυνες είναι οι κλειστές καμπύλες, λόγω της δύσκολης ισορροπίας και των ελιγμών που απαιτεί η οδήγηση μιας μοτοσυκλέτας. Συγκεκριμένα δεν υφίσταται κάποια τυπολογία ιδανικών τροχιών που να απαιτείται κατά τον χειρισμό μιας μοτοσυκλέτας. Η φυγόκεντρος δύναμη, τείνει να εκτρέψει τα οχήματα εκτός δρόμου στο έξω τμήμα της στροφής. Η διαδικασία για έναν μοτοσυκλετιστή προσαρμογής της οδήγησης του σε αυτές τις συνθήκες θέλει από τον οδηγό να γύρει προς το εσωτερικό της στροφής, ώστε η δύναμη του βάρους από το όχημα να αναιρέσει την μεγάλη επιρροή της φυγόκεντρης δύναμης και ταυτόχρονα απαιτεί την κατάλληλη μείωση της ταχύτητας. Οτιδήποτε βρίσκεται στο κράσπεδο από σκουπίδια μέχρι λάδια, ίσως αποβούν μοιραία για τον μοτοσυκλετιστή, διότι μπορούν να προκαλέσουν εύκολα διαταραχή της ισορροπίας του (Λεμονάκης, 2011).

Επιπλέον είναι γεγονός, ότι σε μία αριστερόστροφη καμπύλη είναι πιο δύσκολο να αντιδράσει ο οδηγός σε οποιοδήποτε εμπόδιο προκύψει, λόγω της συνεχούς μεταβολής στην ορατότητα του, σε αντίθεση με τη δεξιόστροφη καμπύλη, όπου η κίνηση διέπεται από μια ομαλότητα. Συγκεκριμένα οι μοτοσυκλετιστές πάντα κοιτάζουν το πιο απομακρυσμένο σημείο στον ορίζοντα που μπορούν να δουν. Σε έναν ευθύ δρόμο ο μοτοσυκλετιστής έχει μια σταθερή εικόνα η οποία δεν μεταβάλλεται και επομένως μπορεί να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του πολύ εύκολα. Σε ένα καμπύλο τμήμα οδού όμως οι μοτοσυκλετιστές εστιάζουν κατά μήκος της γραμμής σε ένα σημείο της εσωτερικής καμπύλης του δρόμου, το οποίο συνεχώς αλλάζει. Επομένως είναι ευκολότερη η παρακολούθηση της δεξιόστροφης στροφής γιατί η πορεία βρίσκεται στην εσωτερική καμπύλη, σε αντίθεση με την αριστερή

που ενώ ο μοτοσυκλετιστής παρακολουθεί την εσωτερική καμπύλη η πορεία του είναι στην εξωτερική. (ACEM, 2006).

### **3.3.2 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ**

Οι επικρατούσες συνθήκες ενός οδοστρώματος επηρεάζουν κατά πολύ περισσότερο τους μοτοσυκλετιστές σε σχέση με τους οδηγούς των αυτοκινήτων. Οποιαδήποτε αστοχία στον δρόμο, όπως για παράδειγμα είναι οι ρωγμές στο οδόστρωμα, τα ολισθηρά υλικά που εμποδίζουν την επαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα, τα υγρά και οι λακκούβες, αποτελούν σοβαρό πρόβλημα για τους μοτοσυκλετιστές. Σε αντίθεση με έναν οδηγό αυτοκινήτου είναι δύσκολη η αποφυγή ενός εμποδίου στο οδόστρωμα, διότι η επιφάνεια των ελαστικών της μοτοσυκλέτας είναι κατά πολύ μικρότερη του αυτοκινήτου και πιο δύσκολος ο ρόλος του οδηγού να διατηρήσει την ισορροπία και ταυτόχρονα να διαχειριστεί το στοιχείο του αιφνιδιασμού (Λεμονάκης, 2011).

Ένας βασικός παράγοντας που σχετίζεται με τα ατυχήματα μοτοσυκλέτας είναι η ποιότητα και η συντήρηση του οδοστρώματος. Μια μελέτη της FEMA που έγινε σε ευρωπαϊκές χώρες όσον αφορά την συσχέτιση ενός ατυχήματος με μοτοσυκλέτα και των κακών συνθηκών υποδομής, παρατήρησε ότι τις καλύτερες οδικές υποδομές τις διαθέτει η Δανία. Δυστυχώς η Ελλάδα κατέχει την τελευταία θέση, καθώς η κατάσταση του οδοστρώματος είναι ιδιαίτερα επισφαλής. Παρόμοιο πρόβλημα παρουσιάζουν οι Μεσογειακές χώρες όσον αφορά τη συντήρηση της ασφάλτου, τη διάταξη των καμπυλών, την σήμανση και την προειδοποίηση (FEMA, 2016).

Τα τρία πιο συνήθη προβλήματα των υποδομών είναι η κακή συντήρηση, η κακή ποιότητα του οδοστρώματος και τα προβλήματα στη σήμανσή του. Όλες οι χώρες παρουσιάζουν τα ίδια προβλήματα, αλλά διαφέρουν στην συχνότητα που αυτά εμφανίζονται. Συγκεκριμένα, η συντήρηση των οδών αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα σε όλες τις χώρες σε ίδιο βαθμό. Σε αντίθεση με προβλήματα όπως η διάταξη των καμπυλών, η ασφάλτος, η βαφή και η σήμανση του οδοστρώματος, τα οποία συναντώνται περισσότερο στις κεντρικές και νότιες Ευρωπαϊκές χώρες. Επιπρόσθετα, οι Μεσογειακές χώρες έχουν προβλήματα στις σήμανσεις των οδών και στην απουσία προειδοποιητικών πινακίδων για επερχόμενους κινδύνους ή επιδιορθωτικές εργασίες στους δρόμους (FEMA, 2016).

Συμπερασματικά, η ασφάλεια ενός μοτοσικλετιστή εξαρτάται από την οδήγησή του, την τεχνική κατάσταση της μοτοσυκλέτας, την οδική υποδομή, την οδήγηση των άλλων οδηγών ή χρηστών του δρόμου. Πολιτικοί μηχανικοί, εταιρίες και ερευνητικοί οργανισμοί ασχολούνται με την βελτίωση αυτών των παραγόντων, με απώτερο σκοπό την οδική ασφάλεια των οδηγών. Οι μοτοσυκλέτες δυστυχώς δεν είναι στο επίκεντρο αυτών των ερευνών, έτσι πολύ λίγες έρευνες συναντώνται που να αφορούν αποκλειστικά την ασφάλεια των μοτοσικλετιστών.





## Κεφάλαιο 4 Τυπολογία

Η εργασία μελετά τη συμπεριφορά των οδηγών μοτοσυκλέτας σε καμπύλα τμήματα οδού. Δυστυχώς, οι υπάρχουσες ερευνητικές μελέτες που έχουν ασχοληθεί με αυτό στις μοτοσυκλέτες είναι ελάχιστες, οι περισσότερες έχουν επικεντρωθεί στα αυτοκίνητα και στα φορτηγά. Παρόλα αυτά κρίνεται απαραίτητη η αναφορά αντίστοιχων μελετών, παρά την διαφορετική δυναμική των οχημάτων αυτών με τις μοτοσυκλέτες, γιατί μέσα από την παρατήρηση διευκολύνεται η έρευνα στον τομέα των μοτοσυκλετών δίνονται ιδέες και λύσεις για την βελτίωση των συνθηκών μελέτης καθώς και αποκτάται μια γενική εικόνα της ασφαλέστερης οδήγησης σε καμπύλα τμήματα. Επιπλέον οι οδηγοί μοτοσυκλέτας μέσω της διαπίστωσης ενός υπερισχύοντος μοτίβου στο οποίο κινούνται οι οδηγοί των υπολοίπων οχημάτων σε στροφές, μπορούν να ενταχθούν πιο εύκολα και με μεγαλύτερη επίγνωση του οδηγικού περιβάλλοντος, βελτιώνοντας την οδική ασφάλεια στα καμπύλα τμήματα. Αρχικά παρατίθεται μια έρευνα (ίσως η μοναδική) που αφορά τις μοτοσυκλέτες σε καμπύλα τμήματα δρόμου.

Οι οδηγοί μοτοσυκλέτας θεωρούνται από τους πιο ευάλωτους χρήστες του δρόμου, ενώ ο πιο συχνός λόγος θανατηφόρων ατυχημάτων, έχει προκληθεί από απώλεια ελέγχου στις στροφές, λόγο της αστάθειας και της πολυπλοκότητας που διέπει τη χρήση της μοτοσυκλέτας. Γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκε μια έρευνα, στην οποία τοποθετήθηκαν πολλαπλοί αισθητήρες στις μοτοσυκλέτες και ακολούθησε αλγοριθμική μελέτη, με σκοπό τη βελτίωση των τροχιών της μοτοσυκλέτας κατά τη στροφή. Ο αλγόριθμος εστίασε στην συμπεριφορά των αναβατών σε καμπύλα τμήματα και στην βελτίωση των τροχιών. (Smaiah, και συν., 2018)

Συγκεκριμένα τοποθετήθηκαν ενσωματωμένοι αισθητήρες, σε διαφορετικά τμήματα της μοτοσυκλέτας, προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Θεώρησαν τον πίσω τροχό ως σημείο αναφοράς όλων των αισθητήρων της μοτοσυκλέτας, διότι με αυτόν τον

τρόπο λαμβάνεται υπόψη η πραγματική κλίση του δρόμου κάθε στιγμή. (Smaiah, και συν., 2018).

Συλλέγονται τα δεδομένα και αποθηκεύονται με συγκεκριμένη κατάταξη, ώστε να επιλεγθεί στο τέλος η καλύτερη τροχιά. (Smaiah, και συν., 2018).

#### **4.1 Αυτοκίνητα**

Έρευνα που διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο του Carleton είχε ως στόχο να βελτιώσει την γεωμετρία των δρόμων με βάση την συμπεριφορά των οδηγών. Σύμφωνα με την οποία για το σχεδιασμό του γεωμετρικού σχεδίου ενός αυτοκινητόδρομου, το βασικότερο ρόλο έχει ο χρήστης του δρόμου. Υλοποιήθηκε πείραμα, όπου τριάντα εθελοντές κλήθηκαν να οδηγήσουν, με ένα ειδικά σχεδιασμένο όχημα σε έναν δοκιμαστικό τμήμα δρόμου. Τα δεδομένα που συλλέχτηκαν σχετικά με τη συμπεριφορά του οδηγού ήταν η ταχύτητα, η επιτάχυνση και η πορεία και διεύθυνση του οχήματος. Έτσι δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, όπου παρατηρήθηκε η συσχέτιση της συμπεριφοράς των οδηγών με τη γεωμετρία της οδού, σε οριζόντιες καμπύλες (Said, Hassan, & Halim, 2008).

Αναπτύχθηκαν ορισμένα μοντέλα σχετικά με την διαδρομή των οχημάτων. Αυτά ήταν η μοντελοποίηση των επιθυμητών μηκών για οριζόντιες καμπύλες, με βάση την κίνηση του τιμονιού, η μοντελοποίηση των ορίων άνεσης για έναν οδηγό σε οριζόντιες καμπύλες με βάση την πλευρική επιτάχυνση του οδηγού και η μοντελοποίηση ρυθμών επιβράδυνσης και επιτάχυνσης στις εισόδους και εξόδους οριζόντιων καμπυλών. (Said, Hassan, & Halim, 2008).

Τα δεδομένα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τους τύπους σύγκρουσης. Η πρώτη αφορούσε όλα τα είδη των συγκρούσεων, η δεύτερη αφορούσε τις συγκρούσεις που δεν συνέβησαν σε διασταύρωση και η τρίτη αφορούσε ειδικές περιπτώσεις, όπως να κοιμηθεί ο οδηγός, σύγκρουση με ζώο, μηχανή, φορτηγό κ.λπ. Παρατηρήθηκε ότι η δεύτερη ομάδα ήταν αυτή που είχε τα πιο σημαντικά στατιστικά στοιχεία στο πείραμα (Said, Hassan, & Halim, 2008).

Αξιοσημείωτο όσον αφορά την ανάλυση της καμπυλότητας, είναι η διαφορά μεταξύ της καμπυλότητας που παίρνει το όχημα και της πραγματικής καμπυλότητας του δρόμου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί προσπαθώντας να προσαρμόσουν το όχημα τους,

στην κλίση που ορίζει η καμπυλότητα της γεωμετρίας της οδού, αποκτούν μικρότερη κλίση στη μέση της καμπύλης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μείωση της ασφάλειας στα καμπύλα τμήματα και αύξηση της συχνότητας σύγκρουσης (Said, Hassan, & Halim, 2008).

Ένα επιστημονικό άρθρο παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη πρόβλεψη τροχιάς και την αξιολόγηση της κρισιμότητας μιας κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη την κίνηση των οχημάτων και το οδικό περιβάλλον, με τη βοήθεια χαρτών. Λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος κρισιμότητας και ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση. Τέλος βοηθάει με την δημιουργία προειδοποιήσεων σε κρίσιμες καταστάσεις, δηλαδή όπου δεν υπάρχει χρόνος πριν τη σύγκρουση που να κάνει αντιληπτό τον μετέπειτα κίνδυνο. Για αυτό το λόγο η κύρια συμβολή του άρθρου έγκειται στην προετοιμασία του οδηγού για μια κρίσιμη κατάσταση που μπορεί να ακολουθήσει (Schreier, Willert, & Adamy, 2016).

Μελέτη διερευνά τις τροχιές που ακολουθούν τα αυτοκίνητα σε ορεινούς δρόμους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν πειράματα σε τέσσερις ορεινούς δρόμους, 2 λωρίδων, με πραγματική ροή κυκλοφορίας. Η αλλαγή της τροχιάς αποτυπώθηκε σε ένα σύστημα συντεταγμένων με σημείο αναφοράς την οριογραμμή του οδοστρώματος. Με σκοπό να βρεθεί η σχέση μεταξύ της τροχιάς αυτοκινήτου και της γεωμετρίας του δρόμου. Ο δρόμος χωρίστηκε σε μικρότερα τμήματα με βάση τα κοινά γεωμετρικά χαρακτηριστικά και ακολούθησε καταγραφή της θέσης του οχήματος σε κάθε διατομή του δρόμου. Τοποθετήθηκε μια κάμερα στο μπροστινό μέρος των αυτοκινήτων, ώστε να καταγράφει το περιβάλλον που επικρατούσε κατά την οδήγηση και μια άλλη κάμερα στην δεξιά πλευρά του, η οποία υπολόγιζε την απόσταση των ελαστικών του αυτοκινήτου από την άκρη του δρόμου. Επιπλέον τα επιβατικά οχήματα που επιλέχθηκαν ήταν τα SUV, τα οποία είναι τα πιο αντιπροσωπευτικά για την Κίνα, που διεξήχθη η έρευνα (Xu, Luo, & Shao, 2018).

Παρατηρήθηκε ότι με την αύξηση της ακτίνας καμπυλότητας, μειώνεται ο ρυθμός πλευρικής απόκλισης της τροχιάς, ενώ η τροχιά προσαρμόζεται στην οριζόντια χάραξη του δρόμου. Επίσης ένα όχημα καταπατά την απέναντι λωρίδα συνήθως όταν εξέρχεται από την δεξιά στροφή ή εισέρχεται στην αριστερή και οφείλεται στην κακή διεύθυνση που έχει δώσει ο οδηγός στο όχημα. Αυτή η έρευνα μελλοντικά μπορεί να βοηθήσει στα αυτόνομα

αυτοκίνητα, δημιουργώντας πρότυπα τροχιάς κατά την οδήγηση, με βάση τις συνηθέστερες οδηγικές συμπεριφορές (Xu, Luo, & Shao, 2018).

Μια έρευνα που ασχολήθηκε επίσης με τα αυτόνομα αυτοκίνητα και το κομμάτι της πρόβλεψης των τροχιών των οχημάτων σε μια κυκλοφορία, στοχεύει στο πώς να αποφευχθεί η σύγκρουση με την προγραμματισμένη τροχιά ενός αυτόνομου οχήματος. Η εργασία προτείνει μια νέα τροχιά, η οποία βασίζεται στην κίνηση με σταθερό ρυθμό επιτάχυνσης και στην αναγνώριση των ελιγμών ενός οχήματος. Έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματά του. Επιλέγει κάθε φορά συγκεκριμένη τροχιά από όλο το πλήθος, την οποία και συγκρίνει με τον άξονα του δρόμου. Τα δεδομένα του πειράματος συλλέχθηκαν από υπάρχοντα δεδομένα πραγματικής οδήγησης και γι' αυτό το αποτέλεσμα έχει τόσο μεγάλη ακρίβεια (Houenou, Bonnifait, Cherfaoui, & Yao, 2013).

Η προσέγγιση αυτή θα έχει άμεση συμβολή στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων. Τα συστήματα τα οποία συμβάλουν, είναι για παράδειγμα το Σύστημα υποβοήθησης του οδηγού ή ADAS, με προειδοποίηση ή ακόμα και επέμβαση όταν προβλέπει κάποιο μελλοντικό ατύχημα. Όλα τα συστήματα αποφυγής σύγκρουσης πρέπει να μπορούν να αντιλαμβάνονται συνεχώς την εξέλιξη και τον κίνδυνο που ελλοχεύει κάθε κυκλοφοριακή κατάσταση, γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η πρόβλεψη της τροχιάς των άλλων οχημάτων στο οδικό δίκτυο, αλλά και η πρόβλεψη της τροχιάς του ίδιου του οχήματος στην περίπτωση ύπαρξης του ADAS (Houenou, Bonnifait, Cherfaoui, & Yao, 2013).

Για την δοκιμή του αλγορίθμου πρόβλεψης της τροχιάς, τα δεδομένα πάρθηκαν σε ρεαλιστικές συνθήκες, όπου ζητήθηκε από τους οδηγούς να αλλάξουν λωρίδα ή να προσπεράσουν άλλα οχήματα σε ευθύγραμμα τμήματα, ώστε να καταγραφούν οι ελιγμοί τους κατά την οδήγηση. Αυτά τα δεδομένα τοποθετήθηκαν σε ένα κοινό καρτεσιανό σύστημα, με στόχο να καταγραφεί η τροχιά για διαφορετικούς χρόνους. Παρόλη την ακρίβεια και την προσαρμογή του πειράματος στην γεωμετρία του δρόμου και στις κινήσεις των οχημάτων, υπάρχει πρόβλημα όταν το πείραμα λαμβάνει υπόψη και τον χρόνο. (Houenou, Bonnifait, Cherfaoui, & Yao, 2013).

Ακόμη μια έρευνα που στοχεύει στην πρόβλεψη τροχιάς, αλλά συγκεκριμένα στην τροχιά των οχημάτων κατά την αλλαγή λωρίδας έλαβε χώρα σε αστικούς αυτοκινητόδρομους, τα στοιχεία λήφθηκαν από πραγματικά δεδομένα οδήγησης. Η

σημαντικότητα της έρευνας έγκειται στην αξιολόγηση του πιθανού κινδύνου που ελλοχεύει η αλλαγή της λωρίδας σε κάθε περίπτωση και στην ενημέρωση του οδηγού. Το βασικό πρόβλημα εντοπίστηκε στην μοντελοποίηση αυτής της τροχιάς με βάση τις πραγματικές συμπεριφορές κατά την αλλαγή λωρίδας των οδηγών. Αρχικά τα δεδομένα του πειράματος συλλέχθηκαν από ένα δοκιμαστικό όχημα εξοπλισμένο με πολλαπλούς αισθητήρες. Στο πρώτο μέρος, διεξάγονται πειράματα στο δρόμο για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιώντας ένα όχημα με συγχρονισμένους αισθητήρες. Τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία και έτσι δημιουργήθηκε ένα μοντέλο τροχιών που να προσεγγίζει όσο το δυνατόν καλύτερα την πραγματικότητα (Yao, Zhao, Bonnifait, & Zha, 2013).

Πραγματοποιήθηκε πείραμα που μελετούσε την επιρροή του εύρους των λωρίδων κυκλοφορίας, στην ταχύτητα και στην πλευρική θέση του οχήματος, σε καμπύλα τμήματα δυο λωρίδων κυκλοφορίας μιας υπεραστικής οδού στην Πενσυλβανία. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του εύρους της λωρίδας κυκλοφορίας ήταν η μέση ταχύτητα, η πλευρική θέση του οχήματος, οι ακραίες ταχύτητες, το εύρος των θέσεων του οχήματος και η θέση των επιβραδυνόμενων οχημάτων που προσεγγίζουν την οριζόντια γραμμή. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη βοήθεια αισθητήρων εντός της οριζόντιας καμπύλης του δρόμου σε τέσσερα σημεία του δεξιά τμήματος και άλλα τέσσερα συγκρίσιμα σημεία του αριστερού τμήματος, κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας (Donnell, Gemar, & Cruzado, 2006).

Τα αποτελέσματα έδειξαν αλλαγές στην ταχύτητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και καταπάτηση της εξωτερικής οριογραμμής του δρόμου, αλλά χωρίς να αποτελούν ένα ικανό στατιστικό δείγμα. Παρατηρήθηκε ότι οι οδηγοί μείωναν την ταχύτητα τους περισσότερο τη νύχτα σε καμπύλα τμήματα οδού με μεγάλη ακτίνα σε σχέση με τμήματα μικρότερης καμπυλότητας. Σε γενικές γραμμές όμως η συμπεριφορά των οδηγών δεν φαίνεται να επηρεάστηκε από τα τμήματα μικρής καμπυλότητας του αυτοκινητόδρομου. Θα ήταν χρήσιμο μελλοντικές έρευνες να εστιάσουν στο πως τα τμήματα με μεγάλη ακτίνα συσχετίζονται με τα ατυχήματα (Donnell, Gemar, & Cruzado, 2006).

Άλλη μια μελέτη που ασχολείται με την τροχιά των αυτοκινήτων, αλλά με βάση την οδηγική συμπεριφορά του οδηγού. Η αλλαγή λωρίδας κατά την οδήγηση προϋποθέτει έναν χρόνο παρατήρησης και έναν χρόνο πρόβλεψης. Έγινε μια ταξινόμηση των τροχιών

των αυτοκινήτων για διάφορα προφίλ οδηγών, με διαφορετική οδηγική συμπεριφορά. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι για οχήματα κινούμενα με την ίδια ταχύτητα υπάρχουν πλευρικές διαφορές κατά την αλλαγή λωρίδας ανάλογα με την συμπεριφορά του εκάστοτε οδηγού (Liu, Kurt, & Ozguner, 2014).

Τέλος, έχει διαπιστωθεί ότι η τροχιά μπορεί να προβλεφθεί μέσω μιας ταξινόμησης των τροχιών με παράγοντα τον χρόνο. Σε αυτή την έρευνα λαμβάνοντας διάφορους πραγματικούς χρόνους κίνησης, μπορεί να γίνει πιο ακριβής εύρεση ενός μέσου χρόνου, ο οποίος να προσεγγίζει τον πραγματικό. Τα περισσότερα δεδομένα βρίσκουν τα τρία δευτερόλεπτα ως χρόνο ελιγμού, που προσεγγίζει τα ρεαλιστικά δεδομένα που είναι τα δύο δευτερόλεπτα. Η εξέταση του χρόνου αλλαγής λωρίδας έχει κρίσιμη σημασία για την ασφάλεια (Wissing, Nattermann, Glander, & Bertram, 2018).

Σε παρόμοια έρευνα σχεδιάζεται και παρακολουθείται μια τροχιά αλλαγής λωρίδας για έξυπνα οχήματα σε καμπύλο τμήμα οδού. Εξετάζει την μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητας κατά την αλλαγή λωρίδας, ως διάνυσμα. Δημιουργήθηκε μια συνάρτηση για το σφάλμα και την πρόβλεψη κίνησης του οχήματος με τη βοήθεια της ταχύτητάς του. Ο σχεδιασμός διαθέτει ενδιάμεσους ελέγχους, προκειμένου να υπάρχει αξιοπιστία στα αποτελέσματα. Μέσω των ελέγχων αυτών, επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των σφαλμάτων και η παρακολούθηση της θέσης (Guo, Ge, Yue, & Zhao, 2014).

Μια εργασία που βασίζεται σε πολλές έρευνες, αφορά μια διερεύνηση που έγινε σχετικά με τις επιδόσεις οδηγών και την αλλαγή λωρίδας κατά την οδήγηση. Προκειμένου να είναι όσο τον δυνατόν πιο ρεαλιστικά τα αποτελέσματα, κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια πληθώρα μετρήσεων και να κριθούν διάφοροι τομείς που αφορούν την οδήγηση όπως είναι η αλλαγή λωρίδας, η οδηγική συμπεριφορά, η απόσπαση προσοχής, η προσαρμογή του οδηγού στις συνθήκες και η απόσπαση προσοχής των οδηγών. Η ανάπτυξη των μετρήσεων έγινε έπειτα από επιλογή νέων και ήδη υπαρχουσών μετρήσεων, με κριτήριο να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις για την επιλογή τους. Όπως είναι να είναι καλά ορισμένες, να αφορούν ρεαλιστικά και τυπικά οδικά περιβάλλοντα και να σχετίζονται με την απόσπαση προσοχής του οδηγού (INFORMATION PROGRAMME, 2005).

Η οδηγική συμπεριφορά των οδηγών σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την απόσπαση προσοχής κατά την οδήγηση, η οποία διέπεται από μια πολυπλοκότητα. Συγκεκριμένα ο οδηγός μπορεί να αποσπαστεί από την οδήγηση του με δυο τρόπους. Ο πρώτος είναι η οπτική απόσπαση, στην οποία ο οδηγός έχει μια πιο γενική επαφή με το οδικό περιβάλλον και ως αποτέλεσμα μπορεί να αγνοήσει ένα πλευρικό κίνδυνο. Προκειμένου να εστιάσει περισσότερο την προσοχή του και να αντιληφθεί έγκαιρα τις μεταβαλλόμενες συνθήκες στο περιβάλλον, μειώνει την ταχύτητα οδήγησης. Ο δεύτερος λόγος είναι λόγω των πολλών πληροφοριών που λαμβάνει, ενδέχεται να απέλθει μια κατάσταση στην οποία ο οδηγός αδυνατεί να εστιάσει την προσοχή του στον δρόμο, να αξιολογήσει τα πιθανά συμβάντα και να λάβει έγκαιρα μια απόφαση. Παρόλο που ο οδηγός σε αυτή τη περίπτωση έχει πλευρικό έλεγχο του οχήματος και το βλέμμα του είναι εστιασμένο μπροστά, διατρέχει τον κίνδυνο να αγνοήσει την αλληλεπίδραση με τα άλλα οχήματα και τους χρήστες του δρόμου, λόγω της εστιασμένης οπτικής προσοχής του (INFORMATION PROGRAMME, 2005).

Οι μετρήσεις αν και στηρίζονται σε συμβάντα που προκύπτουν σε ένα οδικό δίκτυο, λόγω των περιορισμένων επαναλήψεων που υπάρχουν σε ένα δείγμα μελέτης, δεν έχουν και αξιοπιστία. Έτσι λοιπόν τα κύρια δεδομένα που ισχύουν αφορούν τον χρόνο αντίδρασης πέδησης, το τράνταγμα των φρένων και τον χρόνο αντίδρασης του οδηγού. Τα πιο αξιόπιστα δεδομένα προκύπτουν από δρόμους μονής λωρίδας κυκλοφορίας με λίγες διασταυρώσεις. Η εργασία παρουσιάζει όχι μόνο τις διαφορές μεταξύ της οπτικής και της γνωστικής απόσπασης προσοχής, που παρατηρηθήκαν από τους αισθητήρες που είχαν τοποθετηθεί στα τιμόνια των αυτοκινήτων, αλλά και τη διαφορά που υπάρχει σε καμπύλα τμήματα οδού με μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης (INFORMATION PROGRAMME, 2005).

## 4.2 Φορτηγά

Εκτός από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί για τα αυτοκίνητα, ένα κομμάτι ερευνών έχει επικεντρωθεί και στα φορτηγά ή βαρέα οχήματα και στη συμπεριφορά τους σε καμπύλα τμήματα οδού.

Σχετικό πείραμα επικεντρώθηκε στην συμπεριφορά των οδηγών βαρέων οχημάτων σε καμπύλα τμήματα οδού. Συγκεκριμένα έγινε ταξινόμηση των δεδομένων του πειράματος

με βάση την τροχιά των βαρέων οχημάτων και την ακτίνα του καμπύλου τμήματος. Χωρίστηκαν σε έξι κατηγορίες, στις οποίες έγινε καταγραφή των ατυχημάτων, της γεωμετρίας τους και της οδικής συμπεριφοράς των οδηγών. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν από αυτοκινητόδρομους δύο λωρίδων κυκλοφορίας αγροτικών περιοχών, με μέγιστο επιτρεπτό όριο ταχύτητας τα 80km/h. Προκειμένου να υπάρχει ακρίβεια στα στοιχεία του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν κάποιες ειδικές κολώνες μετρήσεων, οι οποίες εντοπίζουν την κατεύθυνση της οδήγησης, το μήκος των εκάστοτε φορτηγών, τις σημειακές ταχύτητες και τις εγκάρσιες αποστάσεις των οχημάτων από την οριογραμμή της οδού. (Spacek, 2005).

Σύμφωνα με τη θεωρία της οδικής ασφάλειας υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της ροής κυκλοφορίας και ενός ατυχήματος. Η οδηγική συμπεριφορά εντός των καμπυλών εξαρτάται από την ταχύτητα του οδηγού. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται όταν παρατηρούνται σε ένα τμήμα παραβατικές συμπεριφορές οδηγών άνω του μέσου όρου, που είναι ικανές να προκαλέσουν οποιοδήποτε ατύχημα. Ενώ αν παρατηρηθεί σε ένα μέρος ότι επαναλαμβάνεται η ακατάλληλη οδήγηση και βρεθεί και κάποια συσχέτιση με αυτό το τμήμα οδού, τότε η λύση στρέφεται στην οδική χάραξη. Η σύγκριση των ταχυτήτων και των χαρακτηριστικών των δρόμων ήταν κατά 85% ανεξάρτητες μεταξύ τους, ενώ δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών των ατυχημάτων και των χαρακτηριστικών της οδού (Spacek, 2005).

Μια συχνή αιτία πρόκλησης ατυχημάτων είναι η λανθασμένη κρίση των οδηγών όσον αφορά την καμπυλότητα του δρόμου. Το κυριότερο λάθος συμβαίνει όταν προσπαθούν τελευταία στιγμή, εντός της στροφής να διορθώσουν την κλίση του οχήματος. Συνήθως απαιτείται μεγαλύτερη ακτίνα στροφής από αυτή που δόθηκε στο όχημα και ο οδηγός αν προσπαθήσει να το διορθώσει έχοντας μεγάλη ταχύτητα κίνησης, το όχημα δεν προσαρμόζεται έγκαιρα στην γεωμετρία του καμπύλου τμήματος και αναπτύσσεται φυγόκεντρος επιτάχυνση (Spacek, 2005).

Ο εξοπλισμός μέτρησης που αναπτύχθηκε αποτελείται από δώδεκα αυτόνομους σταθμούς μέτρησης, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύσουν τη κατεύθυνση, το χρόνο διέλευσης, το μήκος των οχημάτων καθώς και την εγκάρσια απόσταση από τον μετρητή. Οι ταχύτητες των οχημάτων υπολογίζονται από τις στιγμιαίες ταχύτητες διέλευσης μεταξύ των σταθμών μέτρησης και την απόσταση τους. Η επίλυση του



προβλήματος στηρίζεται στην κυκλοφορία και τον γεωμετρικό σχεδιασμό του δρόμου. Μέσω προγραμματισμού έγινε ταξινόμηση των τύπων τροχιάς με σκοπό να βρεθεί ο βέλτιστος τύπος τροχιάς φορτηγών. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι δεν είναι η ταχύτητα η κύρια υπεύθυνη στην πρόκληση ατυχημάτων σε καμπύλα τμήματα δρόμου, αλλά η διόρθωση του τιμονιού από τους οδηγούς πάνω στην στροφή, είναι υπεύθυνη για τα περισσότερα ατυχήματα (Spacek, 2005).

Οι κυκλικοί κόμβοι τις πιο πολλές φορές είναι πιο λειτουργικοί και ασφαλείς σε σχέση με τις σηματοδοτημένες διασταυρώσεις, διότι μειώνουν την επικινδυνότητα της σύγκρουσης και την ταχύτητα. Παρόλα αυτά δεν γίνεται να αγνοήσουμε το γεγονός πως αποτελούν ένα πιο περίπλοκο σύστημα κυκλοφορίας, γιατί στηρίζονται σε μία ταυτόχρονη αλληλεπίδραση μεταξύ οχημάτων διαφορετικών κατευθύνσεων που συναντιούνται σε έναν κοινό δακτύλιο. Η διαδικασία σχεδιασμού ενός κόμβου θα πρέπει να ακολουθεί πολλές επαναλήψεις για την γεωμετρική διάταξη και την βέλτιστη ασφάλεια. Όσον αφορά τα βαρέα οχήματα πρέπει να γίνεται μια εκτενής έρευνα, διότι λόγω του μεγάλου όγκου αντιμετωπίζουν προβλήματα στον ελιγμό τους, εντός του κόμβου. Απαιτούνται ευρύτερες είσοδοι και λωρίδες κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να ικανοποιείται η ευελιξία των μικρότερων οχημάτων. Στην Γαλλία σημειώθηκαν 39 ατυχήματα ανατροπής οχημάτων σε 27 κυκλικούς κόμβους, με το 95% να είναι βαρέα οχήματα που κύλισαν προς τη δεξιά πλευρά του κόμβου. Γι' αυτό το λόγο και οι οδηγοί των βαρέων οχημάτων θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί στην αντιμετώπιση των κλίσεων με μεγάλη ακτίνα στροφής και την αντίληψη των υπόλοιπων οχημάτων. (Pecchin, Roncella, Forlani, & Giuliani, 2016).

Στο πείραμα ένας έμπειρος οδηγός φορτηγού πραγματοποίησε μια σειρά ελιγμών σε κυκλικό κόμβο προκειμένου να καταγραφούν οι γωνίες του τιμονιού σε τακτές χρονικές στιγμές. Τοποθετήθηκαν συσκευές GPS στα βασικά τμήματα του φορτηγού τα οποία κατέγραφαν τις τροχιές και τις στιγμιαίες ταχύτητες. Ενώ με τη βοήθεια κάμερας στη θέση του οδηγού παρακολουθούνταν οι γωνίες του τιμονιού, ενώ οι ειδικές χορδές γύρω από το τιμόνι και στην κολόνα του τιμονιού, ανιχνεύουν εύκολα την διεύθυνση του οχήματος. Οι πληροφορίες αυτές συνδέονταν με τα δεδομένα των GPS και δημιουργούσαν τα προφίλ των ελιγμών. Με αυτό τον τρόπο διερευνάται η συσχέτιση μεταξύ των απότομων αλλαγών

στη διεύθυνση του φορτηγού και την αντίδραση στη συμπεριφορά του οδηγού, σε πραγματικές συνθήκες (Pecchin, Roncella, Forlani, & Giuliani, 2016).

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν είναι ικανά να παρέχουν μια ρεαλιστική περιγραφή της φοράς του τιμονιού. Ειδικότερα, οι υπολογισμοί που πάρθηκαν φανερώνουν το υψηλό επίπεδο δυσκολίας στους ελιγμούς εντός του κυκλικού κόμβου και παρατηρήθηκε ένταση στις διορθώσεις του οδηγού. Η διασταύρωση που έγινε το πείραμα εδώ αποδείχτηκε ως το χειρότερο σενάριο, διότι οι δεξιότητες του οδηγού δοκιμάζονται μέσω μιας συγκεκριμένης απαιτητικής εργασίας. Ο οδηγός αναγκαζόταν να διορθώνει συνεχώς τις τροχιές του οχήματος για τη διέλευση της διασταύρωσης. Επιπλέον, η κυκλοφορία απουσίαζε, άρα σε πραγματικές συνθήκες θα ήταν ακόμα πιο δύσκολο. Τέλος, τονίζεται ότι είναι απαραίτητο να γίνουν και άλλες έρευνες που να αφορούν τη διέλευση βαρέων οχημάτων από κυκλικούς κόμβους και ειδικά όταν αυτοί είναι διαδοχικοί (Pecchin, Roncella, Forlani, & Giuliani, 2016).

## Κεφάλαιο 5 Περιγραφή πειράματος

Η ανάπτυξη μοντέλων για την τροχιά κίνησης έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνητικών μελετών στο παρελθόν. Τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα έχουν στόχο την πρόβλεψη της τροχιάς σε συνδυασμό με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός καμπύλου οδικού τμήματος, λαμβάνοντας υπόψη γεωμετρικές παραμέτρους όπως είναι για παράδειγμα η ακτίνα, το μήκος, η εφαπτομένη του δρόμου και η γωνία εκτροπής. Σπάνια τα ανεπτυγμένα μοντέλα λαμβάνουν υπόψη την τροχιά των μοτοσυκλετιστών και ως εκ τούτου δεν έχουν γίνει μέχρι στιγμής σημαντικές προσπάθειες ώστε να συσχετίσουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός οδικού τμήματος, με την τροχιά κίνησης των μοτοσυκλετιστών. Η κυριαρχία των τετράτροχων οχημάτων στο οδικό δίκτυο, οδήγησε τους ερευνητές να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης τροχιάς για οδηγούς επιβατικών αυτοκινήτων, φορτηγών και ημιφορτηγών. Παρόλα αυτά, αν και το σύνολο των μοτοσυκλετιστών αντιπροσωπεύει ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού κυκλοφοριακού όγκου, οι μοτοσυκλετιστές εμπλέκονται σε μεγάλο ποσοστό σε τροχαία ατυχήματα, ειδικά όταν αυτά συμβαίνουν σε οριζόντια καμπύλα τμήματα. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης τροχιάς για μοτοσυκλετιστές που κινούνται σε δρόμο δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Το μοντέλο ήταν το αποτέλεσμα έπειτα από την εκτέλεση του πεδίου μετρήσεων σε νατουραλιστικές συνθήκες, με τη χρήση ειδικών οργάνων μοτοσυκλετών, που διεξήχθη από έμπειρους μοτοσυκλετιστές, κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτισμού.

### 5.1 Εισαγωγή

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την ανάπτυξη πρόβλεψης τροχιάς που απευθύνονται σε μοτοσυκλετιστές είναι πολύ περιορισμένη, ειδικά για υπεραστικούς

δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Η παρούσα εργασία στοχεύει να γεφυρώσει αυτό το χάσμα, διερευνώντας την τροχιά κίνησης των μοτοσικλετιστών σε επαρχιακό τμήμα δύο λωρίδων κυκλοφορίας και προτείνεται ένα μοντέλο πρόβλεψης της τροχιάς των μοτοσικλετιστών. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε, αφορούσε την εκτέλεση πεδίου μετρήσεων υπό νατουραλιστικές συνθήκες με τη χρήση εξοπλισμένων μοτοσυκλετών με ειδικά μηχανήματα μετρήσεων. Οι συμμετέχοντες ήταν όλοι άντρες έμπειροι μοτοσυκλετιστές, μέλη μιας λέσχης μοτοσικλετιστών.

## 5.2 Μετρήσεις πεδίου

Ο σχεδιασμός των μετρήσεων πεδίου βασίστηκε στην επιλογή τριών θεμελιωδών στοιχείων: τους συμμετέχοντες, το όχημα και το οδικό περιβάλλον. Το πρώτο στοιχείο εκπληρώθηκε με την υλοποίηση έρευνας, με βοήθεια ερωτηματολογίων. Η έρευνα ολοκληρώθηκε με την επιλογή 18 ανδρών αναβατών, που οδηγούσαν μοτοσυκλέτες με εξοπλισμό μετρήσεων και στις δύο κατευθύνσεις ενός υπεραστικού οδικού τμήματος δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Το πειραματικό οδικό περιβάλλον, απεικονίζεται στην εικόνα 1, αποτελείται από 21 οριζόντιες καμπύλες είναι τμήμα της εθνικής οδού Βόλου-Καρδίτσας που βρίσκεται στην κεντρική Ελλάδα.



Εικόνα 1: Πειραματική Διαδρομή

### 5.2.1 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Εννέα συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τις μετρήσεις κατά τη διάρκεια της μέρας με φως και οι υπόλοιποι εννέα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η επιλογή της ημέρας και του χρόνου πραγματοποίησης των μετρήσεων έγινε ώστε οι παρεμβολές από τους άλλους χρήστες του δρόμου στην πορεία των μοτοσικλετιστών να είναι περιορισμένες.

Ο μέσος όρος ηλικίας όλων των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια που γινόντουσαν οι μετρήσεις ήταν τα 40,4 χρόνια. Ήταν όλοι έμπειροι μοτοσικλετιστές με κατοχή έγκυρης άδειας οδήγησης κατά μέσο όρο στα 19,5 έτη. Ήταν όλοι κάτοχοι τουλάχιστον μίας μοτοσυκλέτας, ενώ οι ώρες οδήγησής τους κυμαίνονταν από 1 έως 8 ώρες την ημέρα. Τέλος, 15 στους 18 συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν το ποδήλατό τους σε καθημερινή βάση, ενώ οι υπόλοιποι 3 μερικές φορές την εβδομάδα. Επομένως, είναι προφανές ότι οι συμμετέχοντες ήταν έμπειροι αναβάτες. Αυτό ήταν κρίσιμο για την αποτελεσματική εκτέλεση των μετρήσεων, αφού η πιθανότητα ατυχήματος ήταν περιορισμένη.

### 5.2.2 ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Για την καταγραφή των δεδομένων του πειράματος, έγινε χρήση ενός ειδικού εξοπλισμού, ο οποίος ήταν ενσωματωμένος στο πειραματικό όχημα. Ο ειδικός εξοπλισμός της μοτοσυκλέτας αποτελούταν από έναν δέκτη GPS και μια HD κάμερα, τοποθετημένα στην σχάρα αποσκευών και στον χώρο ανάμεσα του παρμπρίζ και των προβολών της μοτοσυκλέτας αντίστοιχα, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.

Το όχημα που επιλέχθηκε να πραγματοποιήσει τις μετρήσεις πεδίου ήταν μια αθλητική μοτοσυκλέτα μεσαίου βάρους, πολύ κοινή στο ελληνικό οδικό δίκτυο, που κατασκευάστηκε το 2007. Οι τεχνικές προδιαγραφές της μοτοσυκλέτας επιτρέπουν στους αναβάτες να αντιμετωπίσουν όλες τις κακοτεχνίες ενός συνηθισμένου οδοστρώματος, όπως είναι οι διάσπαρτες λακκούβες, τα μέρη που έχουν καθιζήσεις, λακκούβες με νερό και άλλα. Είναι εξοπλισμένες με φρένα ABS, που καθιστούν τη μοτοσυκλέτα πολύ φιλική για υπεραστικές και αστικές περιοχές. Όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν την συγκεκριμένη μοτοσυκλέτα πριν την έναρξη των μετρήσεων, μέχρι να νιώσουν οικεία με τον χειρισμό της.



Εικόνα 2: Μοτοσυκλέτα Πειράματος

Το μοντέλο του δέκτη GPS ήταν το Global Navigation Satellite System (GNSS), πλοηγούμενο από το Stonex S9 III. Η ακρίβεια των καταγραφών σύμφωνα με τον κατασκευαστή του εξοπλισμού ήταν ως εξής:

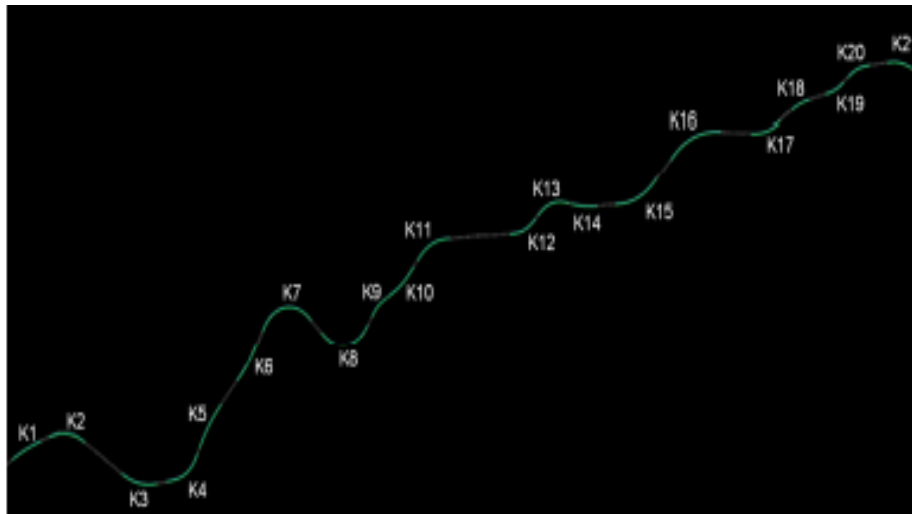
- Οριζόντιος άξονας x-y (επίπεδο): 0,02 m.
- Κατακόρυφος άξονας z (υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας):0,05 m.
- Ρυθμός εγγραφής: 5 Hz.

### 5.2.3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Η πολύ γρήγορη λειτουργία του δέκτη GNSS επιτυγχάνεται μέσω της συνεχούς μετάδοσης σε CivilShop δίκτυα. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συντεταγμένες των τροχιών των αναβατών καταγράφονταν στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 87. Στη συνέχεια οι συντεταγμένες του κάθε αναβάτη εισάγονταν σε ένα εξελιγμένο λογισμικό σχεδιασμού δρόμων για περαιτέρω ανάλυση. Η γεωμετρία του δρόμου είχε υπολογισθεί στο προκαταρκτικό στάδιο των μετρήσεων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.

Η αξιοποίηση του προαναφερθέντος εξοπλισμού είχε ως αποτέλεσμα την καταγραφή του προφίλ κίνησης για κάθε αναβάτη και στις 21 οριζόντιες καμπύλες. Αυτό

επιτεύχθηκε μέσω της προσωρινής αποθήκευσης των εγγραφών στον εσωτερικό χώρο αποθήκευσης του δέκτη GPS. Στο τέλος κάθε μέτρησης, τα εγγεγραμμένα αρχεία αντιγράφονταν σε έναν εξωτερικό σκληρό δίσκο αφήνοντας τον εσωτερικό χώρο αποθήκευσης κενό και έτοιμο να καταγράψει την επόμενη μέτρηση. Δημιουργήθηκε ένας φάκελος που περιλάμβανε πλάνα από την κάμερα HD και ένα ASCII αρχείο που περιείχε τη στιγμιαία θέση, την ταχύτητα και την απόσταση που διανύθηκε για καθεμία από τις 18 μετρήσεις.



Εικόνα 3: Οριζόντιες Καμπύλες

### 5.3 Διαδικασία ανάρτησης δεδομένων

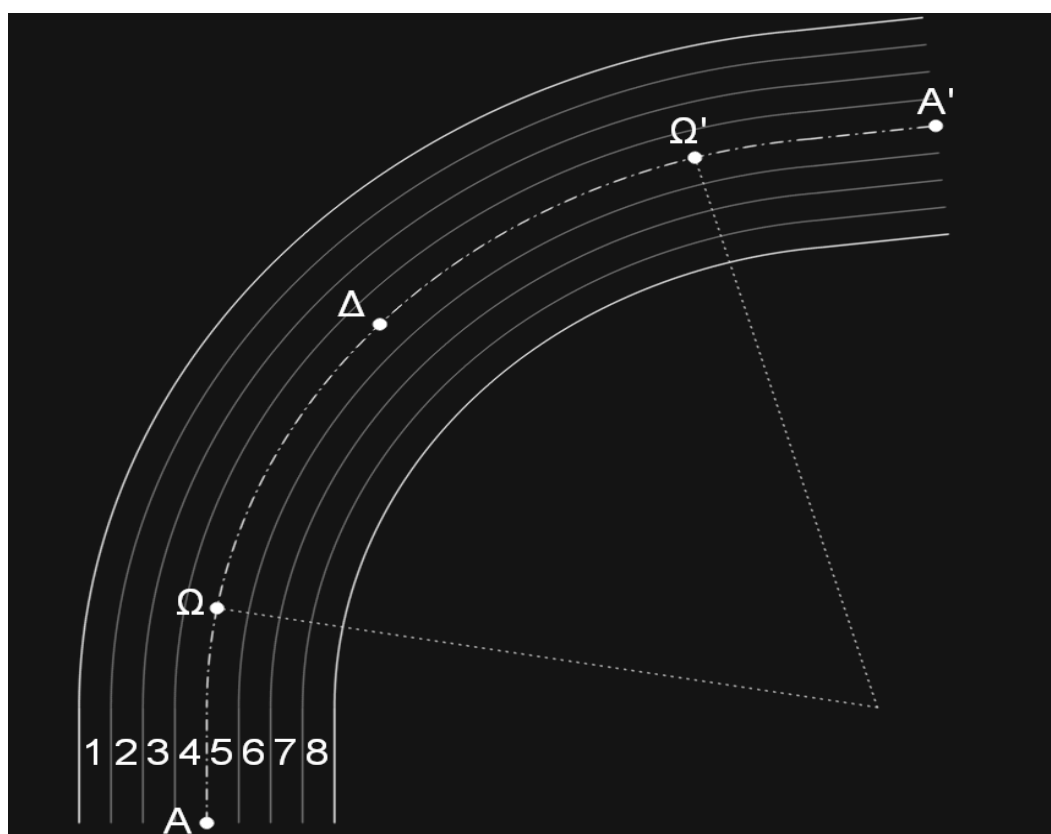
Στη συνέχεια της διαδικασίας οι συντεταγμένες κάθε μέτρησης εισάχθηκαν στο συγκεκριμένο λογισμικό οδοποιίας για περαιτέρω ανάλυση. Αντικείμενο της ανάλυσης ήταν ο προσδιορισμός της τροχιάς των αναβατών μέσα στις οριζόντιες καμπύλες. Στην συνέχεια, οι συντεταγμένες αυτές υποβλήθηκαν σε επεξεργασία για τον προσδιορισμό του μοντέλου που περιγράφει καλύτερα τη σχέση μεταξύ των τροχιών και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών.

Εφόσον η χάραξη του δρόμου είχε ορισθεί από την αρχή, ειδικά η αρχή και το τέλος της κάθε οριζόντιας καμπύλης, εισάγοντας τα σημεία με συντεταγμένες x και y από κάθε μέτρηση στο αρχικό σχέδιο, ήταν εύκολο να προσδιορισθεί η κίνηση που έγινε σε κάθε οριζόντια καμπύλη.

Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας ήταν ο υπολογισμός της τροχιάς, για κάθε μοτοσικλετιστή σε κάθε καμπύλο τμήμα. Αυτά τα δεδομένα αφορούσαν και τις δύο κατευθύνσεις σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού (ημέρας και νύχτας).

#### 5.4 Διαίρεση δρόμου σε 8 Στρώσεις

Προκειμένου να γίνει μια καλύτερη ομαδοποίηση των συντεταγμένων κίνησης του κάθε μοτοσικλετιστή, χωρίστηκε όλος ο δρόμος σε 8 στρώσεις. Δηλαδή 4 στρώσεις ανά κατεύθυνση. Η αρίθμηση άρχισε από την αριστερή οριογραμμή της διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου. Μία ενδεικτική στροφή απεικονίζεται στην εικόνα 4.

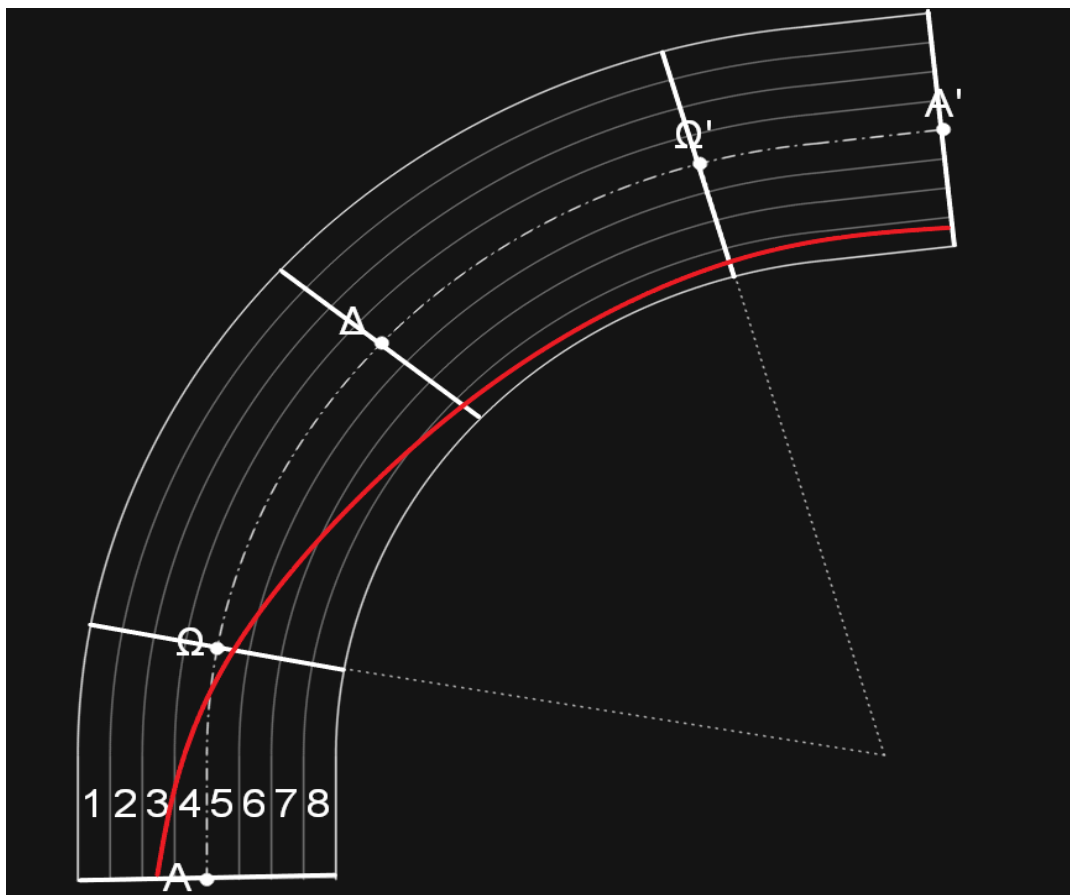


Εικόνα 4: Διαίρεση του δρόμου σε 8 Στρώσεις

Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε κάθε σημείο τομής μεταξύ μιας διατομής, της στροφής και της κίνησης του μοτοσικλετιστή να την κατατάξουμε στην αντίστοιχη στρώση που ανήκει. Επομένως για κάθε μοτοσικλετιστή και στροφή, θα δημιουργείται ένας πενταψήφιος αριθμός, οποίος θα αντιστοιχεί στην κίνηση του αναβάτη, σε εκείνη τη στροφή. Για παράδειγμα στην Εικόνα 5, βλέπουμε την διαδρομή που ακολουθεί ο



μοτοσυκλετιστής 3, το βράδυ, με τροχιά 35888 στην 13η στροφή, της διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου. Συγκεκριμένα, στην πρώτη διατομή, Α, περνάει από την στρώση 3, στην δεύτερη διατομή, Ω, από τη στρώση 5 και στις επόμενες 3 διατομές, Δ, Ω' και Α', κινείται στην στρώση 8. Παρατηρείται ότι το πρώτο σημείο τομής, μεταξύ της διατομής Α και της κίνησης του μοτοσυκλετιστή, ανήκει στην στρώση 3, η οποία είναι στρώση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας και όχι της λωρίδας που θα έπρεπε να κινείται ένα όχημα στην διαδρομή Αγκιάλου-Βόλου, όπου οι στρώσεις κίνησης είναι από το στρώμα 5 έως το στρώμα 8. Έχοντας τελειώσει την επεξεργασία των συντεταγμένων κίνησης των μοτοσυκλετιστών και την κατάταξη αυτών σε 8 στρώσεις, είναι πολύ εύκολο να παρατηρηθεί μια τυπολογία των πιο συχνών τροχιών στις στροφές, τότε παρατηρείται διέλευση στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας και άλλες παρατηρήσεις, που σχετίζονται με τον φωτισμό.



Εικόνα 5:Παράδειγμα τροχιάς 35888



## Κεφάλαιο 6 Επεξεργασία δεδομένων

Αρχικά έγινε μια επεξεργασία στο αρχείο excel του παραρτήματος, οι ελληνικές ονομασίες που είχε στην αρχή άλλαξαν στα αγγλικά, π.χ. Street, segment και διαγράφηκαν τα στοιχεία τα οποία δεν σχετίζονταν με το σκοπό του πειράματος, όπως είναι π.χ. η επίκλιση, το αζιμούθιο.

Ο κώδικας γράφτηκε στο πρόγραμμα Jupyter Notebook και γλώσσα προγραμματισμού η Python.

**Libraries**

```
In [11]: 1 import pandas as pd
          2 import numpy as np
          3 from numpy import sqrt
          4 from shapely.geometry import LineString
          5 import math
          6 from openpyxl import load_workbook
          7 import xlswriter
          8 import os
```

Εικόνα 6: Συναρτήσεις Libraries

Οι πιο περίπλοκες και δύσκολες εργασίες εισάχθηκαν ως συναρτήσεις στο Libraries. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 6, εκεί υπάρχει ένα σύνολο πολλών συναρτήσεων που όταν καλείται κάποια από αυτές κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, εκτελείται αυτόματα η εργασία.

### Imported Excel and Sheets

```
In [12]: 1 excel_name = 'data.xlsx'
          2
          3 path = os.getcwd() + "\\\" + excel_name
          4
          5 data = pd.ExcelFile(path)
          6
          7 street_VA = pd.read_excel(data, 'diatoms_VA(a)')
```

Εικόνα 7: Εύρεση "path"

Αρχικά βρίσκεται το "path", δηλαδή η διαδρομή του κάθε αρχείου, ώστε να βρίσκεται η θέση του στον υπολογιστή. Συγκεκριμένα όπως δείχνει η εικόνα 7, καλείται η συνάρτηση "os.getcwd", που βρίσκει όλη τη διαδρομή του αρχείου, μέχρι και τον φάκελο στον οποίο βρίσκεται και προσθέτοντας το όνομα του αρχείου, βρίσκεται όλο το μονοπάτι. Στη συνέχεια βάζουμε το μονοπάτι μέσα σε μια άλλη συνάρτηση από το pandas του Library, η οποία θα δίνει το "data", δηλαδή το excel. Έτσι κάθε φορά που καλείται η μεταβλητή data, να μπορεί να πάρει αυτόματα όποιο φύλλο του excel επιλεγεί. Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα στο τέλος, όπου από το data, επιλέγεται το φύλλο του excel που ονομάζεται "diatoms\_VA(a)".

```
7 street_VA = pd.read_excel(data, 'diatoms_VA(a)')
8
9 D1a = pd.read_excel(data, 'D1a')
10 D2a = pd.read_excel(data, 'D2a')
11 D3a = pd.read_excel(data, 'D3a')
12 D4a = pd.read_excel(data, 'D4a')
13 D5a = pd.read_excel(data, 'D5a')
14 D6a = pd.read_excel(data, 'D6a')
15 D7a = pd.read_excel(data, 'D7a')
16 D8a = pd.read_excel(data, 'D8a')
17 D9a = pd.read_excel(data, 'D9a')
18
19 N1a = pd.read_excel(data, 'N1a')
20 N2a = pd.read_excel(data, 'N2a')
21 N3a = pd.read_excel(data, 'N3a')
22 N4a = pd.read_excel(data, 'N4a')
23 N5a = pd.read_excel(data, 'N5a')
24 N6a = pd.read_excel(data, 'N6a')
25 N7a = pd.read_excel(data, 'N7a')
26 N8a = pd.read_excel(data, 'N8a')
27 N11a = pd.read_excel(data, 'N11a')
```

Εικόνα 8: Εισαγωγή δεδομένων

```

29 street_AV = pd.read_excel(data, 'diatomos_AV(b)')
30
31 D1b = pd.read_excel(data, 'D1b')
32 D2b = pd.read_excel(data, 'D2b')
33 D3b = pd.read_excel(data, 'D3b')
34 D4b = pd.read_excel(data, 'D4b')
35 D5b = pd.read_excel(data, 'D5b')
36 D6b = pd.read_excel(data, 'D6b')
37 D7b = pd.read_excel(data, 'D7b')
38 D8b = pd.read_excel(data, 'D8b')
39 D9b = pd.read_excel(data, 'D9b')
40
41 N1b = pd.read_excel(data, 'N1b')
42 N2b = pd.read_excel(data, 'N2b')
43 N3b = pd.read_excel(data, 'N3b')
44 N4b = pd.read_excel(data, 'N4b')
45 N5b = pd.read_excel(data, 'N5b')
46 N6b = pd.read_excel(data, 'N6b')
47 N7b = pd.read_excel(data, 'N7b')
48 N8b = pd.read_excel(data, 'N8b')
49 N11b = pd.read_excel(data, 'N11b')

```

Εικόνα 9: Εισαγωγή δεδομένων

Στη συνέχεια ανέβηκαν τα δεδομένα του πειράματος, όπως φαίνεται στην εικόνα 8 και στην εικόνα 9 και δημιουργήθηκαν από κάθε φύλο πίνακες με τα δεδομένα αυτά μέσω της χρήσης του προγράμματος. Συγκεκριμένα οι πίνακες είναι οι συντεταγμένες των δύο διαδρομών, Βόλου-Αγχιάλου και Αγχιάλου-Βόλου, καθώς και οι συντεταγμένες κίνησης των μοτοσικλετιστών σε αυτές τις δύο διαδρομές, τη μέρα και τη νύχτα.

```

51 display(street_VA)
52 display(D1a)

```

	Segment	Street_left_X	Street_left_Y	Street_middle_X	Street_middle_Y	Street_right_X	Street_right_Y
0	A'21	405884.939	4350608.254	405883.822	4350605.879	405882.704	4350603.503
1	Ω'21	405848.119	4350624.385	405847.195	4350621.928	405846.271	4350619.471
2	Δ'21	405800.747	4350637.109	405800.315	4350634.520	405799.884	4350631.930
3	Ω'21	405751.809	4350640.439	405751.886	4350637.815	405751.963	4350635.191
4	A'21	405711.747	4350637.124	405712.034	4350634.514	405712.320	4350631.905
...	...	...	...	...	...	...	...
101	Ω'1	399743.633	4348700.763	399744.568	4348698.310	399745.503	4348695.857
102	Δ'1	399684.692	4348675.865	399685.799	4348673.485	399686.905	4348671.104
103	Ω'1	399627.664	4348646.855	399628.936	4348644.559	399630.208	4348642.263
104	A'1	399589.094	4348624.644	399590.423	4348622.380	399591.751	4348620.116
105	AA	399476.244	4348658.413	399477.573	4348656.149	399478.901	4348653.885

Εικόνα 10: Πίνακας διαδρομής Βόλου-Αγχιάλου

	X	Y
0	406433.072	4351157.536
1	406429.500	4351151.914
2	406425.911	4351146.247
3	406422.307	4351140.541
4	406418.682	4351134.796
...	...	...
1366	399489.188	4348564.774
1367	399483.807	4348561.652
1368	399478.407	4348558.512
1369	399473.012	4348555.369
1370	399467.604	4348552.228

Εικόνα 11: Πίνακας οδηγού D1a

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 10, από τον δρόμο Βόλου-Αγχιάλου και στην εικόνα 11 από έναν οδηγό, τον D1a.

Αυτό που ερευνάτε στο πείραμα, σε γενικά πλαίσια, είναι αν το ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων της τροχιάς, από τον κάθε οδηγό, τέμνεται με την κάθε διατομή του δρόμου. Όπου διατομή του δρόμου είναι το ευθύγραμμο τμήμα από τα δεξιά μέχρι τα αριστερά του δρόμου. Και αν αυτή τέμνεται, σε ποιο τμήμα του δρόμου ανήκει. Προκειμένου να μην επαναληφθεί η διαδικασία αυτή 36 φορές ξεχωριστά για τον κάθε οδηγό, κάτι το οποίο απαιτεί πολύ χρόνο, χρησιμοποιείται η συνάρτηση "finding\_points". Αυτή η συνάρτηση καλείται πολλές φορές, απλά με διαφορετικές παραμέτρους, δηλαδή θα αλλάζουν οι μεταβλητές: street, driver, driver\_x, driver\_y, driver\_sheet και θα μεταφράζονται σε πίνακες, όπως δείχνει η εικόνα 12.

#### Finding the point for each intersection between street and driver segment and its sheet for every driver

```
In [25]: 1 def finding_points(street, driver, driver_x, driver_y, driver_sheet):
```

Εικόνα 12: Συνάρτηση "finding\_points"

Οι τρεις τελευταίες παράμετροι: driver\_x, driver\_y, driver\_sheet, είναι τα ονόματα από τις νέες στήλες που θα δημιουργηθούν, οι οποίες θα είναι το x και το y του σημείου τομής με τον δρόμο, για τον κάθε οδηγό και σε ποιο sheet βρίσκεται αυτή. Στην εικόνα 13 φαίνεται η δημιουργία αυτών των τριών νέων στηλών.

```

3 street[driver_x] = " "
4 street[driver_y] = " "
5 street[driver_sheet] = " "

```

Εικόνα 13: Δημιουργία νέων στηλών

Στην συνέχεια, όπως δείχνει η εικόνα 14, τρέχει μια επανάληψη η οποία ελέγχει όλες τις γραμμές, με τη σειρά, του πίνακα των διατομών του δρόμου, με όλες τις γραμμές των συντεταγμένων του πίνακα του οδηγού. Με την εντολή `range(street.shape(0))`, αντλούνται στοιχεία από όλες τις γραμμές του πίνακα εκτός της τελευταίας. Έτσι η μεταβλητή `i`, κάθε φορά που θα τρέχει η επανάληψη, θα πάρει με τη σειρά όλες τις τιμές πλην της τελευταίας και τότε θα σταματήσει η επανάληψη. Συγκεκριμένα το `i` εδώ θα πάρει την τιμή 0 έως 105, δηλαδή όλες τις γραμμές των διατομών του δρόμου, εκτός από την τελευταία, αφού ο πίνακας έχει 106 γραμμές.

```

9
10 for i in range(street.shape[0]):

```

Εικόνα 14: Εντολή `range` για το δρόμο

Μετά, στην εικόνα 15, η μεταβλητή `street_segment`, με τη συνάρτηση `LineString`, φτιάχνει το ευθύγραμμο τμήμα από την δεξιά και την αριστερή οριογραμμή, για κάθε διατομή του δρόμου. Με το `street.iloc(i)('Street')`, από τον πίνακα `street`, πηγαίνει στη γραμμή `i` και στη στήλη `'street'`.

```

12 street_segment = LineString([(street.iloc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['Street_left_Y']), (street.iloc[i]['St
13

```

Εικόνα 15: Δημιουργία ευθύγραμμων τμημάτων των διατομών του δρόμου

Ακολουθεί η δεύτερη επανάληψη, όπως φαίνεται στην εικόνα 16, όπου γίνεται με το `j`, το οποίο θα παίρνει τις τιμές από τις γραμμές του πίνακα του κάθε οδηγού. Όστε να τρέχουν όλες οι συντεταγμένες του οδηγού και να αναζητάται αν ανά δύο σημεία που σχηματίζουν ένα ευθύγραμμο τμήμα, αυτό τέμνει τη διατομή του δρόμου. Με την εντολή `range`, όπως και προηγουμένως, αντλούνται στοιχεία από τις γραμμές του πίνακα `'driver'` και λαμβάνονται όλες οι γραμμές πλην των 2 τελευταίων εδώ, διότι είναι `shape(0)-1`. Αυτό συμβαίνει διότι σε κάθε επανάληψη πρέπει να ελεγχτεί το `j`, δηλαδή το κάθε σημείο με το

επόμενο του και όταν θα φτάσει στο τελευταίο δεν θα υπάρχει άλλο, εφόσον όλες οι γραμμές αρχίζουν από το 0 και όχι το 1, άρα θα έβγαινε σφάλμα.

```
13
14 for j in range(driver.shape[0] - 1):
```

Εικόνα 16: Εντολή range για τους οδηγούς

Όπως έγινε για τον δρόμο προηγουμένως, στην εικόνα 17, παρομοίως φτιάχνονται ευθύγραμμα τμήματα μεταξύ των διαδοχικών σημείων των οδηγών με τη μεταβλητή `street_segment` και τη συνάρτηση `LineString`.

```
20 driver_segment = LineString([(driver.iloc[j]['X'], driver.iloc[j]['Y']), (driver.iloc[j + 1]['X'], driver.iloc[j
```

Εικόνα 17: Δημιουργία ευθύγραμμων τμημάτων των διαδοχικών σημείων του οδηγού

Στην συνέχεια, όπως δείχνει η εικόνα 18, καλείται η εντολή `intersects`, η οποία ελέγχει αν υπάρχει τομή μεταξύ του `street_segment`, που είναι το ευθύγραμμο τμήμα του δρόμου με το `drive_segment`, που είναι το ευθύγραμμο τμήμα από τον οδηγό. Και η απάντηση που δίνεται είναι `true` ή `false`, δηλαδή αν τέμνονται ή όχι, κάθε φορά.

```
22 check = street_segment.intersects(driver_segment)
```

Εικόνα 18: Έλεγχος τομής ευθύγραμμων τμημάτων

Εάν το `check` είναι `false`, δηλαδή τα δύο ευθύγραμμο τμήματα δεν τέμνονται, τότε η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου βρεθεί σημείο τομής μεταξύ των ευθειών, δηλαδή μέχρι το `check` να είναι `true`. Όπως φαίνεται στην εικόνα 19, στη περίπτωση που το `check` βγει `false` και έχουν ελεγχθεί όλες οι γραμμές του οδηγού, τότε προφανώς ο μοτοσυκλετιστής σε εκείνη τη διατομή βγήκε εκτός του δρόμου. Εάν λοιπόν το `j` είναι στην τελευταία γραμμή που ελέγχεται και πάλι δεν έχει βγει `true`, τότε λαμβάνει στις νέες στήλες του `x` και του `y` "-", ενώ στην στήλη `"driver_sheet"`, ανάλογα με το αν κινείται στη διαδρομή Βόλου-Αγχιάλου παίρνει την τιμή 1 και αν κινείται στη διαδρομή Αγχιάλου-Βόλου την τιμή 8.



```

24     if(check == False):
25         if(j == (driver.shape[0] - 2)):
26             street.at[i, driver_x] = '-'
27             street.at[i, driver_y] = '-'
28
29         if(street.equals(street_VA)):
30             street.at[i, driver_sheet] = 1
31         else:
32             street.at[i, driver_sheet] = 8
33
34         s = p

```

Εικόνα 19: Κίνηση οδηγού εκτός δρόμου

Στην αντίθετη περίπτωση που το check βγάλει true, δηλαδή τα ευθύγραμμα τμήματα τέμνονται, στόχος είναι να προσδιοριστούν ακριβώς οι συντεταγμένες του σημείου τομής. Για να βρεθεί αυτό το σημείο, πρέπει να δημιουργηθούν οι δύο ευθείες, βρίσκοντας το m (κλίση της ευθείας) και το b, προκύπτει η εξίσωση της ευθείας:  $y=mx+b$ . Αυτό εφαρμόζεται όπως είναι στην εικόνα 20, για τις διατομές του δρόμου και τον κάθε οδηγό.

```

37
38     m_street = (street.iloc[i]['Street_right_Y'] - street.iloc[i]['Street_left_Y']) / (street.iloc[i]['Street_right_
39     b_street = street.iloc[i]['Street_left_Y'] - (m_street * street.iloc[i]['Street_left_X'])
40
41     m_driver = (driver.iloc[j + 1]['Y'] - driver.iloc[j]['Y']) / (driver.iloc[j + 1]['X'] - driver.iloc[j]['X'])
42     b_driver = driver.iloc[j]['Y'] - (m_driver * driver.iloc[j]['X'])

```

Εικόνα 20: Δημιουργία ευθειών για την εύρεση του σημείου τομής

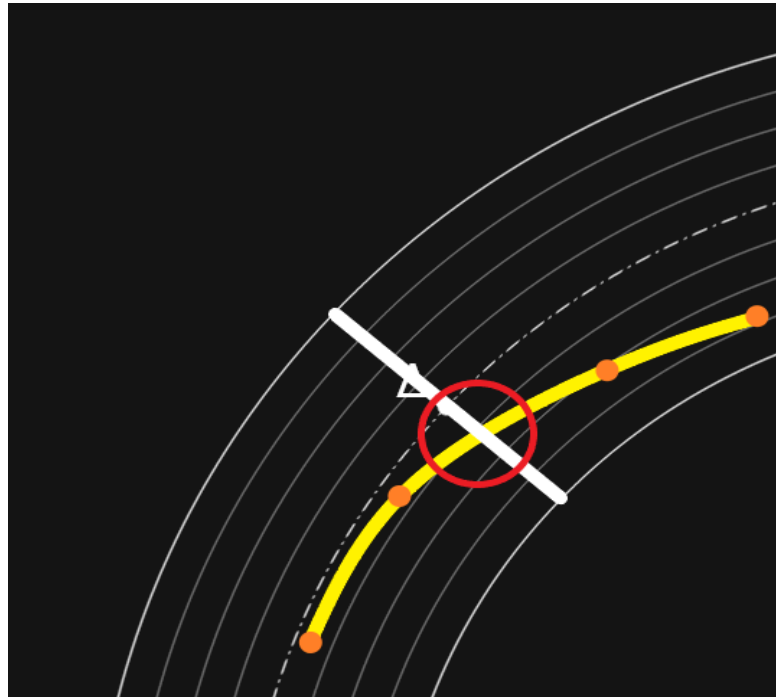
Στην εικόνα 21, φτιάχνονται 2 πίνακες με τα στοιχεία που βρέθηκαν προηγουμένως από το  $\gamma$ , το m και το b. Ενώ με τη βοήθεια της συνάρτησης `linalg.solve`, για τους 2 πίνακες που δημιουργήθηκαν, βγαίνει το σημείο τομής τους. Αυτό το σημείο τομής έχει το `point(0)`, που είναι το x και το `point(1)`, που είναι το y, τα οποία εισάγονται στα νέα sheets που είχαν δημιουργηθεί στην αρχή της επεξεργασίας. Η εύρεση του σημείου τομής φαίνεται και στην εικόνα 22.

```

44     A = np.array([[(-m_street), 1], [(-m_driver), 1]])
45     B = np.array([b_street, b_driver])
46
47     point = np.linalg.solve(A, B)
48
49     street.at[i, driver_x] = point[0]
50     street.at[i, driver_y] = point[1]

```

Εικόνα 21: Εύρεση σημείου τομής ευθειών



Εικόνα 22: Εύρεση σημείου τομής

Στην συνέχεια στόχος είναι να βρεθεί το τμήμα στο οποίο ανήκει το σημείο τομής που βρέθηκε, δηλαδή το sheet στο οποίο εντάσσεται. Τα sheet (αντίστοιχα των στρώσεων) στα οποία χωρίζεται ο δρόμος είναι 8 και αρχίζουν να μετριοούνται από την αριστερή οριογραμμή. Για να γίνει αυτό, μετρείται το μήκος της κάθε διατομής του δρόμου, δηλαδή το length, με τη βοήθεια της συνάρτησης `math.hypot`, μετρώντας από αριστερά προς τα δεξιά. Και μετά βρίσκεται η απόσταση του σημείου τομής που μελετάται με το αριστερό σημείο της οριογραμμής, δηλαδή το distance, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 23.

```

52     street_length = math.hypot(street.iloc[i]['Street_right_X'] - street.iloc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['S
53
54     distance = sqrt(pow(point[0] - street.iloc[i]['Street_left_X'], 2) + pow(point[1] - street.iloc[i]['Street_left_
55

```

Εικόνα 23: Μήκος διατομής δρόμου και απόσταση σημείου τομής από αριστερή οριογραμμή

Για να βρεθεί επακριβώς το sheet που ανήκει το σημείο τομής, διαιρείται η απόσταση του σημείου τομής από την αριστερή οριογραμμή, με το συνολικό μήκος της συγκεκριμένης διατομής του δρόμου. Και με αυτόν τον τρόπο κατατάσσεται σε μια από τις 8 στρώσεις του δρόμου που έχουν ορισθεί, εικόνα 24. Όποιο από τα 8 είναι το στρώμα του

σημείου, πηγαίνει σαν πληροφορία στο τελευταίο sheet που είχε δημιουργηθεί στην αρχή της επεξεργασίας και αφορούσε τα στρώματα. Αφού γίνει αυτό, με το break η διαδικασία σταματά εφόσον βρέθηκε το σημείο τομής και το στρώμα και επαναλαμβάνεται παρομοίως για επόμενη διατομή του δρόμου. Για να μην ξανά ελεγχτούν τα σημεία των συντεταγμένων που κινήθηκε ο οδηγός, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την προηγούμενη διατομή και όπως είναι λογικό είναι αδύνατον να τέμνουν την επόμενη, ορίζεται ως s και p, από το προηγούμενο σημείο, με j +1.

```

56     if(0 <= (distance / street_length) < 0.125):
57         street.at[i, driver_sheet] = 1
58     elif(0.125 <= (distance / street_length) < 0.25):
59         street.at[i, driver_sheet] = 2
60     elif(0.25 <= (distance / street_length) < 0.375):
61         street.at[i, driver_sheet] = 3
62     elif(0.375 <= (distance / street_length) < 0.5):
63         street.at[i, driver_sheet] = 4
64     elif(0.5 <= (distance / street_length) < 0.625):
65         street.at[i, driver_sheet] = 5
66     elif(0.625 <= (distance / street_length) < 0.75):
67         street.at[i, driver_sheet] = 6
68     elif(0.75 <= (distance / street_length) < 0.875):
69         street.at[i, driver_sheet] = 7
70     elif(0.875 <= (distance / street_length) <= 1):
71         street.at[i, driver_sheet] = 8
72
73     |s = j + 1
74     |p = j + 1
75
76     break

```

Εικόνα 24: Κατάταξη σημείου τομής σε μια από τις 8 στρώσεις

Καλούμε τη συνάρτηση για τον αντίστοιχο δρόμο και οδηγό και ονομάζουμε κάθε φορά τις 3 καινούργιες στήλες. Η διαδικασία τρέχει για όλους τους οδηγούς και για τις διαδρομές Βόλου-Αγχιάλου και Αγχιάλου-Βόλου.

Στο τέλος δημιουργείται ένα νέο excel στο οποίο θα έχουμε τα σημεία στα οποία κινήθηκε ο κάθε μοτοσυκλετιστής και το στρώμα που ανήκει ο καθένας, δηλαδή τα δεδομένα από τις 3 νέες στήλες που δημιουργήθηκαν. Επομένως για κάθε καμπύλο τμήμα της οδού θα έχουμε έναν πενταψήφιο αριθμό, ο οποίος θα περιγράφει το πώς κινήθηκε ο μοτοσυκλετιστής σε αυτή τη στροφή. Συγκεκριμένα τα στρώματα που κινήθηκε σε κάθε μια από τις πέντε διατομές της στροφής. Αυτό θα πραγματοποιηθεί και για τους 36 αναβάτες και τα 21 καμπύλα τμήματα του δρόμου που μελετάται. Μέσω αυτών των πενταψήφιων αριθμών δίνονται πληροφορίες που αφορούν τόσο την γεωμετρία της οδού, αλλά και την

συμπεριφορά του μοτοσικλετιστή σε αυτά τα καμπύλα τμήματα. Με την παρατήρηση και την κατάταξη αυτών των αριθμών σε κάθε καμπύλο τμήμα, φαίνεται πότε είναι συστηματική η απόκλιση του οδηγού από τον δρόμο και η διέλευση του στο αντίθετο ρεύμα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος.

## Κεφάλαιο 7 Αποτελέσματα πειράματος

### 7.1 Τροχιές μοτοσυκλετιστών

Στους παρακάτω πίνακες 1,2,3 και 4, στην αριστερή στήλη παρουσιάζονται οι στροφές του δρόμου. Στις επικεφαλίδες των επιμέρους στηλών, το D αντιπροσωπεύει τις μετρήσεις που έγιναν τη ημέρα, το N τις μετρήσεις που έγιναν την νύχτα, οι αριθμοί 1,2,3,4,κλπ. είναι οι οδηγοί μοτοσυκλετών και το a αφορά την διαδρομή Βόλου-Αγχιάλου, ενώ το b την διαδρομή Αγχιάλου-Βόλου.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα διαδρομής Αγχιάλος-Βόλος, κατά την ημέρα

ΣΤΡΟΦΕΣ	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα								
	D1b	D2b	D3b	D4b	D5b	D6b	D7b	D8b	D9b
1η	67766	66665	88887	58887	77866	78888	67776	88877	77666
2η	77668	78888	88888	88886	88886	88875	88886	88887	78887
3η	76688	88888	87478	88888	88888	87688	88788	76688	88788
4η	66888	88768	88657	88878	88657	86668	88768	86768	88867
5η	68888	88767	88888	88888	88677	88656	88777	88788	88688
6η	88887	88888	78888	88888	88788	88888	88778	88767	88777
7η	88878	67688	88788	78788	78677	88888	78887	88787	67588
8η	88787	88888	87678	88888	88886	87688	88788	86688	88878
9η	87877	86688	87888	76678	76678	87888	87788	88888	66678
10η	78778	88875	87766	88886	88876	87666	87666	86666	88775
11η	87788	67787	78888	78888	78787	78888	78764	78887	68788
12η	77888	88865	86656	88866	88745	86655	87766	76756	88855
13η	78888	57888	68885	78888	57888	58888	68888	68888	57888
14η	88887	88888	44544	77788	88788	88678	88677	76678	88888
15η	88876	88888	77578	88888	88865	88788	88888	87788	88687
16η	88767	67888	78838	68888	67788	68888	68887	88887	77888
17η	87678	88866	88888	76733	88856	88755	88866	77866	88877
18η	76788	57888	88888	46788	67887	36888	57776	46888	57887
19η	67886	88655	85556	87666	88765	86555	86557	75556	66423
20η	78866	55676	68887	67886	56886	56887	56887	68887	43565
21η	88666	67888	88888	68888	68888	78888	78888	88888	78888

Πίνακας 2: Αποτελέσματα διαδρομής Αγχιάλος-Βόλος, κατά τη νύχτα

ΣΤΡΟΦΕΣ	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
	N1b	N2b	N3b	N4b	N5b	N6b	N7b	N8b	N11b
1η	77776	77877	56787	66665	66887	77776	77776	67678	67887
2η	88887	88885	88887	88886	88886	88884	88887	88887	88887
3η	76678	87688	88645	86578	87678	75677	65578	87688	87678
4η	87657	87668	77656	87668	67522	76558	87657	87657	86558
5η	88634	88767	78733	88666	56666	88777	88887	88766	88877
6η	87766	87368	63456	87667	77666	88667	88678	88677	88767
7η	67888	68876	67488	67664	67686	78888	88688	67675	78888
8η	87888	86778	86688	86678	67778	86678	87776	66668	86684
9η	76566	87787	65578	66688	87777	77888	65555	76787	76457
10η	67765	75555	87655	87665	76664	86666	56667	87666	76667
11η	78787	78888	56454	67787	46888	88888	88888	78888	78888
12η	76655	65545	76644	86655	55646	75655	65656	86645	86656
13η	56887	67886	35888	58888	78886	68888	78887	58888	68888
14η	66678	54455	77434	77667	54267	87678	76567	87678	77678
15η	78678	75568	88567	88678	88678	88678	76678	87778	88578
16η	77878	68887	68887	56786	68887	78888	77886	36887	78888
17η	88756	87656	87755	66645	87634	88856	76856	87855	87645
18η	68886	57888	46888	67776	68888	68888	67888	57888	58888
19η	76656	86544	86567	76666	87656	87668	86656	86666	86656
20η	67787	47888	66687	56775	67887	88888	67887	55676	57886
21η	88888	78888	67888	78888	78888	88888	78888	68888	78888

Πίνακας 3: Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγχίαλος, κατά την ημέρα

ΣΤΡΟΦΕΣ	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα								
	D1a	D2a	D3a	D4a	D5a	D6a	D7a	D8a	D9a
21η	23442	12321	35532	23443	11111	24542	24541	23432	24445
20η	11221	11112	13332	12211	11113	12333	12365	12234	22233
19η	21112	31111	11111	21111	31113	41111	31111	31111	32222
18η	13432	12221	13432	13331	11232	13542	13542	35431	12332
17η	21112	21422	11112	21322	32311	21111	11112	11111	32444
16η	24454	12232	24543	23432	11343	13311	13343	23232	12234
15η	32113	43233	21112	32114	44233	11111	42113	33113	44322
14η	33111	44111	22111	32111	43111	11111	32111	21111	33111
13η	14332	12243	14431	14541	12123	14453	13332	13331	13433
12η	11112	32111	11111	11111	32111	21111	21111	11112	32311
11η	12342	11144	13453	12354	11121	12454	12242	45355	11244
10η	11111	32211	21111	21111	12211	31112	21111	32223	32221
9η	12135	11114	11223	12234	11125	22225	12113	33223	11124
8η	63113	64211	53113	64113	64111	63112	64224	42113	64311
7η	12143	12143	12243	22233	11243	12144	22232	23132	11133
6η	54223	43233	32112	33123	43224	42234	43212	32234	54222
5η	22355	11155	22344	33355	21155	33376	22344	33244	22155
4η	41114	41224	41112	42234	42334	41114	31113	31113	42223
3η	53113	64112	42234	54124	64212	65213	54124	32112	54122
2η	11131	11121	12243	12143	11153	13253	11131	11132	11132
1η	11332	11222	11343	12554	11352	11333	11332	12221	11122



Πίνακας 4: Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγχίαλος, κατά τη νύχτα

ΣΤΡΟΦΕΣ	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
	N1a	N2a	N3a	N4a	N5a	N6a	N7a	N8a	N11a
21η	12333	25653	13553	23443	13442	24443	45554	25653	13432
20η	11232	12222	13444	12221	11332	13331	23332	12332	13442
19η	11111	32223	52111	31111	21111	11111	21111	31111	21111
18η	23442	14542	24553	13321	12221	13442	23431	13542	14553
17η	11111	21212	42345	21212	21111	21112	11111	21111	31111
16η	12332	13333	12443	13332	24563	12442	14443	13443	13443
15η	33112	31112	54112	43112	32111	32112	33124	43112	43111
14η	21111	32111	34211	33111	11111	22111	43111	32111	11111
13η	13332	13442	13553	13322	13453	14422	24432	14554	13442
12η	21112	21111	33311	32111	31111	32233	21111	31111	21111
11η	23342	12343	12442	23444	12443	23443	34453	12454	13553
10η	21111	21111	11111	42112	32222	21111	11111	21111	21111
9η	12224	12223	12335	22224	12234	12224	22224	12234	11123
8η	63112	53112	74113	63113	53113	63112	53112	63112	53112
7η	12232	13253	11331	13133	11363	13232	23253	13374	12353
6η	43123	33125	43234	53233	43222	32124	32113	65123	31123
5η	22244	22244	33355	22244	33355	33244	22243	11244	22344
4η	31113	41112	42321	42223	41112	31134	21113	31113	41112
3η	32112	32111	53111	54112	41111	64335	43112	53112	42111
2η	12834	25232	13331	11143	23221	12142	11253	11232	12142
1η	21322	12351	13443	12332	22443	11333	22443	11333	11222

## 7.2 Συχνότερες Τροχιές

Στην παρούσα εργασία εξετάσθηκε η συμπεριφορά οδηγών μοτοσυκλέτας σε καμπύλα τμήματα οδού. Επιλέχθηκαν αναβάτες για να εκτελέσουν τις μετρήσεις πεδίου για την διαδρομή Αγκιάλου-Βόλου και Βόλου-Αγκιάλου, την μέρα και τη νύχτα. Σκοπός της εργασίας ήταν να βρεθούν κάποια πρότυπα τροχιών, μέσα από την παρατήρηση των πιο συχνά εμφανιζόμενων τροχιών του πειράματος. Στην συνέχεια παραθέτονται οι πίνακες 5,6,7,8,9 και 10, στους οποίους αποτυπώνονται οι πιο συχνές τροχιές που σημειώθηκαν σε κάθε διαδρομή, κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας, αλλά και κατά την ημέρα και τη νύχτα ξεχωριστά, καθώς και πόσες φορές εμφανίζεται η συγκεκριμένη τροχιά.

Πίνακας 5: Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, ημέρας και νύχτας.

<b>Ημέρα και Νύχτα</b>	
<b>Τροχιά</b>	<b>Συχνότητα</b>
<b>88888</b>	<b>27</b>
<b>78888</b>	<b>23</b>
<b>68888</b>	<b>12</b>
<b>88887</b>	<b>11</b>
<b>88788</b>	<b>8</b>
<b>88886</b>	<b>7</b>

Πίνακας 6: Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, κατά τη διάρκεια της ημέρας.

<b>Ημέρα</b>	
<b>Τροχιά</b>	<b>Συχνότητα</b>
<b>88888</b>	<b>22</b>
<b>78888</b>	<b>11</b>
<b>88887</b>	<b>5</b>
<b>68888</b>	<b>7</b>

Πίνακας 7: Συχνές τροχιές διαδρομής Αγκιάλου-Βόλου, κατά τη διάρκεια της νύχτας.

<b>Νύχτα</b>	
<b>Τροχιά</b>	<b>Συχνότητα</b>
<b>78888</b>	<b>12</b>
<b>88887</b>	<b>6</b>
<b>88888</b>	<b>5</b>
<b>68888</b>	<b>5</b>

Πίνακας 8: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγκιάλου, ημέρας και νύχτας.

<b>Ημέρα και Νύχτα</b>	
<b>Τροχιά</b>	<b>Συχνότητα</b>
<b>21111</b>	<b>22</b>
<b>11111</b>	<b>16</b>
<b>32111</b>	<b>9</b>
<b>31111</b>	<b>8</b>
<b>13442</b>	<b>5</b>
<b>11112</b>	<b>5</b>

Πίνακας 9: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγκιάλου, κατά τη διάρκεια της ημέρας.

<b>Ημέρα</b>	
<b>Τροχιά</b>	<b>Συχνότητα</b>
<b>11111</b>	<b>8</b>
<b>21111</b>	<b>8</b>
<b>11112</b>	<b>5</b>
<b>32111</b>	<b>4</b>
<b>31111</b>	<b>3</b>

Πίνακας 10: Συχνές τροχιές διαδρομής Βόλου-Αγχιάλου, κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Νύχτα	
Τροχιά	Συχνότητα
<b>21111</b>	<b>14</b>
<b>11111</b>	<b>8</b>
<b>13442</b>	<b>5</b>
<b>31111</b>	<b>5</b>
<b>32111</b>	<b>5</b>

Μέσα από αυτούς τους πίνακες, είναι προφανές ότι ο φωτισμός, σαν παράγοντας επιρροής, δεν αποτέλεσε σημαντικό κριτήριο για την εμφάνιση των πιο συχνών τροχιών, διότι οι πιο πολλές τροχιές και των δύο διαδρομών έχουν περίπου ίδια εμφάνιση είτε την ημέρα, είτε τη νύχτα. Εκτός από τις τροχιές 88888, για τη διαδρομή Αγχιάλου-Βόλου, η οποία υπάρχει εμφανώς περισσότερες φορές την ημέρα και της τροχιάς 21111, της διαδρομής Βόλου-Αγχιάλου, η οποία εμφανίζεται λίγο περισσότερες φορές κατά τη νύχτα.

Επίσης παρατηρείται ότι παρόλο που στις πιο συχνές τροχιές δεν γίνεται κάποια παραβίαση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας, είναι πολύ συχνή η παραβίαση της δεξιάς και της αριστερής οριογραμμής του δρόμου, ανάλογα με την διαδρομή του μοτοσικλετιστή. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο επεξεργασίας των δεδομένων του πειράματος, οι συντεταγμένες οι οποίες ήταν εκτός της δεξιάς οριογραμμής, σημειώθηκαν ότι κινούνται στην στρώση 8, ενώ οι συντεταγμένες που ήταν εκτός της αριστερής οριογραμμής, με την στρώση 1. Τα στρώματα 1 και 8 λοιπόν, τις περισσότερες φορές αφορούν την κίνηση των μοτοσικλετιστών εκτός των οριογραμμών του δρόμου.

## Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα Πειράματος

### 8.1 Ανακεφαλαίωση Αποτελεσμάτων

Αρχικά παρατηρείται, ότι στην διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος υπάρχουν μεγαλύτερα ποσοστά μοτοσυκλετιστών που εισέρχονται στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας στα καμπύλα τμήματα οδών σε σχέση με τη διαδρομή Αγχίαλος-Βόλος. Δηλαδή να εισέρχονται στις στρώσεις 5, 6, 7, οι οποίες είναι στα μέσα της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας.

Συγκεκριμένα στη διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος γίνεται η παραβίαση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας κατά τη μέρα και τη νύχτα στις στροφές: 2, 3, 5, 6, 8, 9 και 11. Στην στρόφη 8 παρατηρείται ότι σχεδόν όλοι οι μοτοσυκλετιστές εισέρχονται στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας. Το ίδιο συμβαίνει στην διαδρομή Αγχίαλος-Βόλος για τις στροφές: 14, 17, 18 και 19. Τα αποτελέσματα δείχνουν παραβίαση από τους μοτοσυκλετιστές κατά την διάρκεια ολόκληρης της ημέρας, από ένα στατιστικά υπολογισμο δείγμα μοτοσυκλετιστών.

Επίσης γίνεται παραβίαση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας για τη διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος στις στροφές: 7, 13, 18, 21 και για την διαδρομή Αγχίαλος-Βόλος, σε μικρότερα ποσοστά, στις στροφές: 5, 7, 11, 12,20.

Συμπερασματικά, για να εισέρχονται οι μοτοσυκλετιστές στην αντίθετη λωρίδα σε αυτές τις στροφές, μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας και όχι την μέρα, οφείλεται σε μειωμένο φωτισμό σε εκείνα τα τμήματα οδού, όπου οι μοτοσυκλετιστές λόγω της μειωμένης ορατότητας δυσκολεύονται να κρίνουν την γεωμετρία της στρόφης και φτάνουν σε αυτή με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Τέλος παρατηρείται, ότι σε όλες τις διατομές κάποιοι μοτοσυκλετιστές κινούνται εκτός της οριογραμμής του δρόμου. Συγκεκριμένα πιο έντονα φαίνεται να συμβαίνει στην διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος στις στροφές: 2, 12, 19 και στην διαδρομή Αγχίαλος-Βόλος στις στροφές: 2, 11, 13, 16, 18, 21. Αυτό οφείλεται επίσης στην γεωμετρία του καμπύλου

τμήματος της οδού, το οποίο αναγκάζει τους μοτοσυκλετιστές να κινούνται εκτός της οριογραμμής της λωρίδας κυκλοφορίας τους.

## 8.2 Γενικά Συμπεράσματα

Στην διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος υπάρχουν μεγαλύτερα ποσοστά μοτοσυκλετιστών που εισέρχονται στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας στα καμπύλα τμήματα οδών σε σχέση με τη διαδρομή Αγχίαλος-Βόλος.

Στην διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος και Αγχίαλος-Βόλος, γίνεται παραβίαση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας, κατά την διάρκεια ολόκληρης της ημέρας, από ένα στατιστικά υπολογίσιμο δείγμα μοτοσυκλετιστών.

Το πρόβλημα οφείλεται στον σχεδιασμό των συγκεκριμένων καμπύλων τμημάτων, τα οποία αναγκάζουν τους μοτοσυκλετιστές να εισέρθουν στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας και θα χρειαστεί επιπλέον έρευνα και μελέτη, για την αποφυγή αυτού του προβλήματος.

Επίσης γίνεται παραβίαση της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας για τη διαδρομή Βόλος-Αγχίαλος.

Για να συμβαίνει αυτό, μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας και όχι την μέρα, οφείλεται σε μειωμένο φωτισμό σε εκείνα τα τμήματα οδού, όπου οι μοτοσυκλετιστές λόγω της μειωμένης ορατότητας δυσκολεύονται να κρίνουν την γεωμετρία της στροφής και αναπτύσσουν περισσότερη ταχύτητα.

Τέλος παρατηρείται, ότι σε όλες τις διατομές κάποιοι μοτοσυκλετιστές κινούνται εκτός της οριογραμμής του δρόμου. Αυτό οφείλεται επίσης στην γεωμετρία του καμπύλου τμήματος της οδού, όπου οι μοτοσυκλετιστές αδυνατούν να αντιληφθούν το οδηγικό περιβάλλον.

## 8.3 Πρόταση μελλοντικής Συνέχισης

Προτείνεται μια μελλοντική συνέχιση αυτών των πειραμάτων και σε άλλα οδικά τμήματα, προκειμένου να υπάρξουν περισσότερα δεδομένα, με τα οποία θα ληφθούν πιο ολοκληρωμένα συμπεράσματα και όχι μόνο από μια μελέτη.

Επιπλέον, εφόσον έχει μελετηθεί η κίνηση των μοτοσικλετιστών, θα μπορούσε επόμενη ερεύνα να εστιάζει στον ανθρωπογενή παράγοντα, δηλαδή πως η συμπεριφορά και το προφίλ ενός μοτοσικλετιστή επηρεάζουν την κίνηση σε καμπύλα τμήματα οδού.

Επίσης, θα μπορούσαν μελλοντικές έρευνες να ασχοληθούν με το κομμάτι της σχεδίασης κατάλληλων καμπύλων τμημάτων, ώστε οι μοτοσικλετιστές να μην αναπτύσσουν περισσότερη ταχύτητα κατά την είσοδο στην στροφή και να εκτιμούν καλύτερα το οδικό περιβάλλον.





## Κεφάλαιο 9 Βιβλιογραφία

- ACEM, G. f.-S. (2006). The motorcycle industry in Europe.
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2004, Νοέμβριος Ερευνητική ). *In-depth Study of Motorcycle*. Department of Transport.
- Donnell, E. T., Gemar, M. D., & Cruzado, I. (2006). OPERATIONAL EFFECTS OF WIDE EDGE LINES APPLIED TO HORIZONTAL CURVES ON TWO-LANE RURAL HIGHWAYS. *COMMONWEALTH OF PENNSYLVANIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION* .
- European Road Safety Observatory. (2020, Δεκέμβριος 27). Facts and Figures Motorcyclists and moped riders.
- EUROSTAT. (2021, Μάρτιος 4). Motorcycles, by power of vehicles.
- FEMA. (2009, Απρίλιος). The Motorcyclists' Point of View. *Federation of European Motorcyclists Associations (FEMA)*.
- FEMA. (2012). Motorcycle Safety and Accidents in Europe. *FEMA*.
- FEMA. (2016, Αύγουστος 5). Motorcycle Safety And Accidents In Europe.
- Guo, L., Ge, P.-S., Yue, M., & Zhao, Y.-B. (2014). Lane Changing Trajectory Planning and Tracking Controller Design for Intelligent Vehicle Running on Curved Road.
- Houenou, A., Bonnifait, P., Cherfaoui, V., & Yao, W. (2013). Vehicle Trajectory Prediction based on Motion Model and Maneuver Recognition.
- INFORMATION PROGRAMME, S. T. (2005). Driving performance assessment methods and metrics.
- Li, M.-D., Doong, J.-L., Huang, W.-S., Lai, C.-H., & Jeng, M.-C. (2009). Survival hazards of road environment factors between motor-vehicles and motorcycles.
- Liu, P., Kurt, A., & Ozguner, U. (2014). Trajectory Prediction of a Lane Changing Vehicle Based on Driver Behavior Estimation and Classification.

- Noordzij, Forke, Brendicke, & Chinn. (2001). Integration of needs of moped and motorcycle riders into safety measures.
- Oluwadiya, K. S., Ojo, O. D., Adegbehingbe, O. O., Mock, C., & Popoola, O. S. (2014). Vulnerability of motorcycle riders and co-riders to injuries in multi-occupant crashes. Oxford Economics. (2021, Μάιος). The economic of motorcycles to Europe. *ACEM*.
- Pecchin, D., Roncella, R., Forlani, G., & Giuliani, F. (2016). Measuring driving workload of heavy vehicles at roundabouts.
- Said, Hassan, & Halim, A. E. (2008, Ιούνιος). RELATING DRIVER BEHAVIOUR TO SAFETY PERFORMANCE ON HIGHWAY HORIZONTAL CURVES .
- Schreier, M., Willert, V., & Adamy, J. (2016). An Integrated Approach to Maneuver-Based Trajectory Prediction and Criticality Assessment in Arbitrary Road Environments.
- Smaiah, S., Sadoun, R., Elouardi, A., Larnaudie, B., Bouaziz, S., Boubezoul, A., . . . Espié, S. (2018, Ιούλιο). A Practical Approach for High Precision Reconstruction of a Motorcycle Trajectory Using a Low-Cost Multi-Sensor System.
- Spacek, P. (2005). Track Behavior in Curve Areas: an Attempt at Typology. *Journal of Transportation Engineering* .
- Sporner, A., & Kramlich, T. (2001, Ιούνιος). MOTORCYCLE BRAKING AND ITS INFLUENCE ON SEVERITY OF INJURY.
- Stefan, Christian, Hoglinger, Stefan, Machata, & Klaus. (2003). Motorcycle Crashes in Austria: Analysis of Causes and Contributing Factors.
- Stillwell, D. (2016). Motorcycle use in England.
- T. Flores, G. M., T. Gotohio, M. P., C.Paras, N. G., & R. Seva, R. (2009). Analysis Motorcycle Accidents Based on Environmental and Personal Factors.
- Willigers, D. (2020, Φεβρουάριος 20). The Motorcycle Is Here To Stay. *The Federation of European Motorcyclists' Associations*.
- Wissing, C., Nattermann, T., Glander, K.-H., & Bertram, T. (2018). Trajectory Prediction for Safety Critical Maneuvers in Automated Highway Driving. *International Conference on Intelligent Transportation Systems*.
- Xu, J., Luo, X., & Shao, Y.-M. (2018). Vehicle trajectory at curved sections of two-lane mountain roads: a field study under natural driving conditions.

Yao, W., Zhao, H., Bonnifait, P., & Zha, H. (2013, Ιούνιος). Lane Change Trajectory Prediction by using Recorded Human Driving Data.

Ελληνική Στατιστική Αρχή. (2007-2019). Οδικά Τροχαία Ατυχήματα.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή . (2020, Ιούνιος 11). Στατιστικά του 2019 για την οδική ασφάλεια: τι κρύβεται πίσω από τους. *Ευρωπαϊκή Επιτροπή*.

Λεμονάκης, Π. (2011). Συμβολή στη διερεύνηση της συμπεριφοράς των οδηγών. Βόλος.

Σάββα, Α. (2019, Ιούλιος Διδακτορική διατριβή). Κουλτούρα του σώματος στο άθλημα της μοτοσυκλέτας: το παράδειγμα των αθλητών ακι αθλητριών του Enduro.

Σπυροπούλου, Ι., Παπαδημητρίου, Ε., Γιαννής, Γ., & Γκόλιας, Ι. (n.d.). Αιτίες και μέτρα αντιμετώπισης οδικών ατυχημάτων δικύκλων.

**Παράρτημα Α:**

Όνομα	δρόμου															
Δρόμος	3_2															
	Αξονας				Οδόστρωμα αριστ.				Οδόστρωμα δεξιά							
ΑΑ	Ον. Διατ.	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	Χ.Θ.	Απόσταση	Επίκλιση Α	Επίκλιση Δ	Πλάτος Α	Πλάτος Δ	Αξιμύθιο
1	Α'21	405883,822	4350605,879	405884,939	4350608,254	405882,704	4350603,503	7477,17		40	-2,5	-2,5	2,625	2,625	64,81	
2	Ω'21	405847,195	4350621,928	405848,119	4350624,385	405846,271	4350619,471	7437,17	48,618	7	-7	2,625	2,625	69,394		
3	Δ21	405800,315	4350634,52	405800,747	4350637,109	405799,884	4350631,93	7388,552	48,618	7	-7	2,625	2,625	80,536		
4	Ω21	405751,886	4350637,815	405751,809	4350640,439	405751,963	4350635,191	7339,934	40	7	-7	2,625	2,625	91,679		
5	Α21	405712,034	4350634,514	405711,747	4350637,124	405712,32	4350631,905	7299,934	125,183	-2,5	-2,5	2,625	2,625	96,262		

**Αποτελέσματα διαδρομής Αγκιάλος-Βόλος (στροφές 1-6)**

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1b	D2b	D3b	D4b	D5b	D6b	D7b	D8b	D9b	N1b	N2b	N3b	N4b	N5b	N6b	N7b	N8b	N11b
1η	A1	6	6	8	5	7	7	6	8	7	7	7	5	6	6	7	7	6	6
	Ω1	7	6	8	8	7	8	7	8	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7
	Δ1	7	6	8	8	8	8	7	8	6	7	8	7	6	8	7	7	6	8
	Ω'1	6	6	8	8	6	8	7	7	6	7	7	8	6	8	7	7	7	8
	A'1	6	5	7	7	6	8	6	7	6	6	7	7	5	7	6	6	8	7
2η	A2	8	7	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Ω2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Δ2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Ω'2	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	A'2	7	8	8	6	6	5	6	7	7	7	5	7	6	6	4	7	7	7
3η	A3	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	8	8	8	8	7	6	8	8
	Ω3	7	8	7	8	8	7	8	6	8	6	7	8	6	7	5	5	7	7
	Δ3	7	8	4	8	8	6	7	6	7	6	6	6	5	6	6	5	6	6
	Ω'3	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7	8	4	7	7	7	7	8	7
	A'3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	8	8	7	8	8	8
4η	A4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	6	7	8	8	8
	Ω4	8	8	8	8	8	6	8	6	8	7	7	7	7	7	6	7	7	6
	Δ4	7	7	6	8	6	6	7	7	8	6	6	6	6	5	5	6	6	5
	Ω'4	6	6	5	7	5	6	6	6	6	5	6	5	6	2	5	5	5	5
	A'4	7	8	7	8	7	8	8	8	7	7	8	6	8	2	8	7	7	8
5η	A5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	5	8	8	8	8
	Ω5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	8
	Δ5	6	7	8	8	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6	7	8	7	8
	Ω'5	6	6	8	8	7	5	7	8	8	3	6	3	6	6	7	8	6	7
	A'5	6	7	8	8	7	6	7	8	8	4	7	3	6	6	7	7	6	7
6η	A6	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	6	8	7	8	8	8	8
	Ω6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	3	7	7	8	8	8	8
	Δ6	7	8	8	8	7	8	7	7	7	7	3	4	6	6	6	6	6	7
	Ω'6	8	8	8	8	8	8	7	6	7	6	6	5	6	6	6	7	7	6
	A'6	7	8	8	8	8	8	8	7	7	6	8	6	7	6	7	8	7	7

Αποτελέσματα διαδρομής Αγκιάλος-Βόλος (στροφές 7-15)

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1b	D2b	D3b	D4b	D5b	D6b	D7b	D8b	D9b	N1b	N2b	N3b	N4b	N5b	N6b	N7b	N8b	N11b
7η	A7	6	6	8	7	7	8	7	8	6	6	6	6	6	6	7	8	6	7
	Ω7	8	7	8	8	8	8	8	8	7	7	8	7	7	7	8	8	7	8
	Δ7	7	6	7	7	6	8	8	7	5	8	8	4	6	6	8	6	6	8
	Ω'7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	6	8	8	8	7	8
	A'7	8	8	8	8	7	8	7	7	8	8	6	8	4	6	8	8	5	8
8η	A8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	8	8	6	8
	Ω8	8	8	7	8	8	7	8	6	8	7	6	6	6	7	6	7	6	6
	Δ8	8	8	6	8	8	6	7	6	8	8	7	6	6	7	6	7	6	6
	Ω'8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	7	8	7	7	7	7	6	8
	A'8	8	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	8	4
9η	A9	8	8	8	7	7	8	8	8	6	7	8	6	6	8	7	6	7	7
	Ω9	7	6	7	6	6	7	7	8	6	6	7	5	6	7	7	5	6	6
	Δ9	7	6	8	6	6	8	7	8	6	5	7	5	6	7	8	5	7	4
	Ω'9	8	8	8	7	7	8	8	8	7	6	8	7	8	7	8	5	8	5
	A'9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	7	8	8	7	8	5	7	7
10η	A10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	7	8	8	7	8	5	8	7
	Ω10	7	8	7	8	8	7	7	6	8	7	5	7	7	6	6	6	7	6
	Δ10	6	8	7	8	8	6	6	6	7	7	5	6	6	6	6	6	6	6
	Ω'10	6	7	6	8	7	6	6	6	7	6	5	5	6	6	6	6	6	6
	A'10	6	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	6	7	6	7
11η	A11	7	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	5	6	4	8	8	7	7
	Ω11	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	7	6	8	8	8	8
	Δ11	8	7	8	8	7	8	7	8	7	7	8	4	7	8	8	8	8	8
	Ω'11	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	8	5	8	8	8	8	8	8
	A'11	7	7	8	8	7	8	4	7	8	7	8	4	7	8	8	8	8	8
12η	A12	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	6	7	8	5	7	6	8	8
	Ω12	7	8	6	8	8	6	7	6	8	6	5	6	6	5	5	5	6	6
	Δ12	7	8	6	8	7	6	7	7	8	6	5	6	6	6	6	6	6	6
	Ω'12	6	6	5	6	4	5	6	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5
	A'12	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	5	4	5	6	5	6	5	6
13η	A13	5	5	6	7	5	5	6	6	5	5	6	3	5	7	6	7	5	6
	Ω13	8	7	8	8	7	8	8	8	7	6	7	5	8	8	8	8	8	8
	Δ13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Ω'13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	A'13	8	8	5	8	8	8	8	8	8	7	6	8	8	6	8	7	8	8
14η	A14	7	8	4	7	8	8	8	7	8	6	5	7	7	5	8	7	8	7
	Ω14	7	8	4	7	8	8	8	6	8	6	4	7	7	4	7	6	7	7
	Δ14	7	8	5	7	7	6	6	6	8	6	4	4	6	2	6	5	6	6
	Ω'14	8	8	4	8	8	7	7	7	8	7	5	3	6	6	7	6	7	7
	A'14	8	8	4	8	8	8	7	8	8	8	5	4	7	7	8	7	8	8
15η	A15	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	7	8	8
	Ω15	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8	5	8	8	8	8	6	7	8
	Δ15	6	8	5	8	8	7	8	7	6	6	5	5	6	6	6	6	7	5
	Ω'15	7	8	7	8	6	8	8	8	8	7	6	6	7	7	7	7	7	7
A'15	8	8	8	8	5	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	

Αποτελέσματα διαδρομής Αγχιάλος-Βόλος (στροφές 16-21)

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1b	D2b	D3b	D4b	D5b	D6b	D7b	D8b	D9b	N1b	N2b	N3b	N4b	N5b	N6b	N7b	N8b	N11b
16η	A16	6	6	7	6	6	6	6	8	7	7	6	6	5	6	7	7	3	7
	Ω16	8	7	8	8	7	8	8	8	7	7	8	8	6	8	8	7	6	8
	Δ16	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8
	Ω'16	8	8	3	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8
	A'16	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	7	7	6	7	8	6	7	8
17η	A17	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	6	8	8	7	8	8
	Ω17	6	8	8	6	8	8	8	7	8	8	7	7	6	7	8	6	7	7
	Δ17	8	8	8	7	8	7	8	8	8	7	6	7	6	6	8	8	8	6
	Ω'17	6	6	8	3	5	5	6	6	7	5	5	5	4	3	5	5	5	4
	A'17	5	6	8	3	6	5	6	6	7	6	6	5	5	4	6	6	5	5
18η	A18	5	5	8	4	6	3	5	4	5	6	5	4	6	6	6	6	5	5
	Ω18	7	7	8	6	7	6	7	6	7	8	7	6	7	8	8	7	7	8
	Δ18	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8
	Ω'18	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8
	A'18	7	8	8	8	7	8	6	8	7	6	8	8	6	8	8	8	8	8
19η	A19	5	8	8	8	8	8	8	7	6	7	8	8	7	8	8	8	8	8
	Ω19	4	8	5	7	8	6	6	5	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6
	Δ19	4	6	5	6	7	5	5	5	4	6	5	5	6	6	6	6	6	6
	Ω'19	3	5	5	6	6	5	5	5	2	5	4	6	6	5	6	5	6	5
	A'19	4	5	6	6	5	5	7	6	3	6	4	7	6	6	8	6	6	6
20η	A20	5	5	6	6	5	5	5	6	4	6	4	6	5	6	8	6	5	5
	Ω20	6	5	8	7	6	6	6	8	3	7	7	6	6	7	8	7	5	7
	Δ20	8	6	8	8	8	8	8	8	5	7	8	6	7	8	8	8	6	8
	Ω'20	8	7	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	7	8	8	8	7	8
	A'20	6	6	7	6	6	7	7	7	5	7	8	7	5	7	8	7	6	6
21η	A21	6	6	8	6	6	7	7	8	7	8	7	6	7	7	8	7	6	7
	Ω21	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8
	Δ21	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Ω'21	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	A'21	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

## Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγχίαλος(στροφές 21-16)

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1a	D2a	D3a	D4a	D5a	D6a	D7a	D8a	D9a	N1a	N2a	N3a	N4a	N5a	N6a	N7a	N8a	N11a
	A'21	2	1	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	4	2	1
	Ω'21	3	2	5	3	1	4	4	3	4	2	5	3	3	3	4	5	5	3
21η	Δ21	4	3	5	4	1	5	5	4	4	3	6	5	4	4	4	5	6	4
	Ω21	4	2	3	4	1	4	4	3	4	3	5	5	4	4	4	5	5	3
	A21	2	1	2	3	1	2	1	2	5	3	3	3	3	2	3	4	3	2
	A'20	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	
	Ω'20	1	1	3	2	1	2	2	2	2	1	2	3	2	1	3	3	2	3
20η	Δ20	2	1	3	2	1	3	3	2	2	2	2	4	2	3	3	3	3	4
	Ω20	2	1	3	1	1	3	6	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	4
	A20	1	2	2	1	3	3	5	4	3	2	2	4	1	2	1	2	2	2
	A'19	2	3	1	2	3	4	3	3	3	1	3	5	3	2	1	2	3	2
	Ω'19	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	
19η	Δ19	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	Ω19	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	A19	2	1	1	1	3	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	A'18	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1
	Ω'18	3	2	3	3	1	3	3	5	2	3	4	4	3	2	3	3	3	4
18η	Δ18	4	2	4	3	2	5	5	4	3	4	5	5	3	2	4	4	5	5
	Ω18	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	2	2	4	3	4	5
	A18	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1	1	2	1	2	3
	A'17	2	2	1	2	3	2	1	1	3	1	2	4	2	2	2	1	2	3
	Ω'17	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
17η	Δ17	1	4	1	3	3	1	1	1	4	1	2	3	2	1	1	1	1	1
	Ω17	1	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1
	A17	2	2	2	2	1	1	2	1	4	1	2	5	2	1	2	1	1	1
	A'16	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	Ω'16	4	2	4	3	1	3	3	3	2	2	3	2	3	4	2	4	3	3
16η	Δ16	4	2	5	4	3	3	3	2	2	3	3	4	3	5	4	4	4	4
	Ω16	5	3	4	3	4	1	4	3	3	3	3	4	3	6	4	4	4	4
	A16	4	2	3	2	3	1	3	2	4	2	3	3	2	3	2	3	3	3

Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγχίαλος(στροφές 15-9)

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1a	D2a	D3a	D4a	D5a	D6a	D7a	D8a	D9a	N1a	N2a	N3a	N4a	N5a	N6a	N7a	N8a	N11a
	A'15	3	4	2	3	4	1	4	3	4	3	3	5	4	3	3	3	4	4
	Ω'15	2	3	1	2	4	1	2	3	4	3	1	4	3	2	2	3	3	3
15η	Δ15	1	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ω15	1	3	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	A15	3	3	2	4	3	1	3	3	2	2	2	2	2	1	2	4	2	1
	A'14	3	4	2	3	4	1	3	2	3	2	3	3	3	1	2	4	3	1
	Ω'14	3	4	2	2	3	1	2	1	3	1	2	4	3	1	2	3	2	1
14η	Δ14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	Ω14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A'13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	Ω'13	4	2	4	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3
13η	Δ13	3	2	4	5	1	4	3	3	4	3	4	5	3	4	4	4	5	4
	Ω13	3	4	3	4	2	5	3	3	3	3	4	5	2	5	2	3	5	4
	A13	2	3	1	1	3	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2	2	4	2
	A'12	1	3	1	1	3	2	2	1	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2
	Ω'12	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	2	1	2	1	1	1
12η	Δ12	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	2	1	1	1
	Ω12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	A12	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1
	A'11	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	2	1	2	3	1	1
	Ω'11	2	1	3	2	1	2	2	5	1	3	2	2	3	2	3	4	2	3
11η	Δ11	3	1	4	3	1	4	2	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5
	Ω11	4	4	5	5	2	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
	A11	2	4	3	4	1	4	2	5	4	2	3	2	4	3	3	3	4	3
	A'10	1	3	2	2	1	3	2	3	3	2	2	1	4	3	2	1	2	2
	Ω'10	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
10η	Δ10	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	Ω10	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	A10	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
	A'9	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
	Ω'9	2	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1
9η	Δ9	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1
	Ω9	3	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2
	A9	5	4	3	4	5	5	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	3



Αποτελέσματα διαδρομής Βόλος-Αγχίαλος(στροφές 8-1)

Στροφές	Τμήμα	μετρήσεις μοτοσυκλετιστών την ημέρα									μετρήσεις μοτοσυκλετιστών τη νύχτα								
		D1a	D2a	D3a	D4a	D5a	D6a	D7a	D8a	D9a	N1a	N2a	N3a	N4a	N5a	N6a	N7a	N8a	N11a
	A'8	6	6	5	6	6	6	6	4	6	6	5	7	6	5	6	5	6	5
	Ω'8	3	4	3	4	4	3	4	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
8η	Δ8	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ω8	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A8	3	1	3	3	1	2	4	3	1	2	2	3	3	3	2	2	2	2
	A'7	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	Ω'7	2	2	2	2	1	2	2	3	1	2	3	1	3	1	3	3	3	2
7η	Δ7	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	3	1	3	2	2	3	3
	Ω7	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	5	3	3	6	3	5	7	5
	A7	3	3	3	3	3	4	2	2	3	2	3	1	3	3	2	3	4	3
	A'6	5	4	3	3	4	4	4	3	5	4	3	4	5	4	3	3	6	3
	Ω'6	4	3	2	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3	3	2	2	5	1
6η	Δ6	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1
	Ω6	2	3	1	2	2	3	1	3	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2
	A6	3	3	2	3	4	4	2	4	2	3	5	4	3	2	4	3	3	3
	A'5	2	1	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	1	2
	Ω'5	2	1	2	3	1	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	1	2
5η	Δ5	3	1	3	3	1	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	3
	Ω5	5	5	4	5	5	7	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4
	A5	5	5	4	5	5	6	4	4	5	4	4	5	4	5	4	3	4	4
	A'4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	2	3	4
	Ω'4	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
4η	Δ4	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1
	Ω4	1	2	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	1
	A4	4	4	2	4	4	4	3	3	3	3	2	1	3	2	4	3	3	2
	A'3	5	6	4	5	6	6	5	3	5	3	3	5	5	4	6	4	5	4
	Ω'3	3	4	2	4	4	5	4	2	4	2	2	3	4	1	4	3	3	2
3η	Δ3	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	Ω3	1	1	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	A3	3	2	4	4	2	3	4	2	2	2	1	1	2	1	5	2	2	1
	A'2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
	Ω'2	1	1	2	2	1	3	1	1	1	2	5	3	1	3	2	1	1	2
2η	Δ2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	8	2	3	1	2	1	2	2	1
	Ω2	3	2	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3	4	2	4	5	3	4
	A2	1	1	3	3	3	3	1	2	2	4	2	1	3	1	2	3	2	2
	A'1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1
	Ω'1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	2	2	1	2	1	1
1η	Δ1	3	2	3	5	3	3	3	2	1	3	3	4	3	4	3	4	3	2
	Ω1	3	2	4	5	5	3	3	2	2	2	5	4	3	4	3	4	3	2
	A1	2	2	3	4	2	3	2	1	2	2	1	3	2	3	3	3	3	2

**Παράρτημα Β:**

```
Libraries

In [11]: import pandas as pd
import numpy as np
from numpy import sqrt
from shapely.geometry import LineString
import math
from openpyxl import load_workbook
import xlswriter
import os

Imported Excel and Sheets

In [12]: excel_name = 'data.xlsx'

path = os.getcwd() + "\\\" + excel_name

data = pd.ExcelFile(path)

street_VA = pd.read_excel(data, 'diatomes_VA(a)')

D1a = pd.read_excel(data, 'D1a')
D2a = pd.read_excel(data, 'D2a')
D3a = pd.read_excel(data, 'D3a')
D4a = pd.read_excel(data, 'D4a')
D5a = pd.read_excel(data, 'D5a')
D6a = pd.read_excel(data, 'D6a')
D7a = pd.read_excel(data, 'D7a')
D8a = pd.read_excel(data, 'D8a')
D9a = pd.read_excel(data, 'D9a')

N1a = pd.read_excel(data, 'N1a')
N2a = pd.read_excel(data, 'N2a')
N3a = pd.read_excel(data, 'N3a')
N4a = pd.read_excel(data, 'N4a')
N5a = pd.read_excel(data, 'N5a')
N6a = pd.read_excel(data, 'N6a')
N7a = pd.read_excel(data, 'N7a')
N8a = pd.read_excel(data, 'N8a')
N11a = pd.read_excel(data, 'N11a')

street_AV = pd.read_excel(data, 'diatomes_AV(b)')
```

```
D1b = pd.read_excel(data, 'D1b')
D2b = pd.read_excel(data, 'D2b')
D3b = pd.read_excel(data, 'D3b')
D4b = pd.read_excel(data, 'D4b')
D5b = pd.read_excel(data, 'D5b')
D6b = pd.read_excel(data, 'D6b')
D7b = pd.read_excel(data, 'D7b')
D8b = pd.read_excel(data, 'D8b')
D9b = pd.read_excel(data, 'D9b')

N1b = pd.read_excel(data, 'N1b')
N2b = pd.read_excel(data, 'N2b')
N3b = pd.read_excel(data, 'N3b')
N4b = pd.read_excel(data, 'N4b')
N5b = pd.read_excel(data, 'N5b')
N6b = pd.read_excel(data, 'N6b')
N7b = pd.read_excel(data, 'N7b')
N8b = pd.read_excel(data, 'N8b')
N11b = pd.read_excel(data, 'N11b')
```

```
display(street_VA)
display(D1a)
```

	Segment	Street_left_X	Street_left_Y	Street_middle_X	Street_middle_Y	Street_right_X	Street_right_Y
0	A21	405884.939	4350608.254	405883.822	4350605.879	405882.704	4350603.503
1	Ω21	405848.119	4350624.385	405847.195	4350621.928	405846.271	4350619.471
2	Δ21	405800.747	4350637.109	405800.315	4350634.520	405799.884	4350631.930
3	Ω21	405751.809	4350640.439	405751.886	4350637.815	405751.963	4350635.191
4	A21	405711.747	4350637.124	405712.034	4350634.514	405712.320	4350631.905
...	...	...	...	...	...	...	...
101	Ω'1	399743.633	4348700.763	399744.568	4348698.310	399745.503	4348695.857
102	Δ1	399684.692	4348675.865	399685.799	4348673.485	399686.905	4348671.104
103	Ω1	399627.664	4348646.855	399628.936	4348644.559	399630.208	4348642.263
104	A1	399589.094	4348624.644	399590.423	4348622.380	399591.751	4348620.116
105	AA	399476.244	4348558.413	399477.573	4348556.149	399478.901	4348553.885

106 rows × 7 columns

106 rows × 7 columns

	X	Y
0	406433.072	4351157.536
1	406429.500	4351151.914
2	406425.911	4351146.247
3	406422.307	4351140.541
4	406418.682	4351134.796
...	...	...
1366	399489.188	4348564.774
1367	399483.807	4348561.652
1368	399478.407	4348558.512
1369	399473.012	4348555.369
1370	399467.604	4348552.228

1371 rows × 2 columns

### Finding the point for each intersection between street and driver segment and its sheet for every driver

```
def finding_points(street, driver, driver_x, driver_y, driver_sheet):

    street[driver_x] = " "
    street[driver_y] = " "
    street[driver_sheet] = " "

    s = 0
    p = 0

    for i in range(street.shape[0]):

        street_segment = LineString([(street.iloc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['Street_left_Y']), (street.iloc[i]['Street_right_X', street.iloc[i]['Street_right_Y'])])

        for j in range(driver.shape[0] - 1):

            if(s > 0):
                s = s - 1
                continue

            driver_segment = LineString([(driver.iloc[j]['X'], driver.iloc[j]['Y']), (driver.iloc[j + 1]['X'], driver.iloc[j + 1]['Y'])])

            check = street_segment.intersects(driver_segment)

            if(check == False):
                if(j == (driver.shape[0] - 2)):
                    street.at[i, driver_x] = '-'
                    street.at[i, driver_y] = '-'

                    if(street.equals(street_VA)):
                        street.at[i, driver_sheet] = 1
                    else:
                        street.at[i, driver_sheet] = 8

                s = p

                continue

            m_street = (street.iloc[i]['Street_right_Y'] - street.iloc[i]['Street_left_Y']) / (street.iloc[i]['Street_right_X'] - street.iloc[i]['Street_left_X'])
            b_street = street.iloc[i]['Street_left_Y'] - (m_street * street.iloc[i]['Street_left_X'])

            m_driver = (driver.iloc[j + 1]['Y'] - driver.iloc[j]['Y']) / (driver.iloc[j + 1]['X'] - driver.iloc[j]['X'])
            b_driver = driver.iloc[j]['Y'] - (m_driver * driver.iloc[j]['X'])

            A = np.array([(m_street, 1), [(m_driver, 1)])]
            B = np.array([b_street, b_driver])

            point = np.linalg.solve(A, B)
```

### Finding the point for each intersection between street and driver segment and its sheet for every driver

```

river_y, driver_sheet):

loc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['Street_left_Y'], (street.iloc[i]['Street_right_X'], street.iloc[i]['Street_right_Y'])

er.iloc[j]['X'], driver.iloc[j]['Y'], (driver.iloc[j + 1]['X'], driver.iloc[j + 1]['Y'])
driver_segment

:
:
:
)):
sheet = 1
sheet = 8

_right_Y' - street.iloc[i]['Street_left_Y'] / (street.iloc[i]['Street_right_X'] - street.iloc[i]['Street_left_X'])
left_Y' - (m_street * street.iloc[i]['Street_left_X'])
] - driver.iloc[j]['Y'] / (driver.iloc[j + 1]['X'] - driver.iloc[j]['X'])
n_driver * driver.iloc[j]['X'])
-m_driver), 1]])

```

```

point = np.linalg.solve(A, B)

street.at[i, driver_x] = point[0]
street.at[i, driver_y] = point[1]

street_length = math.hypot(street.iloc[i]['Street_right_X'] - street.iloc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['Street

distance = sqrt(pow(point[0] - street.iloc[i]['Street_left_X'], 2) + pow(point[1] - street.iloc[i]['Street_left_Y'],

if(0 <= (distance / street_length) < 0.125):
    street.at[i, driver_sheet] = 1
elif(0.125 <= (distance / street_length) < 0.25):
    street.at[i, driver_sheet] = 2
elif(0.25 <= (distance / street_length) < 0.375):
    street.at[i, driver_sheet] = 3
elif(0.375 <= (distance / street_length) < 0.5):
    street.at[i, driver_sheet] = 4
elif(0.5 <= (distance / street_length) < 0.625):
    street.at[i, driver_sheet] = 5
elif(0.625 <= (distance / street_length) < 0.75):
    street.at[i, driver_sheet] = 6
elif(0.75 <= (distance / street_length) < 0.875):
    street.at[i, driver_sheet] = 7
elif(0.875 <= (distance / street_length) <= 1):
    street.at[i, driver_sheet] = 8

s = j + 1
p = j + 1

break

```

```

iloc[i]['Street_right_X'] - street.iloc[i]['Street_left_X'], street.iloc[i]['Street_right_Y'] - street.iloc[i]['Street_left_Y'])
zet.iloc[i]['Street_left_X'], 2) + pow(point[1] - street.iloc[i]['Street_left_Y'], 2))
< 0.125):
length < 0.25):
length < 0.375):
length < 0.5):
length < 0.625):
length < 0.75):
length < 0.875):
length <= 1):

```

```

finding_points(street_VA, D1a, "D1a_X", "D1a_Y", "D1a_sheet")
finding_points(street_VA, D2a, "D2a_X", "D2a_Y", "D2a_sheet")
finding_points(street_VA, D3a, "D3a_X", "D3a_Y", "D3a_sheet")
finding_points(street_VA, D4a, "D4a_X", "D4a_Y", "D4a_sheet")
finding_points(street_VA, D5a, "D5a_X", "D5a_Y", "D5a_sheet")
finding_points(street_VA, D6a, "D6a_X", "D6a_Y", "D6a_sheet")
finding_points(street_VA, D7a, "D7a_X", "D7a_Y", "D7a_sheet")
finding_points(street_VA, D8a, "D8a_X", "D8a_Y", "D8a_sheet")
finding_points(street_VA, D9a, "D9a_X", "D9a_Y", "D9a_sheet")

finding_points(street_VA, N1a, "N1a_X", "N1a_Y", "N1a_sheet")
finding_points(street_VA, N2a, "N2a_X", "N2a_Y", "N2a_sheet")
finding_points(street_VA, N3a, "N3a_X", "N3a_Y", "N3a_sheet")
finding_points(street_VA, N4a, "N4a_X", "N4a_Y", "N4a_sheet")
finding_points(street_VA, N5a, "N5a_X", "N5a_Y", "N5a_sheet")
finding_points(street_VA, N6a, "N6a_X", "N6a_Y", "N6a_sheet")
finding_points(street_VA, N7a, "N7a_X", "N7a_Y", "N7a_sheet")
finding_points(street_VA, N8a, "N8a_X", "N8a_Y", "N8a_sheet")
finding_points(street_VA, N11a, "N11a_X", "N11a_Y", "N11a_sheet")

finding_points(street_AV, D1b, "D1b_X", "D1b_Y", "D1b_sheet")
finding_points(street_AV, D2b, "D2b_X", "D2b_Y", "D2b_sheet")
finding_points(street_AV, D3b, "D3b_X", "D3b_Y", "D3b_sheet")
finding_points(street_AV, D4b, "D4b_X", "D4b_Y", "D4b_sheet")
finding_points(street_AV, D5b, "D5b_X", "D5b_Y", "D5b_sheet")
finding_points(street_AV, D6b, "D6b_X", "D6b_Y", "D6b_sheet")
finding_points(street_AV, D7b, "D7b_X", "D7b_Y", "D7b_sheet")
finding_points(street_AV, D8b, "D8b_X", "D8b_Y", "D8b_sheet")
finding_points(street_AV, D9b, "D9b_X", "D9b_Y", "D9b_sheet")

finding_points(street_AV, N1b, "N1b_X", "N1b_Y", "N1b_sheet")
finding_points(street_AV, N2b, "N2b_X", "N2b_Y", "N2b_sheet")
finding_points(street_AV, N3b, "N3b_X", "N3b_Y", "N3b_sheet")
finding_points(street_AV, N4b, "N4b_X", "N4b_Y", "N4b_sheet")
finding_points(street_AV, N5b, "N5b_X", "N5b_Y", "N5b_sheet")
finding_points(street_AV, N6b, "N6b_X", "N6b_Y", "N6b_sheet")
finding_points(street_AV, N7b, "N7b_X", "N7b_Y", "N7b_sheet")
finding_points(street_AV, N8b, "N8b_X", "N8b_Y", "N8b_sheet")
finding_points(street_AV, N11b, "N11b_X", "N11b_Y", "N11b_sheet")

```

```
pd.set_option('display.max_rows', None)
pd.set_option('display.max_columns', None)
```

street_VA										
	Segment	Street_left_X	Street_left_Y	Street_middle_X	Street_middle_Y	Street_right_X	Street_right_Y	D1a_X	D1a_Y	D1a_sheet
0	A'21	405884.939	4350608.254	405883.822	4350605.879	405882.704	4350603.503	405884.549373	4350607.42576	2 4058
1	Ω'21	405848.119	4350624.385	405847.195	4350621.928	405846.271	4350619.471	405847.446788	4350622.597527	3 4058
2	Δ'21	405800.747	4350637.109	405800.315	4350634.520	405799.884	4350631.930	405800.365409	4350634.819013	4 4058
3	Ω'21	405751.809	4350640.439	405751.886	4350637.815	405751.963	4350635.191	405751.871234	4350638.318208	4 4057
4	A'21	405711.747	4350637.124	405712.034	4350634.514	405712.320	4350631.905	405711.842827	4350636.25119	2 4057
5	A'20	405587.311	4350623.469	405587.598	4350620.859	405587.884	4350618.250	-	-	1
6	Ω'20	405542.079	4350616.918	405542.633	4350614.352	405543.187	4350611.786	405542.156106	4350616.560864	1 4055
7	Δ'20	405505.893	4350605.814	405506.874	4350603.379	405507.854	4350600.944	405506.256378	4350604.911577	2 4055
8	Ω'20	405472.111	4350588.741	405473.490	4350586.508	405474.869	4350584.274	405472.614721	4350587.925148	2 4054
9	A'20	405434.962	4350562.118	405436.564	4350560.038	405438.166	4350557.959	405435.240114	4350561.75699	1 4054
10	A'19	405403.868	4350538.166	405405.470	4350536.086	405407.072	4350534.007	405404.32188	4350537.576834	2 4054

street_AV										
	Segment	Street_left_X	Street_left_Y	Street_middle_X	Street_middle_Y	Street_right_X	Street_right_Y	D1b_X	D1b_Y	D1b_sheet
0	AA	399476.244	4348558.413	399477.573	4348556.149	399478.901	4348553.885	399478.337507	4348554.845292	7 3994
1	A1	399589.094	4348624.644	399590.423	4348622.380	399591.751	4348620.116	399591.03133	4348621.342445	6 3995
2	Ω1	399627.664	4348646.855	399628.936	4348644.559	399630.208	4348642.263	399629.764294	4348643.063904	7 3996
3	Δ1	399684.692	4348675.865	399685.799	4348673.485	399686.905	4348671.104	399686.531148	4348671.908296	7 3996
4	Ω'1	399743.633	4348700.763	399744.568	4348698.310	399745.503	4348695.857	399745.035051	4348697.084679	6 3997
5	A'1	399785.476	4348715.932	399786.351	4348713.456	399787.225	4348710.981	399786.735571	4348712.366456	6 3997
6	A2	399842.998	4348736.249	399843.872	4348733.774	399844.746	4348731.299	399844.692328	4348731.450989	8 3998
7	Ω2	399881.246	4348748.620	399881.919	4348746.083	399882.593	4348743.545	-	-	8
8	Δ2	399971.737	4348755.774	399971.471	4348753.163	399971.204	4348750.551	-	-	8
9	Ω'2	400058.916	4348730.480	400057.744	4348728.131	400056.571	4348725.783	-	-	8
10	A'2	400093.875	4348710.636	400092.519	4348708.388	400091.162	4348706.141	400091.620842	4348706.901227	7 4000

```
book = load_workbook(path)
writer = pd.ExcelWriter(path, engine = 'openpyxl')
writer.book = book

street_VA.to_excel(writer, sheet_name = 'street_VA_complete')
street_AV.to_excel(writer, sheet_name = 'street_AV_complete')

writer.save()
writer.close()
```