



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΟΧΑΙΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΣΥΡΣΗ ΠΕΖΗΣ ΚΑΙ ΒΡΕΦΟΥΣ
ΣΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ ΑΠΟ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟ ΟΧΗΜΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟΥ**

Καλομοίρης Δημήτριος

246786

Ονοματεπώνυμο και βαθμίδα επιβλέποντος

ΘΩΜΑΣ Γ. ΧΟΝΔΡΟΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ, Ιούλιος 2021

Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών
Καλομοίρης Δημήτριος

© 2021 – Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας δεν υποδηλοί την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.
Κατά τη συγγραφή τηρήθηκαν οι αρχές της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Ανασύνθεση τροχαίου ατυχήματος παράσυρσης πεζής και βρέφους σε αμαξίδιο από επιβατικό όχημα επί του πεζοδρομίου

Καλομοίρης Δημήτριος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται ανασύνθεση τροχαίου ατυχήματος της 25^{ης}/8/2019, στην Παλαιά Εθνική Οδό (Π.Ε.Ο) Κορίνθου-Πατρών, στον οικισμό Καμάρες, εκτροπή επιβατικού οχήματος, άνοδος στο πεζοδρόμιο στο αντίθετο ρεύμα και θανατηφόρος τραυματισμός πεζής και βρέφους επί παιδικού αμαξιδίου. Παρατίθενται βιβλιογραφικές αναφορές για τροχαία ατυχήματα με οχήματα και πεζούς και οι λόγοι που συμβάλλουν στην πρόκληση τέτοιων ατυχημάτων. Ακολουθεί η ανασύνθεση τροχαίου ατυχήματος που παρουσιάστηκε στην τάξη, η περιγραφή του οχήματος που ενεπλάκη στο ατύχημα, φωτογραφίες και καταγραφή του χώρου του ατυχήματος. Αναπτύσσεται υπολογιστικός κώδικας σε φύλλο υπολογισμών για την εύρεση των ταχυτήτων των εμπλεκόμενων οχημάτων πριν και μετά την σύγκρουση. Η μέθοδος που παρουσιάζεται βοηθά στη συστηματοποίηση της ανασύνθεσης παρόμοιων ατυχημάτων.

Λέξεις κλειδιά

Τροχαίο ατύχημα, εκτροπή, πεζοί, υπολογιστικός κώδικας, ταχύτητα, αντοχή υλικών, δυναμική οχημάτων

Reconstruction of traffic accident pedestrian hit by passenger car

Kalomoirhs Dimitrios

ABSTRACT

This dissertation studies the reconstruction of traffic accidents of loss of control of a car and the fatal injuries to pedestrians on the sidewalk. A state of the art of accidents involving cars and pedestrians collisions is presented here, along with the factors leading to similar traffic accidents. A systematic review of a collision, the description of the vehicle involved, and details of the accident scene follow. A spreadsheet is developed for the calculation of the vehicle's speeds before and after the collision. The method is useful for a systematic approach in forensic engineering in similar accidents.

Key words

Car-pedestrian accident reconstruction, vehicle-pedestrians collision accident analysis, reconstruction methods, Forensic Engineering

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
.....	vi
ABSTRACT.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	20
2.1 ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗ ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	20
2.2 Η ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΟΧΗΜΑ ΠΟΥ ΕΜΠΛΕΚΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΡΟΧΑΙΟ ΑΤΥΧΗΜΑ	44
3.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ BMW MR 3 SERIES E46	44
3.2 ΠΛΑΙΣΙΟ-ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ-ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ	48
3.3. ΤΟ ΑΜΑΞΩΜΑ.....	58
3.4 ΤΡΟΧΟΙ-ΕΛΑΣΤΙΚΑ	65
3.5 ΑΝΑΡΤΗΣΗ-ΠΕΔΗΣΗ-ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	80
4.1 Η ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	80
4.2 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ BMW M3.....	90
4.3 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ ΣΤΗ Χ.Θ. 101.700ΤΗΣ Π.Ε.Ο. ΚΟΡΙΝΘΟΥ – ΠΑΤΡΩΝ ..	92
4.4 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΡΟΧΙΑ ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ-ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ	93
4.5 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΩΤΡΟΥ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΤΡΟΧΟΥ	96
4.6 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	98
4.7 ΘΡΑΥΣΗ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	99
4.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΟΝΑ ΚΑΙΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟ	101
4.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ	102
4.10 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΔΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΑΓΙΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	103
4.11 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΑΜΑΞΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥΒΡΕΦΟΥΣ.....	105
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	Error! Bookmark not defined.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών. Η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος, το σημείο σύγκρουσης με το ρείθρο του πεζοδρομίου και τους πεζούς και η πορεία μέχρι την ακινητοποίησή του [1].

Σχήμα 2. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, αριστερά το ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, μέτωπο παρατηρητή νοτιοδυτικά, προς Πάτρα.

Σχήμα 3. Η προσέγγιση στη σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 προς τη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος BMW M3, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Σχήμα 4. Η προσέγγιση στη σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 προς τη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος BMW M3, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου, η πινακίδα P-32 ορίου ταχύτητας 50 χλμ./ώρα έναντι του σημείου πρώτης πρόσκρουσης δεξιά στην εικόνα, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Σχήμα 5. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, δεξιά στην εικόνα η πινακίδα P-32 ορίου ταχύτητας 50 χλμ./ώρα έναντι του σημείου πρώτης πρόσκρουσης, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Σχήμα 6. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου.

Σχήμα 7. Η σκηνή του ατυχήματος επί της Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στην είσοδο του οικισμού Καμάρες Αιγίου, το αρχικό σημείο πρόσκρουσης του αριστερού τροχού. Στο σημείο το ρείθρο του πεζοδρομίου έχει ύψος 0,25 μ., υψηλότερο του συνήθους 0,16 μ. και ο αύλαξ απορροής ομβρίων έχει υποβιβασθεί.

Σχήμα 8. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, εφαπτομενική τροχιά με το ρείθρο και το σημείο όπου ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός υποβιβάζεται στο οδόστρωμα, και η απομάκρυνση του τροχού στο άνω μέρος της εικόνας προς το δεξιό ρεύμα κυκλοφορίας, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Σχήμα 9. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, μέτωπο παρατηρητή νοτιοδυτικά, προς Πάτρα.

Σχήμα 10. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3, ίχνη καμπύλης τροχιάς του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Κατασκευαστικός Τομέας 10

πεζοδρομίου και διακοπτόμενα ίχνη του ίδιου τροχού επί του πεζοδρομίου πριν την κάθοδο στο οδόστρωμα.

Σχήμα 11. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, ίχνη πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 επί του πεζοδρομίου και κηλίδες αίματος της πεζής που καταπίπτει στο οδόστρωμα μετά τη σύγκρουση με την οπίσθια αριστερή πλευρά του επιβατικού οχήματος.

Σχήμα 12. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3, διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου, ίχνη εφαιπτομενικής τροχιάς του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου και στη συνέχεια επί του οδοστρώματος.

Σχήμα 13. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, δεξιά το ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3, ίχνη εφαιπτομενικής τροχιάς του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου που συνεχίζεται επί του οδοστρώματος, το διακοπτόμενο ίχνος πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου και το σημείο σύγκρουσης με τους πεζούς που σημειώνονται με βέλος.

Σχήμα 14. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος που εισήλθε στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του

Σχήμα 15. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 που αλλάζει κατεύθυνση επί της διπλής διαχωριστικής γραμμής στο μέσο του οδοστρώματος προς το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Σχήμα 16. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, αλλαγή κατεύθυνσης στο ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 που εισήλθε στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Σχήμα 17. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το επιβατικό όχημα BMW M3 ανέρχεται στο πεζοδρόμιο με τους δεξιούς τροχούς στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Σχήμα 18. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, οι δεξιοί τροχοί του επιβατικού οχήματος BMW M3 ανέρχονται στο πεζοδρόμιο στο ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος και εφαρμόζεται πέδηση στους οπίσθιους τροχούς.

Σχήμα 19. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 μετά την άνοδο στο πεζοδρόμιο των δεξιών τροχών αλλάζει πορεία και κατέρχεται στο οδόστρωμα στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του, ίχνη πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του πεζοδρομίου.

Σχήμα 20. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το επιβατικό όχημα BMW M3 κατέρχεται από το πεζοδρόμιο και οδεύει προς το μέσο του οδοστρώματος στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Σχήμα 21. Τελευταία στάδιο της πορείας του επιβατικού οχήματος BMW M3. Το ίχνος του εμπρόσθιου αριστερού τροχού υπερκαλύπτεται από ίχνος πέδησης του αριστερού οπίσθιου τροχού. Παρατηρητής με μέτωπο προς ανατολάς, στο βάθος ο ανισόπεδος κόμβος με τη Ν.Ε.Ο. Πατρών-Αθηνών.

Σχήμα 22. Το τέλος της πορείας του επιβατικού οχήματος BMW M3, 151 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης.

Σχήμα 23. BMW 3-Series E46 Coupe/Cabrio 2-θυρών [11].

Σχήμα 24. BMW M3-Series E46 Coupe/Cabrio 2-θυρών [11].

Σχήμα 25. Επιβατικό όχημα BMW M3, το όχημα πληροί όλες τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής, τύπος και πιέσεις ελαστικών εμπρός-πίσω 225/40 R19 και 255/40 R19.

Σχήμα 26. BMW M3 επιβατικό όχημα 28η Αυγούστου, 2019 εισαγωγή στο ΚΤΕΟ Πατρών.

Σχήμα 27. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός πουσυγκρούσθηκε με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου.

Σχήμα 28. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός πουσυγκρούσθηκε με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου.

Σχήμα 29. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούσθηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.

Σχήμα 30. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο αριθμός πλαισίου WBSBR934X5PK10078

Σχήμα 31. Ο αριθμός πλαισίου του επιβατικού οχήματος BMW 3-Series E46 WBSBR934X5PK10078 σε ειδικό άνοιγμα του εμπρόσθιου ανεμοθώρακα.

Σχήμα 32. BMW M3 επιβατικό όχημα, κινητήρας εξακύλινδρος εν σειρά.

Σχήμα 33. Η θέση οδηγήσεως του επιβατικού οχήματος, τα χειριστήρια αλλαγής ταχυτήτων στο πεδάλιο διευσθύνσεως και ο πίναξ οργάνων.

Σχήμα 34. Ο πίναξ οργάνων. Ένδειξη οδομέτρου 141.860 χλμ., βλάβες συστημάτων ABS,ESP, ανακλινόμενης οροφής, αερόσακκων, δοκών προστασίας ανατροπής.

Σχήμα 35. Πινακίδιο στο χώρο κινητήρα, σήμανση προηγούμενης αλλαγής λιπαντικού ελαίου 135450 χλμ. την 15^η/1/2019. Επόμενη προγραμματισμένη συντήρηση 145450 χλμ. Το όχημα σε 8 μήνες κάλυψε 6000 χλμ.

Σχήμα 36. Ενεργοποίηση του αερόσακου της θύρας οδηγού υποδηλώνει πλευρικήσύγκρουση στην αριστερή πλευρά.

Σχήμα 37. BMW M3 επιβατικό όχημα, ενεργοποίηση των δοκών προστασίας ανατροπής.

Σχήμα 38. Ενεργοποίηση του πλευρικού αερόσακου της θύρας οδηγού, υπερμεγέθη ηχεία στις θύρες οδηγού και συνοδηγού.

Σχήμα 39. Διάταξη εγκατάστασης ηχείων χαμηλών συχνοτήτων στο χώρο αποσκευών.

Σχήμα 40. Διάταξη εγκατάστασης ηχείων χαμηλών συχνοτήτων στο χώρο αποσκευών και ο συσσωρευτής χωρίς προστατευτικό κάλυμμα

- Σχήμα 41.** BMW M3 επιβατικό όχημα, φωτιστικά σώματα και σήμανση σε άριστη κατάσταση και λειτουργία εμπρός – πίσω.
- Σχήμα 42.** BMW M3 επιβατικό όχημα, φωτιστικά σώματα και σήμανση σε άριστη κατάσταση και λειτουργία εμπρός – πίσω.
- Σχήμα 43.** BMW M3 επιβατικό όχημα, η οπίσθια πλευρά, επανέλεγχος ΚΤΕΟ 10/2019, ο προφυλακτήρας αποκολλήθηκε κατά τη σύγκρουση, αναδυόμενες δοκοί από τα οπίσθια προσκέφαλα για προστασία ανατροπής σε συνδυασμό με το πλαίσιο ανεμοθώρακα.
- Σχήμα 44.** BMW M3 επιβατικό όχημα, η οπίσθια πλευρά, ο προφυλακτήρας αποκολλήθηκε κατά τη σύγκρουση από την αριστερή πλευρά.
- Σχήμα 45.** Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.
- Σχήμα 46** BMW M3 επιβατικό όχημα, ίχνη πρόσκρουσης του παιδικού αμαξιδίου και των δοκίδων αλουμινίου του αμαξιδίου, ίχνη ερυθρού χρώματος από το ύφασμα του καθίσματος του αμαξιδίου, όπισθεν του τροχού διακρίνεται η υποχώρηση του αμαξώματος από τη σύγκρουση με την πεζή..
- Σχήμα 47** Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με το παιδικό αμαξίδιο και την πεζή.
- Σχήμα 48.** Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο, παραμόρφωση της ανάρτησης του οπίσθιου αριστερού τροχού.
- Σχήμα 49.** Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο, απόκλιση του οπίσθιου αριστερού τροχού από την παραμόρφωση της συνδετήριας ράβδου με το πλαίσιο.
- Σχήμα 50.** Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με το παιδικό αμαξίδιο.
- Σχήμα 51** BMW M3 επιβατικό όχημα, εμπρόσθιο μέρος, διακρίνεται η παραμόρφωση της ανάρτησης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού, η υποχώρηση του τροχού προς το διαμήκη άξονα του οχήματος μετρήθηκε 150 χιλ.
- Σχήμα 52** BMW M3 επιβατικό όχημα, οπίσθιο μέρος, διακρίνεται το σύστημα εξαγωγής καυσαερίων.
- Σχήμα 53.** BMW M3 επιβατικό όχημα, πινακίδιο παρά τη θύρα οδηγού: αριθμός παλίσιου, η συμφωνία με τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής, ο επιτρεπόμενος αριθμός επιβατών εμπρός – πίσω, διαστάσεις και πιέσεις ελαστικών.
- Σχήμα 54.** BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, δέκα δίδυμες ακτίνες, τρεις ακτίνες με θραύση και πλαστική παραμόρφωση.
- Σχήμα 55.** BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, εξωτερική και εσωτερική πλευρά, απώλεια υγρών φρένων κατά τη σύγκρουση και η ταυτόχρονη ακινητοποίηση του τροχού.

Σχήμα 56. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, η επιφάνεια επαφής της στεφάνης με το οδόστρωμα.

Σχήμα 57. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, 10 ακτίνες, διαστάσεις 235/35 ZR19 αντί του προβλεπομένου 225/40 R19, ημερομηνία παραγωγής 37η εβδομάδα 2018.

Σχήμα 58. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ρωγμές στο δίσκοπέδησης, οι ρωγμές έχουν αναπτυχθεί σε διάστημα μεγαλύτερο των 6000 χλμ. από την προηγούμενη συντήρηση.

Σχήμα 59. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό σε καλή κατάσταση

Σχήμα 60. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο οπίσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό κατασκευής^{1ης} εβδομάδας 2018, σύστημα πέδησης σε καλή κατάσταση, διάσταση εκαστικού 265/30 ZR19 αντί της προβλεπόμενης 255/35 R19.

Σχήμα 61. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό κατασκευής 37^{ης} εβδομάδας 2018, 235/35 ZR19 αντί του προβλεπομένου 225/40 R19.

Σχήμα 62. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο οπίσθιος αριστερός τροχός, ρωγμή κατά την ανάβαση στο ρείθρο του πεζοδρομίου, ίχνη ιστών και υφάσματος από τη σύγκρουση με την πεζή.

Σχήμα 63. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, δέκα δίδυμες ακτίνες, τρεις ακτίνες έχουν υποστεί θραύση και πλαστική παραμόρφωση.

Σχήμα 64. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίων αναρτήσεως (McPherson strut) που έχει υποστεί πλαστική παραμόρφωση κατά τη σύγκρουση του τροχού με το πεζοδρόμιο.

Σχήμα 65. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίων αναρτήσεως (McPherson strut) η θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε από λυγισμό.

Σχήμα 66. BMW M3 επιβατικό όχημα, η θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε στο άκρο.

Σχήμα 67. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός εσωτερικά, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα που υπέστη εξάρμωση και παρέμεινε στη θήκη του εδράνου κυλίσεως (ακραξόνιο).

Σχήμα 68. BMW M3 επιβατικό όχημα, άθικτος κάτω βραχίονας της ανάρτησης και οσφαιρικός σύνδεσμος επί του βραχίονα.

Σχήμα 69. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, η σιαγόνα του συστήματος πέδησης και η απώλεια υδραυλικού ελαίου εκ της θραύσεως του δίσκου πέδησης.

Σχήμα 70. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως έχει υποστεί θραύση από λυγισμό στην περιοχή του σπειρώματος όπου και υψηλότερη συγκέντρωση τάσεων.

Σχήμα 71. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίων ανάρτησεως (McPherson strut) η θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, η σιαγόνα πέδησης και ο δίσκος πέδησης.

Σχήμα 72. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός εσωτερικά, ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα που με τη θήκη του εδράνου κυλίσεως (ακραζόνιο) και ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως με το σφαιρικό σύνδεσμο στο άκρο προς τον τροχό.

Σχήμα 73. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός εσωτερικά, αριστερά ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως με το σφαιρικό σύνδεσμο στο άκρο προς τον τροχό, δεξιά ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα με το ακραζόνιο.

Σχήμα 74. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός ο δίσκος πέδησης, ρωγμές παρά τις οπές εξαερισμού των δίσκων τριβής του συστήματος πέδησης εμπρός παραπέμπουν σε σκληρή χρήση του συστήματος πεδήσεως.

Σχήμα 75. Το έμβολο πίεσεως και οι επιφάνειες τριβής που έχουν διαβραχεί από ταυδραυλικό έλαιο του κυκλώματος πεδήσεως που διέρρευσε κατά τη σύγκρουση.

Σχήμα 76. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο οπίσθιος αριστερός τροχός, παραμόρφωση του κάτω βραχίονα ανάρτησης.

Σχήμα 77. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών. Η κατεύθυνση κίνησης του BMW M3, μήκος του ευθύγραμμου τμήματος της οδού μετά τον ανισόπεδο κόμβο είναι 600 μέτρα και το σημείο σύγκρουσης με το ρείθρο του πεζοδρομίου και τους πεζούς σημειώνονται με βέλη.

Σχήμα 78. Η σκηνή του ατυχήματος στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, αριστερά η πρώτη επαφή του οχήματος BMW M3 με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος (ενδιάμεσο βέλος), η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης (Υπηρεσία Google Maps).

Σχήμα 79. Η σκηνή του ατυχήματος στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, αριστερά η πρώτη επαφή του οχήματος BMW M3 με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος (ενδιάμεσο βέλος), η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης (Υπηρεσία Google Maps).

- Σχήμα 80.** Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος σε χρόνο κοντά στο ατύχημα. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου. Διακρίνονται τα ίχνη δεξιόστροφης καμπύλης τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχού με ελαστικό χωρίς πίεση. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής. Ενδιάμεσα διακρίνεται το ίχνος του οπίσθιου δεξιού τροχού που βρίσκεται κοντά στο ίχνος του αριστερού τροχού και σταδιακά αποκλίνει.
- Σχήμα 81.** Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου. Διακρίνονται τα ίχνη δεξιόστροφης καμπύλης τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχού με ελαστικό χωρίς πίεση. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής. Απόσταση ιχνών 1,85 μ.
- Σχήμα 82.** Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος BMW M3 επί του πεζοδρομίου. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής.
- Σχήμα 83.** Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος προς το κατάντι πεζοδρόμιο. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το ίχνος πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού.
- Σχήμα 84.** Η ανασύνθεση της σκηνής του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, η σύγκρουση του οχήματος BMW M3 με την πεζή και το βρέφος.
- Σχήμα 85.** Ανασύνθεση της πορείας του οχήματος στη σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, η πορεία του οχήματος προς το σημείο σύγκρουσης με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος και η άνοδος του οχήματος στο απέναντι πεζοδρόμιο 70 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης.
- Σχήμα 86.** Η σκηνή του ατυχήματος, το σημείο πρόσκρουσης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου σημειώνεται με βέλος, ακτίνα καμπυλότητας της οδού στο ρεύμα κυκλοφορίας του του BMW M3 επιβατικού οχήματος $R=120$ μ., ορατότητα του οδηγού πριν το σημείο σύγκρουσης 68 μ. [Google 2019].
- Σχήμα 87.** Αναπαράσταση τριών εκδοχών ελιγμού στροφής. Υποστροφή - υπερστροφή – επιτυχής διέλευση.

Σχήμα 88. Επιβατικό όχημα BMW M3, τρείς ακτίνες και το κάτω μέρος της στεφάνης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού που συγκρούσθηκε με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου.

Σχήμα 89. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης, ορθογωνική διατομή

Σχήμα 90. BMW M3 επιβατικό όχημα, άνω: ο εσωτερικός βραχίονας ελέγχου του συστήματος διευσθύνσεως αριστερά έχει υποστεί θραύση από λυγισμό, μέσο: ο πλήρης βραχίων ελέγχου, κάτω ο εσωτερικός βραχίονας μήκους 120 χιλ.

Σχήμα 91. Η διαδρομή από το αρχικό σημείο σύγκρουσης στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως το σημείο που το επιβατικό όχημα προσεγγίζει το κατάντι πεζοδρόμιο και ανέρχεται η απόσταση μετρήθηκε 65μ.

Σχήμα 92. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούσθηκε με το παιδικό αμαξίδιο και την πεζή. Η σύγκρουση του αμαξιδίου με το όχημα έγινε με την εμπρόσθια αριστερή πλευρά.

Σχήμα 93. Το παιδικό αμαξίδιο όπως παραλήφθηκε και η δεξιά πλευρά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα πιο συχνά ατυχήματα στο δρόμο είναι η παράσυρση πεζού. Όταν διερευνάται ατύχημα με παράσυρση πεζού, αρχικά εκτιμάται η ταχύτητα του οχήματος τη στιγμή πριν την εφαρμογή πέδησης και στη συνέχεια εξετάζεται αν ήταν δυνατό να γίνει πέδηση έκτακτης ανάγκης για να προληφθεί το ατύχημα [1-12].

Για την ανάλυση ατυχημάτων με πεζούς ελέγχονται κυρίως τρεις παράμετροι: οι βλάβες του οχήματος, τραυματισμοί του πεζού και η απόσταση βολής του πεζού. Ο περιβαλλοντικός και τεχνητός φωτισμός, υγρασία, οδική σήμανση, απόχρωση οδοστρώματος, αντανάκλαση φωτισμού από το οδόστρωμα και την οριζόντια σήμανση, και άλλοι παράγοντες αποτελούν ένα σύνθετο σύνολο παραμέτρων που καθορίζουν την ορατότητα στη σκηνή του ατυχήματος.

Οι πεζοί, συχνά εμπλέκονται σε ατύχημα τη νύχτα, επειδή ο δρόμος δεν έχει επαρκή φωτισμό ή φορούν δυσδιάκριτο ρουχισμό. Ο πεζός μπορεί να διακρίνει το επερχόμενο όχημα, συνήθως υποεκτιμώντας την ταχύτητα, σε αντίθεση με τον οδηγό του οχήματος, ο οποίος ενδέχεται είτε να μην αντιληφθεί την πρόθεση του πεζού να διασχίσει το οδόστρωμα, ή να τον εντοπίσει ενώ βρίσκεται επί του οδοστρώματος και ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού δεν επαρκεί για την εφαρμογή χειρισμού πέδησης ή αλλαγής πορείας για την αποφυγή της σύγκρουσης.

Η ανασύνθεση ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων και πεζών απαιτεί διαφορετική προσέγγιση από ότι η ανασύνθεση ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων. Η αρχική κίνηση των πεζών είναι συχνά ασήμαντη επειδή οι ταχύτητές τους κατά την κρούση συνήθως είναι πολύ χαμηλότερη από την ταχύτητα του οχήματος. Επίσης, η μεγάλη διαφορά μάζας και η τριβή οχήματος-πεζού προκαλεί κίνηση του πεζού συνήθως παράλληλη προς την κατεύθυνση του οχήματος. Η τροχιά του πεζού μετά τη σύγκρουση αποτελείται συχνά από πτήση στον αέρα, ακολουθεί η πτώση στο έδαφος και ολίσθηση στο έδαφος μέχρι την τελική του θέση αν το αυτοκίνητο συγκρουσθεί με τον πεζό μετωπικά. Η ταχύτητα και η μορφή του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος επηρεάζουν την τροχιά του πεζού μετά τη σύγκρουση. Αν ο πεζός κτυπηθεί σε ύψος υψηλότερο από το κέντρο βάρους του, τότε βάλλεται προς την κατεύθυνση κίνησης του οχήματος.

Η σύγκρουση και η κίνηση μετά-την-πρόσκρουση του οχήματος και του πεζού αποτελούν μέρος του ατυχήματος. Όμως, τα γεγονότα πριν από την σύγκρουση παίζουν σημαντικό ρόλο. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως η

ορατότητα, απροσεξία του οδηγού, κατεύθυνση και ταχύτητα του πεζού (ή του αναβάτη ποδήλατου, ή των ζώων, κλπ.). Πολλές βιβλιογραφικές αναφορές περιέχουν πληροφορίες και στοιχεία για ταχύτητα βάδισης, γρήγορου βηματισμού και τρεξίματος, καθώς και τις δυνατότητες επιτάχυνσης ενηλίκων και παιδιών.

Τα τελευταία χρόνια αξιοποιείται το διαθέσιμο οπτικό υλικό από συσκευές καταγραφής καταστημάτων και ρύθμισης της κυκλοφορίας κυρίως σε κατοικημένες περιοχές. Το καταγεγραμμένο οπτικό υλικό συλλέγεται από τους αξιωματικούς της Τροχαίας και είναι διαθέσιμο στις εισαγγελικές αρχές και τους ερευνητές, δίδοντας σημαντικά στοιχεία για την ανάλυση και ανασύνθεση.

Οι δηλώσεις αυτοπτών μαρτύρων ενδέχεται να αποτελούν υποκειμενικές απόψεις και πρέπει να ερμηνεύονται με μεγάλη προσοχή. Ωστόσο, αξιόπιστες παρατηρήσεις των μαρτύρων πριν από τη σύγκρουση μπορεί να δώσουν ενδείξεις της εξέλιξης με κάποιο βαθμό ακρίβειας, χρήσιμες για την πρόοδο της ανασύνθεσης.

Η ανασύνθεση των τροχαίων ατυχημάτων αποτελεί ξεχωριστό κλάδο της επιστήμης του μηχανικού και παρέχουν σημαντική συμβολή στη βελτίωση της τεχνολογίας των οχημάτων και της οδικής ασφάλειας [1-12].

Το επιβατικό όχημα ιδιωτικής χρήσεως εργοστασίου κατασκευής BMW τύπου M3 κινούμενο επί της Π.Ε.Ο Κορίνθου-Πατρών με κατεύθυνση από Πάτρα προς Κόρινθο και παρά την είσοδο του οικισμού Καμάρες Αιγίου εξετράπη της πορείας του και παρέσυρε επί του πεζοδρομίου 67χρονη πεζή γυναίκα και του ενός έτους εγγονού της. Η γυναίκα βάδιζε στο πεζοδρόμιο στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας από Κόρινθο προς Πάτρα με το βρέφος σε παιδικό αμαξίδιο και το BMW M3 επιβατικό όχημα ανήλθε επί του πεζοδρομίου και προκάλεσε το θανατηφόρο τραυματισμό της πεζής και του βρέφους.

Το επιβατικό όχημα κινούμενο με κατεύθυνση από Πάτρα προς Κόρινθο όπως προαναφέρθηκε, υπέστη απώλεια ελέγχου και υπερστροφή που το οδήγησε στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός προσέκρουσε στο ρείθρο του πεζοδρομίου, ο τροχός και το σύστημα ανάρτησης καταστράφηκαν. Ο εμπρόσθιος τροχός ακινητοποιήθηκε, το όχημα περιστράφηκε ωρολογιακά περί τον κατακόρυφο άξονά του και το οπίσθιο τμήμα του ανήλθε στο πεζοδρόμιο όπου συγκρούσθηκε με την πεζή και το αμαξίδιο του βρέφους.

Τα στοιχεία που αξιοποιούνται στην παρούσα έκθεση αποτελούν τα ευρήματα και οι μετρήσεις στη σκηνή του ατυχήματος, η εξέταση των βλαβών του επιβατικού οχήματος και του παιδικού αμαξιδίου, και η έρευνα της σχετικής βιβλιογραφίας [1-11].

Από την εξέταση της σκηνής του ατυχήματος, του οχήματος και του παιδικού αμαξιδίου αλλά και των επιμέρους στοιχείων και υπολογισμών θα προσδιορισθεί η ταχύτητα του επιβατικού οχήματος πριν την εκτροπή και θα επιχειρηθεί η εκτίμηση των συνθηκών που προκάλεσαν το τροχαίο ατύχημα.

*Οι αριθμοί στις αγκύλες αναφέρονται στη βιβλιογραφία στο τέλος του κειμένου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.1 ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗ ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Η αξιόπιστη αναπαράσταση ενός τροχαίου ατυχήματος εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης των ακριβών φυσικών στοιχείων στο σημείο της σύγκρουσης. Οι αξιωματικοί της Τροχαίας είναι υποχρεωμένοι να παραδώσουν την οδό στην κυκλοφορία, πριν επισκεφθεί ο ερευνητής το σημείο του ατυχήματος. Επομένως, οι κύριες πηγές πληροφοριών για την αναπαράσταση του ατυχήματος είναι το Σκαρίφημα της Τροχαίας, μετρήσεις και φωτογραφίες στο σημείο του ατυχήματος και η εξέταση των οχημάτων. Η ακριβής μέτρηση των ιχνών ολίσθησης, των σημείων τριβής στο οδόστρωμα, κηλίδες αίματος στο οδόστρωμα και οι παραμορφώσεις των οχημάτων, επιτρέπουν με μικρό σφάλμα τον προσδιορισμό της ταχύτητας του οχήματος και της αλληλουχίας των θέσεων του πριν και μετά τη σύγκρουση [2-11].

Στο ατύχημα που εξετάζεται υπήρχαν διαθέσιμες φωτογραφίες της σκηνής του ατυχήματος που ελήφθησαν από τους υπεύθυνους αξιωματικούς της Τροχαίας Πατρών που μας ανέθεσαν την εντολή. Οι φωτογραφίες που ελήφθησαν από την Τροχαία Πατρών και τους συντάκτες της παρούσης βοηθούν στην ανασύνθεση του ατυχήματος που εξετάζεται. Από την εξέταση της σκηνής του ατυχήματος και τις φωτογραφίες που παρατίθενται στη συνέχεια περιγράφεται η αλληλουχία των θέσεων του εμπλεκόμενου οχήματος μετά την αρχική πρόσκρουση στο ρείθρο του πεζοδρομίου, η θέση του οχήματος κατά τη σύγκρουση με τους πεζούς και η πορεία έως τη θέση που το όχημα ακινητοποιήθηκε μετά το ατύχημα.

Η πορεία του επιβατικού οχήματος προσδιορίζεται επακριβώς από τα ίχνη ελαστικών στο οδόστρωμα και στα κατάντι πεζοδρόμια. Οι κηλίδες αίματος επί του πεζοδρομίου προσδιορίζουν τη θέση σύγκρουσης του οχήματος με τους πεζούς και τις τελικές θέσεις των πεζών στο πεζοδρόμιο. Κατά την ώρα του ατυχήματος (19:00) υπήρχε Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Κατασκευαστικός Τομέας 20

φυσικός φωτισμός και το οδόστρωμα ήταν στεγνό.

2.2 Η ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Η οδός στη σκηνή του ατυχήματος είναι διπλής κατεύθυνσης, μιας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση πλάτους 3,70 μ. εκάστης με ενδιάμεση διαχωριστική διπλή συνεχή γραμμή πλάτους 0,30 μ. Στα άκρα των δύο ρευμάτων κυκλοφορίας υφίσταται συνεχής διαγράμμιση πλάτους 0,10 μ. Οι γραμμές της οριζόντιας σήμανσης οπτικά δεν ήταν ιδιαίτερα ευκρινείς. Το συνολικό πλάτος οδοστρώματος στο σημείο είναι 8,00 μέτρα.

Το όριο ταχύτητας στο σημείο είναι 50 χλμ./ώρα όπως ορίζεται από σχετική πινακίδα P-32 στο σημείο του ατυχήματος. Η κατάσταση της κατακόρυφης πινακίδας P-32 ομοίως απογοητευτική. Εγγραφές επί της πινακίδας και θέση της σε μεγάλη απόσταση από το όριο του οδοστρώματος.

Στο Σχήμα 1 φαίνεται η σκηνή του ατυχήματος στη ΧΘ 101.700 της (Π.Ε.Ο.) Κορίνθου – Πατρών στην είσοδο του οικισμού Καμάρες Αγίου, όπως αποτυπώθηκε από τον υπεύθυνο αξιωματικό της Τροχαίας Πατρών [1]. Σημειώνεται το ρεύμα κυκλοφορίας του επιβατικού οχήματος. Με βέλος σημειώνεται η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος προς το σημείο σύγκρουσης με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου. Σημειώνονται κηλίδες αίματος των πεζών επί του πεζοδρομίου. Καταγράφεται το ίχνος του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού από το σημείο σύγκρουσης με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως την τελική θέση του επιβατικού οχήματος BMW M3 που ακινητοποιείται 150 μ. μακριά από το σημείο της αρχικής σύγκρουσης.

Η σκηνή του ατυχήματος και τα ευρήματα που καταγράφονται στο Σχεδιάγραμμα της Τροχαίας Πατρών απεικονίζονται στις φωτογραφίες που ακολουθούν. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η σκηνή του ατυχήματος στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700), BMW M3 σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του επιβατικού οχήματος BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, και διακρίνεται η καμπύλη τροχιά του αριστερού εμπρόσθιου τροχού επί του οδοστρώματος και τα ίχνη πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου, μέτωπο παρατηρητή νοτιοδυτικά, προς Πάτρα. Το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας από Πάτρα προς Κόρινθο του BMW M3 βρίσκεται αριστερά στην εικόνα.



Σχήμα 2. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, αριστερά το ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, μέτωπο παρατηρητή νοτιοδυτικά, προς Πάτρα.

Στο Σχήμα 3 φαίνεται η προσέγγιση στη σκηνή του ατυχήματος στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700), σημειώνεται με βέλος η κατεύθυνση κίνησης του BMW M3 σε ευθύγραμμο τμήμα της οδού μήκους 700 μ.



Σχήμα 3. Η προσέγγιση στη σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 προς τη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, η κατεύθυνση κίνησης του BMW M3, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Στο Σχήμα 4 φαίνεται το πέρας της καμπύλης αριστερής στροφής και το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου. Στο Σχήμα 4 διακρίνεται ίχνος πέδησης δικύκλου μεγάλου κυβισμού μήκους 2,50 μ. παρά τη νοητή μεσαία διαχωριστική

γραμμή και στο ρεύμα κυκλοφορίας Κόρινθος-Πάτρα. Το ίχνος απέχει 28μ. από το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου. Το σημείο αυτό αποτελεί την αρχή των μετρήσεων.



Σχήμα 4. Η προσέγγιση στη σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 προς τη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, η κατεύθυνση κίνησης του BMW M3, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου, η πινακίδα P-32 ορίου ταχύτητας 50 χλμ./ώρα έναντι του σημείου πρώτης πρόσκρουσης δεξιά στην εικόνα, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Στο Σχήμα 5 σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου. Διακρίνεται δεξιά στην εικόνα η πινακίδα P-32 ορίου ταχύτητας 50 χλμ./ώρα έναντι του σημείου πρώτης πρόσκρουσης. Η πινακίδα έχει βανδαλισθεί και δεν είναι ευκρινής ενώ απέχει ασυνήθιστα μακριά από το όριο του οδοστρώματος. Στην εικόνα, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.



Σχήμα 5. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, δεξιά στην εικόνα η πινακίδα P-32 ορίου ταχύτητας 50 χλμ./ώρα έναντι του σημείου πρώτης πρόσκρουσης, μέτωπο παρατηρητή βορειοανατολικά, προς Κόρινθο.

Στα Σχήματα 6 και 7 φαίνεται η σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700). Διακρίνεται το αρχικό σημείο πρόσκρουσης του αριστερού τροχού. Στο σημείο το ρείθρο του πεζοδρομίου έχει ύψος 0,25 μ., υψηλότερο του συνήθους 0,16 μ. και ο αύλαξ απορροής ομβρίων που έχει υποβιβασθεί.



Σχήμα 6. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 7. Η σκηνή του ατυχήματος επί της Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στην είσοδο του οικισμού Καμάρες Αιγίου, το αρχικό σημείο πρόσκρουσης του αριστερού τροχού. Στο σημείο το ρεϊθρο του πεζοδρομίου έχει ύψος 0,25 μ., υψηλότερο του συνήθους 0,16 μ. και ο αύλαξ απορροής ομβρίων έχει υποβιβασθεί.

Στο Σχήμα 8 φαίνεται η σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) και μέτωπο παρατηρητή στην κατεύθυνση βορειοανατολικά, προς Κόρινθο. Σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 και το σημείο όπου ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός υποβιβάζεται στο οδόστρωμα. Μετά την αρχική σύγκρουση του εμπρόσθιου αριστερού τροχού στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου, ο τροχός κινείται εφαπτομενικά ως προς το ρεϊθρο και στη συνέχεια υποβιβάζεται στο οδόστρωμα και απομακρύνεται από το ρεϊθρο (Σχήμα 9).



Σχήμα 8. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου, επαπτομενική τροχιά με το ρεϊθρο και το σημείο όπου ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός υποβιβάζεται στο οδόστρωμα, και η απομάκρυνση του τροχού στο άνω μέρος της εικόνας προς το δεξιό ρεύμα κυκλοφορίας, μέτωπο παρατηρητή βορειανατολικά, προς Κόρινθο.

Στα Σχήματα 9 και 10 στη σκηνή του ατυχήματος φαίνεται η καμπύλητροχιά του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερου τροχού του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και η καμπύλη τροχιά τουοπίσθιου αριστερού τροχού. Στο Σχήμα 9 φαίνονται ίχνη του εμπρόσθιουαριστερούακινητοποιημένου μετά τη σύγκρουση τροχού που υποβιβάζεται στο οδόστρωμα και εκκινεί διαγώνια δεξιόστροφη τροχιά προς το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του επιβατικού οχήματος. Ταχαρακτηριστικά ίχνη της τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχούυποδηλώνουν ελαστικό χωρίς πίεση. Ο τροχός καταστράφηκε κατά τησύγκρουση και το ελαστικό απώλεσε την πίεσή του. Στο ίδιο Σχήμα 9φαίνονται ίχνη ελαστικού επί του πεζοδρομίου που διακόπτονται καιαντιστοιχούν στον οπίσθιο αριστερό τροχό του οχήματος που πλαγιολισθαίνει ενώ το όχημα έχει περιστραφεί ωρολογιακά περί κατακόρυφο άξονα.

Οι κηλίδες αίματος είναι της πεζής που καταπίπτει στο οδόστρωμα μετά τη σύγκρουση με την οπίσθια αριστερή πλευρά τουεπιβατικού οχήματος. Ιστοί και υπολείμματα υφάσματος από την ένδυσητης πεζής βρέθηκαν στον οπίσθιο αριστερό τροχό του επιβατικού οχήματος κατά την εξέτάσή του όπως αναλύεται στη συνέχεια. Στο Σχήμα 10 φαίνεται στη σκηνή του ατυχήματος η καμπύλη τροχιά του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικούοχήματος επί του οδοστρώματος και η απαρχή των ιχνών καμπύληςτροχιάς του οπίσθιου αριστερού τροχού που έχει ανέλθει στο πεζοδρόμιο και κατευθύνεται προς τα καμπύλα διακοπτόμενα ίχνη και το προς αριστερά όριό της σημειώνεται με μπλε γραμμή.

Η καμπύλη τροχιά των οπίσθιων δεξιών τροχών στο Σχήμα 10 υποδηλώνει περιστροφική εκτροπή του επιβατικού περί κατακόρυφο άξονα. Η συμπεριφορά αυτή αναμένεται εκ της βλάβης στο σύστημα διευσθύνσεως με τον ακινητοποιημένο εμπρόσθιο αριστερό τροχό που δημιουργεί σημείο ωρολογιακής περιστροφής. Η διεύθυνση επιτυγχάνεται τώρα μόνο με το δεξιό τροχό και η αντίδραση του οχήματος στις εντολές του πηδαλίου διευσθύνσεως έχει τροποποιηθεί από την κανονική λειτουργία.



Σχήμα 9. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, σημειώνεται με βέλος το σημείο πρώτης πρόσκρουσης του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 στο ρείθρο του πεζοδρομίου, μέτωπο παρατηρητή νοτιοδυτικά, προς Πάτρα.



Σχήμα 10. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνοςπορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3, ίχνη καμπύλης τροχιάς του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου και διακοπτόμενα ίχνη του ίδιου τροχού επί του πεζοδρομίου πριν την κάθοδο στο οδόστρωμα.

Στο Σχήμα 11 διακρίνεται διακοπτόμενο ίχνος ελαστικού και κηλίδες αίματος της πεζής επί του πεζοδρομίου. Το ίχνος ελαστικού αντιστοιχεί σε πλαγιολίσθηση του οπίσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος του επιβατικού και αναπηδήσεων εκ της συγκρούσεως με την πεζή και το αμαξίδιο. Σε φωτογραφία της πεζής στο σημείο πριν παραληφθεί από τους διασώστες διακρίνεται ότι ο οπίσθιος αριστερός τροχός διέρχεται από το δεξιό βραχίονα της πεζής στον οποίο έχει αποτυπωθεί ίχνος του πέλματος του ελαστικού. Παρά το ίχνος πλαγιολίσθησης διακρίνεται βάση πυλώνα ηλεκτροφωτισμού διαστάσεων $0,75 \times 0,75$ μ. σε απόσταση 1,00 μ. από το ρείθρο του πεζοδρομίου. Το σημείο απέχει 26,75 μ. από το σημείο πρώτης επαφής του εμπρόσθιου αριστερού τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου και 14,50 μ. μακριά από τον λευκό πυλώνα που σημειώνεται με βέλος στο Σχ. 11. Το σημείο που σημειώνεται με βέλος στο Σχ. 11 αντιστοιχεί στο πέρας της εναέριας τροχιάς του αμαξιδίου και του βρέφους.

Προ της βάσεως του πυλώνα ηλεκτροφωτισμού στο (Σχήμα 11) και πριν την αρχή του πρώτου ίχνους πλαγιολίσθησης ελαστικού ανιχνεύονται επί του πεζοδρομίου ίχνη ελαστικού εκ του τροχού του παιδικού αμαξιδίου και ίχνη ξέσεων σωλήνα αλουμινίου που αντιστοιχούν στο αμαξίδιο. Διακρίνονται δύο καμπύλα ίχνη συμπαγών τροχών του αμαξιδίου και προσδιορίζουν το σημείο σύγκρουσης του επιβατικού με το παιδικό αμαξίδιο του ίδιου τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου 2,40 μ. πριν τη βάση του πυλώνα ηλεκτροφωτισμού.



Σχήμα 11. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, ίχνη πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού του BMW M3 επί του πεζοδρομίου και κηλίδες αίματος της πεζής που καταπίπτει στο οδόστρωμα μετά τη σύγκρουση με την οπίσθια αριστερή πλευρά του επιβατικού οχήματος.

Επομένως, η πρώτη επαφή του οχήματος με το αμαξίδιο και την πεζή έγινε 2,40 μ. και 1 μ. αντίστοιχα πριν τη βάση του πυλώνα και σημειώνεται με βέλος στο Σχήμα 12. Πλησίον της βάσεως του πυλώνα ηλεκτροφωτισμού, ίχνη ξέσεων αλουμινίου ανιχνεύονται άλλη μία φορά επί του πεζοδρομίου σε ευθύγραμμη τροχιά και προς την κατεύθυνση του κατακόρυφου λευκού πυλώνα παρά τον ερυθρό κώνο. Από τις μετρήσεις που φαίνονται στα Σχήματα 11 και 12 προκύπτει η απόσταση εκτόξευσης του αμαξιδίου και του επιβάτη του, 16,90 μ.



Σχήμα 12. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος της πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3, διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου, ίχνη εραπτομενικής τροχιάς του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου και στη συνέχεια επί του οδοστρώματος.

Στο Σχήμα 13 διακρίνονται ίχνη του αμαξιδίου στο πεζοδρόμιο 1μ πριν το πρώτο ίχνος πλαγιολίσθησης που αποτελεί το σημείο σύγκρουσης με τους πεζούς που σημειώνονται με βέλος. Η απόσταση του σημείου από τις κηλίδες αίματος της πεζής μετρήθηκε 2,40 μ. και η απόσταση από το σημείο όπου εκτινάσσεται το βρέφος μετά τη σύγκρουση 16,90 μ.



Σχήμα 13. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, δεξιά το ίχνοςπορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3, ίχνη επαπτομενικής τροχιάς του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου που συνεχίζεται επί του οδοστρώματος, το διακοπτόμενο ίχνος πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου και το σημείο σύγκρουσης με τους πεζούς που σημειώνονται με βέλος.

Στο Σχήμα 14 φαίνεται επί του κατακόρυφου λευκού πυλώνα το σημείο όπου εκτινάσσεται το βρέφος μετά τη σύγκρουση. Το βρέφος βρέθηκε τυλιγμένο σε κουβέρτα σε άλλο σημείο κοντά στην ανοικτή συρόμενη θύρα όπου και κηλίδες αίματος (Σχήμα 14). Η απόσταση εκτίναξης του βρέφους από το σημείο που σημειώνεται στο Σχήμα 13 μέχρι τα ίχνη στο κατακόρυφο τοιχίο παρά τον ερυθρό κώνο στο Σχήμα 14 μετρήθηκε 16,90μ.

Στο Σχήμα 14 φαίνεται το ίχνος του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος που κατευθύνεται και εισέρχεται στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του. Διακρίνεται το ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού που υποβιβάζεται στο οδόστρωμα.



Σχήμα 14. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος που εισήλθε στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του

Στα Σχήματα 15 και 16 διακρίνεται το ίχνος του του ακινητοποιημένου εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος που αλλάζει κατεύθυνση επί της διπλής διαχωριστικής γραμμής στο μέσο του οδοστρώματος προς το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του. Το σημείο αυτό σηματοδοτεί την πρώτη αντίδραση του οδηγού μετά την αρχική σύγκρουση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου και απέχει 65 μ. από το σημείο αρχικής πρόσκρουσης στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 15. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το ίχνος πορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 που αλλάζει κατεύθυνση επί της διπλής διαχωριστικής γραμμής στο μέσο του οδοστρώματος προς το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.



Σχήμα 16. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, αλλαγή κατεύθυνσης στο ίχνοςπορείας του αριστερού εμπρόσθιου τροχού του BMW M3 που εισήλθε στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Στο Σχήμα 17 φαίνεται ότι μετά τον ελιγμό προς τα δεξιά στο μέσο του οδοστρώματος, το όχημα διατηρεί σταθερή ευθύγραμμη πορεία και ανέρχεται στο πεζοδρόμιο. Η διεύθυνση του οχήματος γίνεται με τον εμπρόσθιο δεξιό τροχό και ο οδηγός δεν έχει Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Κατασκευαστικός Τομέας

εξοικειωθεί με τη νέα απόκριση του συστήματος διεύθυνσεως στους χειρισμούς του πηδαλίου διεύθυνσεως.



Σχήμα 17. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το BMW M3 ανέρχεται στο πεζοδρόμιο με τους δεξιούς τροχούς στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Στο Σχήμα 18 φαίνεται ότι οι δεξιοί τροχοί του BMW M3 ανέρχονται στο πεζοδρόμιο στο ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος.



Σχήμα 18. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, οι δεξιοί τροχοί του BMW M3 ανέρχονται στο πεζοδρόμιο στο ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος και εφαρμόζεται πέδηση στους οπίσθιους τροχούς.

Στο Σχήμα 19 φαίνεται η αλλαγή πορείας του οχήματος προς τα αριστερά προ του πυλώνα ηλεκτροφωτισμού. Μετά την δεξιά στροφή στο μέσο του οδοστρώματος το όχημα ανέρχεται στο πεζοδρόμιο δεξιά ως προς την κατεύθυνση κίνησης και προ της επαπειλούμενης σύγκρουσης με τον πυλώνα ηλεκτροφωτισμού και τους κάδους σκουπιδιών ο οδηγός επιχειρεί αποφευκτικό ελιγμό προς τα αριστερά και το όχημα κατέρχεται στο οδόστρωμα. Διακρίνονται ίχνη πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του πεζοδρομίου, η πλήρης αντίδραση του οδηγού με χειρισμό πέδησης και αλλαγής κατεύθυνσης είναι εμφανής. Ο οδηγός ανακτά τον έλεγχο και αντλαμβάνεται τη νέα συμπεριφορά του συστήματος διεύθυνσης.



Σχήμα 19. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 μετά την άνοδο στο πεζοδρόμιο των δεξιών τροχών αλλάζει πορεία και κατέρχεται στο οδόστρωμα στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του, ίχνη πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού επί του πεζοδρομίου.

Στα Σχήματα 20 και 21 φαίνεται ότι το BMW M3 βρίσκεται πάλι επί του οδοστρώματος. Το επιβατικό όχημα αποφεύγει και τους κάδους απορριμμάτων, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός κινείται τώρα προς το μέσο του οδοστρώματος. Ο οδηγός έχει ανακτήσει τον έλεγχο του οχήματος.



Σχήμα 20. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών, το BMW M3 κατέρχεται από το πεζοδρόμιο και οδεύει προς το μέσο του οδοστρώματος στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του.

Στο Σχήμα 21 διακρίνεται ίχνος πέδησης ελαστικού που καλύπτει το ίχνος αλουμινίου του σώτρου. Ο οδηγός εφαρμόζει πέδηση που μετά τη σύγκρουση και την καταστροφή του τροχού επενεργεί στους τροχούς του οπίσθιου άξονα όπως προκύπτει από την εξέταση του οχήματος στο ΚΤΕΟ Πατρών. Στο Σχήμα 20 φαίνεται η τελευταία φάση της πορείας του BMW M3 προς την τελική του θέση μετά το ατύχημα. Τα ίχνη ελαστικών επανέρχονται στο αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα – Κόρινθος πριν τη θέση ακινητοποίησης του οχήματος. Η απόσταση ακινητοποίησης του οχήματος μετρήθηκε από την Τροχαία 150 μ. μετά το σημείο αρχικής σύγκρουσης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού του επιβατικού οχήματος στο ρείθρο του πεζοδρομίου, Σχήμα 22.



Σχήμα 21. Τελευταία στάδιο της πορείας του BMW M3. Το ίχνος του εμπρόσθιου αριστερού τροχού υπερκαλύπτεται από ίχνος πέδησης του αριστερού οπίσθιου τροχού. Παρατηρητής με μέτωπο προς ανατολάς, στο βάθος ο ανισόπεδος κόμβος με τη Ν.Ε.Ο. Πατρών-Αθηνών.



Σχήμα 22. Το τέλος της πορείας του BMW M3, 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΟΧΗΜΑ ΠΟΥ ΕΜΠΛΕΚΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΡΟΧΑΙΟ ΑΤΥΧΗΜΑ

3.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ BMW MR 3 SERIES E46

Το επιβατικό όχημα BMW τύπου M3 SERIES E46 με αριθμό πλαισίου WBSBR934X5PK10078 χρώματος γκρι ασημί που εξετάζεται, είναι παρόμοιο με αυτό που φαίνεται στο Σχήμα 23. Από την άδεια κυκλοφορίας φαίνεται ότι το όχημα κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2005. Στην Ελλάδα κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2009 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του περιγράφονται στη συνέχεια (Σχήμα 24).



Σχήμα 23. BMW 3-Series E46 Coupe/Cabrio 2-θυρών [11].

Εργοστάσιο κατασκευής: BMW AG Γερμανία

Παραγωγή: 2000-2006

Τύπος: M3 E46/2CS 3-Series E46 Coupe/Cabrio 2-θυρών, EEC segmentation: S (sport cars), Subsegment: S-O (sport open-top cars) – executive, Class: sports car, Body style: convertible.

Θύρες 2,

Κινητήρας: BMW M54B30 2.98 L (2979 cc, 170 kW/ 228 HP/6600, 300 Nm/5200 RPM)

Κιβώτιο ταχυτήτων: Αυτόματο 6 σχέσεων με δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής στο πεδάλιο διευσθύνσεως.

Κίνηση: στον οπίσθιο άξονα (RWD rear-wheel drive)

Διαστάσεις (ΜήκοςxΠλάτος xΎψος): 4492x (1780)1924x1370 χιλ.

Μεταξόνιο: 2731 χιλ.

Μετατρόχιο: Εμπρός 1508 χιλ.

Πίσω 1525 χιλ.

Διάμετρος κύκλου στροφής: 11,0 μ.

Ελαστικά: 225/45-ZR18 εμπρός / 255/45-ZR18 πίσω Τελική

ταχύτητα: 250 km/h (που διακόπτεται ηλεκτρονικά)Επιτάχυνση

0-80 km/h: 5.3 δευτ.

0-100 χλμ./ώρα: 7.4 δευτ.

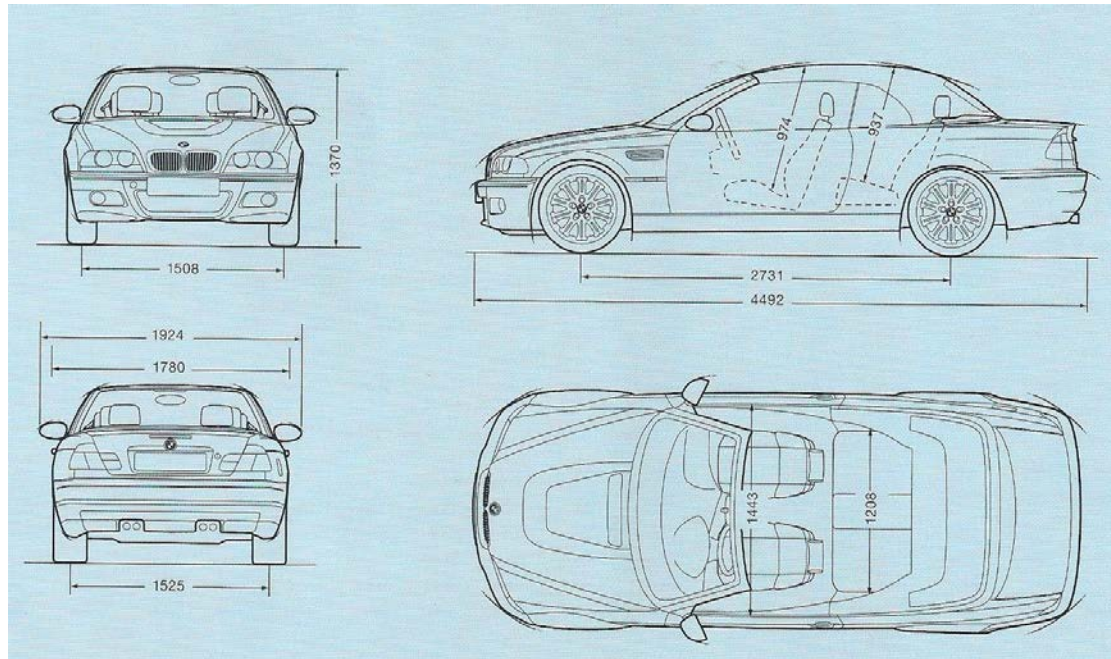
0-160 km/h: 20.5 δευτ.

0-200 km/h: 38.2 δευτ.

Χρόνος κάλυψης ¼ mi: 15.4 δευτ.

Χρόνος κάλυψης 0- 1km: 28.4 δευτ.

Μάζα: 1730 Kg.



Σχήμα 24. BMW M3-Series E46 Coupe/Cabrio 2-θυρών [11].

Το όχημα που εμπλέκεται στο τροχαίο ατύχημα κατασκευάστηκε στη Γερμανία τον Ιούνιο 2005 και από την εξέτασή του συνάγεται ότι κατασκευάστηκε για κυκλοφορία στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Το όχημα είναι καταλυτικής τεχνολογίας, διαθέτει σύστημα αντιστοίχισης τροχών κατά την πέδηση, σύστημα προστασίας των επιβατών κατά τη σύγκρουση (προεντατήρες ζωνών ασφαλείας, πλευρικές δοκούς προστασίας, δοκούς προστασίας έναντι ανατροπής που ενεργοποιήθηκαν στο ατύχημα που εξετάζεται και αερόσακους). Σύμφωνα με πινακίδιο στηθύρα οδηγού (Σχήμα 25) αναφέρεται ότι το όχημα πληροί όλες τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής.



Σχήμα 25. BMW M3, το όχημα πληροί όλες τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής, τύπος και πιέσεις ελαστικών εμπρός-πίσω 225/40 R19 και 255/40 R19.

Σύμφωνα με σχετικό υποστηρικτικό σημείωμα της εταιρείας βασικό σχεδιαστικό χαρακτηριστικό του επιβατικού οχήματος BMW M3 του 2003 είναι το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων BMW M Gearbox Sequential με σύστημα Drivelogic που επιτρέπει ομαλή, αδιάλειπτη πρόσδοση ισχύος και αλλαγή σχέσης μετάδοσης σε 0,08 δευτερόλεπτα. Το σύστημα Drivelogic παρέχει δυνατότητα αλλαγής ταχυτήτων είτε μέσω του μοχλού, είτε μέσω χειριστηρίων στο πηδάλιο διεύθυνσεως και δυνατότητας αλλαγής από τη διαδοχική στην αυτόματη λειτουργία και της επιλογής ρυθμού αλλαγής ταχυτήτων προσαρμοσμένου στις απαιτήσεις της οδού. Το σύστημα μετάδοσης προσφέρει ένα ευρύ φάσμα πρόσθετων λειτουργιών όπως ο έλεγχος εκκίνησης (αναφέρεται επίσης ως υποστήριξη επιτάχυνσης) και επιτρέπει την ταχύτερη δυνατή εκκίνηση από στάση αλλάζοντας ταχύτητες πριν ο κινητήρας φτάσει στο όριο στροφών και με το μοχλό αλλαγής ταχυτήτων σε προεπιλεγμένη θέση.

3.2 ΠΛΑΙΣΙΟ-ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ-ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Το όχημα επιθεωρήθηκε στο ΚΤΕΟ Πατρών την 28η Αυγούστου 2019 τρεις μέρες μετά το ατύχημα παρουσία του Διευθυντή της Τροχαίας Πατρών και των πραγματογνωμόνων (Σχήμα 26). Την επόμενη ημέρα εξετάσθηκε στο συνεργείο της επίσημης αντιπροσωπείας. Και στα δύο σημεία το όχημα μεταφέρθηκε με γερανό της Τροχαίας Πατρών.



Σχήμα 26. BMW M3 επιβατικό όχημα 28η Αυγούστου 2019 εισαγωγή στο ΚΤΕΟ Πατρών.

Στα Σχήματα 27-76 φαίνονται τα στοιχεία που προκύπτουν από την επιθεώρηση του οχήματος στο χώρο στάθμευσης της Αστυνομικής Διεύθυνσης Αχαΐας, στο ΚΤΕΟ Πατρών και σε συνεργείο της αντιπροσωπείας BMW στην Πάτρα. Το όχημα διαθέτει πιστοποιητικό ΚΤΕΟ σε ισχύ, με επανέλεγχο τον 10/2019. Στα Σχήματα 27-28 διακρίνεται ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός που συγκρούστηκε με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου

Κατά τον έλεγχο στο ΚΤΕΟ διαπιστώθηκε ότι το επιβατικό όχημα BMW τύπου M3 SERIES E46 δεν έχει υποστεί τροποποιήσεις στο αμάξωμα, τον κινητήρα και το σύστημα μετάδοσης κίνησης. Οι βλάβες που ανιχνεύονται στο όχημα δεν προϋπήρχαν του ατυχήματος, προκλήθηκαν εκ του ατυχήματος.

Το μεταξόνιο μετρήθηκε ως: 2640 χιλ. αριστερά, 2700 χιλ. δεξιά. Το μεταξόνιο κατασκευής ορίζεται στις προδιαγραφές 2731 χιλ.



Σχήμα 27. BMW M3 ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός που συγκρούστηκε με το ρείθρο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 28. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός που συγκρούστηκε με το ρείθρο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 29. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.

Κατά τον έλεγχο διαπιστώθηκε η ταυτότητα του οχήματος, ο χαραγμένος αριθμός πλαισίου WBSBR934X5PK10078 επί του δεξιού θόλου του οχήματος και σε ειδικό άνοιγμα του εμπρόσθιου ανεμοθώρακα (Σχήματα 30-31) ταυτοποιείται με τον αναγραφόμενο στην άδεια κυκλοφορίας.



Σχήμα 30. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο αριθμός πλαισίου WBSBR934X5PK10078



Σχήμα 31. Ο αριθμός πλαισίου του BMW M3-Series E46 WBSBR934X5PK10078 σε ειδικό άνοιγμα του εμπρόσθιου ανεμοθώρακα.

Ο κινητήρας είναι εξακύλινδρος εν σειρά όπως περιγράφεται από τον κατασκευαστή (Σχήμα 32). Ο αριθμός κινητήρα δεν βρέθηκε κατά τον έλεγχο στο ΚΤΕΟ και δεν ταυτοποιήθηκε καθόσον χρειάζεται αποσυναρμολόγηση των προστατευτικών καλυμμάτων στο κάτω μέρος του αμαξώματος για την προσέγγιση της θέσης του αριθμού κινητήρα στον κορμό πλησίον του μηχανισμού διεύθυνσεως. Ζητήθηκε από την Τροχαία αναζήτηση του φακέλου του οχήματος από τη Διεύθυνση Συγκοινωνιών για την πιστοποίηση του κινητήρα και της ισχύος του από την αρχική ξένη άδεια κυκλοφορίας.



Σχήμα 32. BMW M3 επιβατικό όχημα, κινητήρας εξακύλινδρος εν σειρά.

Στα Σχήματα 33 και 34 φαίνονται η θέση οδηγήσεως και ο πίναξ οργάνων του οχήματος. Διακρίνονται τα χειριστήρια αλλαγής ταχυτήτων στο πηδάλιο διευθύνσεως και η ένδειξη οδομέτρου 141.860 χλμ. Στο χώρο του κινητήρα βρέθηκαν ετικέτες εργασιών συντήρησης όπου καταγράφεται η προηγούμενη συντήρηση κινητήρα στην ένδειξη οδομέτρου 135450 χλμ. την 15η/1/2019 και η επόμενη προγραμματισμένη συντήρηση σε 145450 χλμ. (Σχήμα 35). Από την παρούσα ένδειξη οδομέτρου (141.860 χλμ.) προκύπτει ότι το όχημα κάλυψε σε 8 μήνες 6000χλμ. που παραπέμπει σε κανονική χρήση επιβατικού οχήματος ιδιωτικής χρήσης περί τις 12.000 χλμ./έτος.

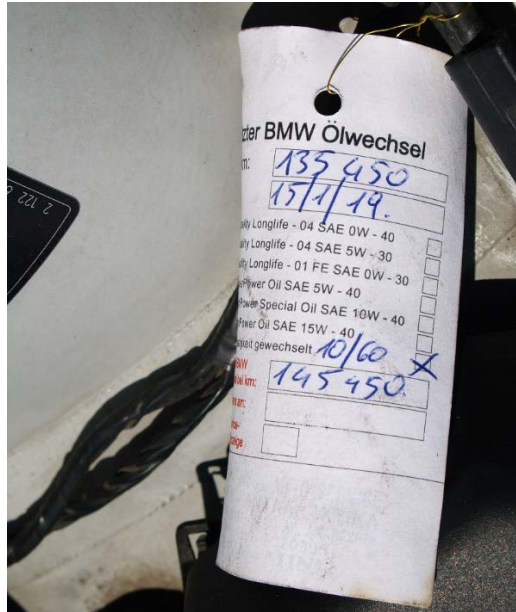
Κατά τον έλεγχο στο συνεργείο της επίσημης αντιπροσωπείας από τον έλεγχο του κλειδιού και της μονάδας ελέγχου του κινητήρα διαπιστώθηκε ότι το όχημα έχει εισαχθεί από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής δεν έχει εισαχθεί για συντήρηση και επισκευή στο επίσημο δίκτυο συνεργείων της αντιπροσωπείας BMW στην Ελλάδα και στο όχημα έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες που εντάσσονται στο σύστημα ανακλήσεων του εργοστασίου σχετικές με το σύστημα αερόσακων. Στον πίνακα οργάνων εμφανίζονται βλάβες συστημάτων ABS, ESP, ανακλινόμενης οροφής, αερόσακων, δοκών προστασίας ανατροπής εκ της συγκρούσεως.



Σχήμα 33. Η θέση οδήγησης του επιβατικού οχήματος BMW M3, τα χειριστήρια αλλαγής ταχυτήτων στο πηδάλιο διεύθυνσεως και ο πίναξ οργάνων.



Σχήμα 34. Ο πίναξ οργάνων. Ένδειξη οδομέτρου 141.860 χλμ., βλάβες συστημάτων ABS, ESP, ανακλινόμενης οροφής, αερόσακκων, δοκών προστασίας ανατροπής.



Σχήμα 35. Πινσκίδιο στο χώρο κινητήρα, σήμανση προηγούμενης αλλαγής λιπαντικού ελαίου 135450 χλμ. την 15^η/1/2019. Επόμενη προγραμματισμένη συντήρηση 145450 χλμ. Το όχημα σε 8 μήνες κάλυψε 6000 χλμ.

Κατά το ατύχημα ενεργοποιήθηκαν ο πλευρικός αερόσακος της θύρας οδηγού και οι δοκοί προστασίας ανατροπής (Σχήματα 36-37). Η ενεργοποίηση του αερόσακου της θύρας οδηγού υποδηλώνει πλευρική σύγκρουση στην αριστερή πλευρά.

Η ενεργοποίηση των δοκών προστασίας ανατροπής υποδηλώνει ανίχνευση αρνητικής κατακόρυφης επιτάχυνσης βαρύτητας, που προηγείται της ανατροπής. Στο ατύχημα που εξετάζεται αντιστοιχεί στην ανύψωση του οπίσθιου μέρους του οχήματος με αρνητική επιτάχυνση, άνω του 0.30g, επί του πεζοδρομίου πριν τη σύγκρουση με τους πεζούς. Αρνητική επιτάχυνση στον κατακόρυφο άξονα εκλαμβάνεται εκ των αισθητήρων ανατροπής ως επαπειλούμενη ανατροπή και ενεργοποιείται το σύστημα προστασίας ανατροπής με πυροτεχνικούς μηχανισμούς (Σχήμα 37).



Σχήμα 36. Ενεργοποίηση του αερόσακου της θύρας οδηγού υποδηλώνει πλευρική σύγκρουση στην αριστερή πλευρά.



Σχήμα 37. BMW M3 επιβατικό όχημα, ενεργοποίηση των δοκών προστασίας ανατροπής.

Στο όχημα έχουν τοποθετηθεί εκ των υστέρων υπερμεγέθη ηχεία στις θύρες οδηγού και συνοδηγού, 4 ηχεία μεγάλης διαμέτρου και 2 ηχεία υψηλών συχνοτήτων σε κάθε θύρα (Σχήμα 38). Ο χώρος αποσκευών καταλαμβάνεται από γιγαντιαίο ηχείο και τον ηλεκτρικό συσσωρευτή του οχήματος (Σχήματα 39-40).



Σχήμα 38. Ενεργοποίηση του πλευρικού αερόσακου της θύρας οδηγού, υπερμεγέθη ηχεία στις θύρες οδηγού και συνοδηγού.



Σχήμα 39. Διάταξη εγκατάστασης ηχείων χαμηλών συχνοτήτων στο χώρο αποσκευών.



Σχήμα 40. Διάταξη εγκατάστασης ηχείων χαμηλών συχνοτήτων στο χώρο αποσκευών και ο συσσωρευτής χωρίς προστατευτικό κάλυμμα

Κατά την εξέταση του οχήματος στο ΚΤΕΟ Πατρών διαπιστώθηκε ότιο φωτισμός και η φωτεινή σήμανση του οχήματος λειτουργούσαν κανονικά μετά το ατύχημα. Τα φωτιστικά σώματα και η σήμανση λειτουργούσαν κανονικά εμπρός – πίσω (Σχήμα 41).



Σχήμα 41. BMW M3 επιβατικό όχημα, φωτιστικά σώματα και σήμανση σε άριστη κατάσταση και λειτουργία εμπρός – πίσω.

3.3. ΤΟ ΑΜΑΞΩΜΑ

Το όχημα επιθεωρήθηκε στο ΚΤΕΟ Πατρών την 28η Αυγούστου 2019 τρεις μέρες μετά το ατύχημα παρουσία του Διευθυντή της Τροχαίας. Ελέγχθηκε η ταυτότητα του πλαισίου του οχήματος, εκτός του αριθμού κινητήρα, πιστοποιήθηκαν οι βλάβες εκ του ατυχήματος που περιγράφονται στη συνέχεια, διαπιστώθηκε η καλή λειτουργία του φωτισμού και σήμανσης, διαπιστώθηκε ότι το σύστημα πέδησης δεν λειτουργούσε στον εμπρόσθιο άξονα, το σύστημα πέδησης λειτουργούσε κανονικά στον οπίσθιο άξονα όπως και το χειρόφρενο, οι τιμές που καταγράφηκαν ήταν κανονικές. Διαπιστώθηκε ότι η βλάβη στο σύστημα πεδήσεως είχε ως συνέπεια την ενεργοποίηση της αντλίας πίεσεως του συστήματος πεδήσεως περί το μέσο της διαδρομής του ποδωστηρίου. Ενεργοποιείται το κύκλωμα πεδήσεως του οπίσθιου άξονα. Ο κινητήρας βρισκόταν σε λειτουργία κατά τον έλεγχο και η υποβοήθηση του ποδωστηρίου ήταν κανονική.

Δεν βρέθηκαν ίχνη επαφής της μάσκας του οχήματος με το ρείθρο του πεζοδρομίου. Δεν ανιχνεύονται ίχνη επαφής με άλλο όχημα στο αμάξωμα. Τα ίχνη σύγκρουσης στο οπίσθιο αριστερό μέρος του αμαξώματος αντιστοιχούν στη σύγκρουση με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.



Σχήμα 42. BMW M3 επιβατικό όχημα, φωτιστικά σώματα και σήμανση σε άριστη κατάσταση και λειτουργία εμπρός – πίσω.



Σχήμα 43. BMW M3 επιβατικό όχημα, η οπίσθια πλευρά, επανέλεγχος ΚΤΕΟ 10/2019, ο προφυλακτήρας αποκολλήθηκε κατά τη σύγκρουση, αναδυόμενες δοκοί από τα οπίσθια προσκέφαλα για προστασία ανατροπής σε συνδυασμό με το πλαίσιο ανεμοθώρακα.

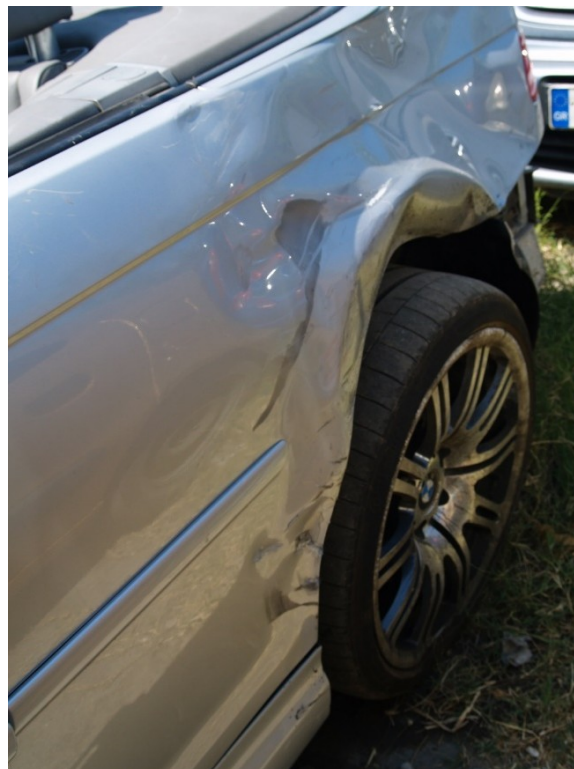


Σχήμα 44. BMW M3 επιβατικό όχημα, η οπίσθια πλευρά, ο προφυλακτήρας αποκολλήθηκε κατά τη σύγκρουση από την αριστερή πλευρά.

Η σύγκρουση του επιβατικού οχήματος και των πεζών έγινε στο οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος. Στα Σχήματα 45-50 διακρίνονται στο εμπρόσθιο και κάτω μέρος της στέψης του θόλου του τροχού ίχνη πρόσκρουσης των δοκίδων αλουμινίου του παιδικούαμαξιδίου. Διακρίνονται ίχνη ερυθρού χρώματος από το ύφασμα του καθίσματος του αμαξιδίου. Στο οπίσθιο μέρος της στέψης του θόλου του τροχού διακρίνεται η υποχώρηση του αμαξώματος από τη σύγκρουση με την πεζή. Το μήκος της επιφάνειας παραμόρφωσης μετρήθηκε 1250 χιλ. και το μέγιστο βάθος παραμόρφωσης 150 χιλ.



Σχήμα 45. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.



Σχήμα 46 BMW M3 επιβατικό όχημα, ίχνη πρόσκρουσης του παιδικού αμαξιδίου και των δοκίδων αλουμινίου του αμαξιδίου, ίχνη ερυθρού χρώματος από το ύφασμα του καθίσματος του αμαξιδίου, όπισθεν του τροχού διακρίνεται η υποχώρηση του αμαξώματος από τη σύγκρουση με την πεζή..



Σχήμα 47 Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με το παιδικό αμαξίδιο και την πεζή.



Σχήμα 48. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο, παραμόρφωση της ανάρτησης του οπίσθιου αριστερού τροχού.



Σχήμα 49. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο, απόκλιση του οπίσθιου αριστερού τροχού από την παραμόρφωση της συνδετήριας ράβδου με το πλαίσιο.



Σχήμα 50. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με το παιδικό αμαξίδιο.

Το όχημα δεν φέρει ίχνη παράσυρσης των πεζών ή του αμαξιδίου στο κάτωμέρος του αμαξώματος. Οι βλάβες στο επιβατικό όχημα από την επαφή με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο εντοπίζονται στο αριστερό οπίσθιο μέρος του αμαξώματος και τον οπίσθιο αριστερό τροχό.

Στο Σχήμα 51 διακρίνεται η υποχώρηση του εμπρόσθιου αριστερού τροχού προς το διαμήκη άξονα του οχήματος που μετρήθηκε 150 χιλ.



Σχήμα 51 BMW M3 επιβατικό όχημα στο εμπρόσθιο μέρος, διακρίνεται η παραμόρφωση της ανάρτησης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού, η υποχώρηση του τροχού προς το διαμήκη άξονα του οχήματος μετρήθηκε 150 χιλ.



Σχήμα 52 BMW M3 επιβατικό όχημα, το οπίσθιο μέρος, διακρίνεται το σύστημα εξαγωγής καυσαερίων.

3.4 ΤΡΟΧΟΙ-ΕΛΑΣΤΙΚΑ

Τα ελαστικά ήταν σε καλή κατάσταση πριν το ατύχημα ως προς το χρόνο κατασκευής και το βάθος πέλματος. Τα τρία ανέπαφα ελαστικά του οχήματος, ένα εμπρός δεξιά και δύο οπίσθια έχουν κατασκευασθεί το 2019, το 2017 και το 2018 αντίστοιχα. Το βάθος πέλματος των ελαστικών μετρήθηκε 6 χιλ. εμπρός και 5 χιλ. πίσω, με μικρή φθορά δεδομένου ότι τα καινούργια ελαστικά διαθέτουν βάθος πέλματος 7 χιλ.

Για την ασφαλή οδήγηση του εξεταζόμενου οχήματος ο κατασκευαστής απαιτεί συγκεκριμένες διαστάσεις και πιέσεις ελαστικών. Για το λόγο αυτό κατά την είσοδο από την θύρα οδηγού έχει τοποθετηθεί πινακίδιο στο οποίο αναφέρονται η συμφωνία με τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής, ο επιτρεπόμενος αριθμός επιβατών εμπρός – πίσω και οι διαστάσεις και πιέσεις ελαστικών (Σχήμα 53).

Στο εξεταζόμενο όχημα οι διαστάσεις ελαστικών είχαν τροποποιηθεί από τις υποδεικνυόμενες από τον κατασκευαστή. Οι προβλεπόμενες διαστάσεις ελαστικών ορίζονται από τον κατασκευαστή 225/40 R19 στον εμπρόσθιο άξονα και 255/40 R19 στον οπίσθιο άξονα. Κατά την εξέταση του οχήματος στο ΚΤΕΟ Πατρών τα ελαστικά στον εμπρόσθιο άξονα είχαν διαστάσεις 235/35 ZR19 αντί του προβλεπόμενου 225/40 R19 και στον οπίσθιο άξονα 265/30 ZR19 αντί του προβλεπόμενου 255/35 R19.

Στο εξεταζόμενο όχημα η προβλεπόμενη πίεση ψυχρών ελαστικών αναγράφεται 230 KPa (33 psi) εμπρός και 260 KPa (38 psi) στους οπίσθιους τροχούς.



Σχήμα 53. BMW M3 επιβατικό όχημα, πινακίδιο στη θύρα οδηγού: αριθμός παλίσιου, η συμφωνία με τις Ευρωπαϊκές και Ομοσπονδιακές προδιαγραφές ασφαλείας που ίσχυαν κατά την ημερομηνία παραγωγής, ο επιτρεπόμενος αριθμός επιβατών εμπρός – πίσω, διαστάσεις και πιέσεις ελαστικών.

Μετρήθηκαν οι πιέσεις ελαστικών των τροχών που δεν είχαν βλάβες ως: εμπρός δεξιά 38 psi οπίσθιος αριστερά – 35 psi, οπίσθιος δεξιά - 36psi. Από τις μετρήσεις προκύπτει ότι το άθικτο ελαστικό του εμπρόσθιου τροχού είχε πίεση 38 psi, μεγαλύτερη της απαιτούμενης από τον κατασκευαστή 33 psi. (230 KPa). Τα οπίσθια ελαστικά είχαν πιέσεις 35psi ο οπίσθιος αριστερά , 36psi ο οπίσθιος δεξιά. Παρατηρείται απόκλιση της πίεσης των οπίσθιων τροχών ως προς την ενδεικνυόμενη πίεση λειτουργίας 35psi - 36psi αντί 38 psi.

Η ακριβής τήρηση των πιέσεων ελαστικών τροχών σε οχήματα υψηλών επιδόσεων όπως το εξεταζόμενο και για οδήγηση στο όριο πρόσφυσης των ελαστικών στο οδόστρωμα είναι κρίσιμη για την οδική ασφάλεια.

Στα Σχήματα 54 – 62 φαίνονται οι τροχοί και τα ελαστικά του οχήματος που εξετάζεται. Στα Σχήματα 54-56 φαίνεται ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός που συγκρούστηκε με το ρείθρο του πεζοδρομίου. Ο τροχός

διαθέτει δέκα δίδυμες ακτίνες εκ των οποίων τρεις έχουν υποστεί θραύση και πλαστική παραμόρφωση. Η επιφάνεια της στεφάνης που φαίνεται στο Σχήμα 54 υπέστη σημαντική φθορά και επιφανειακή τήξη εκ της τριβής με το οδόστρωμα, καθόσον μετά το ατύχημα το όχημα κινήθηκε και η επιφάνεια του σώτρου λειτούργησε ως έλκηθρο.



Σχήμα 54. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, δέκα δίδυμες ακτίνες, τρεις ακτίνες με θραύση και πλαστική παραμόρφωση.



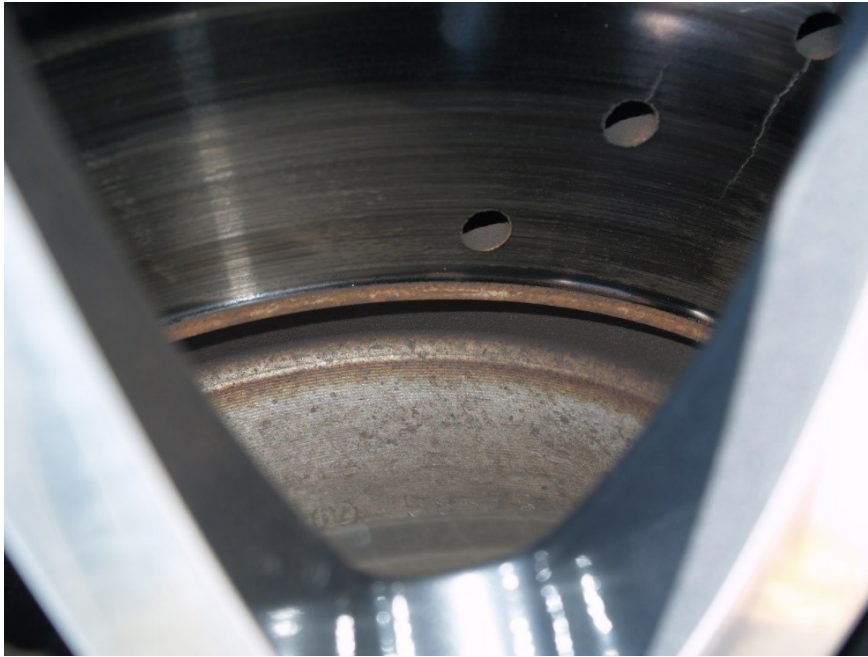
Σχήμα 55. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, εξωτερική και εσωτερική πλευρά, απώλεια υγρών φρένων κατά τη σύγκρουση και η ταυτόχρονη ακινητοποίηση του τροχού.



Σχήμα 56. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, η επιφάνεια επαφής της στεφάνης με το οδόστρωμα.



Σχήμα 57. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, 10 ακτίνες, διαστάσεις 235/35 ZR19 αντί του προβλεπομένου 225/40 R19, ημερομηνία παραγωγής 37η εβδομάδα 2018.



Σχήμα 58. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ρωγμές στο δίσκο πέδησης, οι ρωγμές έχουν αναπτυχθεί σε διάστημα μεγαλύτερο των 6000 χλμ. από την προηγούμενη συντήρηση.



Σχήμα 59. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό σε καλή κατάσταση



Σχήμα 60. BMW M3 επιβατικό όχημα, οπίσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό κατασκευής 1^{ης} εβδομάδας 2018, σύστημα πέδησης σε καλή κατάσταση, διάσταση ελαστικού 265/30 ZR19 αντί της προβλεπόμενης 255/35 R19.



Σχήμα 61. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ελαστικό κατασκευής 37^{ης} εβδομάδας 2018, 235/35 ZR19 αντί του προβλεπομένου 225/40 R19.



Σχήμα 62. BMW M3 επιβατικό όχημα, οπίσθιος αριστερός τροχός, ρωγμή κατά την ανάβαση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου, ίχνη ιστών και υφάσματος από τη σύγκρουση με την πεζή.

3.5 ΑΝΑΡΤΗΣΗ-ΠΕΔΗΣΗ-ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

Στα Σχήματα που ακολουθούν φαίνονται στοιχεία των συστημάτων ανάρτησης, πέδησης και διεύθυνσης που ελέγχθηκαν. Κατά τον έλεγχο διαπιστώθηκε η παραμόρφωση του κάτω βραχίονα του συστήματος ανάρτησης, εξάρμωση του σφαιρικού συνδέσμου συγκράτησης και περιστροφής του εμπρόσθιου αριστερού τροχού και θραύση και παραμόρφωση των εμπρόσθιου και οπίσθιου αριστερών τροχών.

Το σύστημα πέδησης δοκιμάστηκε στην ειδική διάταξη ΚΤΕΟ, η πέδηση στον εμπρόσθιο άξονα ήταν εκτός λειτουργίας λόγω θραύσης του δίσκου πέδησης εμπρός αριστερά. Το σύστημα πέδησης στον οπίσθιο άξονα λειτουργούσε εκ του διπλού κυκλώματος πέδησης του οχήματος. Το σύστημα περιορισμού της ακινητοποίησης των τροχών κατά την πέδηση (ABS) βρέθηκε εκτός λειτουργίας από τη βλάβη των εξαρτημάτων στον εμπρόσθιο αριστερό τροχό εκ της συγκρούσεως. Ο βραχίων έλεγχου του συστήματος διευθύνσεως του αριστερού εμπρόσθιου τροχού υπέστη θραύση κατά τη σύγκρουση με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου και θραύση απόλυγισμό του αριστερού κάτω βραχίονα του συστήματος διευθύνσεως.

Στο Σχήμα 63 φαίνεται ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός και το σημείο πρώτης επαφής με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου. Ο τροχός αποτελείται από δέκα δίδυμες ακτίνες, την πλύμνη και τη στεφάνη, τρεις ακτίνες έχουν υποστεί θραύση και πλαστική παραμόρφωση



Σχήμα 63. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, δέκα δίδυμες ακτίνες, τρεις ακτίνες έχουν υποστεί θραύση και πλαστική παραμόρφωση.



Σχήμα 64. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίον αναρτήσεως (McPherson strut) που έχει υποστεί πλαστική παραμόρφωση κατά τη σύγκρουση του τροχού με το πεζοδρόμιο.



Σχήμα 65. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίον αναρτήσεως (McPherson strut) η θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε από λυγισμό.



Σχήμα 66. BMW M3 επιβατικό όχημα, θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε στο άκρο.



Σχήμα 67. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός εσωτερικά, ο δίσκος πέδησης που έσπασε από την αντίδραση του κάτω βραχίονα της ανάρτησης που παραμορφώθηκε και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα που υπέστη εξάρμωση και παρέμεινε στη θήκη του εδράνου κυλίσεως(ακραξόνιο).



Σχήμα 68. BMW M3 επιβατικό όχημα, άθικτος ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης και ο σφαιρικός σύνδεσμος επί του βραχίονα.



Σχήμα 69. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, η σιαγόνα του συστήματος πέδησης και η απώλεια υδραυλικού ελαίου εκ της θραύσεως του δίσκου πέδησης.



Σχήμα 70. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός, ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως έχει υποστεί θραύση από λυγισμό στην περιοχή του σπειρώματος όπου και υψηλότερη συγκέντρωση τάσεων.



Σχήμα 71. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός, ο κατακόρυφος βραχίων αναρτήσεως (McPherson strut) η θήκη του εδράνου κυλίσεως του τροχού, η σιαγόνα πέδησης και ο δίσκος πέδησης.



Σχήμα 72. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός εσωτερικά, ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα που με τη θήκη του εδράνου κυλίσεως (ακραζόνιο) και ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως με το σφαιρικό σύνδεσμο στο άκρο προς τον τροχό.



Σχήμα 73. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος δεξιός τροχός εσωτερικά, αριστερά ο βραχίονας του συστήματος διευσθύνσεως με το σφαιρικό σύνδεσμο στο άκρο προς τον τροχό, δεξιά ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης και ο σφαιρικός σύνδεσμος του κάτω βραχίονα με το ακραζόνιο.

Από το Σχήμα 73 που δείχνει τον κάτω βραχίονα της ανάρτησης και το βραχίονα του συστήματος διευσθύνσεως του δεξιού τροχού ερμηνεύονται οι βλάβες του αριστερού τροχού. Η σύγκρουση του τροχού με το ρείθρο του πεζοδρομίου προκαλεί τη μεταφορά εγκάρσιας δύναμης κάθετης προς το διαμήκη άξονα του οχήματος που προκαλεί λυγισμό στο βραχίονα του συστήματος διευσθύνσεως και στον κάτω βραχίονα του συστήματος ανάρτησης, ο βραχίονας του συστήματος διευσθύνσεως υπόκειται σε θραύση και του συστήματος ανάρτησης υφίσταται μόνιμη παραμόρφωση 90° στο άκρο και ο σφαιρικός σύνδεσμος υφίσταται εφελκυσμό και υφίσταται την εξάρμωση που φαίνεται στα Σχήματα 66- 67. Κατά την εγκάρσια είσοδο του αριστερού τροχού προς το αμάξωμα, ο κάτω βραχίονας του συστήματος ανάρτησης προκαλεί τη θραύση του δίσκου πέδησης. Η θραύση του δίσκου πέδησης επιτρέπει τη λειτουργία των εμβόλων της σιαγόνας πέδησης πέραν των ορίων λειτουργίας, προκαλείται διαρροή του υδραυλικού ελαίου του συστήματος πέδησης και

τίθεται εκτός λειτουργίας το σύστημα πέδησης στον εμπρόσθιο άξονα (Σχήμα 69).

Οι εύκαμπτοι σωλήνες του κυκλώματος πέδησης δεν έχουν αποκοπεί και δεν παρουσιάζουν διαρροή υδραυλικού ελαίου (Σχήμα 65). Παρατηρείται περιφερειακή θραύση του δίσκου τριβής του συστήματος πέδησης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού, στον κύλινδρο συναρμογής επί του ακραζονίου. Η θήκη των επιφανειών τριβής και των εμβόλων πέδησης (σιαγόνα) ενεπλάκη με το δίσκο που έσπασε και ακινητοποίησε τον τροχό.

Η ακινητοποίηση του τροχού προκάλεσε την περιφερειακή ρωγμή στο κυλινδρικό μέρος προσαρμογής του δίσκου στο ακραζόνιο (Σχήμα 66). Ρωγμές παρά τις οπές εξαερισμού των δίσκων τριβής του συστήματος πέδησης εμπρός παραπέμπουν σε σκληρή χρήση του συστήματος πεδήσεως, προϋπήρχαν του ατυχήματος και δεν αντικαταστάθηκαν οι δίσκοι κατά τις εργασίες συντηρήσεως (Σχήμα 74).



Σχήμα 74. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο εμπρόσθιος αριστερός ο δίσκος πέδησης, ρωγμές παρά τις οπές εξαερισμού των δίσκων τριβής του συστήματος πέδησης εμπρός παραπέμπουν σε σκληρή χρήση του συστήματος πεδήσεως.

Στο Σχήμα 75 φαίνεται το έμβολο πίεσεως (σιαγόνα) και οι επιφάνειες τριβής που έχουν διαβραχεί από τα υδραυλικά έλαια του κυκλώματος πεδήσεως που διέρρευσε κατά τη σύγκρουση. Οι επιφάνειες τριβής βρίσκονται στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.



Σχήμα 75. Το έμβολο πίεσεως και οι επιφάνειες τριβής που έχουν διαβραχεί από ταυδραυλικό έλαιο του κυκλώματος πεδήσεως που διέρρευσε κατά τη σύγκρουση.

Επιφάνειες τριβής στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.

Στο Σχήμα 76 φαίνεται η παραμόρφωση του εγκάρσιου κάτω βραχίονα ανάρτησης του οπίσθιου αριστερού τροχού που ήρθε σε επαφή με το πεζοδρόμιο κατά την αναρρίχηση του οπίσθιου μέρους επί του πεζοδρομίου και από τη σύγκρουση με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.



Σχήμα 76. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο οπίσθιος αριστερός τροχός, παραμόρφωσ του κάτω βραχίονα ανάρτησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με το σκαρίφημα της Τροχαίας (Σχήμα 1), τις φωτογραφίες της σκηνής του ατυχήματος που ελήφθη από τους αξιωματικούς της Τροχαίας Πατρών, την εξέταση του οχήματος και την ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων είναι δυνατή η ανασύνθεση του τροχαίου ατυχήματος που εξετάζεται.

Για την ανασύνθεση θα διερευνηθούν οι διαδοχικές φάσεις του ατυχήματος που εξετάζεται ως:

- ☐ Η ταυτοποίηση των ιχνών στη σκηνή του ατυχήματος.
- ☐ Η ταχύτητα που δύναται να αναπτύξει το επιβατικό όχημα BMW M3 στο ευθύγραμμο τμήμα της πορείας του έως την έναρξη της καμπύλης τροχιάς στο σημείο του ατυχήματος.
- ☐ Η ταχύτητα επιτυχούς διέλευσης της στροφής.
- ☐ Υπερστροφή και απώλεια ελέγχου
- ☐ Η απώλεια ενέργειας από την αρχική σύγκρουση έως την ακινητοποίηση του οχήματος και η προκύπτουσα ταχύτητα σύγκρουσης του οχήματος.

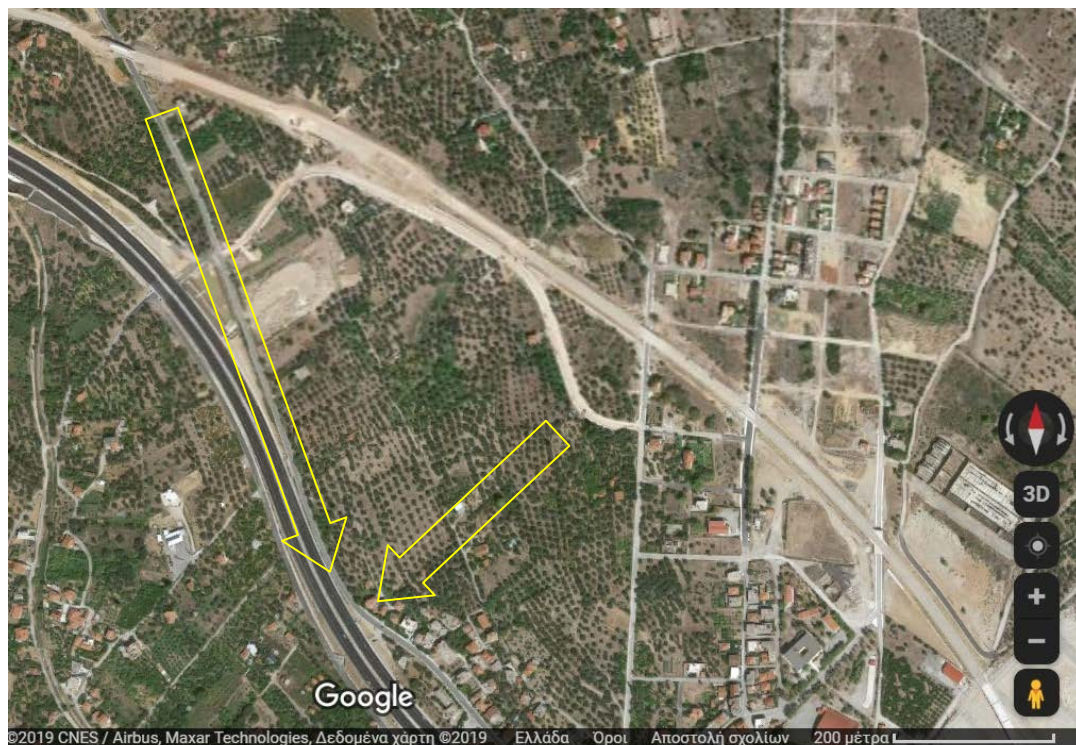
4.1 Η ΣΚΗΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με την έκθεση αυτοψίας της Τροχαίας Πατρών, τα ίχνη επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου και τις βλάβες του οχήματος προκύπτει ότι το BMW M3 επιβατικό όχημα κινούμενο στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών στη ΧΘ 101.700 στο ρεύμα της οδού από Πάτρα προς Κόρινθο και από Δυσμάς προς Ανατολάς εξετράπη της πορείας του κατά την έξοδο από αριστερή στροφή με συνέπεια την πρόσκρουσή του στο ρείθρο του πεζοδρομίου στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας από Κόρινθο προς Πάτρα (Σχήμα 1).

Στο Σχήμα 77 φαίνεται η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών. Η οδός στην

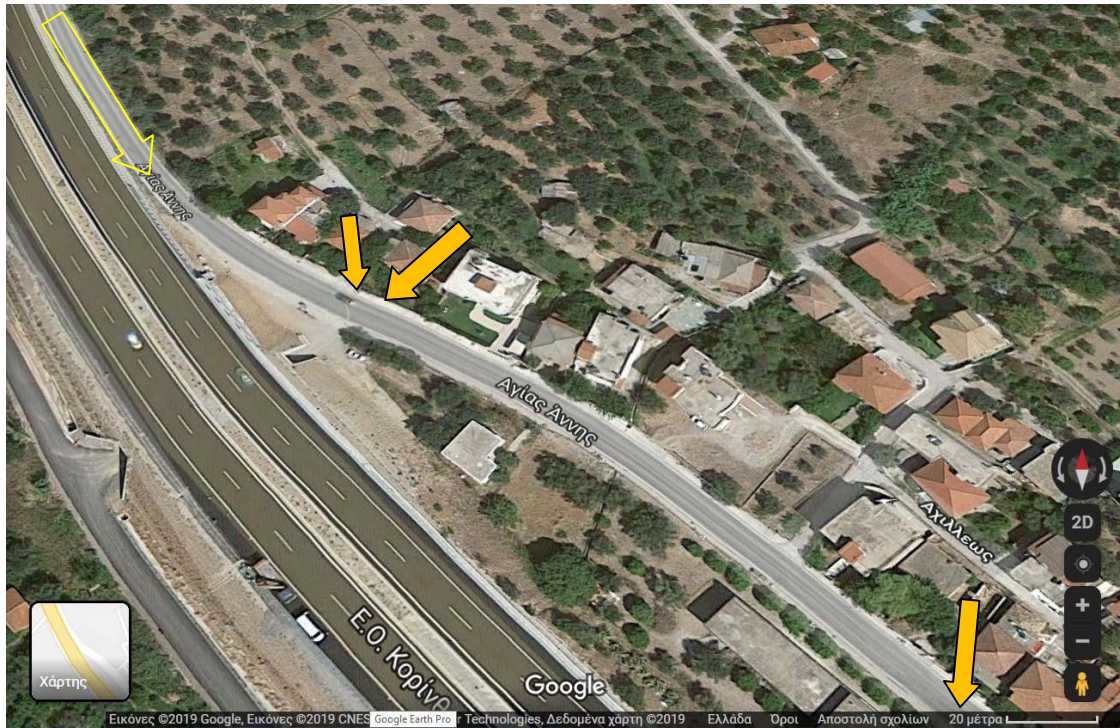
κατεύθυνση κίνησης του BMW M3 διέρχεται από ανισόπεδο κόμβο της υπό κατασκευή σιδηροδρομικής γραμμής και ακολουθεί εφαπτομενική τροχιά με τη Νέα Εθνική Οδό Κορίνθου – Πατρών. Πριν τη θέση του ατυχήματος η οδός αποκλίνει από τη Ν.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών. Η ακτίνα καμπυλότητας της στροφής στο σημείο μετρήθηκε από την Υπηρεσία Google Maps 120 μέτρα.

Η απόσταση από τον ανισόπεδο κόμβο της υπό κατασκευή σιδηροδρομικής γραμμής έως το σημείο του ατυχήματος είναι 700 μέτρα. Το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος της οδού μετά τον ανισόπεδο κόμβο είναι 600 μέτρα. Η κατεύθυνση κίνησης του BMW M και το σημείο σύγκρουσης με το ρείθρο του πεζοδρομίου και τους πεζούς σημειώνονται με βέλη στο Σχήμα 77.



Σχήμα 77. Η σκηνή του ατυχήματος της 25ης Αυγούστου 2019 στη ΧΘ 101.700 στην Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών. Η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος BMW M3, μήκος του ευθύγραμμου τμήματος της οδού μετά τον ανισόπεδο κόμβο είναι 600 μέτρα και το σημείο σύγκρουσης με το ρείθρο του πεζοδρομίου και τους πεζούς σημειώνονται με βέλη [1].

Η κατεύθυνση κίνησης του επιβατικού οχήματος BMW M3 σημειώνεται με βέλος στο Σχήμα 78. Με το πρώτο συμπαγές κίτρινο βέλος σημειώνεται η αρχική επαφή του εμπρόσθιου αριστερού τροχού του οχήματος με το πεζοδρόμιο, ακολουθεί το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος (ενδιάμεσο βέλος) και η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης, τρίτο συμπαγές κίτρινο βέλος δεξιά στην εικόνα (Υπηρεσία Google Maps).



Σχήμα 78. Η σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αγίου, αριστερά η πρώτη επαφή του επιβατικού οχήματος BMW M3 με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος (ενδιάμεσο βέλος), η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης (Υπηρεσία Google Maps).

Η πορεία του επιβατικού οχήματος BMW M3 μετά την αρχική σύγκρουση φαίνεται στο Σχήμα 79. Το επιβατικό όχημα ανήλθε στοκατάντι πεζοδρόμιο στο ρεύμα Πάτρα – Κόρινθος σε απόσταση 70 μ. από την αρχική επαφή με το έναντι πεζοδρόμιο και ακινητοποιήθηκε 150 μ. μακριά από το σημείο της αρχικής πρόσκρουσης.



Σχήμα 79. Η σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, αριστερά η πρώτη επαφή του οχήματος BMW M3 με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος (ενδιάμεσο βέλος), η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης (Υπηρεσία Google Maps).

Στα Σχήματα 80, 81 και 82 διακρίνεται η τροχιά του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος και ίχνη τροχών που προσδιορίζουν την πλαγιολίσθηση του οχήματος. Εκ των ιχνών του ελαστικού επί του πεζοδρομίου, τις βλάβες στο αριστερό τμήμα του αμαξώματος και τις κηλίδες αίματος ταυτοποιείται η πρόσκρουση επί της πεζής και του αμαξιδίου και στο μέσο του πεζοδρομίου.. Διακρίνονται τα ίχνη δεξιόστροφης καμπύλης τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχού με ελαστικό χωρίς πίεση.

Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής. Ενδιάμεσα διακρίνεται το ίχνος του οπίσθιου δεξιού τροχού που βρίσκεται κοντά στο ίχνος του αριστερού τροχού και σταδιακά αποκλίνει καθώς οι τροχιές των οπίσθιων τροχών τείνουν να ακολουθήσουν αυτές των εμπρόσθιων και το όχημα ευθυγραμμίζεται με τον άξονα της οδού.



Σχήμα 80. Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος σε χρόνο κοντά στο ατύχημα. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου. Διακρίνονται τα ίχνη δεξιόστροφης καμπύλης τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχού με ελαστικό χωρίς πίεση. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής. Ενδιάμεσα διακρίνεται το ίχνος του οπίσθιου δεξιού τροχού που βρίσκεται κοντά στο ίχνος του αριστερού τροχού και σταδιακά αποκλίνει.



Σχήμα 81. Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος επί του οδοστρώματος και του πεζοδρομίου. Διακρίνονται τα ίχνη δεξιόστροφης καμπύλης τροχιάς του εμπρόσθιου αριστερού τροχού με ελαστικό χωρίς πίεση. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής. Απόσταση ιχνών 1,85 μ.



Σχήμα 82. Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος BMW M3 επί του πεζοδρομίου. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το διακοπτόμενο ίχνος του οπίσθιου αριστερού τροχού από την υπερπήδηση της πεζής.

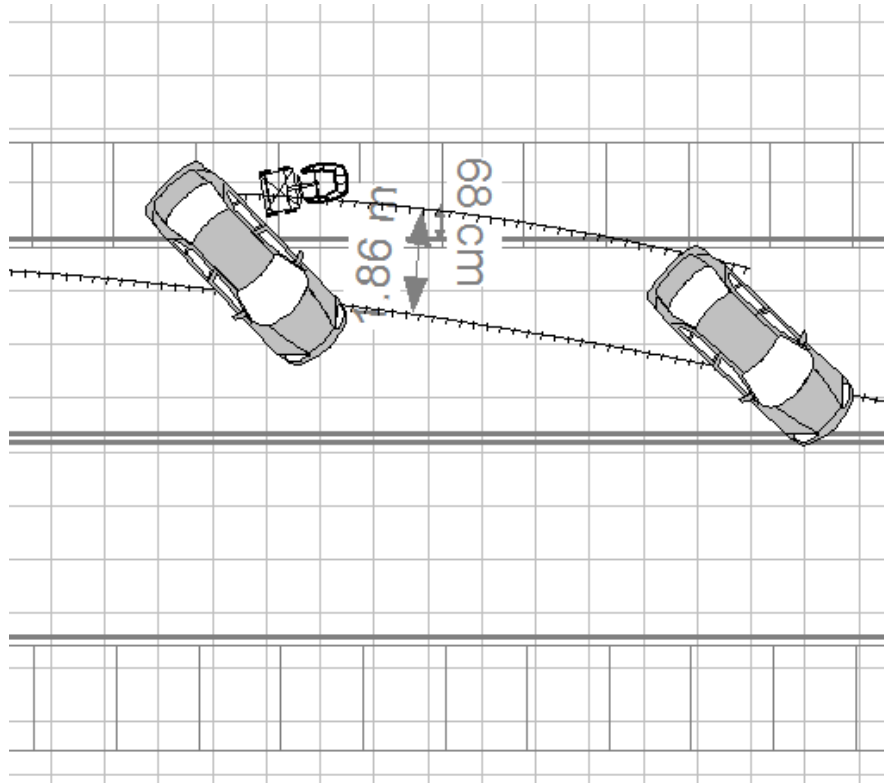
Στο Σχήμα 83 φαίνεται η τροχιά του επιβατικού οχήματος BMW M3 προς το κατάντι πεζοδρόμιο και η άνοδος των δεξιών τροχών. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το ίχνος πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού και η κάθοδος στο οδόστρωμα προς την τελική θέση, 80 μ. μακριά από το σημείο που ο αριστερός εμπρόσθιος τροχός προσεγγίζει το πεζοδρόμιο.



Σχήμα 83. Φωτογραφία της σκηνής του ατυχήματος. Η τροχιά του επιβατικού οχήματος προς το κατάντι πεζοδρόμιο. Διακρίνεται επί του πεζοδρομίου το ίχνος πέδησης του οπίσθιου δεξιού τροχού.

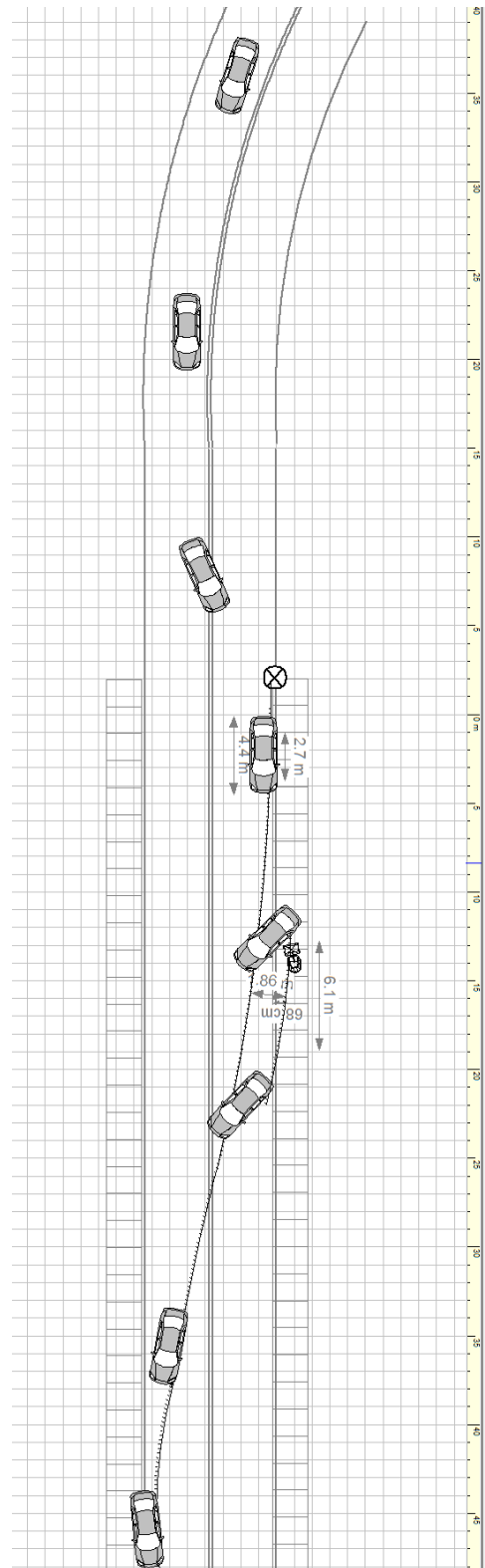
Από την ανάλυση των θέσεων και των ιχνών που προηγήθηκε είναι δυνατή η ανασύνθεση της πορείας του οχήματος, οι σχετικές θέσεις του ως προς τον άξονα της οδού, το σημείο σύγκρουσης και η τελική θέση του οχήματος 150 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης. Στο Σχήμα 84 φαίνεται η ανασύνθεση της σκηνής της σύγκρουσης του οχήματος με την

πεζή και το αμαξίδιο με τον επιβάτη του. Μετρήθηκε η απόσταση του διακοπτόμενου ίχνους πλαγιολίσθησης του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου από το ίχνος του εμπρόσθιου αριστερού τροχού (1,86 μ.). Από την απόσταση των ιχνών του οπίσθιου αριστερού τροχού επί του πεζοδρομίου και του ίχνους του εμπρόσθιου αριστερού τροχού επί του οδοστρώματος προκύπτουν οι διαδοχικές θέσεις του οχήματος κατά τη σύγκρουση με τους πεζούς και την ακόλουθη κάθοδο στο οδόστρωμα.



Σχήμα 84. Η ανασύνθεση της σκηνής του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, η σύγκρουση του οχήματος BMW M3 με την πεζή και το βρέφος.

Στο Σχήμα 85 φαίνεται η συνολική ανασύνθεση της σκηνής της σύγκρουσης του οχήματος με το πεζοδρόμιο, της σύγκρουσης του οχήματος με την πεζή και το αμαξίδιο με τον επιβάτη του και η πορεία μέχρι το απέναντι πεζοδρόμιο (Σχήματα 79, 80, 81, 83, 18, 19, 20 και 21).



Σχήμα 85. Ανασύνθεση της πορείας του οχήματος στη σκηνή του ατυχήματος στην ΠΕΟ Κορίνθου – Πατρών (Χ.Θ. 101.700) στις Καμάρες Αιγίου, η πορεία του οχήματος προς το σημείο σύγκρουσης με το πεζοδρόμιο, το σημείο σύγκρουσης με την πεζή και το βρέφος και η άνοδος του οχήματος στο απέναντι πεζοδρόμιο 70 μ. από το σημείο πρώτης σύγκρουσης.

Η σύγκρουση του οχήματος έγινε με το εμπρόσθιο αριστερό μέρος του παιδικού αμαξιδίου όπως προκύπτει από την εξέτασή του. Η θέση της πεζής στη σκηνή του ατυχήματος μετά τη διέλευση του οχήματος από το πεζοδρόμιο υποδηλώνει ότι η πεζή και το παιδικό αμαξίδιο είχαν μέτωπο προς το επερχόμενο επιβατικό BMW M3.

4.2 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ BMW M3

Η οδός στη σκηνή του ατυχήματος πριν την επίμαχη στροφή διαθέτει ευθύγραμμο τμήμα μήκους 600 μ. (Σχήμα 77)

Το επιβατικό όχημα BMW M3 σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του επιταχύνει από 0-100 km/h σε 7.5 s. Δηλαδή, η μέγιστη επιτάχυνση j_m που μπορεί να επιτύχει από στάση υπολογίζεται ως:

$$j_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1)$$

όπου Δv η αύξηση ταχύτητας από στάση έως 100 χλμ./ώρα (27,78 m/s),
 $\Delta t = 7,5$ s.

Από την Εξ. (1) υπολογίζεται η μέγιστη επιτάχυνση του επιβατικού οχήματος BMW M3 ως: $j_m = 3,70 \text{ m/s}^2$. Η ταχύτητα του επιβατικού οχήματος αυξάνεται ως συνάρτηση της απόστασης από το σημείο εκκίνησης σύμφωνα με την Εξίσωση

$$v = v(x) = \sqrt{(v_0)^2 + 2j_m(x - x_0)} \quad (2)$$

όπου v η ταχύτητα στο σημείο x και v_0 η ταχύτητα στο σημείο x_0 .

Ο χρόνος σε κάθε σημείο της διαδρομής, Σχ. 9, υπολογίζεται ως

$$t = \frac{v - v_0}{j_m} \quad (3)$$

Από την Εξ. (2) για σταθερή επιτάχυνση $j_m = 2.20 \text{ m/s}^2$ που αποτελεί συνήθη τιμή επιτάχυνσης από στάση, το BMW M3 αποκτά ταχύτητα 100 χλμ./ώρα σε απόσταση 180 μέτρων από το σημείο εκκίνησης και από την Εξ. (3) ο αντίστοιχος χρόνος υπολογίζεται ως $t = 12,8$ δευτ.

Συγκριτικά, για εκκίνηση με τη μέγιστη επιτάχυνση $j_m = 3.70 \text{ m/s}^2$ το BMW M3 δύναται να αποκτήσει ταχύτητα 100 χλμ./ώρα σε απόσταση 120 μέτρων από το σημείο εκκίνησης και από την Εξ. (3) ο αντίστοιχος χρόνος υπολογίζεται ως $t=8.0$ δευτ. Αντίστοιχα, το BMW M3 αναπτύσσει ταχύτητα 120 χλμ./ώρα σε 250 μ. από στάση σε χρόνο 15,0 δευτ. και 160 χλμ./ώρα σε 450 μ. από στάση σε χρόνο 20,0 δευτ. Επομένως, στο ευθύγραμμο τμήμα μήκους 600 μέτρων το BMW M3 δύναται να αναπτύξει ταχύτητα 160 χλμ./ώρα σε απόσταση 150 μέτρων ($600 \text{ μ.} - 450 \text{ μ.} = 150 \text{ μ.}$) πριν την επίμαχη στροφή.

4.3 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ ΣΤΗ Χ.Θ. 101.700 ΤΗΣ Π.Ε.Ο. ΚΟΡΙΝΘΟΥ – ΠΑΤΡΩΝ

Στο τμήμα της οδού που εξετάζεται υπάρχει αριστερή στροφή στο ρεύμα κυκλοφορίας Πάτρα - Κόρινθος (Σχήματα 3-5) και η ταχύτητα περιορίζεται σε 50 χλμ./ώρα με κατακόρυφη σήμανση (Πινακίδα P-32). Το επιβατικό όχημα BMW M3 υπέστη απώλεια ελέγχου στη Χ.Θ. 101.700 της Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών στην είσοδο του οικισμού Καμάρες Αιγίου.

Η τροχιά του BMW M3 πριν τη σύγκρουση ακολουθούσε την καμπύλη που φαίνεται στο Σχήμα 86. Η σύγκρουση με το πεζοδρόμιο έγινε κατά την ολοκλήρωση του ελιγμού στροφής που αποτελεί και την πιο επικίνδυνη φάση. Η ακτίνα καμπυλότητας της στροφής είναι $R=125$ μ. και η ορατότητα του οδηγού έως το σημείο σύγκρουσης με τους πεζούς 68 μ. όπως φαίνεται στο Σχήμα 86.



Σχήμα 86. Η σκηνή του ατυχήματος, το σημείο πρόσκρουσης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου σημειώνεται με βέλος, ακτίνα καμπυλότητας της οδού στο ρεύμα κυκλοφορίας του επιβατικού οχήματος $R=120$ μ., ορατότητα του οδηγού πριν το σημείο σύγκρουσης 68 μ. [Google 2019].

Από την ακτίνα καμπυλότητας της οδού θα υπολογισθεί η ασφαλής ταχύτητα διέλευσης της ανωτέρω στροφής όπως ακολουθεί [3].

Η επιτυχής διέλευση από τη συγκεκριμένη στροφή χωρίς κίνδυνο πλάγιας ολίσθησης, προϋποθέτει ταχύτητα εισόδου που εξασφαλίζει ότι οι πλευρικές δυνάμεις που αναπτύσσονται λόγω της φυγόκεντρης δύναμης αντισταθμίζονται από τις δυνάμεις τριβής των ελαστικών. Η κινηματική εξίσωση για τον υπολογισμό της κρίσιμης

ταχύτητας του κέντρου βάρους οχήματος κατά την εκτέλεση ομοιόμορφης καμπύλης τροχιάς σε τόξο ακτίνας R υπολογίζεται ως [5]:

$$v = \sqrt{R\mu g} \quad (4)$$

όπου R η ακτίνα του τόξου κυκλικής τροχιάς, μ ο συντελεστής τριβής ελαστικού οδοστρώματος και $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Για κανονική διέλευση στο μέσο του ρεύματος κυκλοφορίας Πάτρα – Κόρινθος η ακτίνα καμπυλότητας της στροφής όπως φαίνεται στο Σχήμα 86 είναι $R=125 \text{ μ}$.

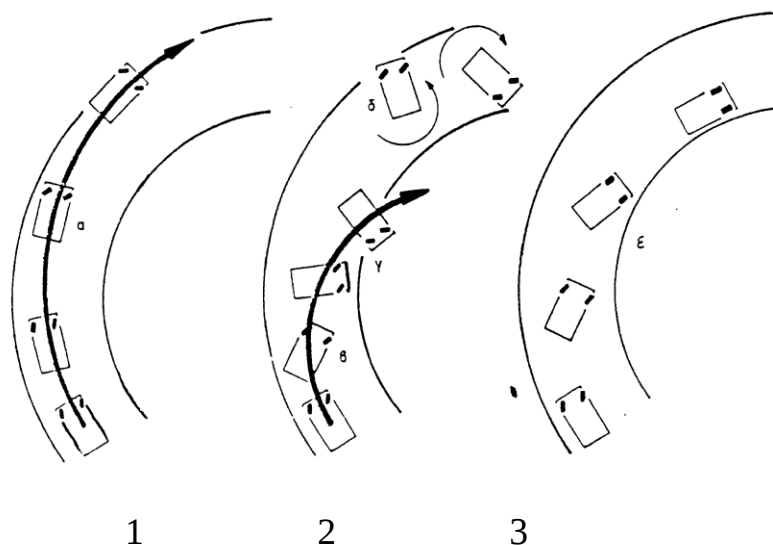
Στο σημείο του ατυχήματος μετρήθηκε ο συντελεστής τριβής $\mu=0,65$. Το οδόστρωμα στο σημείο διαθέτει τελική επίστρωση καλής ποιότητας. Από την Εξίσωση (4) υπολογίζεται η ασφαλής ταχύτητα διέλευσης ως $V = 28,30 \text{ μ./δευτ.}$, ή $V = 101,60 \text{ χλμ./ώρα}$.

4.4 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΡΟΧΙΑ ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ-ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ

Οι περισσότερες περιπτώσεις ατυχημάτων οφείλονται στην έξοδο αυτοκινήτων στις στροφές, λόγω απώλειας της ευστάθειας τους κατά την διάρκεια της εκτέλεσης ελιγμού αλλαγής κατεύθυνσης. Συνήθως τα αυτοκίνητα χάνουν την ευστάθειά τους στο πρώτο και πιο επικίνδυνο στάδιο της εκτέλεσης μίας στροφής, κατά την είσοδό τους σε αυτή. Η απώλεια της ευστάθειας οχήματος προκαλεί πλαγιολίσθηση και ορισμένες φορές ανατροπή.

Στο Σχήμα 87 φαίνονται τρεις εκδοχές χειρισμού δεξιάς στροφής. Στις στροφές οι τροχοί ενός οχήματος δεν έχουν την διεύθυνση της κίνησης του, αλλά σχηματίζουν με την διεύθυνση αυτή μικρές γωνίες που ονομάζονται γωνίες ολίσθησης, απαραίτητες για την δημιουργία δυνάμεων πρόσφυσης στην εγκάρσια διεύθυνση, που αναγκάζουν το αυτοκίνητο να ακολουθεί καμπύλη τροχιά. Όταν οι εμπρόσθιοι τροχοί βρίσκονται σε μεγαλύτερες γωνίες ολίσθησης από τους οπίσθιους τότε το όχημα "υποστρέφει", τείνει δηλαδή να απομακρυνθεί με το εμπρόσθιο μέρος από την πορεία του (Σχήμα 87.1).

Στην αντίθετη περίπτωση όταν δηλαδή οι γωνίες ολίσθησης των οπίσθιων τροχών είναι μεγαλύτερες από αυτές των εμπρόσθιων τότε το όχημα "υπέρστρέφει" (Σχήμα 87.2). Όταν οι γωνίες ολίσθησης των εμπρόσθιων και των οπίσθιων τροχών είναι ίσες τότε θεωρείται ότι το όχημα συμπεριφέρεται ουδέτερα (Σχήμα 87.3).



Σχήμα 87. Αναπαράσταση τριών εκδοχών ελιγμού στροφής. Υποστροφή
- υπερστροφή – επιτυχής διέλευση.

Εξετάζοντας ένα όχημα που στρίβει από την είσοδο έως την έξοδο της στροφής (Σχήμα 87) παρατηρούμε ότι στην πραγματικότητα η κίνησή του είναι η σύνθεση δύο κινήσεων: μίας περιστροφής του κέντρου βάρους του οχήματος κατά θ μοίρες γύρω από το κέντρο της στροφής O και μίας περιστροφής του ίδιου του οχήματος, επίσης κατά θ μοίρες, γύρω από το κέντρο βάρους του. Κατά την διάρκεια της στροφής το όχημα εμφανίζει γωνιακή ταχύτητα γύρω από τον εαυτό του. Έτσι εάν π.χ το όχημα σε τρία δευτερόλεπτα διαγράφει στροφή 90 μοιρών αυτό σημαίνει ότι σε κάθε δευτερόλεπτο εκτελεί μία περιστροφή γύρω από το κέντρο βάρους του 30 μοιρών. Πριν την είσοδο του οχήματος στην στροφή αυτή ήταν μηδέν.

Η γωνιακή αυτή ταχύτητα αποκτήθηκε στην είσοδο της στροφής, όπου ο οδηγός στρίβοντας το πηδάλιο αυξάνει τις γωνίες ολίσθησης των κατευθυντήριων τροχών με αποτέλεσμα το εμπρός μέρος του οχήματος να κατευθύνεται προς το εσωτερικό της στροφής προκαλώντας περιστροφή ολόκληρου του οχήματος. Άρα στην είσοδο της στροφής το όχημα επιταχύνεται γωνιακά γύρω από το κέντρο βάρους του που καθιστά την φάση αυτή της κίνησής του εξαιρετικά κρίσιμη.

Στην πραγματικότητα η επιτυχημένη διέλευση από μία στροφή δεν είναι τίποτα περισσότερο από τον συγχρονισμό των δύο παραπάνω περιστροφών και πολλές φορές τα λίγα μέτρα που έχει διανύσει το αυτοκίνητο κατά την είσοδο του σε μία στροφή θα καθορίσουν τι θα συμβεί στην συνέχεια, ιδιαίτερα όταν το όχημα κινείται με μεγάλη

ταχύτητα. Στις μικρές ταχύτητες οι εμπρός τροχοί παραμένουν στραμμένοι υπό σταθερή γωνία παρέχοντας ακριβώς όση εγκάρσια δύναμη πρόσφυσης απαιτούν οι περιστάσεις και όλα εξελίσσονται ομαλά. Όσο μεγαλώνει η ταχύτητα εισόδου στη στροφή μειώνεται ο διαθέσιμος χρόνος για την διαγραφή της και απαιτείται μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του οχήματος γύρω από το κέντρο βάρους του, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο συγχρονισμός των δύο κινήσεων. Ο χρόνος στον οποίο πρέπει να αποκτηθεί η γωνιακή αυτή ταχύτητα είναι μικρότερος και απαιτείται μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση από ότι στις μικρές ταχύτητες και κατά συνέπεια οι χειρισμοί πρέπει να είναι ακριβέστατοι. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να φτάσει η γωνιακή ταχύτητα την τελική της τιμή πολύ συχνά συγκρίνεται με το μήκος της μισής στροφής. Πιθανά λάθη στους χειρισμούς εισόδου μπορούν να αποβούν μοιραία για την διατήρηση του οχήματος στην πορεία του.

Η απώλεια ελέγχου της πορείας ενός οχήματος οφείλεται τις περισσότερες φορές σε λάθος στην είσοδο της στροφής. Αν στο αρχικό αυτό στάδιο ο οδηγός δεν προλάβει να προκαλέσει αρκετή περιστροφή γύρω από το κέντρο βάρους, θα βρεθεί στην συνέχεια σε κατάσταση έντονης υποστροφής (Σχήμα 87.1 α), όπου πολύ λίγα πράγματα μπορεί να κάνει εκτός του να διατηρήσει τους κατευθυντήριους τροχούς κοντά στις βέλτιστες τιμές της γωνίας ολίσθησης αποφεύγοντας όμως ακινητοποίηση των τροχών, που μπορεί να προκαλέσει έντονη πλευρική ολίσθηση του αυτοκινήτου και ολική απώλεια ελέγχου. Αν ο οδηγός στρίψει απότομα το πηδάλιο πέραν των βέλτιστων γωνιών ολίσθησης, μειώνοντας κι άλλο τις δυνάμεις πρόσφυσης των κατευθυντήριων τροχών, που αρχίζουν να ολισθαίνουν έντονα, ή επιπλέον εφαρμόσει πέδηση έκτακτης ανάγκης, δυο εκδοχές υπάρχουν. Αν οι συνθήκες του οδοστρώματος είναι κατάλληλες, οι δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται στα ελαστικά θα ακινητοποιήσουν το όχημα πριν βγει από τον δρόμο ή περάσει στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Ελλοχεύει όμως ο κίνδυνος, οι υπερβολικά στραμμένοι τροχοί να ανακτήσουν απότομα την ήδη μειωμένη πρόσφυσή τους λόγω της μείωσης της ταχύτητας και σε συνδυασμό με την απελευθέρωση του ποδωστηρίου επιταχύνσεως (γκάζι) για εφαρμογή πέδησης, να προκληθεί εντονότατη υπερστροφή του οχήματος που συνήθως οδηγεί σε απώλεια ελέγχου και έξοδο από το δρόμο.

Αν αντίθετα οι χειρισμοί στην είσοδο μίας στροφής είναι υπερβολικοί (Σχήμα 87.2 β) η περιστροφή γύρω από το κέντρο βάρους θα είναι ταχύτερη από όσο πρέπει, με αποτέλεσμα να προκληθεί υπερστροφή η οποία για να διορθωθεί απαιτεί αναστροφή φορά στο πηδάλιο διεύθυνσεως – («ανάποδο τιμόνι» κατά τους οδηγούς αγώνων) και Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Κατασκευαστικός Τομέας 95

λογική πρόσδοση ισχύος, κάτι εξαιρετικά δύσκολο για τον συνηθισμένο οδηγό. Το πιθανότερο είναι ο οδηγός να μην προλάβει να ελέγξει την υπερστροφή οπότε το όχημα θα στραφεί προς την εσωτερική πλευρά του δρόμου (Σχήμα 87.2 γ), ή να "υπερδιορθώσει" δηλαδή να στρίψει υπερβολικά αντίθετα το πηδάλιο, που σε συνδυασμό με την ανάκτηση της πρόσφυσης των οπίσθιων τροχών οδηγεί σε υπερστροφή του οχήματος προς την αντίθετη όμως κατεύθυνση (Σχήμα

87.2 δ). Στην συνέχεια επαναλαμβάνεται το ίδιο σφάλμα μία - δύο φορές και το αυτοκίνητο καταλήγει εκτός δρόμου [2-6]. Στο Σχήμα (87.2 ε) φαίνεται η επιτυχής ολοκλήρωση ελιγμού στροφής.

Στην περίπτωση που εξετάζεται το επιβατικό όχημα βρέθηκε σε κατάσταση υπερστροφής από χειρισμούς που περιγράφονται ανωτέρω και με ταχύτητα ανώτερη της επιτρεπόμενης από την ακτίνα καμπυλότητας της στροφής και το συντελεστή τριβής του οδοστρώματος.

4.5 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΩΤΡΟΥ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΤΡΟΧΟΥ

Στο Σχήμα 88 φαίνεται ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός του PPA-3050 (EIX) και οι τρεις ακτίνες που ήρθαν σε επαφή με το ρείθρο του πεζοδρομίου κατά την αρχική σύγκρουση.



Σχήμα 88. PPA-3050 (EIX) BMW M3, τρεις ακτίνες και το κάτω μέρος της στεφάνης του εμπρόσθιου αριστερού τροχού που συγκρούστηκε με το ρείθρο του πεζοδρομίου.

Ο τροχός αποτελείται από 10 δίδυμες ακτίνες ελάχιστης διατομής στο άκρο που μετρήθηκε 16x22 χιλ. (0,016x0,022 μ.). Θεωρώντας ότι τρεις διπλές ακτίνες του τροχού συγκρούονται με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου και αστοχούν στο σημείο σύνδεσης με τη στεφάνη του σώτρου, οι συνθήκες φόρτισης αντιστοιχούν σε συνδυασμένη φόρτιση κάμψης και διάτμησης και η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση τ_{max} που αναπτύσσεται υπολογίζεται ως [1]

$$\tau_{max} = \frac{3V}{2A} \quad \text{—} \quad (5)$$

όπου V η διατμητική δύναμη, A η επιφάνεια της διατομής.

Τα σώτρα των τροχών ελαφρών κραμάτων αλουμινίου συνήθως χαρακτηρίζονται από τη χημική τους σύνθεση και ανάλογα με τους κατασκευαστές. Συνήθη κράματα στην αυτοκινητοβιομηχανία αποτελούντο Al 6061-T6H και Alloy A356. Οι μηχανικές ιδιότητες των κραμάτων αυτών είναι με μικρές διαφοροποιήσεις: τάση διαρροής 220 MPa, μέγιστη τάση εφελκυσμού 265 MPa, μέτρο ελαστικότητας 70 GPa. Από πειραματικές μετρήσεις διαθέσιμες στη βιβλιογραφία φαίνεται ότι η μέγιστη τάση που μπορεί να αναπτυχθεί στη διατομή ακτίνας πριν τη διαρροή είναι 276 MPa.

Για διατομή κάθε ακτίνας 0,016μ. x 0,022 μ. η επιφάνεια διατομής υπολογίζεται ως $A=0,000352 \text{ m}^2$. Τότε, από την Εξ. (5) υπολογίζεται η ελάχιστη δύναμη που προκαλεί την αστοχία μιας μονής ακτίνας του σώτρου ως:

$$V = \frac{2AT_{max}}{3} \quad (6)$$

Από την Εξ. (6) υπολογίζεται η ελάχιστη δύναμη που εφαρμόζεται για την αστοχία τριών διπλών ακτίνων ως: $V = 388608 \text{ N}$. Ο τροχός υποχώρησε κατά $dS = 150 \text{ χιλ.}$ (Σχήμα 51) και επομένως το έργο που παράγεται από την εφαρμογή της δύναμης V υπολογίζεται ως

$$E_w = V dS = 388608 \text{ N} * 0,15 \text{ m} = 58291 \text{ J}$$

4.6 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

Στο Σχήμα 89 φαίνεται ο κάτω βραχίονας του εμπρόσθιου αριστερού τροχού που παραμορφώθηκε κατά τη σύγκρουση με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 89. BMW M3 επιβατικό όχημα, ο κάτω βραχίονας της ανάρτησης, ορθογωνική διατομή

Οι συνθήκες φόρτισης αντιστοιχούν και εδώ σε συνδυασμένη φόρτιση κάμψης και διάτμησης και από την Εξ. (6) υπολογίζεται η ελάχιστη δύναμη που προκαλεί την αστοχία του κάτω βραχίονα με ελάχιστη διατομή στο άκρο όπου και η παραμόρφωση ως: $V = 242880 \text{ N}$. Το άκρο του κάτω βραχίονα υποχώρησε κατά $dS = 150 \text{ χιλ.}$ (Σχήμα 51) και επομένως το έργο που παράγεται από την εφαρμογή της δύναμης V υπολογίζεται ως [1]

$$E_{AF} = V dS = 388608 \text{ N} * 0,15 \text{ m} = 36432 \text{ J}$$

Παρόμοιες συνθήκες συνδυασμένης φόρτισης κάμψης και διάτμησης αντιστοιχούν και για την παραμόρφωση του οπίσθιου βραχίονα ανάρτησης και θα θεωρηθεί εδώ 50% της ενέργειας παραμόρφωσης του κάτω βραχίονα του εμπρόσθιου τροχού.

$$E_{AR} = 18216 \text{ J}$$

4.7 ΘΡΑΥΞΗ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Στο Σχήμα 90 άνω φαίνεται ο βραχίονας του συστήματος διεύθυνσεως του εμπρόσθιου αριστερού τροχού. Κατά τη σύγκρουση με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου υπέστη θραύση το εσωτερικό τμήμα του βραχίονα ελέγχου (Σχ. 90).



Σχήμα 90. BMW M3 επιβατικό όχημα, άνω: ο εσωτερικός βραχίονας ελέγχου του συστήματος διεύθυνσεως αριστερά έχει υποστεί θραύση από λυγισμό, μέσο: ο πλήρης βραχίονας ελέγχου, κάτω ο εσωτερικός βραχίονας μήκους 120 χιλ.

Στο Σχήμα 90 στο μέσο φαίνεται το ανταλλακτικό τεμάχιο για το αυτοκίνητο που εξετάζεται και διακρίνεται το εσωτερικό τμήμα του βραχίονα μήκους 120 χιλ. και διαμέτρου 13 χιλ. Το μήκος του εξωτερικού τμήματος του συνδετήριου βραχίονα ελέγχου μετρήθηκε 290 χιλ. Η θραύση της συνδετήριας ράβδου προήλθε από λυγισμό εκ του θλιπτικού φορτίου που καταπόνησε το συνδετήριο μέλος του βραχίονα διεύθυνσης κατά τη σύγκρουση με το ρεϊθρο [1].

Ο λυγισμός εμφανίζεται σε λεπτούς φορείς, όταν η ακτίνα είναι μικρότερη από το μήκος. Ο λυγισμός του κυλινδρικού μέλους της εσωτερικής συνδετήριας ράβδου (Σχήμα 90) προκλήθηκε από την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας κατά τη σύγκρουση (κατάσταση αστάθειας) και οδήγησε στη θραύση του στοιχείου. Κατά το λυγισμό το φορτίο που προκαλεί την καταστροφή δεν δημιουργεί τάσεις στην περιοχή της μέγιστης αντοχής του υλικού. Αντί αυτών το κρίσιμο μέγιστο θλιπτικό φορτίο P_{cr} (N) που προκαλεί λυγισμό στην κυλινδρική δοκό υπολογίζεται από την Εξίσωση Euler ως [1]

$$P_{cr} = \pi^2 \times E \times I / L^2 \quad (7)$$

όπου, $E = 210 \text{ GPa}$ το μέτρο ελαστικότητας του χάλυβα ($210 \times 10^9 \text{ N/m}^2$). $I = \pi \times R^4 / 4$ η ροπή αδρανείας της κυκλικής διατομής, $R = 0,065 \text{ m}$, $I = 1,40 \text{ E-}09 \text{ m}^4$. L ενεργό μήκος της ράβδου 0,12 m.

Από την Εξίσωση (7) υπολογίζεται το ελάχιστο κρίσιμο θλιπτικό φορτίο για την αστοχία της ράβδου ως $P_{cr} = 50450 \text{ N}$

Το έργο που παράγεται από την εφαρμογή της δύναμης P_{cr} υπολογίζεται ως

$$E_p = P_{cr} dS = 50450 \text{ N} * 0,15 \text{ m} = 7600 \text{ J}$$

4.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΕΡΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΟΝΑ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟ

Για τη φάση περιστροφής του οχήματος κατά 45 μοίρες που ακολουθεί την αρχική σύγκρουση με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου, θα υπολογισθεί η αντίστοιχη κινητική ενέργεια που αναλώνεται. Για ένα σώμα που εκτελεί περιστροφική κίνηση, η κινητική του ενέργεια είναι [1]:

$$E_s = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (8)$$

όπου I η ροπή αδράνειας του σώματος και ω η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής.

Η ροπή αδρανείας I του BMW μπορεί να υπολογισθεί με προσεγγιστική μέθοδο ως ακολούθως [2-6]:

$$I = 2.86 M - 1315 \text{ kgm}^2 \quad (9)$$

όπου $M = 1750 \text{ kg}$ η μάζα του οχήματος. Επομένως η ροπή αδρανείας υπολογίζεται ως

$$I = 3690 \text{ kgm}^2$$

Όμως, ισχύει ότι η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής περί τον κατακόρυφο άξονα [16] είναι:

$$\omega^2 = 4gf\theta/WB \quad (10)$$

όπου $f = 0.65$, συντελεστής τριβής για στεγνό οδόστρωμα, $WB = 2,73 \text{ μ.μεταξόνιο}$.

Θεωρώντας γωνία περιστροφής του BMW $\theta = 45^\circ$ ή $\theta = 0,78 \text{ rad}$, η Εξ. (10) δίνει

$$\omega = 5.83 \text{ rad/s}$$

και η ενέργεια που αναλώνεται για την περιστροφή υπολογίζεται από την Εξ. (9) ως:

$$E_R = 13600 \text{ Joule}$$

Το όχημα ανέρχεται δύο φορές στα κατάντι πεζοδρόμια. Η ενέργεια που αναλώνεται θεωρώντας $\Delta h = 0,1 \text{ μ.}$ ανύψωση του Κ.Β. του οχήματος, δεδομένου ότι το μισό όχημα ανυψώνεται κάθε φορά, υπολογίζεται ως:

$$E_H = M g \Delta h \quad (11)$$

όπου M η μάζα του οχήματος και $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Η ενέργεια ανύψωσης στα δύο πεζοδρόμια υπολογίζεται ως:

$$E_H = 3433 \text{ J}$$

4.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Από τη σύγκρουση με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο προκλήθηκαν οι παραμορφώσεις του αμαξώματος που φαίνονται στα Σχήματα 45-50. Παρατηρείται σημαντική παραμόρφωση στο βραχίονα ανάρτησης του οπίσθιου αριστερού τροχού (Σχήμα 76). Οι βλάβες στο αμάξωμα εμφανίζονται σε περιοχή του αμαξώματος με ενίσχυση ακαμψίας εκ της στέψης του θόλου του οπίσθιου τροχού. Εσωτερικά του αμαξώματος βρίσκεται ο μηχανισμός της ανακλινόμενης οροφής που ενισχύει σημαντικά το αμάξωμα και διακρίνεται ότι κατά τόπους παρεμπόδιζε τις παραμορφώσεις.

Το μήκος της επιφάνειας παραμόρφωσης μετρήθηκε 1250 χιλ. και το μέγιστο βάθος παραμόρφωσης 150 χιλ. Θεωρώντας μέση τιμή παραμόρφωσης $C_{avg} = 0,10 \text{ μ.}$ και μήκος της επιφάνειας που παραμορφώθηκε $w = 1,25 \text{ μ.}$, η ενέργεια παραμόρφωσης E_c για το BMW M3 λόγω της σύγκρουσης υπολογίζεται ως [2-5]

$$\sqrt{\frac{2E_c}{w}} = d_0 + d_1 C_{avg} \quad (12)$$

όπου οι συντελεστές $d_0 = 63,3(\sqrt{\text{Newton}})$ και $d_1 = 750 \left(\frac{\sqrt{\text{Newton}}}{\text{m}} \right)$ εφαρμόζονται για πλευρικές συγκρούσεις και οχήματα με μεταξόνιο μεταξύ 2,58 μ. και 2,80 μ. .

Η ενέργεια παραμόρφωσης για το BMW M3 υπολογίζεται από την Εξίσωση (12) ως

$$E_c = 17200 \text{ J.}$$

4.10 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΔΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΑΓΙΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

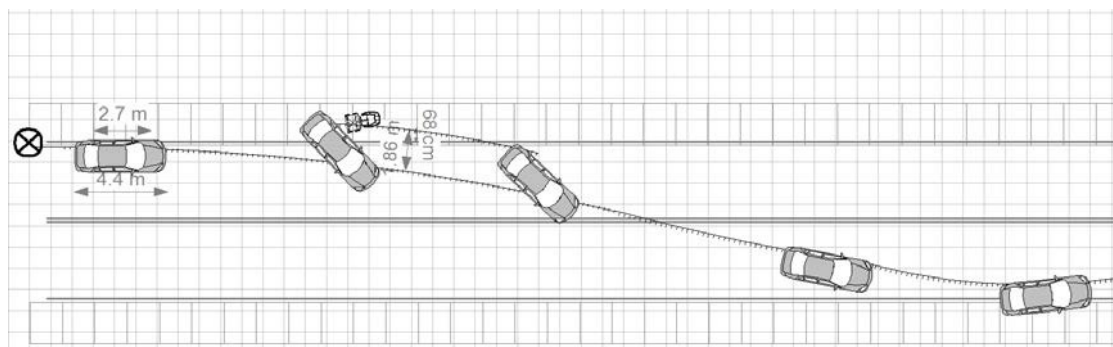
Από τις βλάβες και παραμορφώσεις από τη σύγκρουση με το ρεϊθρο του πεζοδρομίου ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός ακινητοποιήθηκε κατά την αρχική σύγκρουση και λειτούργησε ως πέδη μέχρι την ακινητοποίηση του οχήματος. Το σύστημα πέδησης του εμπρόσθιου δεξιού τροχού δεν λειτουργούσε μετά την αρχική σύγκρουση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου. Κατά τον έλεγχο στο ΚΤΕΟ διαπιστώθηκε ότι λειτουργούσε κανονικά το σύστημα πέδησης των τροχών στον οπίσθιο άξονα. Λειτουργούσε το δευτέρο κύκλωμα πέδησης εκ της απώλειας υδραυλικού ελαίου από τη σιαγόνα του εμπρόσθιου αριστερού τροχού.

Το έργο πέδησης W υπολογίζεται ως το γινόμενο της δύναμης πέδησης F_i κάθε τροχού επί την απόσταση που διανύει ο τροχός S_m . Δηλαδή:

$$W = \sum F_i s_m \quad (13)$$

όπου $F_i = M_i g \phi$, M_i η μάζα του οχήματος που αντιστοιχεί σε κάθε τροχό. Θεωρώντας κατανομή φορτίου για το όχημα που εξετάζεται 60-40 στον εμπρόσθιο και οπίσθιο άξονα αντίστοιχα, το κατακόρυφο φορτίο στον εμπρόσθιο αριστερό τροχό υπολογίζεται 5150 N και το φορτίο σε κάθε οπίσθιο τροχό 3433 N.

Από το αρχικό σημείο σύγκρουσης στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως το σημείο που το επιβατικό όχημα προσεγγίζει το κατάντι πεζοδρόμιο η απόσταση μετρήθηκε 65μ., Σχήμα 91. Στην διαδρομή αυτή ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός είναι ακινητοποιημένος και ο συντελεστής τριβής με το οδόστρωμα λαμβάνεται ως $\mu = 0,65$. Οι δύο οπίσθιοι τροχοί πλαγιολισθαίνουν και ο συντελεστής τριβής λαμβάνεται $\mu = 0,4$.



Σχήμα 91. Η διαδρομή από το αρχικό σημείο σύγκρουσης στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως το σημείο που το επιβατικό όχημα προσεγγίζει το κατάντι πεζοδρόμιο και ανέρχεται η απόσταση μετρήθηκε 65μ..

Το έργο που αναλώνεται για το πρώτο τμήμα της διαδρομής υπολογίζεται από την Εξίσωση (13) ως:

$$W_1 = 396140 \text{ J}$$

Στο δεύτερο μέρος της διαδρομής κατά την άνοδο στο κατάντι πεζοδρόμιο έως την τελική θέση του οχήματος ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός εξακολουθεί να είναι ακινητοποιημένος και ο συντελεστής τριβής με το οδόστρωμα λαμβάνεται ως $\mu = 0,65$. Οι δύο οπίσθιοι τροχοί βρίσκονται υπό πέδηση και ο συντελεστής τριβής λαμβάνεται $\mu = 0,65$. Το έργο που αναλώνεται για το δεύτερο τμήμα της διαδρομής υπολογίζεται από την Εξίσωση (13) ως:

$$W_2 = 663953 \text{ J}$$

Η ενέργεια που καταναλώνεται από την αρχική πρόσκρουση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως ότου ακινητοποιηθεί το όχημα υπολογίζεται ως:

$$E = E_w + E_{AF} + E_{AR} + E_P + E_R + E_H + E_c + W_1 + W_2 = 1197665 \text{ J}$$

Η ενέργεια που καταναλώνεται από την αρχική πρόσκρουση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου έως ότου ακινητοποιηθεί το όχημα ισούται με την κινητική ενέργεια που είχε το όχημα κατά την έναρξη του χειρισμού πέδησης. Η αρχική κινητική ενέργεια E_T πριν τη σύγκρουση υπολογίζεται ως

$$E_T = \frac{1}{2} M v^2 \quad (14)$$

όπου M η μάζα του οχήματος και v η ταχύτητα τη στιγμή της σύγκρουσης.

Από την επίλυση της Εξίσωσης 14 υπολογίζεται η ταχύτητα τη στιγμή της σύγκρουσης ως

$$v = 37 \text{ μ./δευτ. ή } 133 \text{ χλμ./ώρα.}$$

Από την ανωτέρω ταχύτητα και το γεγονός ότι ο οδηγός αντιδρά για πρώτη φορά πριν την άνοδο στο κατάντι πεζοδρόμιο και σε απόσταση περίτα 65 μ. εκτιμάται ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού μικρότερος των 2 δευτερολέπτων, μεγαλύτερος όμως του 1 δευτ. για το μέσο υγιή οδηγό.

4.11 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΑΜΑΞΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΡΕΦΟΥΣ

Από τις μετρήσεις που φαίνονται στα Σχήματα 11 και 12 προκύπτει ότι η απόσταση εκτόξευσης του αμαξιδίου και του επιβάτη του είναι 16,90 μ. Η αρχική ταχύτητα βολής v_0 σώματος (ταχύτητα έναρξης της εναέριας τροχιάς) υπολογίζεται από την εξίσωση [7,9]

$$v_0 = \frac{\sqrt{gx^2}}{2 \cos^2 \theta (x \tan \theta + z)} \quad (15)$$

όπου $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας, $x = 16.90 \text{ μ.}$ η απόσταση βολής (βεληνεκές), θ η γωνία βολής και $z = -0.30 \text{ μ.}$ το ύψος βολής που λαμβάνεται με αρνητική τιμή εκ της καθοδικής πορείας της βολής. Στην περίπτωση που εξετάζεται βρέθηκαν ίχνη του αμαξιδίου 5 μ. μετά το σημείο αρχικής σύγκρουσης και θα θεωρηθεί γωνία εκτόξευσης $4,5^\circ$. Η επίλυση της Εξίσωσης (15) δίνει τιμή αρχικής ταχύτητας βολής:

$$v_0 = 36,7 \text{ μ./δευτ. ή } 132 \text{ χλμ./ώρα.}$$

Η ταχύτητα που υπολογίζεται είναι παρόμοια της ταχύτητας που υπολογίσθηκε ανωτέρω. Να σημειωθεί εδώ ότι η ταχύτητα στην παρούσα φάση έχει ήδη μειωθεί από τη σύγκρουση στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου και την περιστροφή του οχήματος περί κατακόρυφο άξονα και την τριβή των τροχών στο οδόστρωμα.



Σχήμα 92. Το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος που συγκρούστηκε με το παιδικό αμαξίδιο και την πεζή. Η σύγκρουση του αμαξιδίου με το όχημα έγινε με την εμπρόσθια αριστερή πλευρά



Σχήμα 93. Το παιδικό αμαξίδιο όπως παραλήφθηκε και η δεξιά πλευρά

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των στοιχείων που προηγήθηκε προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα αποτελέσματα της εξέτασης του επιβατικού οχήματος BMW τύπου M3 SERIES E46 όπως περιγράφονται λεπτομερώς στην Παράγραφο 3 (3.2.1 και 3.2.2) της παρούσης εκθέσεως διαπιστώθηκε η ταυτότητα του οχήματος ως προς τον αριθμό πλαισίου. Ο αριθμός κινητήρα δεν ταυτοποιήθηκε. Η ένδειξη οδομέτρου ήταν κατά τον έλεγχο 141.860 χλμ. και το όχημα διέθετε κατά τον έλεγχο πιστοποιητικό ΚΤΕΟ σε ισχύ. Δεν διαπιστώθηκε αλλαγή κύριων χαρακτηριστικών ανάρτησης, κινητήρα και καυσίμου. Οι τροχοί και τα ελαστικά έχουν τροποποιηθεί από τα προβλεπόμενα από τον κατασκευαστή και οι διαπιστώσεις περιγράφονται στην Παράγραφο 3.2.3 και στη συνέχεια.

Ενεργοποιήθηκαν ο πλευρικός αερόσακος της θύρας οδηγού και οι δοκοί προστασίας ανατροπής. Η ενεργοποίηση του αερόσακου της θύρας οδηγού υποδηλώνει πλευρική σύγκρουση στην αριστερή πλευρά και των δοκών προστασίας ανατροπής εκ της ανυψώσεως του οπίσθιου μέρους του οχήματος από το έδαφος κατά την άνοδο στο πεζοδρόμιο (Παρ. 3.2.1).

Το όχημα εξετάστηκε στο ΚΤΕΟ Πατρών και δεν διαπιστώθηκαν βλάβες ή δυσλειτουργίες προ του ατυχήματος όπως περιγράφεται στην Παράγραφο 3.2.

Το σύστημα διεύθυνσης και τροχοπέδησης υπέστη ζημιές κατά το ατύχημα όπως περιγράφεται στην Παράγραφο 3.2.4. Ο εξοπλισμός διεύθυνσης- πέδησης (ABS, ESP, EBS) υπέστη ομοίως ζημιές κατά το ατύχημα και περιγράφεται στην Παράγραφο 3.2.1

Κατά την εξέταση του οχήματος διαπιστώθηκε ότι ο φωτισμός και η φωτεινή σήμανση του οχήματος λειτουργούσαν κανονικά και μετά το ατύχημα (Παρ. 3.2.1).

Τα ελαστικά στον εμπρόσθιο άξονα είχαν διαστάσεις 235/35 ZR19 αντί του προβλεπόμενου 225/40 R19 και στον οπίσθιο άξονα 265/30 ZR19 αντί του προβλεπόμενου 255/35 R19 οι πιέσεις ελαστικών των τροχών που δειχνόταν βλάβες ως: εμπρός δεξιά 38 psi, οπίσθιος αριστερά – 35 psi, οπίσθιος δεξιά - 36 psi. Η ακριβής τήρηση των πιέσεων ελαστικών τροχών σε οχήματα υψηλών επιδόσεων όπως το εξεταζόμενο και για οδήγηση στο όριο πρόσφυσης των ελαστικών στο οδόστρωμα είναι κρίσιμη για την οδική ασφάλεια (Παρ. 3.2.3).

Δεν διαπιστώθηκε προηγούμενη σύγκρουση πριν το ατύχημα που εξετάζεται.

Οι τροχοί και τα εξαρτήματα των συστημάτων διεύθυνσης, πέδησης και ανάρτησης ελέγχθηκαν στο ΚΤΕΟ Πατρών και διαπιστώθηκε ότι βρίσκονταν σε καλή κατάσταση πριν το ατύχημα, οι βλάβες σχετίζονται το ατύχημα που εξετάζεται και περιγράφονται στην Παράγραφο 3.2.

Οι βλάβες στο αμάξωμα περιγράφονται στην Παράγραφο 3.2.2. Από τον έλεγχο του κάτω μέρους του οχήματος δεν φαίνονται ίχνη επαφής με την πεζή και το παιδικό αμαξίδιο.

Το επιβατικό αυτοκίνητο, εξετράπη της πορείας του κατά την έξοδο από στροφή, με συνέπεια την πρόσκρουσή του εμπρόσθιου αριστερού τροχού στο ρείθρο του πεζοδρομίου από σκυρόδεμα και αριστερά της πορείας του. Μετά την αρχική σύγκρουση το επιβατικό όχημα περιστρέφεται ωρολογιακά περί τον κατακόρυφο άξονά του, το οπίσθιο αριστερό τμήμα του αμαξώματος βρέθηκε επί του πεζοδρομίου με αποτέλεσμα την παράσυρση της πεζής και του αμαξιδίου. Από τη σύγκρουση τραυματίστηκε θανάσιμα η 67χρονη γυναίκα και το ενός έτους εγγόνι της,

Μετά την αρχική σύγκρουση στο ρείθρο του πεζοδρομίου και την παράσυρση της πεζής και του αμαξιδίου με τον επιβάτη το επιβατικό όχημα ακινητοποιήθηκε επί του οδοστρώματος σε απόσταση 150 μέτρων από το σημείο της πρώτης πρόσκρουσης. Το επιβατικό όχημα υπέστη ζημιές στον εμπρόσθιο αριστερό τροχό, το σύστημα αναρτήσεως εμπρός αριστερά, το σύστημα διευσθύνσεως, το σύστημα πεδήσεως στον εμπρόσθιο άξονα, το οπίσθιο αριστερό φτερό και τον οπίσθιο προφυλακτήρα.

Οι ζημιές του οχήματος ταυτοποιούνται και αντιστοιχούν στις εξής διαδοχικές φάσεις της εξέλιξης του ατυχήματος:

Πρόσκρουση του εμπρόσθιου αριστερού τροχού επί του ρείθρου του πεζοδρομίου. Κατά την πρόσκρουση παραμορφώθηκε το σώμα του τροχού, ακολούθησε απώλεια πίεσεως του ελαστικού, θραύση του δίσκου του μηχανισμού πεδήσεως του αριστερού εμπρόσθιου τροχού, παραμόρφωση των βραχιόνων ανάρτησης, εξάρμοση του σφαιρικού συνδέσμου συγκράτησης και περιστροφής του τροχού. Από τις βλάβες και παραμορφώσεις αυτές ο εμπρόσθιος αριστερός τροχός ακινητοποιήθηκε κατά την αρχική σύγκρουση. Εκ των ιχνών στο οδόστρωμα από το σημείο σύγκρουσης μέχρι το σημείο ακινητοποίησης του οχήματος συνάγεται ότι αυτά αντιστοιχούν στον ακινητοποιημένο εμπρόσθιο τροχό ο οποίος, δεν κυλίζει αλλά ολισθαίνει κατά την επαφή με το οδόστρωμα.

Η πρώτη πρόσκρουση του αριστερού τροχού του οχήματος στο ρείθρο του πεζοδρομίου περιέστρεψε το σύστημα διεύθυνσεως προς τα δεξιά και προκάλεσε την καμπύλη τροχιά του επιβατικού προς τα δεξιά και προς το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του. Μετά την κάθοδο στο οδόστρωμα το όχημα κινείται προς τα δεξιά και το αρχικό ρεύμα κυκλοφορίας του υπό πέδηση ενός εμπρόσθιου τροχού και πλαγιολίσθηση των υπολοίπων και σε απόσταση 60 μ.

Οι παραμορφώσεις, τα ίχνη ξέσεων αλουμινίου και τα ίχνη ερυθρού χρώματος που ανιχνεύονται στο οπίσθιο αριστερό φτερό όπισθεν της θύρας οδηγού και επί της στέψης του ανοίγματος του οπίσθιου αριστερού τροχού που εξέρχει του αμαξώματος, προκλήθηκαν από την επαφή του τμήματος του αμαξώματος με την πεζή γυναίκα και το παιδικό αμαξίδιο. Ίχνη ιστών και ενδυμάτων επί του οπίσθιου αριστερού τροχού αντιστοιχούν σε επαφή του τροχού με την πεζή.

Το παιδικό αμαξίδιο και ο επιβάτης του εκτινάχθηκαν σε απόσταση

16.90 μέτρων από το σημείο σύγκρουσης

Μετά την κάθοδο στο οδόστρωμα κατά την διαγώνια πορεία προς τα δεξιά οι δεξιοί τροχοί του οχήματος ανέρχονται στο πεζοδρόμιο του ρεύματος κυκλοφορίας Πάτρα-Κόρινθος, το όχημα κατευθύνεται προς το στυλό ηλεκτροφωτισμού και τους κάδους σκουπιδιών σε απόσταση 70 μ. από το αρχικό σημείο σύγκρουσης, ο οδηγός τα αποφεύγει με στροφή αριστερά και κάθοδο από το πεζοδρόμιο και το όχημα ακινητοποιείται στο μέσο του οδοστρώματος 150 μ. μακριά από το σημείο της αρχικής πρόσκρουσης στο πεζοδρόμιο.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει η ταχύτητα του επιβατικού οχήματος κατά την αρχική σύγκρουση με το ρείθρο του πεζοδρομίου 37 μ./δευτ. ή 133 χλμ./ώρα. Παρόμοια ταχύτητα προκύπτει από τον υπολογισμό της αρχικής ταχύτητας βολής του παιδικού αμαξιδίου με τον επιβάτη του, 36,7 μ./δευτ. ή 132 χλμ./ώρα.

Η απώλεια ελέγχου του BMW M3 στη Χ.Θ. 101.700 της Π.Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών στην είσοδο του οικισμού Καμάρες Αιγίου οφείλεται στο φαινόμενο της υπερστροφής και περιγράφεται στη Παράγραφο 4.4.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Dimarogonas, A.D., 2001. *Computer Aided Machine Design A CAD Approach*. Wiley Interscience, N.Y.
2. ΧΟΝΔΡΟΣ Θ. *Δυναμική Ανάλυση Οχημάτων* Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Πάτρα 2012.
3. Artamonov M.D., V.A. Ilarionov and M. M. Morin, 1976, *Motor Vehicles, Fundamentals and Design*, MIR Publishers, Moscow.
4. Franck H and Franck D., 2010, *Mathematical Methods for Accident Reconstruction, A Forensic Engineering Perspective*, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL.
5. Brach R. and M. Brach 2005 *Vehicle Accident Analysis and Reconstruction Methods* SAE International.
6. Han I., Brach R.M., 2001 Throw Model for Frontal Pedestrian Collisions, 2001-01-0898, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA. 2001.
7. L. Raslavičius, L. Bazaras, A. Keršys, V. Lukoševičius, R. Makaras, V. Eidukynas, Assessment of bicycle-car accidents under four different types of collision, *Proc. Inst. Mech. Eng. H. J. Eng. Med.* doi: 10.1177/0954411917690417
8. Toor, A., Araszewski, M., Johal, R., Overgaard, R., Happer, A., 2002 Revision and Validation of Vehicle/Pedestrian Collision Analysis Method, 2002-01-0550, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA.2002.
9. Wicher J. 2016 Uncertainty of the estimation of model parameter values in the analysis of pedestrian throw. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji* **74**(4) 105-114.
10. Yong Han, Quan Li, Fang Wang, Bingyu Wang, Koji Mizuno & Qing Zhou 2019 Analysis of pedestrian kinematics and ground impact in traffic accidents using video records, *International Journal of Crashworthiness*, **24**(2) 211-220.
11. Yiliu Weng, Xianlong Jin, Zhijie Zhaoa, Xiaoyun Zhang 2010 Car-to-pedestrian collision reconstruction with injury as an evaluation index, *Accident Analysis and Prevention* **42** 1320–1325.
12. Jun Xu, Yibing Li, Guangquan Lu, Wei Zhou 2009 Reconstruction model of vehicle impact speed in pedestrian–vehicle accident *International Journal of Impact Engineering* **36** 783–788.

