

Εφαρμογή στην Ελλάδα του Διαδραστικού Συστηματος Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών (IHSDM)

Application of the Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) in Greece

ΟΥΡΑΝΙΑ ΜΠΑΣΤΑ, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΔΡΑΓΟΜΑΝΟΒΙΤΣ, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ
ΣΟΦΙΑ ΒΑΡΔΑΚΗ, Δρ. Συνεργάτης - Ερευνήτρια ΕΜΠ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ, Καθηγητής ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Το Διαδραστικό Σύστημα Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών (IHSDM) είναι ένα λογισμικό αξιολόγησης των επιπτώσεων του γεωμετρικού σχεδιασμού στην ασφάλεια και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά υπεραστικών οδών (υφιστάμενων ή υπό μελέτη) ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού IHSDM, η περιγραφή της δοκιμαστικής εφαρμογής του στο τμήμα από Χ.Θ. 11+946,88 έως Χ.Θ. 20+658,61 της Π.Ε.Ο. Ελευσίνας-Θήβας, ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων της δοκιμαστικής εφαρμογής και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων αναφορικά με τη δυνατότητα χρήσης του στην Ελλάδα.

ABSTRACT: The Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) is a software for evaluating safety and operational effects of geometric design decisions on two-lane rural highways (existing or proposed). Objectives of the present paper are: a brief presentation of IHSDM software, presentation of a pilot study of IHSDM in the section between Km 11+946,88 and Km 20+658,61 of Eleusina - Thiva National Road, commentary of the pilot study results and the evaluation of its suitability for use in Greece.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε χρόνο ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά τον κόσμο ανέρχεται σε πάνω από ένα εκατομμύριο ενώ πολλοί περισσότεροι είναι και οι τραυματίες. Για τον λόγο αυτόν τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια από πολλές χώρες για τη βελτίωση της ασφάλειας της οδικής υποδομής. Πλέον σύμφωνα με Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Council 2008) καθίσταται υποχρεωτική η εφαρμογή διαδικασιών για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας της υποδομής των οδών που αποτελούν τμήμα του διευρωπαϊκού οδικού δικτύου.

Χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της ασφάλειας υφιστάμενων αλλά και υπό μελέτη οδών αποτελεί το Διαδραστικό Σύστημα Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών ("Interactive Highway Safety Design Model" – IHSDM). Το IHSDM είναι ένα λογισμικό αξιολόγησης των

επιπτώσεων του γεωμετρικού σχεδιασμού στην ασφάλεια και στα λειτουργικά χαρακτηριστικά υπεραστικών οδών ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Το σύστημα αναπτύχθηκε και υποστηρίζεται από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αυτοκινητοδρόμων ("Federal Highway Administration") των Η.Π.Α., διατίθεται ελεύθερα στο Διαδίκτυο και είναι σχεδιασμένο ώστε να επιτρέπει την προσαρμογή και χρήση του σε διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα, επιλέγοντας κατάλληλα τις απαιτούμενες παραμέτρους.

Το IHSDM σχεδιάστηκε ως βοήθημα στη λήψη αποφάσεων σχεδιασμού που αφορούν σε υφιστάμενες ή προτεινόμενες οδούς. Ο σχεδιασμός του βασίζεται στην εφαρμογή επιλεγμένων οδηγιών σχεδιασμού και γενικών δεδομένων, ώστε να γίνει πρόβλεψη της λειτουργίας του έργου (<http://www.tfrc.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm>).

Το σύστημα IHSDM απαρτίζεται από έξι επιμέρους υποσυστήματα:

1. Προσαρμογή σε κανονισμούς (Policy Review Module, PRM)
2. Πρόβλεψη ατυχημάτων (Crash Prediction Module, CPM)
3. Ομοιογένεια σχεδιασμού (Design Consistency Module, DCM).
4. Έλεγχος κόμβων (Intersection Review Module, IRM).
5. Κυκλοφοριακή ανάλυση (Traffic Analysis Module, TAM).
6. Οδηγός – Όχημα (Driver/Vehicle Module, DVM).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του IHSDM αφορούν στην ασφάλεια και στη λειτουργικότητα της οδού και έχουν υποστηρικτικό χαρακτήρα στη λήψη αποφάσεων για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση γενικά των οδικών έργων, χωρίς όμως να επιδιώκεται η υποκατάσταση της κρίσης των μηχανικών. Βασικό χαρακτηριστικό του IHSDM είναι ότι με τη χρήση του λογισμικού εκτιμώνται συγκεκριμένες τιμές για στοιχεία που επηρεάζουν την ασφάλεια και λειτουργικότητα της οδού, για τα οποία παλαιότερα υπήρχαν μόνο γενικές πληροφορίες.

2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ IHSDM

2.1 Προσαρμογή σε κανονισμούς ("Policy Review Module – PRM")

Η βασική λειτουργία του υποσυστήματος PRM είναι η αυτοματοποίηση του ελέγχου των χαρακτηριστικών της χάραξης βάσει του εύρους τιμών που προβλέπονται στους Αμερικανικούς Κανονισμούς AASHTO (δυνατότητα επιλογής μεταξύ των Κανονισμών των ετών 1990, 1994, 2001 και 2004).

Σκοπός του υποσυστήματος PRM είναι η παροχή οδηγιών στον μελετητή για τον σχεδιασμό της οδού, αναφέροντας μια σειρά από προτεινόμενες τιμές για ορισμένα σημαντικά μεγέθη και διαστάσεις. Ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει ποιά οδηγία είναι κατάλληλη για τη συγκεκριμένη μελέτη, καθώς και ποιά στοιχεία πρέπει να ελέγξει (IHSDM, 2008).

2.2 Πρόβλεψη ατυχημάτων ("Crash Prediction Module – CPM")

Με το υποσύστημα CPM εκτιμάται η αναμενόμενη συχνότητα και σοβαρότητα ατυχημάτων, βάσει του γεωμετρικού σχεδιασμού της οδού και των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών της. Στο υποσύστημα αυτό υπάρχει επιπλέον δυνατότητα εισαγωγής στοιχείων ατυχημάτων προηγούμενων ετών, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί συνδυαστικός έλεγχος μεταξύ των αναμενόμενων μελλοντικών ατυχημάτων και των ιστορικών στοιχείων.

Στο CPM τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων και γραφημάτων. Πιο συγκεκριμένα εξάγονται οι εξής πίνακες:

- Αναμενόμενοι δείκτες και συχνότητες ατυχημάτων.
- Κατανομή του είδους των ατυχημάτων.
- Αναμενόμενοι δείκτες και συχνότητες ατυχημάτων ανά οδικό τμήμα.
- Αναμενόμενοι δείκτες και συχνότητες ατυχημάτων ανά γεωμετρικό στοιχείο οριζοντιογραφίας.

2.3 Ομοιογένεια σχεδιασμού ("Design Consistency Module – DCM")

Η ομοιογένεια του σχεδιασμού αναφέρεται στην αρμονικότητα μεταξύ των στοιχείων της χάραξης, βάσει της οποίας εκτιμώνται οι αναμενόμενες λειτουργικές ταχύτητες και η ομοιογένεια της λειτουργικής ταχύτητας.

Με το υποσύστημα DCM γίνεται εκτίμηση δύο μεγεθών:

- η αναμενόμενη διαφορά μεταξύ της ταχύτητας μελέτης και των εκτιμώμενων ταχυτήτων V85 της οδού
- η αναμενόμενη μείωση της εκτιμώμενης ταχύτητας V85 κατά την προσέγγιση από την ευθυγραμμία στην επόμενη καμπύλη.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης παρουσιάζονται υπό μορφή πινάκων και γραφημάτων.

2.4 Έλεγχος κόμβων ("Intersection Review Module – IRM")

Στόχος του υποσυστήματος IRM είναι να ενισχύσει τους απλούς ελέγχους, παρέχοντας μία ευρεία αξιολόγηση του σχεδιασμού του κόμβου, ανάλογη με την αξιολόγηση που θα έκανε ένας έμπειρος μηχανικός. Το κύριο θέμα με το οποίο ασχολείται το IRM είναι ο εντοπισμός συνδυασμών στοιχείων

γεωμετρικού σχεδιασμού που πιθανά να υποδεικνύουν προβλήματα οδικής ασφάλειας, παρόλο που ενδέχεται οι τιμές τους να είναι εντός προδιαγραφών. Επιπλέον, με το IRM πραγματοποιείται συστηματικός έλεγχος των στοιχείων σχεδιασμού ενός κόμβου, σχετικά με την πιθανή του απόδοση όσον αφορά στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του.

Με την ολοκλήρωση της αξιολόγησης παρουσιάζονται από το σύστημα όχι μόνο τα πιθανά προβλήματα αλλά και προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπισή τους.

2.5 Κυκλοφοριακή ανάλυση ("Traffic Analysis Module – TAM")

Το υποσύστημα TAM χρησιμοποιείται για την εκτίμηση χαρακτηριστικών κυκλοφοριακών μεγεθών για την αξιολόγηση της κυκλοφοριακής ικανότητας και του επιπέδου λειτουργίας της οδού, όπως χρόνος μετακίνησης, ταχύτητα και καθυστερήσεις οχημάτων. Το TAM χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση είτε υφιστάμενων οδών είτε οδών υπό μελέτη και είναι χρήσιμο για τη σύγκριση των λειτουργικών επιπτώσεων εναλλακτικών παρεμβάσεων.

2.6 Οδηγός - Όχημα ("Driver/Vehicle Module – DVM")

Στόχος του υποσυστήματος DVM είναι η προσομοίωση της συμπεριφοράς του οδηγού όσον αφορά στον χειρισμό και έλεγχο του οχήματος (επιλογή ταχύτητας κίνησης και θέση στη λωρίδα κυκλοφορίας, πλευρική επιτάχυνση, ροπή ανατροπής κ.λπ.) στο συγκεκριμένο οδικό τμήμα, και ο εντοπισμός ενδεχόμενων συνθηκών στις οποίες ο οδηγός θα μπορούσε να χάσει τον έλεγχο του οχήματος.

Το μοντέλο προσομοίωσης του υποσυστήματος DVM βασίζεται (IHSDM, 2008) σε πειραματικά δεδομένα και μετρήσεις πεδίου. Κατά την προσομοίωση λαμβάνονται υπόψη παράμετροι που αφορούν στον τύπο του οχήματος (επιβατικό, φορτηγό), στον τύπο του οδηγού (συνήθης, επιθετικός κ.λπ.), στην εξοικείωση με τη διαδρομή, στην τάση συμμόρφωσης με το όριο ταχύτητας κ.λπ.

Κατά την αξιολόγηση εξάγονται, με την μορφή πινάκων και γραφημάτων, αποτελέσματα που αφορούν στην επιλεγείσα ταχύτητα, θέση στην λωρίδα κυκλοφορίας, πλευρική επιτάχυνση, ροπή ανατροπής, παρατηρούμενους συντελεστές τριβής κ.λπ.,

σε κάθε θέση του εξεταζόμενου οδικού τμήματος.

3. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής του Διαδραστικού Συστήματος Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών στις ελληνικές συνθήκες, πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική εφαρμογή σε τμήμα της Παλαιάς Εθνικής Οδού Ελευσίνας-Θήβας και συγκεκριμένα στο τμήμα από Χ.Θ.11+946,88 έως Χ.Θ.20+658,61.

3.1 Σχεδιασμός δοκιμαστικής εφαρμογής

Το οδικό τμήμα που επιλέχθηκε για τη δοκιμαστική εφαρμογή θεωρήθηκε σκόπιμο να ικανοποιεί τα παρακάτω κριτήρια:

1. Να έχει δύο λωρίδες κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση) χωρίς κεντρική νησίδα.
2. Να έχει υπεραστικό χαρακτήρα.
3. Να υπάρχει δυνατότητα προσδιορισμού των στοιχείων οριζοντιογραφίας, μηκοτομής και διατομών της οδού, ώστε να εισαχθούν στο IHSDM. Αναζητήθηκε δηλαδή είτε μελετηθείσα οδός, ώστε να είναι διαθέσιμα τα απαιτούμενα στοιχεία από τη μελέτη, είτε υφιστάμενη οδός όπου θα είχε πραγματοποιηθεί πρόσφατη τοπογραφική αποτύπωση.

Η επιλογή υφιστάμενης οδού εμφανίζει το πλεονέκτημα αξιοποίησης στοιχείων ατυχημάτων προηγούμενων ετών, κατά την εφαρμογή του υποσυστήματος Πρόβλεψης Ατυχημάτων (CPM), ενώ η επιλογή υπό μελέτη οδού καθιστά ευχερέστερο τον προσδιορισμό των στοιχείων οριζοντιο-γραφίας, μηκοτομής και διατομών και την εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων του συστήματος IHSDM.

Με βάση τα παραπάνω, επιλέχθηκε η πραγματοποίηση δοκιμαστικής εφαρμογής στην υφιστάμενη χάραξη της Παλαιάς Εθνικής Οδού Ελευσίνας-Θήβας και συγκεκριμένα στο τμήμα από Χ.Θ.11+946,88 έως Χ.Θ.20+658,61 (λαμβάνεται Χ.Θ.0+000 στον κόμβο με την Ε.Ο Αθηνών - Κορίνθου). Για το τμήμα αυτό χρησιμοποιήθηκε υπάρχουσα λεπτομερής γεωτοπογραφική αποτύπωση που είχε πραγματοποιηθεί από συνεργαζόμενο γραφείο μελετών οδοποιίας τον Μάιο του 2008, στο πλαίσιο μελέτης βελτίωσης της οδού.

3.2 Χαρακτηριστικά εξεταζόμενης οδού

Για την αναλυτική καταγραφή των στοιχείων και χαρακτηριστικών της οδού, πραγματοποιήθηκε επιτόπου επίσκεψη στην οδό, όπου έγινε λήψη φωτογραφικού υλικού και βίντεο.

Πρόκειται για ασφαλτοστρωμένη οδό σε ορεινό έδαφος, με μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση (πλάτους 3,50m έως 3,75m περίπου) χωρίς κεντρική διαχωριστική νησίδα. Τα δύο ρεύματα της κυκλοφορίας χωρίζονται με διπλή διαγράμμιση και σε ορισμένα τμήματα της οδού υπάρχει ανασφάλτωτο έρεισμα πλάτους από 1,50m έως 3,00m, ενώ σε μεγάλο τμήμα της οδού και παράλληλα σε αυτή υπάρχει ανεπένδυτη τριγωνική τάφρος. Τυπική άποψη της διατομής της οδού παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Τυπική άποψη της εξεταζόμενης οδού (χλμ. 17,0).

Figure 1. Typical view of the examined road (Km. 17.0)

Στο υπό εξέταση οδικό τμήμα υπάρχει μεγάλος αριθμός εγκάρσιων τοπικών οδών, η πυκνότητα των οποίων μεταβάλλεται κατά τμήματα. Σε όλο το μήκος του οδικού τμήματος δεν υπάρχει κανένας διαμορφωμένος ισόπεδος ή ανισόπεδος κόμβος.

Το αναγραφόμενο όριο ταχύτητας στην κατεύθυνση από Ελευσίνα προς Θήβα, μέχρι τη Χ.Θ.17,2 είναι 50Km/h και στη συνέχεια 60Km/h. Στην κατεύθυνση από Θήβα προς Ελευσίνα, σε όλο το μήκος του υπό εξέταση οδικού τμήματος, το αναγραφόμενο όριο ταχύτητας είναι 60Km/h.

Τα στοιχεία ατυχημάτων που σημειώθηκαν στη συγκεκριμένη εθνική οδό κατά την περίοδο 2003-2007 συλλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων ατυχημάτων της Ε.Σ.Υ.Ε. (επεξεργασία Τ.Μ.Σ.Υ. Ε.Μ.Π, 2009), στην οποία καταγράφονται οι πληροφορίες που

περιλαμβάνονται στα Δ.Ο.Τ.Α.. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ο αριθμός ατυχημάτων και νεκρών καθώς και οι αντίστοιχες θέσεις που σημειώθηκαν τα ατυχήματα στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα, κατά την πενταετία 2003-2007.

Πίνακας 1: Αριθμός ατυχημάτων και νεκρών στο υπόψη τμήμα της Π.Ε.Ο. Ελευσίνας Θήβας, κατά την περίοδο 2003-2007 (πηγή: ΕΣΥΕ - ΕΜΠ).

Table 1: Accidents and fatalities in the examined section of Eleusina - Thiva National Road, during 2003-2007 (source: Hellenic Statistical Authority - NTUA)

Χ.Θ.	Έτος	Αριθμός ατυχημάτων	Αριθμός νεκρών
12,5	2007	1	1
13	2003	1	0
13	2005	1	0
14	2004	1	2
14	2007	1	0
14,5	2003	1	1
17	2006	1	1

Η Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) ελήφθη από την εγκεκριμένη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τη βελτίωση της Π.Ε.Ο. Αθηνών-Θηβών, στο τμήμα Μάνδρας-Ερυθρών, που εκπονήθηκε το 2005. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, η πρόβλεψη της ΕΜΗΚ για το έτος 2005 ήταν 7.760 οχήματα την ημέρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της οδικής κυκλοφορίας στο τμήμα αυτό ίσο με 5%. Για την παρούσα δοκιμαστική εφαρμογή, λήφθηκε η παραπάνω ΕΜΗΚ προσαυξημένη κατά 5% για κάθε έτος από το 2005 μέχρι το 2009, δηλαδή 9.432 οχήματα ανά ημέρα.

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη ο ωριαίος φόρτος μελέτης, εκτιμάται σε ποσοστό 12% της Ετήσιας Μέσης Ημερήσιας Κυκλοφορίας. Επομένως για τη δοκιμαστική εφαρμογή εκτιμήθηκε ωριαίος φόρτος μελέτης 1.132 οχήματα ανά ώρα. Όσον αφορά στην κυκλοφοριακή σύνθεση, βάσει της Περιβαλλοντικής Μελέτης εκτιμήθηκε ως εξής:

Επιβατικά οχήματα	62%
Βαρέα οχήματα diesel	25%
Ελαφρά οχήματα diesel	12%
Μοτοποδήλατα	1%

3.3 Εκτέλεση δοκιμαστικής εφαρμογής

Για να καθοριστεί ο υφιστάμενος άξονας της οδού, πραγματοποιήθηκε χάραξη της

πολυγωνικής πάνω στο ψηφιακό μοντέλο της τοπογραφικής αποτύπωσης της οδού, με χρήση κατάλληλου λογισμικού σχεδιασμού οδών σε Η/Υ, ώστε ο άξονας να διέρχεται από το μέσον της οδού. Στη συνέχεια εκτιμήθηκαν οι τιμές των οριζοντιογραφικών ακτίνων και των εκτροπών στις καμπύλες συναρμογής, όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο για την ακριβέστερη προσαρμογή του οριζοντιογραφικού άξονα στο μέσο της αποτυπωθείσας οδού.

Η χιλιομέτρηση του παραπάνω άξονα συσχετίστηκε με την υφιστάμενη στο ύπαιθρο χιλιομέτρηση με τη μέθοδο των τοποσταθερών και στη συνέχεια έγινε καταχώρηση των χιλιομετρικών θέσεων, όπου υπάρχει αλλαγή των στοιχείων της οριζοντιογραφίας στη βάση δεδομένων του IHSDM. Για τη σωστή διαχείριση του άξονα από το σύστημα IHSDM χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι συντεταγμένες και το αζιμούθιο του αρχικού ευθύγραμμου τμήματος του άξονα, καθώς και το υψόμετρο ερυθράς στο τέλος του άξονα.

Βάσει του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, που προέκυψε από την τοπογραφική αποτύπωση, χαρακτήριξε με τη βοήθεια του λογισμικού σχεδιασμού οδών σε Η/Υ η μηκοτομή της οδού, έτσι ώστε να προσομοιάζει με ικανοποιητική ακρίβεια τα υψόμετρα του υφιστάμενου οδοστρώματος.

Οι υφιστάμενες επικλίσεις της οδού υπολογίστηκαν σε κάθε διατομή από το ψηφιακό μοντέλο οδοστρώματος της τοπογραφικής αποτύπωσης. Το διάγραμμα επικλίσεων που προέκυψε, αποτελείται από δύο τεθλασμένες γραμμές, οι οποίες εν γένει μεταβάλλονται από διατομή σε διατομή.

Στη βάση δεδομένων του IHSDM εισήχθησαν επίσης πρόσθετα δεδομένα για το εξεταζόμενο οδικό τμήμα, οι τιμές των οποίων εκτιμήθηκαν από την τοπογραφική αποτύπωση ή τις επιτόπου μεταβάσεις: πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας, τύπος εδάφους (ορεινό), αναγραφόμενα όρια ταχύτητας, πρόσθετες λωρίδες κυκλοφορίας (προσπέρασης, βραδυπορείας), διαπλατύνσεις κ.λπ. και προσδιορίστηκαν (κατά τμήματα της οδού) τα χαρακτηριστικά του παρόδιου χώρου (πλευρικές διαμορφώσεις, ύπαρξη πλευρικού στηθαίου ασφαλείας, πυκνότητα τοπικών οδών).

Αναφορικά με τα κυκλοφοριακά μεγέθη (βλ. και σχετική αναφορά στην παράγραφο 3.2), στη βάση δεδομένων του IHSDM εισήχθησαν η εκτιμηθείσα ΕΜΗΚ (9.432 οχήματα ανά ημέρα για το έτος 2009, θεωρώντας μέσο

ετήσιο ρυθμό αύξησης της οδικής κυκλοφορίας 5%), ο ωριαίος κυκλοφοριακός φόρτος μελέτης (1132 οχήματα ανά ώρα) και ο εκτιμώμενος κυκλοφοριακός φόρτος αιχμής (566 οχήματα ανά ώρα).

Τέλος, η βάση δεδομένων του IHSDM τροφοδοτήθηκε με τα στοιχεία ατυχημάτων που καταγράφηκαν κατά την πενταετία 2003-2007, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων ατυχημάτων της Ε.Σ.Υ.Ε. (επεξεργασία Τ.Μ.Σ.Υ. Ε.Μ.Π, 2009).

3.4 Αξιολόγηση PRM

Κατά την αξιολόγηση του υποσυστήματος PRM πραγματοποιήθηκαν οι εξής έλεγχοι, με βάση τις Προδιαγραφές AASHTO 2004:

- Έλεγχος διατομής:

α. Πλάτος οδοστρώματος κυκλοφορίας: βρέθηκαν ενενήντα ένα (91) τμήματα εντός των προδιαγραφών, πενήντα πέντε (55) τμήματα εκτός προδιαγραφών, στα οποία δεν υπήρχε διαπλάτυνση, ενώ ήταν αναγκαία και εξήντα (60) τμήματα, όπου οι υφιστάμενες διαπλατύνσεις ήταν εκτός του εύρους τιμών των Αμερικανικών Κανονισμών 2004.

β. Έρεισμα: εντοπίστηκαν αρκετές θέσεις όπου τα χαρακτηριστικά του ερείσματος (είδος ερείσματος, πλάτος, κλίση κ.λπ.) ήταν εκτός των Αμερικανικών Κανονισμών.

- Έλεγχος οριζοντιογραφίας:

α. Ακτίνες και μήκη οριζοντιογραφικών καμπύλων: εντοπίστηκαν αρκετά προβληματικά σημεία στη χάραξη λόγω των μικρών ακτίνων των οριζοντιογραφικών καμπύλων.

β. Μέγιστη επίκλιση σε καμπύλες: λόγω της ακανόνιστης μορφής του διαγράμματος των υφιστάμενων επικλίσεων, με βάση την τοπογραφικά αποτυπωμένη υψομετρία του οδοστρώματος, ο έλεγχος δεν ήταν εφικτός.

- Έλεγχος μηκοτομής:

α. Κλίση πολυγωνικής μηκοτομής: σε δύο (2) τμήματα της οδού βρέθηκαν κλίσεις μικρότερες από την ελάχιστη των προδιαγραφών (0,30%).

β. Ακτίνες τόξων στρογγύλευσης: σε δύο (2) περιπτώσεις βρέθηκαν τιμές των ακτίνων τόξων στρογγύλευσης μικρότερες από αυτές των προδιαγραφών.

- Έλεγχος ορατότητας:

α. Ορατότητα για στάση: σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα ήταν εντός των προδιαγραφών.

β. Ορατότητα για προσπέραση: το μεγαλύτερο μέρος της οδού ήταν εκτός προδιαγραφών.

3.5 Αξιολόγηση CPM

Το υποσύστημα CPM χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη ατυχημάτων για την πενταετία 2010-2014. Από την ανάλυση προέκυψαν τα εξής:

- Αναμενόμενοι δείκτες ατυχημάτων: προβλέπεται ότι στη χρονική περίοδο 2010 έως 2014 θα συμβούν 29 οδικά ατυχήματα εκ των οποίων 56% θα είναι με νεκρούς ή τραυματίες (16 ατυχήματα) και τα υπόλοιπα 44% θα είναι μόνο με υλικές ζημιές (13 ατυχήματα). Ο δείκτης ατυχημάτων ανά χιλιόμετρο και έτος εκτιμήθηκε ως 0,7 ενώ ο δείκτης ατυχημάτων ανά εκατομμύριο οχηματοχιλιομέτρων ως 0,2. Ο αριθμός των ατυχημάτων που προβλέπονται είναι αρκετά μεγάλος σε σχέση με τα καταγεγραμμένα στοιχεία ατυχημάτων της πενταετίας 2003-2007, καθώς για 28% αύξηση της ΕΜΗΚ προβλέπεται υπερδιπλάσια αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων με νεκρούς ή τραυματίες.

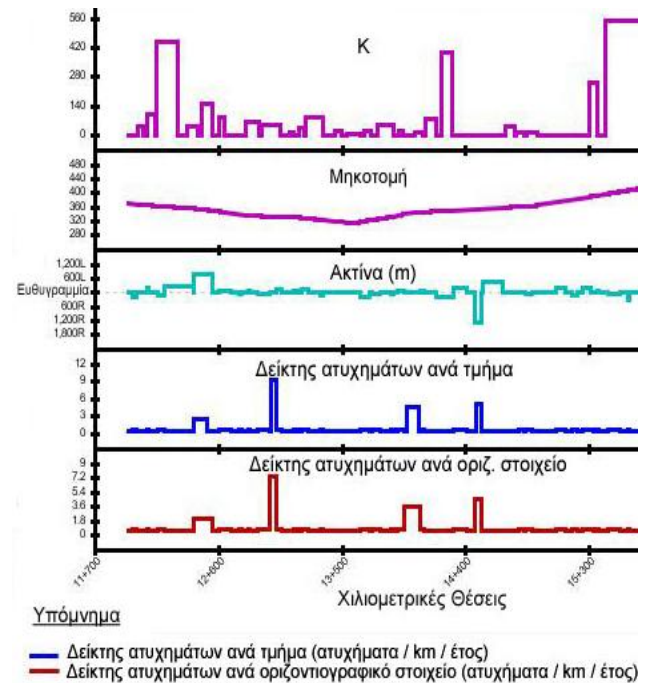
- Κατανομή του είδους των ατυχημάτων: Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η πρόβλεψη του υποσυστήματος CPM για τα ποσοστά των διαφόρων τύπων ατυχημάτων.

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται το γράφημα που συμπεριλαμβάνεται στην Αναφορά της Αξιολόγησης του CPM, στο οποίο φαίνονται σε παράλληλη διάταξη διάγραμμα της καμπυλότητας στη μηκοτομή (K), η μηκοτομή της οδού, διάγραμμα με τις ακτίνες (R) των οριζοντιογραφικών καμπύλων, ο δείκτης ατυχημάτων ανά οδικό τμήμα και ο δείκτης ατυχημάτων ανά γεωμετρικό στοιχείο οριζοντιογραφίας. Είναι εμφανές από το γράφημα ότι τα περισσότερα ατυχήματα εμφανίζονται στα τμήματα όπου υπάρχουν καμπύλες μικρής ακτίνας.

Πίνακας 2: Εκτίμηση ποσοστών τύπων ατυχημάτων με βάση το CPM.

Table 2: Estimation of accident types percentages, according to CPM.

Τύπος σύγκρουσης	Ποσοστό ατυχημάτων
Ατυχήματα με ένα όχημα	
Σύγκρουση με ζώο	30,9%
Σύγκρουση με ποδήλατο	0,3%
Σύγκρουση με σταθμευμένο όχημα	0,7%
Σύγκρουση με πεζό	0,5%
Ανατροπή οχήματος	2,3%
Εκτροπή οχήματος	28,1%
Άλλοι τύποι ατυχημάτων	3,6%
ΣΥΝΟΛΟ	66,4%
Ατυχήματα με πολλά οχήματα	
Σύγκρουση υπό γωνία	3,9%
Μετωπική σύγκρουση	1,9%
Σύγκρουση σε αριστερή στροφή	4,2%
Σύγκρουση σε δεξιά στροφή	0,6%
Νωτομετωπική σύγκρουση	13,9%
Πλάγια σύγκρουση (αντίθετης κατεύθυνσης οχήματα)	2,4%
Πλάγια σύγκρουση (όμοιας κατεύθυνσης οχήματα)	2,6%
Άλλοι τύποι ατυχημάτων	4,1%
ΣΥΝΟΛΟ	33,6%
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	100,0%



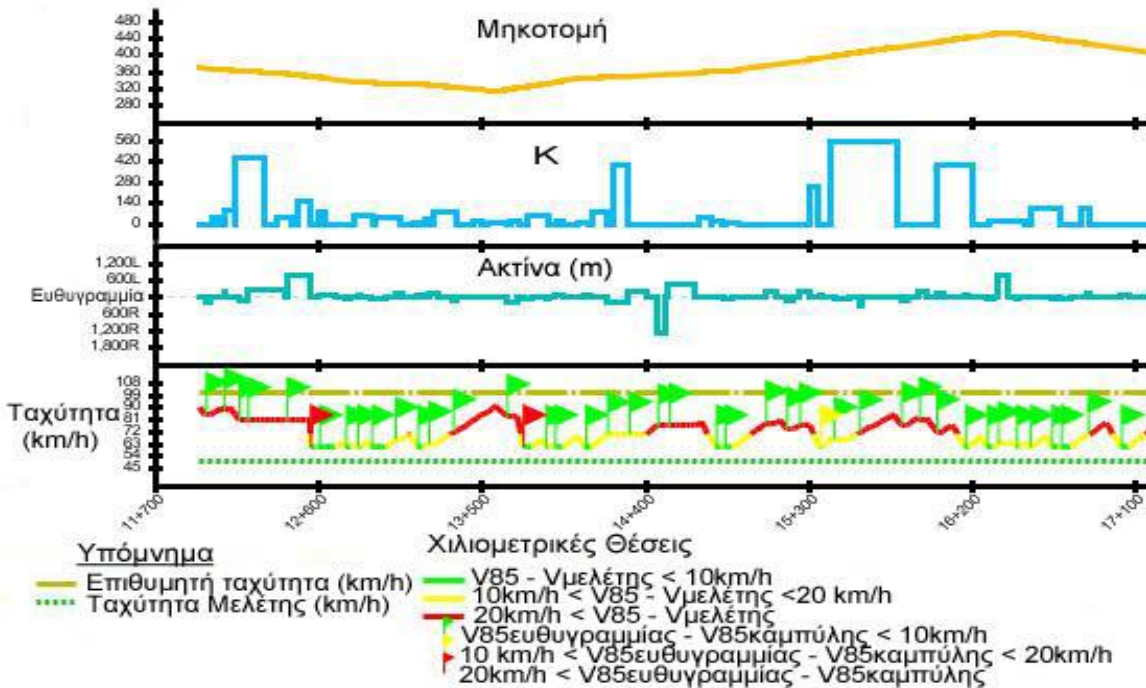
Σχήμα 2. Απόσπασμα γραφήματος αξιολόγησης CPM.

Figure 2. CPM evaluation diagram.

3.6 Αξιολόγηση DCM

Η Αναφορά Αξιολόγησης του DCM αποτελείται από ένα γράφημα ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας (στο Σχήμα 3 για την κατεύθυνση προς Θήβα), στο οποίο απεικονίζονται σε παράλληλη διάταξη η μηκοτομή της οδού, διάγραμμα της καμπυλότητας στη μηκοτομή (Κ), διάγραμμα με τις ακτίνες (R) των οριζοντιογραφικών καμπύλων και διάγραμμα ελέγχου των ταχυτήτων.

ταχύτητας V_{85} κατά την προσέγγιση σε καμπύλη. Με πράσινο χρώμα συμβολίζεται η περίπτωση $(V_{85,εϋθυγρ.} - V_{85,καμπύλης}) \leq 10 \text{ km/h}$, με κίτρινο η περίπτωση $10 \text{ km/h} < (V_{85,εϋθυγρ.} - V_{85,καμπύλης}) \leq 20 \text{ km/h}$ και με κόκκινο η περίπτωση $20 \text{ km/h} < (V_{85,εϋθυγρ.} - V_{85,καμπύλης})$. Στην υπόψη αξιολόγηση εντοπίστηκαν τρεις (3) θέσεις με μεταβολή άνω των 20 Km/h (κόκκινες σημαίες).



Σχήμα 3. Απόσπασμα γραφήματος αξιολόγησης DCM (κατεύθυνση προς Θήβα).
Figure 3. DCM evaluation diagram.

Με εστιγμένη πράσινη γραμμή συμβολίζεται η ταχύτητα μελέτης (50km/h) και με καφέ αξονική γραμμή η ορισμένη από τον χρήστη επιθυμητή ταχύτητα. Με συνεχή γραμμή συμβολίζεται η υπολογιζόμενη από το σύστημα λειτουργική ταχύτητα V_{85} , η οποία έχει διαφορετικό χρώμα ανάλογα με το μέγεθος της διαφοράς της με την ταχύτητα μελέτης. Με πράσινο χρώμα συμβολίζεται η περίπτωση $(V_{85} - V_{μελέτης}) \leq 10 \text{ km/h}$, με κίτρινο η περίπτωση $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{μελέτης}) \leq 20 \text{ km/h}$ και με κόκκινο η περίπτωση $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{μελέτης})$. Στην υπόψη αξιολόγηση εντοπίστηκαν αρκετά τμήματα όπου αναμένεται αξιόλογη διαφορά μεταξύ της εκτιμώμενης λειτουργικής ταχύτητας V_{85} και της θεωρηθείσας ταχύτητας μελέτης.

Στο ίδιο διάγραμμα υπάρχουν σημαίες διαφορετικού χρώματος ανάλογα με το μέγεθος της μείωσης της λειτουργικής

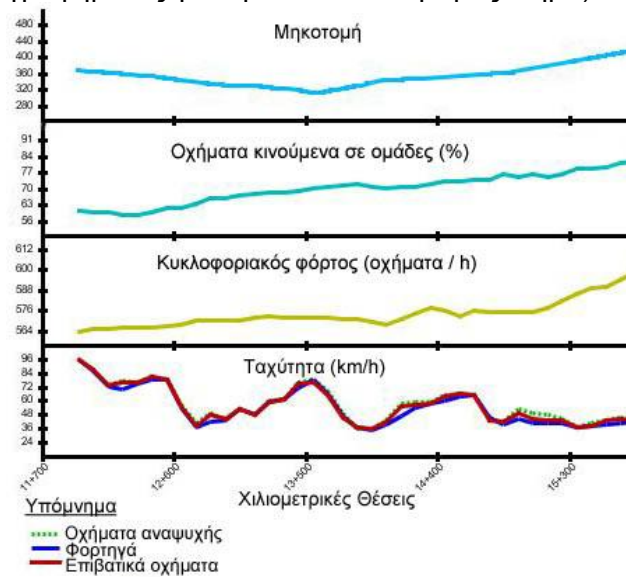
3.7 Αξιολόγηση TAM

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται γενικά αποτελέσματα της αξιολόγησης της Κυκλοφοριακής Ανάλυσης. Βάσει της προσομοίωσης, ο κυκλοφοριακός φόρτος εκτιμήθηκε σε 590 οχήματα/ώρα για την κατεύθυνση προς Θήβα και 582 οχήματα/ώρα για την κατεύθυνση προς Ελευσίνα. Η μέση ταχύτητα εκτιμήθηκε ως 52 Km/h και ο μέσος χρόνος διαδρομής στο εξεταζόμενο τμήμα 10,1 λεπτά. Η μέση καθυστέρηση ανά όχημα εκτιμήθηκε σε 4,69 λεπτά.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα αξιολόγησης TAM.
Table 3: TAM results.

Αποτελέσματα Κυκλοφοριακών Μεγεθών	Κατεύθυνση κίνησης		
	Προς Θήβα	Προς Ελευσίνα	Συνδυασμός
Κυκλοφοριακός Φόρτος από Προσομοίωση (veh/h)	590	582	1172
Ποσοστό του χρόνου που κινούνται τα οχήματα σε ομάδες (%)	76,8	73,1	75,0
Μέση ταχύτητα μετακίνησης (km/h)	51	52	52
Χρόνος μετακίνησης (min/veh)	10,1	10,0	10,1
Καθυστερήσεις λόγω κίνησης (min/veh)	1,96	1,38	1,67
Καθυστερήσεις λόγω γεωμετρίας της οδού (min/veh)	2,79	3,25	3,02
Συνολική καθυστέρηση (min/veh)	4,76	4,63	4,69
Αριθμός προσπεράσεων	5	273	278
Οχηματοχιλιόμετρα	5135	5051	10186
Συνολικός χρόνος μετακίνησης (veh-hr)	99,6	96,9	196,5

Στην Αναφορά Αξιολόγησης του TAM περιλαμβάνονται επιπλέον δύο γραφήματα, ένα για κάθε κατεύθυνση, όπου παρουσιάζονται σε παράλληλη διάταξη: η μηκοτομή της οδού, το ποσοστό των οχημάτων που κινούνται σε ομάδες, ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μεταβολή της ταχύτητας για κάθε κατηγορία οχήματος. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται τμήμα του γραφήματος για την κατεύθυνση προς Θήβα).



Σχήμα 4. Απόσπασμα γραφήματος αξιολόγησης TAM (κατεύθυνση προς Θήβα).
Figure 4. TAM evaluation diagram.

Αναφορικά με τα υποσυστήματα IRM και DVM, αυτά δεν εξετάστηκαν κατά τη δοκιμαστική εφαρμογή, το μεν πρώτο επειδή στο υπό εξέταση τμήμα δεν υπήρχε κόμβος και το δε δεύτερο εξαιτίας δυσλειτουργίας του συστήματος DVM με τα δεδομένα της εξεταζόμενης οδού, η οποία και δεν κατέστη δυνατό να επιλυθεί.

4. ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Διαδραστικό Σύστημα Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών (IHSDM – Interactive Highway Safety Design Model) είναι ένα λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί ως βοήθημα στην αναγνώριση των προβλημάτων οδικής ασφάλειας και των απαιτούμενων επεμβάσεων που απαιτείται να γίνουν σε συγκεκριμένες θέσεις σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας δύο κατευθύνσεων. Με το IHSDM γίνεται εξέταση της λειτουργίας και της χάραξης της οδού με έξι διαφορετικά κριτήρια (έξι υποσυστήματα), τα αποτελέσματα των οποίων έχουν ποσοτικό χαρακτήρα και αφορούν σε συγκεκριμένες θέσεις και στοιχεία της χάραξης της οδού.

Από την εξέταση και εφαρμογή του συστήματος IHSDM διαπιστώθηκαν τα εξής:

1. Με το IHSDM συγκεντρώνεται η διαθέσιμη γνώση για τις επιπτώσεις του γεωμετρικού σχεδιασμού όσον αφορά στην ασφάλεια και τη λειτουργικότητα της οδού, σε μία πιο χρήσιμη και εύχρηστη μορφή για τους μηχανικούς, επιτρέποντας μια πιο σαφή και ποσοτική εξέταση της ασφάλειας και των λειτουργικών επιπτώσεων των αποφάσεων κατά τον σχεδιασμό των οδών. Όσον αφορά στις αξιολογήσεις του IHSDM, η εφαρμογή τους είναι γενικά εύκολη, παρόλο που σε κάποιες περιπτώσεις πρέπει να γίνουν εκτιμήσεις για στοιχεία της οδού, η έλλειψη των οποίων περιορίζει την πραγματοποίηση κάποιων αξιολογήσεων.

2. Η δυνατότητα προσαρμογής μεγάλου αριθμού παραμέτρων του συστήματος ώστε να είναι δυνατή η χρήση του και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (εκτός της Αμερικής για την οποία αναπτύχθηκε) αποτελεί θετικό στοιχείο του συστήματος. Επισημαίνεται όμως ότι για να πραγματοποιηθεί η προσαρμογή αυτή, απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

3. Θετικό στοιχείο αποτελεί η θεώρηση της εξεταζόμενης οδού από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες. Αναφορικά με τα επιμέρους υποσυστήματα επισημαίνονται τα εξής:

- Με το υποσύστημα “Προσαρμογή σε Κανονισμούς - PRM” ελέγχεται η συμβατότητα των υφιστάμενων ή υπό μελέτη οδών με τους Αμερικανικούς Κανονισμούς. Κατά τη δοκιμαστική εφαρμογή, με την αξιολόγηση PRM εντοπίστηκαν αρκετές προβληματικές θέσεις στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα, και τα ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού στις θέσεις αυτές επιβεβαιώθηκαν κατά τις επιτόπου επισκέψεις. Επομένως, το

υποσύστημα PRM θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον ταχύ, αυτοματοποιημένο εντοπισμό προβληματικών θέσεων (οι οποίες πρόκειται να διερευνηθούν περαιτέρω με εφαρμογή άλλων μεθόδων και ελέγχων), λαμβάνοντας όμως υπόψη ότι πρόκειται για λογισμικό που βασίζεται στις Αμερικανικές προδιαγραφές. Ως μειονέκτημα του υποσυστήματος αναφέρεται η αδυναμία ελέγχου των επικλίσεων σε υφιστάμενη οδό, εξαιτίας της ακανόνιστης μορφής του διαγράμματος των υφιστάμενων επικλίσεων.

- Με την “Πρόβλεψη Ατυχημάτων - CPM” εκτιμάται η αναμενόμενη συχνότητα και σοβαρότητα ατυχημάτων, βάσει του γεωμετρικού σχεδιασμού της οδού και των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών της. Λαμβάνοντας υπόψη ότι για την ανάπτυξη του υποσυστήματος CPM έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα από έρευνες στην Αμερική, τα αποτελέσματα θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με επιφύλαξη. Πάντως, η δυνατότητα εισαγωγής στοιχείων ατυχημάτων προηγούμενων ετών με αποτέλεσμα τον σταθμισμένο συνδυασμό των εκτιμήσεων του προτύπου του CPM και των διαθέσιμων τοπικών στοιχείων ατυχημάτων επιτρέπει πιο ακριβείς εκτιμήσεις της αναμενόμενης συχνότητας ατυχημάτων, από οποιαδήποτε από τις δύο πηγές μεμονωμένα.

- Σημαντικό στοιχείο για την οδική ασφάλεια είναι η βελτίωση της ομοιογένειας σχεδιασμού, με στόχο τη διατήρηση σχετικά σταθερής ταχύτητας. Το υποσύστημα “Ομοιογένεια Σχεδιασμού – DCM” αποτελεί μία προσπάθεια αξιολόγησης της ομοιογένειας της λειτουργικής ταχύτητας. Τα μεγέθη που αξιολογούνται δεν έχουν συγκεκριμένες αποδεκτές ή μη αποδεκτές τιμές. Η καταλληλότητά τους επαφίεται στην κρίση των μηχανικών. Το DCM, βασίζεται σε στοιχεία των Η.Π.Α. τα οποία ανταποκρίνονται στις μέσες συνθήκες υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας για ταχύτητα 90 χλμ/ώρα. Επομένως η εφαρμογή του στην Ελλάδα απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και τα αποτελέσματά του πρέπει να έχουν μόνο συμβουλευτικό χαρακτήρα.

- Με το υποσύστημα “Έλεγχος Κόμβων – IRM” γίνεται ευρεία αξιολόγηση των κόμβων πέρα από τον τυπικό έλεγχο της προσαρμογής στους κανονισμούς, ανάλογη με την αξιολόγηση που θα έκανε ένας έμπειρος μηχανικός. Με το IRM εντοπίζονται συνδυασμοί στοιχείων γεωμετρικού σχεδιασμού που πιθανά να υποδεικνύουν

προβλήματα οδικής ασφάλειας, παρόλο που οι τιμές τους είναι εντός προδιαγραφών.

- Το υποσύστημα “Κυκλοφοριακής Ανάλυσης – TAM” αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα με το οποίο αξιολογούνται μεγέθη όπως η κυκλοφοριακός φόρτος, οι χρόνοι μετακινήσεων και καθυστερήσεων, τα οχηματοχιλιόμετρα, τα οχήματα που κινούνται σε ομάδες κλπ. Για την εφαρμογή του στην Ελλάδα είναι απαραίτητη η προσαρμογή των επιμέρους παραμέτρων του από έμπειρο προσωπικό.

- Τέλος το υποσύστημα “Οδηγός-Όχημα – DVM” είναι ένα πολύπλοκο σύστημα προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς οδήγησης, το οποίο βασίζεται σε ένα μεγάλο αριθμό παραμέτρων, η εκτίμηση των οποίων απαιτεί την εξέταση από ειδικούς με εμπειρία.

4. Πλεονέκτημα επίσης του IHSDM αποτελεί η διαθεσιμότητά του. Το λογισμικό είναι ελεύθερα διαθέσιμο με τη συμπλήρωση σχετικής αίτησης στην ιστοσελίδα του συστήματος (<http://www.tfhr.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm>).

5. Αναφορικά με τα μειονεκτήματα - αδυναμίες του λογισμικού, επισημαίνεται κατ' αρχήν ότι οι κατηγορίες οδών που είναι δυνατόν να αξιολογηθούν είναι πολύ περιορισμένες. Η υφιστάμενη έκδοση του IHSDM αφορά μόνο σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας με ενιαίο οδόστρωμα.

6. Σημαντική δυσκολία στη χρήση του IHSDM για την αξιολόγηση υφιστάμενων οδών στην Ελλάδα είναι η συγκέντρωση των απαιτούμενων για τη λειτουργία του συστήματος δεδομένων. Εξαιτίας της έλλειψης συστηματικής κωδικοποίησης και τήρησης αρχείου μελετών από τις Υπηρεσίες, κατά κανόνα δεν είναι δυνατή η εύρεση παλαιών μελετών. Στη δοκιμαστική εφαρμογή της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε υφιστάμενη αναλυτική τοπογραφική αποτύπωσή της εξεταζόμενης οδού και διαπιστώθηκε ότι, παρά τις χρονοβόρες διαδικασίες για τη συλλογή, κωδικοποίηση και εισαγωγή των δεδομένων, η αξιοπιστία τους ήταν ικανοποιητική και εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα. Όμως, η μέθοδος αυτή είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατόν εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα. Για τη συστηματική αξιολόγηση υφιστάμενων οδών με το IHSDM θα πρέπει να βρεθεί ευχερέστερος τρόπος συλλογής, κωδικοποίησης και εισαγωγής των δεδομένων χάραξης των οδών (π.χ. λήψη δεδομένων με σύστημα GPS σε κατάλληλα

εξοπλισμένο όχημα). Σε νέες προτεινόμενες οδούς, όπου υπάρχουν αναλυτικά δεδομένα από τις μελέτες, η εισαγωγή των στοιχείων της οδού θα είναι πιο εύκολη και η χρήση του IHSDM ευχερέστερη.

8. Το IHSDM απευθύνεται σε όσους λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών. Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κάθε οδικού έργου, δεν υπάρχουν ακριβείς προτάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιαδήποτε κατάσταση χωρίς προσεκτική αξιολόγηση από ειδικούς. Το IHSDM έχει στατιστικό χαρακτήρα και για κάθε οδικό έργο, η ευθύνη της αξιολόγησης των αναγκών για τη βελτίωση της λειτουργίας της οδού και την προσαρμογή του σχεδιασμού στο φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον παραμένει στους έμπειρους συγκοινωνιολόγους μηχανικούς. Η ενδεδειγμένη χρήση του Συστήματος είναι υποστηρικτική στην κρίση των μηχανικών που σχεδιάζουν την οδό και δεν στοχεύει στην υποκατάστασή τους.

9. Τέλος, επισημαίνεται ότι το IHSDM έχει αναπτυχθεί με βάση έρευνες συσχέτισης των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των οδών, των κυκλοφοριακών στοιχείων και των ατυχημάτων, οι οποίες αναφέρονται στο οδικό δίκτυο, τους οδηγούς και τα οχήματα στην Αμερική, και λαμβάνονται υπόψη οι σχετικές Αμερικανικές Οδηγίες και Προδιαγραφές. Επομένως, το IHSDM μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα μόνο συμβουλευτικά, και πάντα με κριτική θεώρηση των εξαγόμενων συμπερασμάτων.

Για να βεβαιωθεί η ακρίβεια, η αξιοπιστία και οι δυνατότητες εφαρμογής του Διαδραστικού Συστήματος Ασφαλούς Σχεδιασμού των Οδών στην Ελλάδα, είναι απαραίτητο να γίνουν επιπλέον δοκιμαστικές εφαρμογές όχι μόνο σε υφιστάμενες αλλά και σε οδούς υπό μελέτη.

Τέλος, για την αξιόπιστη εφαρμογή του IHSDM στην Ελλάδα είναι απαραίτητο να ερευνηθούν οι επιμέρους παράμετροι που πρέπει να προσαρμοστούν, ώστε τα θεωρούμενα μαθηματικά πρότυπα (εκτίμησης συχνότητας ατυχημάτων, λειτουργικής ταχύτητας, χρόνων διαδρομής κ.λπ.) να ανταποκρίνονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οδών και των οδηγών στην Ελλάδα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

European Council (2008). "Directive 2008/96/EC of the European Parliament

and of the Council on road infrastructure safety management", Strasbourg.

Αργυρόπουλος Δ. (2005). Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Π.Ε.Ο. Αθηνών-Θηβών, τμ. Μάνδρας – Ερυθρών, Χ.Θ. 0+000 έως Χ.Θ. 17+738, Αθήνα, Ιανουάριος 2005

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.) (2009). Βάση δεδομένων ατυχημάτων Ε.Σ.Υ.Ε.. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής. IHSDM (2008). "Εγχειρίδιο χρήσης του Interactive Highway Safety Design Model", FHWA.

Πηγές από το Διαδίκτυο:
Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)
(<http://www.tfhr.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm>)