



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ
ΤΙΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΕΣ ΑΠΟ ΗΠΑ,
ΔΑΝΙΑ ΚΑΙ ΓΕΡΜΑΝΙΑ»**

Αικατερίνα Καλόμαλλου

Επιβλέπων: Βασίλειος Ψαριανός, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



Αθήνα, Μάρτιος 2021



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL & SURVEYING ENGINEERING
DEP. OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

Diploma Thesis

«COMPARATIVE SAFETY EVALUATION STUDY OF
RURAL ROAD SEGMENTS BASED ON RELEVANT
TECHNICAL TOOLS FROM THE USA, DENMARK, AND
GERMANY»

Aikaterina Kalomallou

Supervisor: Vasileios Psarianos, NTUA Professor

**LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



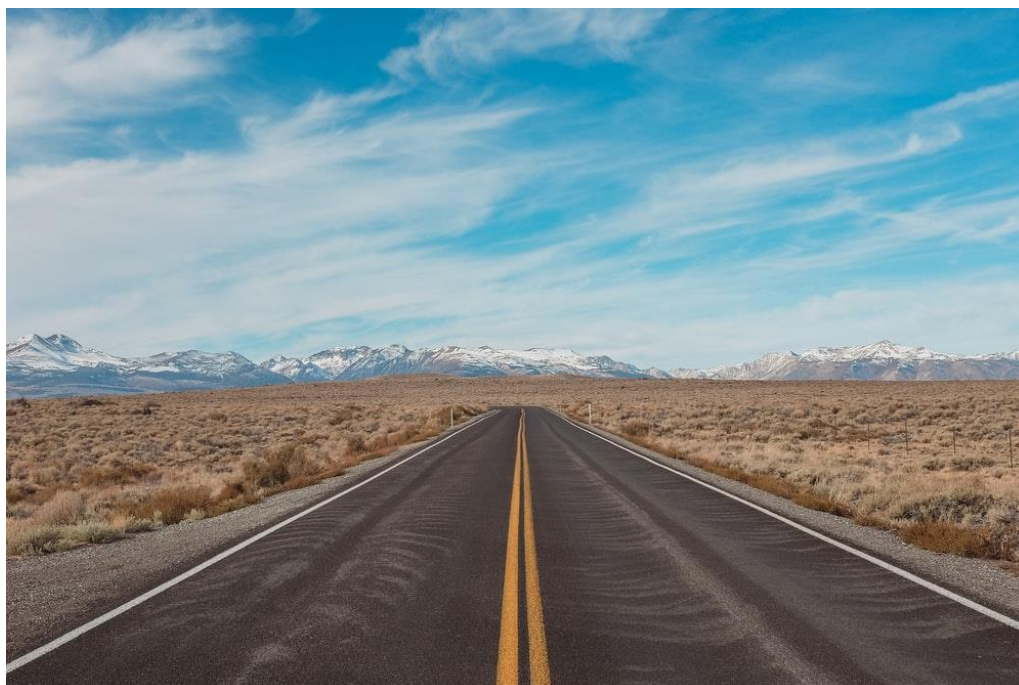
Athens, March 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ
ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΕΣ ΑΠΟ ΗΠΑ, ΔΑΝΙΑ
ΚΑΙ ΓΕΡΜΑΝΙΑ»**



Αικατερίνα Καλόμαλλου

Επιβλέπων: Βασίλειος Ψαριανός, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



Αθήνα, Μάρτιος 2021

ΔΗΛΩΣΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Δηλώνω ότι η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί στο σύνολο της δική μου εργασία, και κανένα τμήμα της δεν έχει χρησιμοποιηθεί για την κτήση άλλου τίτλου σπουδών. Όπου έχει χρησιμοποιηθεί υλικό από άλλες πηγές, αυτές έχουν αναφερθεί με ακρίβεια και πληρότητα.

Αικατερίνα Καλόμαλλου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε από τη φοιτήτρια Αικατερίνα Καλόμαλλου (Αριθμός Μητρώου 06114002). Η Εργασία έχει ως αντικείμενο την αξιολόγηση της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου και ως σκοπό την εύρεση του κατάλληλου εργαλείου, από τις τεχνικές εργαλειοθήκες του εξωτερικού, το οποίο θα υλοποιεί με βέλτιστο τρόπο αυτή την αξιολόγηση.

Η Εργασία συντάχθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Βασίλειου Ψαριανού, Καθηγητή Ε.Μ.Π., και με την καθοδήγηση του κ. Κωνσταντίνου Αποστολέρη, Υποψήφιου Διδάκτορα Ε.Μ.Π.

Η προφορική εξέταση της Εργασίας έλαβε χώρα στις 12/03/2021. Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή συγκροτήθηκε από τον κ. Βασίλειο Ψαριανό, τον κ. Κωνσταντίνο Κεραπτσόγλου, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. και την κα Ιωάννα Σπυροπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η συγκριτική αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας ανοικτών τμημάτων του ελληνικού οδικού δικτύου, με βάση τις σχετικές τεχνικές εργαλειοθήκες που υπάρχουν ανά τον κόσμο.

Ένα εργαλείο αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας αποσκοπεί στο να βοηθήσει τους οδοποιούς στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν το σχεδιασμό, τον προγραμματισμό, την κατασκευή και τη συντήρηση των οδικών έργων, παρέχοντάς τους ποσοτικές εκτιμήσεις του αριθμού και του κόστους των ατυχημάτων. Η γνώση και σωστή αξιοποίηση αυτών των πληροφοριών θα μπορέσει πιθανώς να οδηγήσει στο μέλλον στη δημιουργία πιο εργονομικών δρόμων, με υψηλότερο ποσοστό ασφάλειας από τους σημερινούς.

Στην Ελλάδα δεν έχουν γίνει, μέχρι τη στιγμή της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, οι μελέτες που απαιτούνται για τη σύνταξη ενός ελληνικού εργαλείου αξιολόγησης της ασφάλειας, το οποίο θα έδινε μια αξιόπιστη αξιολόγηση του ελληνικού οδικού δικτύου. Η εκπόνηση μιας έρευνας για τη δημιουργία ενός τέτοιου εργαλείου ξεπερνά τα όρια της διπλωματικής εργασίας, συνεπώς, το ελληνικό εργαλείο θα πρέπει να βασιστεί πάνω σε υπάρχοντα εγχειρίδια του εξωτερικού.

Ένα σημαντικό εμπόδιο, που προκύπτει στο στάδιο αυτό, σχετίζεται με το ότι δεν υπάρχει ένα μοναδικό εργαλείο, το οποίο να χρησιμοποιείται καθολικά για την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας. Η ασφάλεια σε ένα οδικό δίκτυο επηρεάζεται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες. Το φυσικό περιβάλλον, το πλήθος των χρηστών του δικτύου, οι κανόνες σχεδιασμού, κ.ά., όλα αποτελούν παραμέτρους της ασφάλειας. Κάποιες από τις παραμέτρους αυτές, όπως για παράδειγμα οι γεωμορφολογικές συνθήκες, το κλίμα και η πυκνότητα του πληθυσμού των ανθρώπων, εμφανίζουν μεγάλη ποικιλομορφία και διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με τη θέση στο χάρτη. Επομένως, δε θα ήταν υπερβολή να ειπωθεί πως η αξιολόγηση της ασφάλειας ενός δικτύου συνδέεται άρρηκτα με τη χώρα όπου διεξάγεται η μελέτη αξιολόγησης. Αρκετές χώρες ανά τον κόσμο έχουν ήδη διεξαγάγει μελέτες για τη σύνταξη εγχειριδίων, ώστε το αντίστοιχο εργαλείο να μπορεί να υπολογίζει με ακρίβεια τις ποσοτικές πληροφορίες για τα ατυχήματα στο οδικό δίκτυο της χώρας, προσδίδοντας στην αξιολόγηση της ασφάλειας υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας.

Συνεπώς, δε θα ήταν συνετό η επιλογή του εργαλείου, πάνω στο οποίο θα βασιστεί το ελληνικό, να γίνει αυθαίρετα, χωρίς πρώτα να γίνει μια σύγκριση ανάμεσα σε κάποια εργαλεία, ώστε να διαπιστωθεί ποια από αυτά μπορούν να αποδώσουν αποτελέσματα που να συνάδουν με την ελληνική πραγματικότητα. Τα τρία εργαλεία που επιλέχθηκαν να εξετασθούν έχουν συνταχθεί στη Γερμανία, στις ΗΠΑ και στη Δανία. Επιλέχθηκαν, διότι για τα συγκεκριμένα εργαλεία ήταν δυνατό να συλλεχθούν οι περισσότερες πληροφορίες, ώστε η μελέτη να γίνει σε βάθος.

Τα εργαλεία που επιλέχθηκαν αρχικά μεταφέρθηκαν στα ελληνικά. Η ελληνική απόδοση των τριών εργαλείων συνοδεύεται από την κατανόηση των βασικών εννοιών και μεθόδων, που περιγράφονται στα αντίστοιχα εγχειρίδια, καθώς και από την αποκωδικοποίηση των αλγορίθμων που επιστρατεύονται για τους υπολογισμούς. Η απόδοση έγινε με τρόπο τέτοιο, ώστε τα εργαλεία να προσαρμόζονται με το βέλτιστο τρόπο στα ελληνικά δεδομένα. Επιπλέον, στην προσπάθεια συγκρότησης μιας πρότασης για ένα ενιαίο Ελληνικό Εργαλείο και Εγχειρίδιο Αξιολόγησης της Οδικής Ασφάλειας, συνδυάστηκαν στοιχεία από τα τρία εργαλεία, μαζί με στοιχεία που συλλέχθηκαν από άλλους φορείς που ασχολούνται με την οδική ασφάλεια, ώστε να παραγάγουν ένα τέταρτο εργαλείο.

Την αναλυτική παρουσίαση του καθενός από τα τέσσερα εργαλεία ξεχωριστά ακολουθεί η μεταξύ τους σύγκριση. Η σύγκριση δεν έγινε συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των εργαλείων με πραγματικά δεδομένα, λόγω του ότι στην Ελλάδα δεν είναι προσβάσιμα τα καταγεγραμμένα ατυχήματα. Αντί αυτού, η σύγκριση έγινε ανάμεσα στα τέσσερα εργαλεία. Μέσω της σύγκρισης, παρατηρήθηκε πως κάθε εργαλείο εμφανίζει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Επομένως, η επιλογή του εργαλείου θα πρέπει να γίνεται σε κάθε μελέτη με κριτήριο τα στοιχεία που γνωρίζει ο χρήστης για τα χαρακτηριστικά του δρόμου, καθώς και την πληροφορία που επιθυμεί να αποκτήσει.

Στην παρούσα εργασία, δίνεται έμφαση στο Ελληνικό Εργαλείο, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα αναγωγής των υπολογισμών στις ελληνικές συνθήκες, ενώ επιπλέον περιλαμβάνει συνολικά περισσότερες παραμέτρους αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας, σε σύγκριση με τα άλλα εργαλεία. Το εργαλείο αυτό προτείνεται να χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ασφάλειας των ελληνικών δρόμων.

Λέξεις κλειδιά: εργαλεία αξιολόγησης ασφάλειας, αυτοκινητόδρομοι, υπεραστικές οδοί, ατυχήματα

ABSTRACT

The objective of the diploma thesis is the comparative safety evaluation of road segments of the Greek roadway network, using international evaluation tools.

A road safety evaluation tool aims to aid the engineers during the decision-making process - specifically the decisions concerning the design, programming, building, and maintaining of roadway projects- by providing quantitative predictions of the number and the cost of accidents. The knowledge of such information could possibly lead, in the future, in the creation of safer and more ergonomic roads than the current ones.

In Greece, none of the studies required to create a Greek safety evaluation tool have been conducted thus far, at least, not up until the point of publication of this thesis. The development of such a tool lies outside the boundaries of the thesis, consequently, the tool that will be used to evaluate the Greek roadway network will be based upon existing, foreign tools.

An important hindrance that arises, is that there is no safety evaluation tool that can be used universally. Road safety is affected by multiple factors, such as the natural environment, the number of road users, the design standards, etc. Some of these factors, such as the geology, the climate, and the human population, vary depending on the geographical position of the road segment. As a result, the safety evaluation process is inextricably linked to the country, wherein the evaluation is taking place. Many countries around the world have already composed their own tools, accompanied by the corresponding manual, in order to produce road safety evaluation studies of high precision and credibility.

Concerning the selection of the foreign tool, which will serve as a basis for its Greek counterpart, it would be unwise to make that choice arbitrarily, without first comparing some of the tools to deduct which one produces results that more closely correlate with the Greek reality. The three tools that were chosen to be examined were developed in Germany, the USA, and Denmark. They were selected amongst others, because for those three particular tools it was plausible to collect the information needed to conduct an in-depth analysis.

As a first step, the three tools were rendered in Greek. Their translation is accompanied by an extensive comprehension of the basic concepts and methods described in the manuals, as well as the decoding of the computing evaluation algorithms. The rendering was done in such a way so that the tools are adjusted to accommodate the Greek roadway conditions. In addition, different elements from the three tools, along with elements collected from other road safety data carriers, have been combined, in order to create a uniform Greek Road Safety Evaluation Manual and Tool.

The detailed presentation of each of the tools is followed by a comparative study of the four. The comparison was not made by measuring the results provided by the tools against real data for accidents, due to the fact that in Greece there is no available database for observed accidents. Instead, the comparison was carried between the four tools, showing that each holds certain advantages and disadvantages. Thus, the choice of the tool falls entirely upon the user to decide, based on the available road data and the kind of results they wish to produce.

In this thesis, an emphasis is placed upon the Greek Safety Evaluation Tool, which can provide calibrated results for the Greek road network and also, contains more safety evaluation factors compared to the other tools. This tool is proposed to be used in studies regarding the evaluation of safety of the Greek roads.

Key words: safety evaluation tools, rural, freeways, highways, accidents

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Γενικά στοιχεία.....	1
1.2	Μέθοδοι αξιολόγησης οδικής ασφάλειας.....	1
1.3	Επιλογή εργαλείων	3
1.4	Στόχος διπλωματικής εργασίας	4
1.5	Δομή διπλωματικής εργασίας.....	4
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	6
2.1	Αμερικανικό εγχειρίδιο	6
2.1.1	Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Highway Safety Manual.....	6
2.1.2	Συναρτήσεις SPF.....	7
2.1.3	Δείκτες CMF	7
2.1.4	Συντελεστής Βαθμονόμησης.....	9
2.1.5	Εφαρμογή της μεθόδου	10
2.1.6	Εμπειρική Μέθοδος Bayes	10
2.1.7	Αναλυτικά βήματα της μεθόδου	11
2.1.8	Πλεονεκτήματα της μεθόδου	13
2.1.9	Περιορισμοί Μεθόδου Πρόβλεψης	13
2.2	Δανικό εγχειρίδιο.....	13
2.2.1	Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Δανικού Εγχειριδίου	13
2.2.2	Ομοιότητες με τη μέθοδο πρόβλεψης του HSM.....	14
2.2.3	Διαφορές από τη μέθοδο πρόβλεψης του HSM.....	14
2.3	Γερμανικό εγχειρίδιο	15
2.3.1	Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Γερμανικού Εγχειριδίου.....	15
2.3.2	Βασικά μεγέθη μεθόδου πρόβλεψης.....	16
2.3.3	Αναλυτικά βήματα γερμανικής μεθόδου πρόβλεψης.....	18
3.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	20
3.1	Η μέθοδος του HSM για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους.....	20
3.1.1	Συναρτήσεις SPF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους.....	20
3.1.2	Δείκτες CMF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	22
3.1.3	Συντελεστής βαθμονόμησης για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	24
3.1.4	Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	26
3.1.5	Περιορισμοί εφαρμογής της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους.....	27

3.2	Η μέθοδος του HSM για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων.....	27
3.2.1	Συναρτήσεις SPF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων.....	28
3.2.2	Δείκτες CMF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	30
3.2.3	Συντελεστής βαθμονόμησης για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	34
3.2.4	Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς με δύο λωρίδες.....	35
3.2.5	Περιορισμοί εφαρμογής της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	36
3.3	Η δανική μέθοδος για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	37
3.3.1	Συναρτήσεις SPF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους.....	37
3.3.2	Δείκτες CMF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	42
3.3.3	Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	47
3.4	Η δανική μέθοδος για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	48
3.4.1	Συναρτήσεις SPF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων.....	48
3.4.2	Δείκτες CMF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	50
3.4.3	Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων	52
3.5	Η γερμανική μέθοδος για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους	53
3.6	Η γερμανική μέθοδος για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων.....	61
4.	ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ - ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ.....	71
4.1	Παρουσίαση εργαλείων σε περιβάλλον excel	71
4.2	Εργαλεία αξιολόγησης υπεραστικών αυτοκινητοδρόμων.....	71
4.2.1	Αμερικανικό και δανικό εργαλείο.....	71
4.2.2	Γερμανικό εργαλείο.....	87
4.3	Εργαλεία αξιολόγησης υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας	91
4.3.1	Αμερικανικό και δανικό εργαλείο.....	91
4.3.2	Γερμανικό εργαλείο.....	105
5.	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	110
5.1	Γενικά στοιχεία.....	110
5.2	Δοκιμή αξιολόγησης της ασφάλειας σε τμήμα υπεραστικού αυτοκινητόδρομου... 110	
5.2.1	Γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία δοκιμαστικής ενότητας	110
5.2.2	Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο	112
5.2.3	Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το γερμανικό εργαλείο	117
5.3	Δοκιμή αξιολόγησης της ασφάλειας σε τμήμα υπεραστικής οδού δύο λωρίδων....	121
5.3.1	Γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία δοκιμαστικής ενότητας	121

5.3.2	Παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων για το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο.....	125
5.3.3	Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το γερμανικό εργαλείο 133	
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	139
6.1	Συμπεράσματα από τις αριθμητικές εφαρμογές.....	139
6.2	Συμπεράσματα για τα εργαλεία	140
6.3	Προτάσεις για επέκταση της μελέτης.....	142
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	144

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. 1: ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΟ ΤΥΠΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. 2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΩΝ ΚΑΤΑ RIN ΚΑΙ ΠΕΔΙΟ ΙΣΧΥΟΣ ΤΩΝ RAA.....	16
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 1: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ SPF.....	21
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 2: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	22
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 3: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	22
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 4: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 5: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ.....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 6: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 7: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 8: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 9: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΣΕ ΟΔΟΥΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ.....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 10: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ.....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 11: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ.....	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 12: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΥΛΙΚΟ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 13: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΚΛΙΣΗ ΟΔΟΥ.....	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 14: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 15: ΤΥΠΟΙ ΟΔΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 16: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 17: ΣΤΑΘΕΡΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ SPF ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 18: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 19: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΡΟΝΙΑ ΓΙΑ ΑΝΟΙΧΤΗ ΟΔΟΠΟΙΑ, ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ, ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΑΣΗΣ	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 20: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΡΟΝΙΑ ΓΙΑ ΚΛΑΔΟΥΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ. 42	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 21: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΥΠΟ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 22: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 23: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 24: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ.....	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 25: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 26: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ.....	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 27: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 28: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 29: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΣΕ ΟΔΟΥΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 30: ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ SPF ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ.....	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 31: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 32: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 33: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 34: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΝΗΣΙΔΑΣ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 35: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 36: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ.....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 37: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ	52
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 38: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	52

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 39: ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ ΟΔΟΥ	52
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 40: ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΟΔΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ RAA (2008)	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 41: ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 42: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 43: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 44: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΜΗΚ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 45: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 46: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 47: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 48: ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΟΔΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΔΡΟΜΩΝ.....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 49: ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΔΡΟΜΩΝ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 50: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 51: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 52: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 53: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΜΗΚ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 54: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. 55: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥΣ	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 1: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ ΔΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 2: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 3: ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 4: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 5: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ....	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 6: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 7: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΛΑΔΩΝ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 8: ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 9: ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 10: ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΛΩΘΕΙ ΩΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΟΔΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 11: ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΥ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΚΟΙΝΟΙ ΣΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	80

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 12: ΔΕΙΚΤΗΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) ΠΟΥ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΦΕΡΕΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 13: ΔΕΙΚΤΗΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ ΠΟΥ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΦΕΡΕΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ..	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 14: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ SPF ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 15: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ SPF ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 16: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 17: ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ERSO.....	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 18: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 19: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	86
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 20: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 21: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 22: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 23: ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 24: ΣΗΜΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 25: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 26: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΟΔΩΝ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΔΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 27: ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΑΣΗΣ ΟΔΩΝ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 28: ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 29: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 30: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 31: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 32: ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 33: ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 34: ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΔΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 35: ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΛΩΘΕΙ ΩΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΟΔΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 36: ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΥ ΔΕΙΚΤΩΝ CMF ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΚΟΙΝΟΙ ΣΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 37: ΔΕΙΚΤΗΣ CMF ΓΙΑ ΎΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΠΟΥ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΦΕΡΕΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 38: ΔΕΙΚΤΗΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΟΔΟΥ ΠΟΥ ΣΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΦΕΡΕΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	99

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 39: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ SPF ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 40: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ SPF ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 41: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 42: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 43: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 44: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 45: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 46: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 47: ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 48: ΣΗΜΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 49: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 1: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 2: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 3: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 4: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 5: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΛΑΔΩΝ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ SPF ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ SPF ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 9: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 10: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 11: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ 1 ΚΑΙ 2.....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 12: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ 3 ΚΑΙ 4.....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 13: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	118

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 14: ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 15: ΣΗΜΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 16: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟ- ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 17: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 18: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 19: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 20: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 21: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 22: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 23: ΔΕΙΚΤΕΣ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 24: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ SPF ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ ...	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 25: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ SPF ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 26: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 27: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 28: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 29: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΔΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΑ 4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ	131
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 30: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΑ 4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 31: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΡΙΘΜΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΟΔΟ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΑ 4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 32: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΥΠΟ- ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ 1 ΚΑΙ 2	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 33: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΥΠΟ- ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ 3 ΚΑΙ 4	134
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 34: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	134
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 35: ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 36: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΓΙΑ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΕΣ 1 ΚΑΙ 2 ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 37: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΓΙΑ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΕΣ 3 ΚΑΙ 4 ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 38: ΣΗΜΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	136

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 39: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟ- ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΟΔΩΝ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. 40: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΥ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ.....	137

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 2. 1: ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ HSM	12
ΣΧΗΜΑ 2. 2: ΒΗΜΑΤΑ ΓΕΡΜΑΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	19
ΣΧΗΜΑ 3. 1: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ SPF ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	21
ΣΧΗΜΑ 3. 2: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ SPF ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ	28
ΣΧΗΜΑ 3. 3: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	30
ΣΧΗΜΑ 3. 4: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	31
ΣΧΗΜΑ 3. 5: ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	36
ΣΧΗΜΑ 3. 6: ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΟΔΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΟΙΧΤΗΣ ΟΔΟΠΟΙΑΣ	53
ΣΧΗΜΑ 4. 1: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΟΙΧΤΗΣ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ.....	73
ΣΧΗΜΑ 4. 2: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΣΧΙΣΗΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	74
ΣΧΗΜΑ 4. 3: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ	75
ΣΧΗΜΑ 4. 4: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΚΛΑΔΩΝ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ.....	75
ΣΧΗΜΑ 4. 5: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΚΛΑΔΟΥ ΔΙΠΛΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΣΕ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ.....	76
ΣΧΗΜΑ 4. 6: ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ.....	76
ΣΧΗΜΑ 4. 7: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	81
ΣΧΗΜΑ 4. 8: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	82
ΣΧΗΜΑ 4. 9: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ	82
ΣΧΗΜΑ 4. 10: ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΚΥΡΤΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΑΠΟ ΤΟ CLEARINGHOUSE	95
ΣΧΗΜΑ 4. 11: ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΚΟΙΛΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΑΠΟ ΤΟ CLEARINGHOUSE	95
ΣΧΗΜΑ 4. 12: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΤΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	100
ΣΧΗΜΑ 4. 13: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΤΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	100
ΣΧΗΜΑ 4. 14: ΓΡΑΜΜΗ ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ CMF ΓΙΑ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ ΤΟΥΣ ΚΛΑΔΟΥΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΥΣ 2 ΛΩΡΙΔΩΝ	101
ΣΧΗΜΑ 4. 15: ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΛΣΤΑΤ ΓΙΑ ΤΟ 2017 ΚΑΙ ΤΟ 2018.....	104
ΣΧΗΜΑ 5. 1: ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΙΟΝΙΑΣ ΟΔΟΥ	111
ΣΧΗΜΑ 5. 2: ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ.....	122
ΣΧΗΜΑ 5. 3: ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΟΔΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΣΕ AUTOCAD	122
ΣΧΗΜΑ 5. 4: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗ Χ.Θ 405+900 Μ	124

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

CMF	Crash Modification Factor
HSM	Highway Safety Manual
SPF	Safety Performance Function
ΕΛ.ΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΜΗΚ	Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΒ	Εμπειρική Μέθοδος Bayes

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά στοιχεία

Η οδική ασφάλεια αποτελεί σήμερα έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς με τους οποίους ασχολείται ο τομέας των Μεταφορών, κυρίως διότι συνδέεται άμεσα με την ανθρώπινη ζωή. Μεγάλο ποσοστό των θανάτων παγκοσμίως οφείλεται σε ατυχήματα που συμβαίνουν στο δρόμο. Για το λόγο αυτό, όλο και περισσότερες σύγχρονες μελέτες επικεντρώνονται στην αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας, με απώτερο σκοπό τη δημιουργία πιο ασφαλών δρόμων με λιγότερα ατυχήματα.

Η αποφυγή της απώλειας της ανθρώπινης ζωής, όμως, δεν είναι ο μοναδικός λόγος που ένας χρήστης μπορεί να επιθυμεί να διεξαγάγει κάποια μελέτη για την οδική ασφάλεια. Στόχος μπορεί να είναι η σάρωση του οδικού δικτύου μιας χώρας, για να εντοπιστούν οι «προβληματικές» περιοχές, δηλαδή οι περιοχές με μεγάλη συχνότητα ατυχημάτων, αλλά και για να σημειωθούν οι περιοχές που εμφανίζουν υψηλές πιθανότητες να ανταποκριθούν θετικά σε βελτιώσεις. Στόχος μπορεί, επίσης, να είναι η εξέταση της αποτελεσματικότητας κάποιων βελτιώσεων μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από την υλοποίησή τους ή η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μελλοντικών βελτιώσεων, που βρίσκονται ακόμα στο στάδιο της μελέτης (Highway Safety Manual, 2010).

Βασικό εργαλείο της αξιολόγησης της ασφάλειας αποτελούν λογισμικά δομημένα πάνω σε αλγορίθμους και εξισώσεις, που συνοδεύονται από το αντίστοιχο εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού. Δεν υπάρχει ένα εγχειρίδιο που να μπορεί να εφαρμοσθεί καθολικά και χωρίς αναγωγές για τις ανάγκες συγκεκριμένης μελέτης. Τα εγχειρίδια συνήθως δημιουργούνται ειδικά για κάθε χώρα και συντάσσονται από τους αρμόδιους φορείς της. Οι φορείς αυτοί διεξάγουν τις κατάλληλες στατιστικές μελέτες, ώστε τα εργαλεία τους να προσαρμόζονται με το βέλτιστο τρόπο στη χώρα. Αυτό σημαίνει πως το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιούν για την ανάλυση αντλείται από την εκάστοτε χώρα, αλλά και το ότι οποιαδήποτε παραδοχή χρειάζεται να γίνει κατά τη δημιουργία και εφαρμογή των αλγορίθμων, λαμβάνεται με βάση τους κανόνες που διέπουν τις κατασκευές οδοποιίας στη χώρα αυτή. Όπως είναι λογικό, οι αλγόριθμοι και οι εξισώσεις διαφέρουν από εργαλείο σε εργαλείο. Διαφορές, επίσης, παρατηρούνται ανάμεσα στις μεθόδους εξαγωγής των αποτελεσμάτων, ιδιαίτερα όταν το κάθε εργαλείο στηρίζεται σε διαφορετικές παραμέτρους για να αξιολογήσει την οδική ασφάλεια.

1.2 Μέθοδοι αξιολόγησης οδικής ασφάλειας

Ιστορικά, υπήρχε πάντα ένα κενό σε ό,τι αφορά τη συστηματική εκτίμηση της ασφάλειας των δρόμων, είτε υφιστάμενων είτε υπό μελέτη. Ανά τον κόσμο, δημόσιες υπηρεσίες, καθώς και ιδιωτικές εταιρείες, έχουν κάνει προσπάθειες να διατηρήσουν ένα συνεπές μητρώο καταγραφής ατυχημάτων. Ωστόσο, τα στοιχεία από αυτή την καταγραφή δεν είναι πάντοτε ικανά να παράγουν μια αξιόπιστη αξιολόγηση ενός δρόμου, για δύο λόγους.

Ο πρώτος είναι το ότι μπορούν να προσφέρουν μόνο αναδρομικά πληροφορίες για τα ατυχήματα που έχουν συμβεί, ενώ βασικός στόχος μιας σύγχρονης μελέτης της ασφάλειας είναι η αξιολόγηση του δρόμου με βάση την παρούσα ή τη μελλοντική μορφή του. Ο δεύτερος είναι το ότι τα στοιχεία των ατυχημάτων παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση ανά οδικό τμήμα, αναλόγως με την κατηγορία του δρόμου (D.W. Harwood, F.M. Council, E. Hauer, W.E.

Hughes, and A. Vogt, 2000). Η απόκλιση αυτή θα μπορούσε πιθανώς να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Για παράδειγμα, περιοχές στις οποίες έχουν καταγραφεί ελάχιστα ή και μηδενικά ατυχήματα είναι λάθος να θεωρούνται απόλυτα ασφαλείς, καθώς υπάρχει πάντα η εν δυνάμει πιθανότητα κάποιο ατύχημα να λάβει χώρα σε αυτές στο μέλλον. Εξάλλου σε αυτό το σημείο, είναι σκόπιμο να εισαχθεί και ο παράγοντας του ανθρωπίνου λάθους. Ένας αριθμός ατυχημάτων δεν καταγράφεται επίσημα, είτε επειδή ο οικονομικός αντίκτυπός δε θεωρήθηκε αρκετά σημαντικός, είτε λόγω της ασυνέπειας και αμέλειας των υπεύθυνων φορέων.

Οι παραπάνω λόγοι καθιστούν την ποιοτική αξιολόγηση ενός μητρώου ατυχημάτων σχετικά αναξιόπιστη. Λόγω αυτού, έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς διάφορες στατιστικές μελέτες, ώστε οι παράμετροι που θεωρούνται κρίσιμες για την ασφάλεια να μπορούν να αξιολογηθούν ποσοτικά.

Αντλώντας τα κατάλληλα στοιχεία από το ιστορικό των ατυχημάτων και γνωρίζοντας συγκεκριμένες πληροφορίες για το δρόμο, κατά κύριο λόγο τη γεωμετρία, τη μορφή του παρόδιου χώρου και τον όγκο κυκλοφορίας, μπορούν να εφαρμοσθούν παλινδρομικές μέθοδοι ανάλυσης, να δημιουργηθεί ένα στατιστικό μοντέλο και να βρεθούν οι τιμές των συντελεστών και των παραμέτρων του. Έχει διαπιστωθεί πως πιο κατάλληλες κατανομές για αυτή την εργασία, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που τα ατυχήματα στην περιοχή ενδιαφέροντος είναι λίγα σε αριθμό, είναι η κατανομή Poisson και η αρνητική διωνυμική κατανομή (D.W. Harwood, F.M. Council, E. Hauer, W.E. Hughes, and A. Vogt, 2000).

Τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι αξιόπιστα στο να υπολογίζουν έναν αναμενόμενο αριθμό ατυχημάτων για ένα τμήμα δρόμου, ωστόσο αντιμετωπίζουν δυσκολία στο να απομονώσουν την ατομική επιρροή κάθε παραμέτρου που συνδέεται με την ασφάλεια, ιδιαίτερα όταν κάποια από αυτές δε συνδέεται μαζί της με σχέση αιτίου - αποτελέσματος. Ακόμα, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη, όπου υπάρχει, η ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των διαφόρων ανεξάρτητων παραμέτρων, κάτι που καθιστά δύσκολο το διαχωρισμό των ατομικών τους επιδράσεων. Το φαινόμενο περιπλέκεται όταν μια παράμετρος του μοντέλου είναι ισχυρά συσχετισμένη με κάποια άλλη παράμετρο, η οποία δεν έχει εισαχθεί στο συγκεκριμένο μοντέλο. Στην περίπτωση αυτή, δεν είναι σαφές αν ο συντελεστής της ανεξάρτητης παραμέτρου αντιπροσωπεύει την επιρροή της ίδιας ή της άλλης απύσας παραμέτρου, αν είναι δηλαδή μια καλή προσέγγιση της επιρροής της παραμέτρου στην ασφάλεια ή αν η επιρροή της παραμέτρου είναι συγκυριακή (D.W. Harwood, F.M. Council, E. Hauer, W.E. Hughes, and A. Vogt, 2000). Συνεπώς, παρά την υψηλή μαθηματική ακρίβεια που προσφέρουν τα στατιστικά μοντέλα, ούτε αυτά είναι ικανά από μόνα τους να προσφέρουν την πιο καθαρή εικόνα για το επίπεδο της ασφάλειας ενός δρόμου.

Έχουν δοκιμασθεί και άλλες μέθοδοι εκτίμησης, συγκεκριμένα μελέτες μορφής «πριν και μετά», όπως ονομάζονται από το Federal Highway Administration του U.S Department of Transportation. Όμως, όπως και οι προηγούμενες μέθοδοι, έτσι και η εν λόγω παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα στην εφαρμογή της. Στατιστικές εφαρμογές έχουν δείξει πως, λόγω του τυχαίου τρόπου με τον οποίο συμβαίνουν τα ατυχήματα, υπάρχει έντονο το φαινόμενο της «τάσης προς το μέσο» (regression to the mean). Κατά το φαινόμενο αυτό, μια ακραία τιμή μιας μεταβλητής ενός δείγματος δεν αποτελεί αξιόπιστη ένδειξη για τις επόμενες τιμές της ίδιας μεταβλητής, οι οποίες κατά κανόνα θα είναι πιο κοντά στο μέσο όρο (Farnam Street, 2021). Στο θέμα της οδικής ασφάλειας, θεωρώντας ως ακραίες τιμές του δείγματος ένα μεγάλο αριθμό ατυχημάτων που συμβαίνει σε μικρό χρονικό διάστημα σε μια περιοχή, συμπεραίνεται ότι δεν είναι δυνατό να εντοπισθούν σωστά οι «προβληματικές» περιοχές, ούτε να μελετηθεί το πως θα ανταποκριθούν σε δυνητικές βελτιώσεις της υποδομής τους βάσει της καταγραφής των ατυχημάτων για το διάστημα πριν και μετά από μια βελτίωση. Με την εξάλειψη αυτού του

φαινομένου, ωστόσο, η εφαρμογή μελετών μορφής «πριν και μετά» θα απέδιδε αρκετά καλά αποτελέσματα, αφού θα υπολογιζόταν με ακριβή τρόπο η επιρροή που έχουν οι καθοριστικές παράμετροι που αναφέρθηκαν παραπάνω (γεωμετρία, παρόδιος χώρος, κυκλοφοριακός όγκος) στην ασφάλεια του δρόμου.

Σημαντικά επίσης είναι και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από γνώμες ειδημόνων, οι οποίοι στηριζόμενοι στα αποτελέσματα όλων των προηγούμενων μεθόδων, μπορούν να κάνουν συγκριτικές εκτιμήσεις. Οι εκτιμήσεις αυτές μπορούν να ληφθούν υπόψη στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Από τα παραπάνω, προκύπτει πως καμία από τις επιμέρους μεθόδους αξιολόγησης δε δίνει από μόνη της ιδιαίτερα επαρκώς αποτελέσματα, ενώ ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων εξ αυτών είναι πιθανότερο να οδηγήσει σε σωστή λήψη αποφάσεων. Συνεπώς, μια μέθοδος που βασίζεται στο ιστορικό μητρώο ατυχημάτων, σε στατιστικές αναλύσεις, σε μελέτες «πριν και μετά», καθώς και σε γνώμες ειδημόνων, θεωρείται πιο ολοκληρωμένη και πρέπει να προτιμάται έναντι των επιμέρους μεθόδων που την αποτελούν. Η πληρέστερη μέθοδος οφείλει να περιλαμβάνει και μια μελέτη που αφορά το κόστος της ασφάλειας ενός δρόμου, καθώς στις μεταφορές το κόστος αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, τα εργαλεία αξιολόγησης της ασφάλειας που εξετάζονται βασίζονται στο παραπάνω συνδυαστικό πρότυπο.

1.3 Επιλογή εργαλείων

Η επιλογή των τεχνικών εργαλειοθηκών που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία έγινε από τα διεθνώς διαθέσιμα, με κριτήριο την επάρκεια τεκμηρίωσης της δομής και του τρόπου χρήσης τους, ώστε η μελέτη τους να μπορεί να γίνει σε βάθος. Επιλέχθηκαν το αμερικανικό, το δανικό και το γερμανικό εργαλείο, με αντίστοιχα εγχειρίδια ως εξής:

- «Highway Safety Manual» (2009)
- «Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger-motorvejsnettet» (2018)
- «Handbuch für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straße» (Σχέδιο 2019).

Το αμερικανικό Highway Safety Manual (HSM) αποτελεί το πρώτο εγχειρίδιο αξιολόγησης της ασφάλειας που συντάχθηκε παγκοσμίως, συνεπώς αποτελεί ταυτόχρονα και το εργαλείο πάνω στο οποίο βασίστηκαν μετέπειτα πολλά άλλα εγχειρίδια, αμερικανικά αλλά και ευρωπαϊκά. Έχει την ιδιαιτερότητα πως, αν και δημιουργήθηκε ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα σε εφαρμογές σε δρόμους στην Αμερική και τον Καναδά, μπορεί - με τρόπους που θα περιγραφούν στη συνέχεια - να βαθμονομηθεί, ώστε να προσεγγίζει αρκετά αξιόπιστα τις συνθήκες σε όποια χώρα και αν εφαρμοσθεί, συνοδευόμενο πάντοτε από μια σύσταση για κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από το χρήστη.

Το Δανικό Εγχειρίδιο αποτελεί μια ευρωπαϊκή πρόταση, η οποία στη βασική φιλοσοφία της στηρίζεται στο πρότυπο της μεθόδου πρόβλεψης του HSM. Πολλές από τις τιμές των συντελεστών στο μαθηματικό μοντέλο έχουν τροποποιηθεί, με τρόπο τέτοιο, ώστε τα αποτελέσματα που εξάγονται να είναι προσαρμοσμένα στις δανικές οδικές συνθήκες. Το Δανικό Εγχειρίδιο φαίνεται επίσης να έχει κάνει κάποιες «βελτιώσεις» επί του HSM, κυρίως σε ό,τι αφορά το πλήθος και το είδος των παραμέτρων που εξετάζει, για να διαπιστώσει την επιρροή που έχουν στην ασφάλεια του δρόμου. Το εν λόγω εγχειρίδιο επιλέχθηκε και λόγω της

μεγαλύτερης «εγγύτητας» της Δανίας στην Ελλάδα, σε σχέση με τις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι δύο χώρες βρίσκονται στην Ευρώπη, και παρότι παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στη γεωμορφολογία και στο κλίμα τους, εντούτοις έχουν ομοιότητες στους κανονισμούς και στις προδιαγραφές κατασκευής των δρόμων τους.

Το Γερμανικό Εγχειρίδιο επιλέχθηκε για παρόμοιους λόγους, δηλαδή λόγω του ότι συντάχθηκε από μια ευρωπαϊκή χώρα με παρόμοιους κανονισμούς κατασκευής με την Ελλάδα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το γεγονός πως αποκλίνει αρκετά από τη δομή της μεθόδου του HSM και προτείνει μια εναλλακτική μέθοδο πρόβλεψης, η οποία είναι σκόπιμο να συγκριθεί με αυτή που προτείνουν τα άλλα δύο εγχειρίδια. Τέλος, σημαντικό είναι το ότι ως εγχειρίδιο είναι πάρα πολύ πρόσφατο, και συνεπώς λιγότερο πιθανό να περιέχει παρωχημένες πληροφορίες και δεδομένα.

1.4 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Βασικός στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι το να διαπιστωθεί ποιό από τα υπάρχοντα εργαλεία που επιλέχθηκαν να μελετηθούν είναι το πλέον κατάλληλο για την αξιολόγηση της ασφάλειας ανοιχτών οδικών τμημάτων του ελληνικού οδικού δικτύου. Για να γίνει αυτή η διαπίστωση, πρέπει να πραγματοποιηθεί μια σύγκριση μεταξύ των εργαλείων, ώστε να βρεθεί ποιού τα αποτελέσματα προσεγγίζουν καλύτερα τα καταγεγραμμένα στοιχεία για τα ατυχήματα στην Ελλάδα.

Επιπλέον στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα νέο εργαλείο, το οποίο θα βασίζεται πάνω στα εργαλεία που μελετήθηκαν, όμως θα «υπερτερεί» αυτών επειδή θα είναι πιο πλήρες, θα εξετάζει δηλαδή την ασφάλεια ως προς περισσότερες παραμέτρους σε σχέση με τα άλλα εργαλεία. Το νέο εργαλείο θα ονομασθεί «Ελληνικό Εργαλείο Αξιολόγησης της Ασφάλειας» και θα αποτελεί την πρόταση της παρούσας εργασίας σε όσους χρήστες επιθυμούν να αξιολογήσουν την ασφάλεια μιας ελληνικής οδού.

1.5 Δομή διπλωματικής εργασίας

Στα τρία πρώτα κεφάλαια της εργασίας, παρουσιάζονται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων πρόβλεψης των ατυχημάτων και ο αναλυτικός τρόπος λειτουργίας του καθενός από τα δύο εγχειρίδια. Ο στόχος είναι έχουν η εξοικείωση του χρήστη με τις βασικές έννοιες της αξιολόγησης της ασφάλειας και με τον τρόπο με το οποίο αυτές εφαρμόζονται σε κάθε εγχειρίδιο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα λογισμικά του κάθε εργαλείου και δίνονται αναλυτικά οδηγίες για τον τρόπο χρήσης τους, ώστε να γίνει σωστά η εισαγωγή δεδομένων και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ανάμεσα στα εργαλεία που αναλύονται είναι και το ελληνικό εργαλείο που συντέθηκε στο πλαίσιο της εργασίας. Η παρουσίαση γίνεται χωριστά για το λογισμικό που αφορά την αξιολόγηση υπεραστικών αυτοκινητοδρόμων και χωριστά για αυτό που αφορά την αξιολόγηση υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται δύο αριθμητικές εφαρμογές που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας. Η πρώτη εφαρμογή αφορά την αξιολόγηση ενός οδικού τμήματος αυτοκινητοδρόμου με όλα τα διαθέσιμα εργαλεία και η δεύτερη την αντίστοιχη αξιολόγηση για ένα οδικό τμήμα οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Στόχος των εφαρμογών είναι να

αποτελέσουν ένα πρότυπο παράδειγμα για τον τρόπο χρήσης των εργαλείων. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα από τις εφαρμογές θα αποτελέσουν και βάση για τη διεξαγωγή μιας σύγκρισης μεταξύ των εργαλείων, για να διαπιστωθεί ποιο από αυτά εξάγει πιο ακριβή αποτελέσματα για τον ελληνικό χώρο.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρατίθενται τα τελικά συμπεράσματα από τη διεξαγωγή της μελέτης και την ανάλυση των εφαρμογών που έγινε στα προηγούμενα κεφάλαια.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Αμερικανικό εγχειρίδιο

2.1.1 Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Highway Safety Manual

Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, μια αξιόπιστη αξιολόγηση ενός δρόμου απαιτεί ένα συνδυασμό των επιμέρους μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς ως εργαλεία αξιολόγησης της ασφάλειας του δρόμου. Μια τέτοια μεθοδολογία, η οποία συνδυάζει τον υπολογισμό του αριθμού των ατυχημάτων μέσω στατιστικών αναλύσεων, την αναγωγή τους με βάση πραγματικές καταγραφές ατυχημάτων, τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μέσω μελετών μορφής «πριν και μετά» και τη γνωμάτευση επί των συμπερασμάτων από ειδήμονες, είναι η μέθοδος πρόβλεψης που περιγράφεται αναλυτικά στο αμερικανικό εγχειρίδιο HSM και παρουσιάζεται παρακάτω.

Η μέθοδος εφαρμόζεται για ένα οδικό τμήμα και εκτιμά έναν αναμενόμενο μέσο αριθμό ατυχημάτων, ανά κατηγορία ατυχήματος και τύπο σύγκρουσης. Το βασικό πλεονέκτημα της έναντι των προγενέστερων της είναι πως, με την ποσοτικοποίηση του μέσου αριθμού ατυχημάτων, καθιστά δυνατό το να αξιολογηθούν υπάρχοντα οδικά τμήματα (στην υφιστάμενη ή σε κάποια εναλλακτική τους μορφή), αλλά και οδικά τμήματα υπό σχεδιασμό. Αυτό δίνει την ευκαιρία στους μελετητές να εξετάσουν την ασφάλεια ενός δρόμου και ως προς άλλες καθοριστικές παραμέτρους της οδοποιίας, όπως τις ανάγκες των χρηστών του δικτύου, τη χωροταξία, το κόστος, την προστασία του περιβάλλοντος, κ.ά.

Η μέθοδος αποτελείται από 18 βήματα και δε μπορεί να εφαρμοσθεί στο σύνολο ενός οδικού δικτύου, αλλά σε μικρότερες οδικές ενότητες που παρουσιάζουν στο εσωτερικό τους κάποια ομοιογένεια. Ο συνδυασμός της αξιολόγησης των επιμέρους ενοτήτων οδηγεί στην αξιολόγηση του συνόλου του δικτύου. Ενότητες μπορεί να αποτελούν, σε δρόμους δύο κατευθύνσεων, οι περιοχές των κόμβων ή τα τμήματα ανοιχτής, απρόσκοπτης οδοποιίας ανάμεσα σε δύο κόμβους. Στην παρούσα εργασία δε θα γίνει μελέτη για τις περιοχές των κόμβων, μόνο για τις περιοχές που παρεμβάλλονται ανάμεσά τους.

Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει για οποιαδήποτε χρονική περίοδο (που οφείλει να είναι πολλαπλάσια του ενός έτους), με την προϋπόθεση ότι τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του δρόμου παραμένουν σταθερά και πως υπάρχουν στοιχεία για την Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) ή τρόπος πρόβλεψής της για την περίοδο αυτή. Ο λόγος είναι πως η πρόβλεψη για τα ατυχήματα βασίζεται πάνω στα μεγέθη αυτά, συνεπώς οποιαδήποτε αλλαγή θα οδηγούσε τον αλγόριθμο σε λανθασμένα αποτελέσματα.

Οι οδικές ενότητες που μπορούν να αξιολογηθούν με τη μέθοδο μπορούν να βρίσκονται σε οποιαδήποτε περιοχή. Ο τύπος της περιοχής όμως (αστικός ή υπεραστικός) συνεπάγεται κάποιες διαφοροποιήσεις στη διαδικασία αξιολόγησης, άρα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ο χαρακτηρισμός ενός δρόμου ως αστικού, ημι-αστικού και υπεραστικού γίνεται από το χρήστη και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του δρόμου, τον πληθυσμό της περιβάλλουσας περιοχής και τις χρήσεις γης. Υπεραστικές θεωρούνται οι περιοχές έξω από τον αστικό ιστό (Federal Highway Administration) και είναι αυτές για τις οποίες θα γίνει η ανάλυση της αξιολόγησης της ασφάλειας σε αυτή την εργασία. Συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί η μέθοδος πρόβλεψης, όπως αυτή εφαρμόζεται σε υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους πολλαπλών λωρίδων και σε υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Σε μια υπάρχουσα ενότητα, η εκτίμηση για τα ατυχήματα γίνεται συνδυάζοντας τον καταγεγραμμένο αριθμό ατυχημάτων (N_{observed}) που δίνεται από τα μητρώα με τον προβλεπόμενο αριθμό ατυχημάτων ($N_{\text{predicted}}$) που υπολογίζεται από τη μέθοδο πρόβλεψης. Αυτό, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι αναγκαίο, για να εξουδετερωθεί το φαινόμενο της «τάσης προς το μέσο» (regression towards the mean) που διέπει την καταγραφή των ατυχημάτων και τα βραχυπρόθεσμα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μονόπλευρη μελέτη τους.

Στο σημείο αυτό, εισάγονται οι τρεις βασικές έννοιες της μεθόδου πρόβλεψης του HSM: οι συναρτήσεις Safety Performance Functions ή SPF, οι δείκτες Crash Modification Factors ή CMF και ο Συντελεστής Βαθμονόμησης (Calibration Factor ή C_x). Οι έννοιες αυτές αναλύονται παρακάτω.

2.1.2 Συναρτήσεις SPF

Στο HSM, ο μέσος αριθμός ατυχημάτων για μια ενότητα υπολογίζεται χρησιμοποιώντας στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης, τα οποία έχουν δημιουργηθεί με βάση ιστορικά δεδομένα ατυχημάτων από ενότητες με παραπλήσια γεωμετρία και με ποικιλία τιμών ΕΜΗΚ. Τα μοντέλα παλινδρόμησης αυτά ονομάζονται συναρτήσεις SPF και έχουν δημιουργηθεί για συγκεκριμένες Ενότητες Βάσης (Base Sites), με καθορισμένα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά, οι οποίες αποτελούν τις Συνθήκες Βάσης (Base Conditions) της συνάρτησης.

Οι συντελεστές παλινδρόμησης των SPF υπολογίζονται κάνοντας την παραδοχή πως τα καταγεγραμμένα ατυχήματα ακολουθούν την αρνητική διωνυμική κατανομή, δηλαδή μια επέκταση της κατανομής Poisson, που τυπικά χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κατανομή των ατυχημάτων. Ο διαφορετικός τρόπος προσέγγισης έγκειται στο γεγονός ότι, στην κατανομή Poisson ο μέσος όρος και η διακύμανση είναι ίσοι, κάτι που συνήθως δεν ισχύει για τη συχνότητα των ατυχημάτων, όπου η διακύμανση συνήθως είναι μεγαλύτερη. Η αρνητική διωνυμική κατανομή περιλαμβάνει επίσης και τον όρο k (υπερ-διασπορά ή overdispersion), που είναι πάντα ένας θετικός αριθμός, χρήσιμος όταν ο χρήστης θέλει να προσδιορίσει έναν σταθμισμένο συντελεστή βαθμονόμησης στα αποτελέσματα κατά την εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης. Όσο πιο κοντά είναι η παράμετρος k στο 0, τόσο πιο στατιστικά αξιόπιστη είναι η SPF.

Οι εξισώσεις των SPF διαφέρουν ανάλογα με την κατηγορία του δρόμου και θα παρουσιασθούν στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Κάποιος χρήστης μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει στοιχεία από τη γεωγραφική περιοχή δικαιοδοσίας στην οποία ανήκει η οδική ενότητα που μελετά, ώστε να δημιουργήσει τις δικές του SPF και να αποφύγει να χρησιμοποιήσει αυτές που δίνονται από το HSM. Μια τέτοια ανάλυση θα έδινε αποτελέσματα υψηλής ακρίβειας, ωστόσο, επειδή είναι επίπονη ως διαδικασία και απαιτεί δεδομένα πιθανώς δυσεύρετα στο χρήστη, δε θεωρείται απαραίτητο να πραγματοποιηθεί, καθώς τα αποτελέσματα από τις συναρτήσεις του HSM μπορούν μετά από κάποια αναγωγή να δώσουν αποτελέσματα ικανοποιητικής ακρίβειας για οποιαδήποτε περιοχή.

2.1.3 Δείκτες CMF

Για να αξιολογηθεί η ασφάλεια ενός οδικού τμήματος θα πρέπει να είναι γνωστά τα βασικά γεωμετρικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά της ενότητας, καθώς και μια τιμή για την ΕΜΗΚ

της, ώστε να επιλεγεί η καταλληλότερη υπάρχουσα συνάρτηση SPF, αν υπάρχει, με βάση την οποία θα εκτιμηθεί ο μέσος αριθμός ατυχημάτων.

Στη γενική περίπτωση, είναι στατιστικά απίθανο οι ενότητες που επιθυμεί να εξετάσει ο χρήστης να ταυτίζονται απόλυτα γεωμετρικά με τις Ενότητες Βάσης των SPF. Συνεπώς, θα πρέπει να γίνει κάποια αναγωγή, ώστε να ληφθεί υπόψη η απόκλιση που παρουσιάζει ως προς διάφορα χαρακτηριστικά η ενότητα υπό εξέταση από την «πρότυπη». Στο σημείο αυτό, εισάγεται, η έννοια των δεικτών Crash Modification Factors. Οι CMF αποτελούν μια μεταγενέστερη μορφή των δεικτών AMF, που περιλαμβάνονται στο εγχειρίδιο του HSM. Οι δύο δείκτες διαφέρουν στο ότι η εφαρμογή των μεν αφορά την εκτίμηση των συγκρούσεων στους δρόμους, ενώ των δε στην εκτίμηση των ατυχημάτων. Κατά τα άλλα, εμφανίζουν ομοιογένεια στον τρόπο εφαρμογής τους, συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιούνται σχεδόν εναλλακτά. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, προτιμάται ο όρος CMF, καθώς θεωρείται πιο σύγχρονος.

Οι δείκτες CMF είναι ο λόγος του εκτιμώμενου μέσου αριθμού ατυχημάτων μιας ενότητας υπό δυο διαφορετικές συνθήκες. Υποδεικνύουν το κατά πόσο θα μεταβληθεί ο εκτιμώμενος μέσος αριθμός ατυχημάτων σε μια οδική ενότητα, αν υπάρξει απόκλιση σε κάποια από τις τιμές των παραμέτρων από τις τιμές που έχουν στις Συνθήκες Βάσης. Ο υπολογισμός αναφέρεται σε μεταβολή τιμής μιας μόνο παραμέτρου, ενώ οι τιμές όλων των υπόλοιπων παραμέτρων παραμένουν σταθερές. Για παράδειγμα, ο CMF για την αλλαγή της τιμής του πλάτους της λωρίδας θα υπολογισθεί μέσω της σύγκρισης του «νέου» πλάτους με το πλάτος «βάσης» των 3,5 m με βάση την εξής σχέση:

$$CMF = \frac{\text{εκτιμώμενος αριθμός ατυχημάτων υπό "νέες" συνθήκες}}{\text{εκτιμώμενος αριθμός ατυχημάτων υπό συνθήκες "βάσης"}}$$

Όταν δεν υπάρχει απόκλιση στις τιμές των παραμέτρων από τις Συνθήκες Βάσης, ο CMF θα έχει τιμή 1,0. Τιμές CMF μικρότερες του 1,0 υποδεικνύουν πως η βελτίωση θα οδηγήσει σε μείωση του αριθμού ατυχημάτων σε σχέση με τις συνθήκες βάσης και αντίστοιχα, CMF μεγαλύτερος του 1,0 σε αύξηση τους. Το γεγονός αυτό καθιστά τους CMF πολύτιμα εργαλεία για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μιας βελτίωσης σε ένα οδικό τμήμα, αλλά και για την εκτίμηση της επιρροής της βελτίωσης αυτής στην ασφάλεια γενικότερα.

Το τυπικό σφάλμα αντιστοιχεί στην εκτιμώμενη τυπική απόκλιση που προκύπτει από τη διαφορά ανάμεσα στις πραγματικές και τις εκτιμώμενες τιμές για τα ατυχήματα. Αποτελεί έναν τρόπο αξιολόγησης της αξιοπιστίας του μοντέλου, καθώς όσο μικρότερο είναι το τυπικό σφάλμα, τόσο πιο αξιόπιστη θα είναι η εκτίμηση του μοντέλου. Κάποιοι από τους CMF στο HSM συμπεριλαμβάνουν και μια τιμή για την τυπική απόκλιση, συνεπώς οι τιμές αυτών των CMF είναι ίσες με την τιμή που υπολογίζεται για το δείκτη συν ή μείον την τιμή του τυπικού σφάλματος. Λαμβάνοντας υπόψη και το πολλαπλάσιο του τυπικού σφάλματος, το οποίο δίνεται στον πίνακα 2.1, τα διαστήματα εμπιστοσύνης ενός δείκτη CMF δίνονται από τη σχέση:

$$\Delta.E = CMF \pm (T.A * \Pi.T.\Sigma) \quad (2.1)$$

Όπου:

- Δ.E: διάστημα εμπιστοσύνης

- CMF: ο δείκτης για τον οποίο υπολογίζεται το Δ.Ε
- Τ.Α: τυπική απόκλιση
- Π.Τ.Σ: πολλαπλάσιο τυπικού σφάλματος

Πίνακας 2. 1: Πολλαπλάσιο Τυπικού Σφάλματος ανάλογα με το επιθυμητό Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Επιθυμητό Επίπεδο Εμπιστοσύνης	Διάστημα Εμπιστοσύνης	Πολλαπλάσιο Τυπικού Σφάλματος
Χαμηλό	65-70%	1
Μεσαίο	95%	2
Υψηλό	99.9%	3

Όπως προαναφέρθηκε, οι CMF υπολογίζονται για κάθε παράμετρο ασφαλείας ξεχωριστά. Στη συνέχεια, όμως, μπορούν να πολλαπλασιαστούν και να συνδυαστούν σε έναν συνολικό δείκτη CMF. Αυτό είναι δυνατό, διότι, προς το παρόν, κατά την αμερικανική μέθοδο ισχύει η λογική παραδοχή πως οι όλοι οι παράμετροι ασφαλείας είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Η παραδοχή αυτή, επειδή δεν υποστηρίζεται από κάποια έρευνα, πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή, καθώς είναι πιθανό λόγω της μη προφανούς εξάρτησης μεταξύ δυο παραμέτρων ασφαλείας να υπερεκτιμηθεί σημαντικά ο αριθμός των ατυχημάτων ή αντίστοιχα να υποεκτιμηθεί. Στο σημείο αυτό εισέρχεται η κριτική άποψη του χρήστη.

Οι δείκτες CMF θα παρουσιασθούν αναλυτικά για την κάθε παράμετρο ασφαλείας κάθε κατηγορίας δρόμου σε επόμενο κεφάλαιο.

2.1.4 Συντελεστής Βαθμονόμησης

Μια δεύτερη αναγωγή είναι επίσης απαραίτητη, ώστε να διορθωθούν οι αποκλίσεις που προκύπτουν όταν το οδικό δίκτυο προς αξιολόγηση ανήκει σε περιοχή έξω από τις Ηνωμένες Πολιτείες.

Το στατιστικό μοντέλο πρόβλεψης του HSM έχει δημιουργηθεί από αναλύσεις που έγιναν στις ΗΠΑ. Η εφαρμογή αυτού του μοντέλου σε ευρωπαϊκά οδικά δίκτυα, που εμφανίζουν διαφορές στη μορφή των δρόμων, στο κλίμα, στην πανίδα, στη γεωμορφολογία, στην οδική συμπεριφορά και στον τρόπο καταγραφής των ατυχημάτων, θα οδηγούσε σε λανθασμένη πρόβλεψη ατυχημάτων από τον αλγόριθμο. Επομένως, η αξιόπιστη εφαρμογή της μεθόδου σε κάποια άλλη χώρα απαιτεί μια διόρθωση στις τιμές των αποτελεσμάτων για τα ατυχήματα. Η διόρθωση γίνεται μέσω του Συντελεστή Βαθμονόμησης (Calibration Factor ή C_x), ο οποίος ανάγει τα αποτελέσματα για τα ατυχήματα που έχουν προκύψει από το «βασικό» στατιστικό μοντέλο σε κάποια άλλη γεωγραφική περιοχή ή χρονική περίοδο. Ο συντελεστής έχει τιμή μεγαλύτερη από το 1,0 για ενότητες που κατά μέσο όρο εμφανίζουν περισσότερα ατυχήματα από τις Ενότητες Βάσης και αντίστοιχα μικρότερη από 1,0 για λιγότερα κατά μέσο όρο ατυχήματα.

Από μελέτες που έχουν γίνει στο παρελθόν σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ιταλία, για το οδικό τους δίκτυο έχουν προκύψει συντελεστές βαθμονόμησης που, σε υπεραστικούς δρόμους

δύο λωρίδων κυκλοφορίας, ανά περιοχή κυμαίνονται από 0,11 έως 0,40 για τη χώρα (E. Sacchi and M. Bassani, 2012). Για την εύρεση των συντελεστών βαθμονόμησης εφαρμόστηκε η μέθοδος που περιγράφεται στο εγχειρίδιο του HSM. Παρόμοιες τιμές είναι λογικό να γίνει η υπόθεση πως θα ισχύουν και για άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ελλάδα. Οι τιμές αυτές υποδεικνύουν ότι ο αλγόριθμος υπερ-εκτιμά σημαντικά τον αριθμό των ατυχημάτων, όταν δε λαμβάνεται υπόψη η γεωγραφική απόκλιση από τις ΗΠΑ. Συνεπώς, η παράλειψη του συντελεστή στη διαδικασία των υπολογισμών θα επηρεάσει σημαντικά την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

2.1.5 Εφαρμογή της μεθόδου

Τα παραπάνω τρία μεγέθη, όταν συνδυαστούν, επιστρέφουν στο χρήστη τον προβλεπόμενο αριθμό των ατυχημάτων σε μια οδική ενότητα ($N_{\text{predicted}}$). Η αναλυτική σχέση που τα συνδέει είναι η εξής:

$$N_{\text{predicted}} = N_{\text{spf},x} * (CMF_{1x} * CMF_{2x} * \dots * CMF_{yx}) * C_x \quad (2.2)$$

Όπου:

- $N_{\text{predicted}}$: προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων για οδικό τμήμα τύπου x για μια συγκεκριμένη χρονιά
- $N_{\text{spf},x}$: προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων για την Ενότητα Βάσης οδικού τμήματος τύπου x μέσω της συνάρτησης SPF για μια συγκεκριμένη χρονιά
- CMF_{yx} : Δείκτης Μεταβολής Ατυχημάτων για οδικό τμήμα τύπου x, βασιζόμενος στην εκάστοτε συνάρτηση SPF
- C_x : Συντελεστής Βαθμονόμησης που προσαρμόζει τη συνάρτηση SPF στις τοπικές συνθήκες του οδικού τμήματος τύπου x.

2.1.6 Εμπειρική Μέθοδος Bayes

Για υπάρχοντα οδικά δίκτυα, η μέθοδος πρόβλεψης του HSM μπορεί να γίνει ακόμα πιο ακριβής, εφαρμόζοντας την εμπειρική μέθοδο Bayes (Empirical Bayes Method). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, αντλώντας δεδομένα από το μητρώο των καταγεγραμμένων ατυχημάτων, μπορούν να υπολογισθούν βάρη για τον καταγεγραμμένο και τον προβλεπόμενο αριθμό ατυχημάτων (N_{observed} , $N_{\text{predicted}}$). Τα βάρη αυτά υποδηλώνουν τη στατιστική αξιοπιστία της συνάρτησης SPF και προσδίδουν μεγαλύτερη ακρίβεια στην πρόβλεψη των ατυχημάτων.

Εφαρμογή της μεθόδου EB οδηγεί στην εύρεση του εκτιμώμενου αριθμού ατυχημάτων (N_{expected}), από το στατιστικά σωστό συνδυασμό των N_{observed} και $N_{\text{predicted}}$. Ωστόσο, επειδή η διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου Bayes είναι περίπλοκη και απαιτεί δεδομένα που είναι ατελώς συλλεγμένα ή δύσκολα προσιτά για την Ελλάδα, η ανάλυσή της θα παραλειφθεί στο πλαίσιο αυτής της εργασίας.

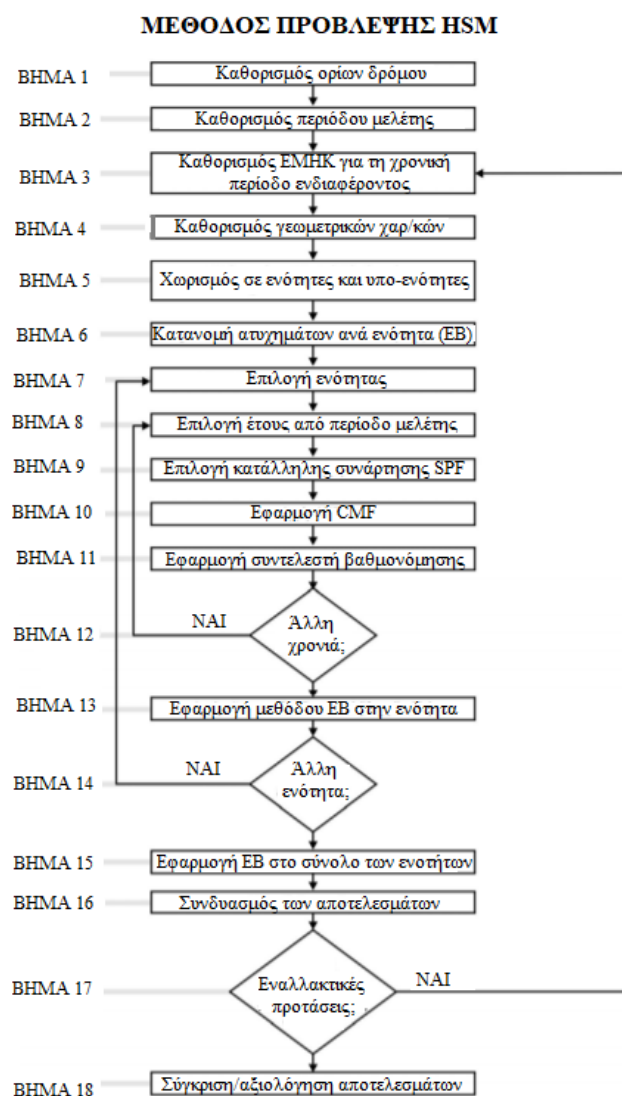
2.1.7 Αναλυτικά βήματα της μεθόδου

Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά τα 18 βήματα της μεθόδου πρόβλεψης ατυχημάτων του HSM.

- 1) Καθορισμός των ορίων του οδικού τμήματος που θα μελετηθεί και όλων των βοηθητικών του εγκαταστάσεων, για τα οποία θα γίνει ο υπολογισμός των ατυχημάτων.
- 2) Καθορισμός χρονικής περιόδου της μελέτης. Η χρονική περίοδος μπορεί να αναφέρεται στο παρελθόν ή στο μέλλον, ανάλογα με το αν το οδικό τμήμα υπάρχει ή είναι υπό σχεδιασμό.
- 3) Συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την ΕΜΗΚ του οδικού τμήματος κατά τη χρονική περίοδο ενδιαφέροντος (από καταγραφές και μετρήσεις για παρελθοντική χρονική περίοδο και από προβλέψεις για μελλοντική χρονική περίοδο). Αν τα στοιχεία δεν είναι πλήρη για όλη την περίοδο μελέτης, τότε συμπληρώνονται με παρεμβολές που γίνονται για τα γνωστά στοιχεία με βάση συγκεκριμένους κανόνες, που θα δοθούν σε επόμενο κεφάλαιο.
Στο βήμα αυτό συλλέγονται και τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου Bayes, αν ο χρήστης επιθυμεί να τη συμπεριλάβει στη μελέτη του.
- 4) Καθορισμός γεωμετρικών, κυκλοφοριακών και άλλων χαρακτηριστικών του οδικού τμήματος.
- 5) Χωρισμός του οδικού τμήματος σε ενότητες και υπο-ενότητες που παρουσιάζουν ομοιογένεια στο εσωτερικό τους.
- 6) Κατανομή των καταγεγραμμένων ατυχημάτων στην κάθε ενότητα (αφορά τη μέθοδο Bayes).
- 7) Επιλογή μιας ενότητας, για την οποία έχει γίνει η προεργασία συλλογής δεδομένων, ώστε να υπολογισθεί ο μέσος αριθμός των ατυχημάτων για ένα έτος. Μετά την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, αν δεν υπάρχουν άλλες ενότητες προς εξέταση, ο χρήστης μεταβαίνει στο Βήμα 15.
- 8) Επιλογή ενός υπο-διαστήματος της χρονικής περιόδου μελέτης, σε περίπτωση που χρειαστεί λόγω μεταβολής της ΕΜΗΚ της ενότητας να αλλάξει ο υπολογισμός της SPF και των CMF.
- 9) Επιλογή της κατάλληλης συνάρτησης SPF, ανάλογα με την κατηγορία οδού της ενότητας και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά της.
- 10) Εφαρμογή της σχέσης 2.2, ώστε η αρχική εκτίμηση της SPF να αναχθεί με βάση τις τιμές των CMF.
- 11) Αναγωγή του αποτελέσματος του προηγούμενου βήματος μέσω του συντελεστή βαθμονόμησης, ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στη γεωγραφική θέση της ενότητας υπό εξέταση.
- 12) Αν η μελέτη πρέπει να γίνει και για κάποιο άλλο χρονικό υπο-διάστημα, τότε ο χρήστης πρέπει να επιστρέψει στο Βήμα 8 και να επαναλάβει τα βήματα. Ο βρόγχος αυτός θα πρέπει να επαναληφθεί έως ότου καλυφθεί όλο το εύρος της περιόδου μελέτης που ορίστηκε στην αρχή.
- 13) Εφαρμογή της Μεθόδου EB για την επιλεγμένη ενότητα (αν το επιθυμεί ο χρήστης και όπου είναι δυνατό).
- 14) Αν η μελέτη πρέπει να γίνει και για κάποια άλλη ενότητα δρόμου, τότε ο χρήστης πρέπει να επιστρέψει στο βήμα 7 και να επαναλάβει τα βήματα. Ο βρόγχος αυτός θα επαναληφθεί έως ότου καλυφθούν όλες οι ενότητες που επιθυμεί να εξετάσει ο χρήστης, ώστε να μπορεί έπειτα να προχωρήσει στο Βήμα 15.

- 15) Εφαρμογή της Μεθόδου EB για το σύνολο των επιμέρους ενότητων που συνθέτουν το οδικό τμήμα (αν το επιθυμεί ο χρήστης και εφόσον δε μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε ενότητα χωριστά στο Βήμα 13).
- 16) Συνδυασμός των αποτελεσμάτων για τον αριθμό των ατυχημάτων όλων των επιμέρους τμημάτων, ώστε να προκύψει ο συνολικός αριθμός για το σύνολο του οδικού δικτύου.
- 17) Επανάληψη της μεθόδου από το Βήμα 3 έως το 16, συμπεριλαμβανόμενων των βρόγχων, όμως αυτή τη φορά όχι με τα πραγματικά χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος, αλλά με εναλλακτικές προτάσεις (για τη γεωμετρία, το φόρτο, τις βελτιώσεις, κ.ά.), ώστε να μπορεί να γίνει κάποια σύγκριση με τα προηγούμενα αποτελέσματα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει πολλαπλές φορές, για πολλαπλές συγκρίσεις.
- 18) Αξιολόγηση και σύγκριση όλων των αποτελεσμάτων.

Η παραπάνω μέθοδος, αποδομένη σε μορφή διαγράμματος ροής παρουσιάζεται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2. 1: Βήματα μεθόδου πρόβλεψης HSM

2.1.8 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

Η εκτίμηση της μεθόδου του HSM, σε αντίθεση με τη μέθοδο καταγραφής των ατυχημάτων, αφορά ένα μακροπρόθεσμο χρονικό διάστημα. Το γεγονός αυτό της προσδίδει τα εξής πλεονεκτήματα):

- Εξουδετερώνει την επιρροή της «τάσης προς το μέσο», αφού πλέον η μελέτη δεν αφορά βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα.
- Μειώνει την ανάγκη για διαθεσιμότητα στοιχείων καταγραφής ατυχημάτων, αφού βασίζεται στη σύγκριση της ενότητας υπό μελέτη με άλλες, παρόμοιες, ενότητες.
- Οι συναρτήσεις SPF βασίζονται στην αρνητική διωνυμική κατανομή, η οποία προσεγγίζει καλύτερα τη φύση των ατυχημάτων που παρουσιάζουν έντονη «τυχαιότητα», ειδικά σε σχέση με τα κλασσικά στατιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούν την κανονική κατανομή.

2.1.9 Περιορισμοί Μεθόδου Πρόβλεψης

Η μέθοδος του HSM λαμβάνει υπόψη την επιρροή πολλών φυσικών χαρακτηριστικών ενός οδικού τμήματος, όμως δε λαμβάνει υπόψη του όλες τις πιθανές παραμέτρους ασφάλειας. Η απουσία μιας παραμέτρου από το μοντέλο δε συνεπάγεται πως η παράμετρος αυτή δεν έχει καμία επιρροή στην ασφάλεια του οδικού τμήματος, αλλά το ότι η επιρροή στην ασφάλεια της συγκεκριμένης παραμέτρου δεν έχει βρεθεί και ποσοτικοποιηθεί από το HSM την παρούσα στιγμή.

Επίσης, η μέθοδος λαμβάνει υπόψη της την επιρροή κάποιων μη γεωμετρικών παραμέτρων μόνο επιφανειακά. Παραδείγματα τέτοιων μη γεωμετρικών παραμέτρων είναι η κατανομή των χρηστών του οδικού δικτύου στις διάφορες ηλικιακές ομάδες, οι συμπεριφορές που αφορούν την κατανάλωση αλκοόλ και τη χρήση ζώνης ασφαλείας, το κλίμα της περιοχής και η κατανομή της ΕΜΗΚ σε ιδιαίτερες κυκλοφοριακές ομάδες όπως Β.Ο και μοτοσικλετιστές. Η επιρροή των παραπάνω παραμέτρων στην ασφάλεια είναι σημαντική, όμως μέχρι τώρα δεν έχει κατανοηθεί σε βάθος, ώστε να προσδιορισθεί πλήρως μαθηματικά.

2.2 Δανικό εγχειρίδιο

2.2.1 Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Δανικού Εγχειριδίου

Το δανικό εγχειρίδιο αναπτύχθηκε από την εταιρεία Trafitec εκ μέρους της Δανικής Διεύθυνσης Δρόμων, με σκοπό τη δημιουργία ενός εργαλείου για την αξιολόγηση της ασφάλειας σε υπάρχοντες και σε υπό σχεδιασμό δρόμους. Έτσι, συντάχθηκε η έκθεση “Accident prediction models, accident modification factors and tools for segments-the motorway network”. Η έκθεση αυτή έχει ως βασικό της εργαλείο έναν αλγόριθμο δομημένο σε περιβάλλον excel, ο οποίος συνοδεύεται από το αντίστοιχο εγχειρίδιο χρήσης του αλγορίθμου. Παρομοίως, έχει συνταχθεί και η μελέτη για υπεραστικές οδούς.

Η δανική μέθοδος αξιολόγησης ασφάλειας των δρόμων έχει βασισθεί στη μέθοδο του HSM που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2.1, συνεπώς στηρίζεται και αυτή σε μια εκτίμηση του

αριθμού των ατυχημάτων από συναρτήσεις SPF υπολογισμένες για συγκεκριμένες Ενότητες Βάσης και στη μετέπειτα προσαρμογή των αποτελεσμάτων αυτών των συναρτήσεων στις οδικές ενότητες υπό εξέταση, μέσω των δεικτών CMF.

2.2.2 Ομοιότητες με τη μέθοδο πρόβλεψης του HSM

Οι δύο μέθοδοι μοιάζουν σε αρκετά σημεία. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που απαιτούνται να εισάγει ο χρήστης για να γίνουν οι υπολογισμοί (γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του δρόμου, πληροφορίες για τον παρόδιο χώρο) είναι παρόμοια με αυτά που απαιτούνται από το HSM.

Επίσης σε γενικές γραμμές, για τη δανική μέθοδο ισχύουν οι ίδιες προϋποθέσεις που ισχύουν για την εφαρμογή της μεθόδου του HSM για την αξιολόγηση ενός οδικού τμήματος. Η εφαρμογή γίνεται είτε για κόμβους είτε για τα τμήματα ανοιχτής οδοποιίας ανάμεσά τους, και για ενότητες που εμφανίζουν ομοιογένεια γεωμετρικών και κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών στο εσωτερικό τους. Η αξιολόγηση μπορεί να αφορά οποιαδήποτε χρονική περίοδο, εφόσον μπορεί να βρεθεί ΕΜΗΚ της ενότητας για τη χρονική περίοδο, από μετρήσεις ή από προβλέψεις. Σημαντική είναι επίσης και η θέση της ενότητας υπό εξέταση σε σχέση με τον αστικό χώρο (αστική, ημι-αστική ή υπεραστική οδός), καθώς και η κατηγορία δρόμου στην οποία ανήκει. Τμήματα αυτοκινητόδρομου εξετάζονται διαφορετικά από τις οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Ομοιογένεια εμφανίζουν οι μέθοδοι και στον τύπο των αποτελεσμάτων που επιστρέφουν στο χρήστη. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι πολύ σημαντικό, καθώς συνεπάγεται πως τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων είναι συγκρίσιμα.

Εντούτοις, οι μέθοδοι, ενώ ακολουθούν και οι δύο τα βήματα που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 2.1.7, παρουσιάζουν και κάποιες σημαντικές ειδοποιούς διαφορές, οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια.

2.2.3 Διαφορές από τη μέθοδο πρόβλεψης του HSM

Οι βασικές διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στα δύο εργαλεία είναι οι ακόλουθες:

- Οι εξισώσεις των συναρτήσεων SPF που χρησιμοποιούνται από το δανικό εργαλείο έχουν διαφορετική μορφή και διαφορετικές σταθερές παραμέτρους από το HSM. Επίσης, όπως θα αναλυθεί στην συνέχεια, στο δανικό εργαλείο η μορφή της συνάρτησης SPF που θα χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων εξαρτάται και από τον τύπο του οδικού τμήματος υπό εξέταση.
- Οι δανικές συναρτήσεις SPF έχουν υπολογισθεί για διαφορετικές τιμές παραμέτρων ασφαλείας από τις αμερικανικές, ώστε να προσαρμόζονται καλύτερα στα δανικά πρότυπα κατασκευής δρόμων. Επίσης, κάποιες από τις παραμέτρους ασφαλείας που εξετάστηκαν στο HSM έχουν αφαιρεθεί από το δανικό εργαλείο, επειδή δε θεωρήθηκαν πως ασκούν μεγάλη επιρροή στην ασφάλεια στους δανικούς δρόμους. Αντίστοιχα, κάποιοι παράμετροι προστέθηκαν, επειδή κρίθηκε ότι η επιρροή τους είναι καθοριστική.

- Σε συνέχεια του προηγούμενου, ο αριθμός και οι εξισώσεις υπολογισμού των δεικτών CMF διαφέρουν ανάμεσα στα δύο εργαλεία.
- Σημαντική διαφορά αποτελεί η απουσία του συντελεστή βαθμονόμησης στο δανικό εργαλείο. Ο λόγος της απουσίας του είναι πως οι συναρτήσεις και οι δείκτες του δανικού εργαλείου έχουν υπολογισθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να συμπεριλαμβάνουν ένα συντελεστή βαθμονόμησης που αφορά τη Δανία αποκλειστικά. Τα αποτελέσματα του εργαλείου είναι ουσιαστικά βαθμονομημένα για τη Δανία, κάτι που πιθανώς να έχει ως συνέπεια τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου εργαλείου να μη προσαρμόζονται με βέλτιστο τρόπο στα δεδομένα άλλων χωρών.
- Από το δανικό εργαλείο απουσιάζει επίσης η δυνατότητα της συσχέτισης των προβλεπόμενων ατυχημάτων που υπολογίζονται με τη μέθοδο ($N_{\text{predicted}}$) με τα καταγεγραμμένα ατυχήματα (N_{observed}), ώστε να εξαχθεί ο εκτιμώμενος αριθμός ατυχημάτων (N_{expected}). Το δανικό εγχειρίδιο δε δίνει οδηγίες για την εφαρμογή της μεθόδου EB, συνεπώς συμπεραίνεται πως η μέθοδος δεν εφαρμόζεται επί των αποτελεσμάτων του δανικού εργαλείου.

2.3 Γερμανικό εγχειρίδιο

2.3.1 Γενικά στοιχεία μεθόδου αξιολόγησης του Γερμανικού Εγχειριδίου

Το γερμανικό εγχειρίδιο (Handbuch für der Verkehrssicherheit von Straße ή HVS) αποτελεί το πιο πρόσφατο εργαλείο, που ως στόχο του έχει την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας του οδικού δικτύου. Η πρώτη έκδοσή του συντάχθηκε το Μάρτιο του 2019, συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί πως περιέχει λιγότερο παρωχημένα στοιχεία από το HSM που δεν έχει αναθεωρηθεί από το 2016. Για αυτό το λόγο, θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί στην εργασία. Ένας επιπλέον λόγος που επιλέχθηκε το γερμανικό εργαλείο είναι διότι, σε αντίθεση με το εγχειρίδιο της Δανίας, καταφέρνει να προτείνει μια μέθοδο πρόβλεψης ατυχημάτων που διαφέρει σημαντικά από τη μέθοδο πρόβλεψης του HSM. Θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν οι δύο διαφορετικές μέθοδοι και έπειτα να συγκριθούν, με όποιο τρόπο αυτό είναι δυνατό.

Το HVS περιλαμβάνει, όπως και το HSM, μια τυποποιημένη μέθοδο για την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας για τις διάφορες κατηγορίες δρόμων. Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει για υφιστάμενα οδικά τμήματα ή για οδικά τμήματα υπό μελέτη. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί σε κόμβους ή σε τμήματα ανοιχτής οδοποιίας μεταξύ δύο κόμβων (ενότητες), σε περιοχές έξω από τον αστικό ιστό. Προς το παρόν, δεν έχει δημιουργηθεί κάποιο μοντέλο που να υπολογίζει την ασφάλεια σε δρόμους εντός αστικών περιοχών.

Πίνακας 2. 2: Κατηγορίες οδών κατά RIN και πεδίο ισχύος των RAA

Κατηγορία		Αυτοκινη- τόδρομοι	Επαρχιακές οδοί	Κύριες οδικές αρτηρίες χωρίς παρόδια δόμηση	Κύριες οδικές αρτηρίες με παρόδια δόμηση	Τοπικές συνδετήριες οδοί
		AS	LS	VS	HS	ES
Οδική σύνδεση σε ηπειρωτικό επίπεδο	0	AS 0		-	-	-
Οδική σύνδεση ευρύτερων περιοχών, μεταξύ χωρών	I	AS I	LS I		-	-
Οδική σύνδεση ευρύτερων περιοχών. Μεταξύ περιφερειών μιας χώρας	II	AS II	LS II	VS II		-
Τοπική οδική σύνδεση	III	-	LS III	VS III	HS III	
Οδική σύνδεση εγγύς περιοχής	IV	-	LS IV	-	HS IV	ES IV
Οδική σύνδεση περιορισμένης έκτασης	V	-	LS V	-	-	ES V

Ο βασικός στόχος της γερμανικής μεθόδου είναι να διευκολύνει τη σύγκριση του επιπέδου ασφαλείας μεταξύ των οδικών ενοτήτων, κυρίως όταν σχεδιάζεται κάποια βελτίωση επί αυτών. Με την εφαρμογή της μεθόδου σε οδικά τμήματα στην προγενέστερη και έπειτα στη μεταγενέστερη μορφή τους, μπορεί να διαπιστωθεί ακριβώς η επιρροή που θα έχει η βελτίωση στην ασφάλεια (μελέτη μορφής «πριν και μετά»). Τα αποτελέσματα του μοντέλου συσχετίζονται σε επόμενο στάδιο και με τα καταγεγραμμένα ατυχήματα που έχουν καταγραφεί στην περιοχή και με τον τρόπο αυτό μπορούν να αποτελέσουν ένα κριτήριο για την αξιολόγηση και το σχεδιασμό διάφορων βελτιώσεων.

2.3.2 Βασικά μεγέθη μεθόδου πρόβλεψης

Η μέθοδος βασίζεται σε ένα μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο πραγματοποιεί υπολογισμούς με βάση τα χαρακτηριστικά της υποδομής του οδικού τμήματος, καθώς και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του. Οι τιμές των χαρακτηριστικών αυτών εξετάζονται μια προς μια για το υφιστάμενο οδικό τμήμα και συγκρίνονται με τις αντίστοιχες τιμές ενός άλλου οδικού τμήματος, το οποίο θεωρείται «πρότυπο» από άποψη ασφάλειας. Η σύγκριση των χαρακτηριστικών οδηγεί στον υπολογισμό των βασικών, για τη γερμανική μέθοδο πρόβλεψης, μεγεθών: του Προσαρμοσμένου Κόστους και των Δεικτών Προσαρμογής.

Το «Προσαρμοσμένο Κόστος» (angepasste Grundunfallkostenrate ή g_{UKR}) εκφράζει του κόστους των ατυχημάτων ανά 1000 οχηματοχιλιόμετρα και υπολογίζεται ως το γινόμενο του «Κόστους Βάσης» (Basiswert der Grundunfallkostenrate ή B_{gUKR}), δηλαδή το κόστος ατυχημάτων ανά 1000 οχηματοχιλιόμετρα για έναν δρόμο που ανήκει σε μια κατηγορία οδού

και διαθέτει τις «τιμές βάσης» της κατηγορίας αυτής, και κάποιων συντελεστών που αντιστοιχούν σε παραμέτρους ασφαλείας, όπως η ελικτότητα, η κυμάτωση, το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας, η ΕΜΗΚ και το ποσοστό βαρέων οχημάτων. Οι συντελεστές αυτοί δείχνουν ουσιαστικά το κατά πόσο στο οδικό τμήμα οι καθοριστικές παράμετροι αποκλίνουν από τις «τιμές βάσης» της αντίστοιχης κατηγορίας οδού. Παρόμοια με τις συναρτήσεις SPF στη μέθοδο πρόβλεψης του HSM, το Προσαρμοσμένο Κόστος δίνει μια πρώτη εκτίμηση για το κόστος των ατυχημάτων στο συγκεκριμένο τμήμα.

Οι «Δείκτες Προσαρμογής» (Zuschlagfaktors ή f_z) υπολογίζονται εξετάζοντας τις αποκλίσεις που παρουσιάζει ο δρόμος από τις «πρότυπες» συνθήκες σχεδιασμού ως προς άλλες παραμέτρους, που κυρίως αφορούν τη γεωμετρία και τη διάταξη του οδικού άξονα, καθώς και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του. Οι αποκλίσεις αυτές μπορεί να είναι γραμμικής ή σημειακής «φύσης». Συγκρίνοντας με τη μέθοδο του HSM, οι Δείκτες Προσαρμογής θα μπορούσαν να θεωρηθούν αντίστοιχοι των δεικτών CMF, οι οποίοι επίσης χρησιμοποιούνται για να προσαρμόσουν την αρχική εκτίμηση των SPF για τα ατυχήματα σύμφωνα με τις αποκλίσεις των οδικών τμημάτων υπό μελέτη από τα «πρότυπα».

Το γινόμενο του Προσαρμοσμένου Κόστους και όλων των επιμέρους Δεικτών Προσαρμογής δίνουν το Βαθμό Επικινδυνότητας (Gefahrengrads ή GG) της οδού, δηλαδή το προσαρμοσμένο κόστος ατυχημάτων για το συγκεκριμένο οδικό τμήμα. Ο Βαθμός Επικινδυνότητας είναι μέγεθος καθοριστικό για την αξιολόγηση της ασφάλειας και εκφράζεται με τη μορφή ενός ποσοστού κόστους ατυχήματος.

Επόμενο μέγεθος που υπολογίζεται είναι ο Δείκτης Ασφαλείας Οχημάτων (Verkehrssicherheitsindex ή $I_{vs,s}$), ο οποίος προκύπτει ως ο λόγος του Προσαρμοσμένου Κόστους προς το Βαθμό Επικινδυνότητας. Ο Δείκτης Ασφαλείας Οχημάτων αντιπροσωπεύει το επίπεδο ασφάλειας που παρέχει η οδός υπό μελέτη. Όσο πιο κοντά βρίσκεται στη μονάδα, τόσο πιο ασφαλής είναι ο δρόμος. Για παράδειγμα, τιμή Δείκτη Ασφαλείας 0,90 ουσιαστικά σημαίνει πως το οδικό τμήμα υπό μελέτη με την υφιστάμενη του μορφή, προσφέρει το 90% της ασφάλειας που θα προσέφερε αν είχε δημιουργεί χωρίς αποκλίσεις από τον «πρότυπο» σχεδιασμό.

Ενδεικτικό μέγεθος για την αξιολόγηση του επιπέδου ασφάλειας της ενότητας είναι ο Δείκτης Ασφάλειας Οχημάτων, ο οποίος είναι θεμιτό να είναι όσο πιο κοντά στη μονάδα γίνεται. Σε περίπτωση όμως που αντικείμενο της μελέτης για την οποία πραγματοποιείται η αξιολόγηση είναι η σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων για το σχεδιασμό βελτιώσεων, τότε καθοριστικό μέγεθος είναι ο Βαθμός Επικινδυνότητας.

Η παραπάνω μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί σε ένα μεμονωμένο οδικό τμήμα, ή και σε ένα ολόκληρο οδικό δίκτυο. Τα θεμελιώδη μεγέθη υπολογίζονται για τα επιμέρους τμήματα και επειδή δε μπορεί να γίνει κάποια σύμπτυξη και συνδυασμός των αποτελεσμάτων, η αξιολόγηση του δικτύου θα βασίζεται στα θεμελιώδη μεγέθη καθενός από τα επιμέρους τμήματα.

Τα αναλυτικά βήματα της μεθόδου παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο.

2.3.3 Αναλυτικά βήματα γερμανικής μεθόδου πρόβλεψης

- 1) Καθορισμός ενοτήτων, για τις οποίες θα γίνει αξιολόγηση. Η διαδικασία βασίζεται σε γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος. Συνεπώς, για να γίνουν σωστά οι υπολογισμοί, τα μεγέθη αυτά θα πρέπει να παραμένουν σταθερά στο εσωτερικό κάθε ενότητας μελέτης. Κάθε φορά που παρατηρείται κάποια μεταβολή στην τιμή οποιουδήποτε από τα βασικά χαρακτηριστικά (γεωμετρία, χάραξη, ΕΜΗΚ, κ.ά.), τότε η ενότητα χωρίζεται σε υπο-ενότητες, στο εσωτερικό των οποίων υπάρχει ομοιογένεια ως προς όλες τις καθοριστικές παραμέτρους της ασφάλειας.
- 2) Κατάταξη των ενοτήτων και υπο-ενοτήτων σε «Βασικούς Τύπους» (Grundtyp). Η κατάταξη γίνεται με βάση τις τυπικές διατομές, τη γεωγραφική θέση σε σχέση με τον αστικό χώρο και τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα. Τα στοιχεία για τις πρότυπες τιμές των παραπάνω μεγεθών αντλούνται από τους κανονισμούς των RAA (2008) για τους υπεραστικού αυτοκινητόδρομους και τους RAL (2012) για τους υπεραστικούς δρόμους 2 λωρίδων κυκλοφορίας.
- 3) Υπολογισμός ΕΜΗΚ της ενότητας. Η τιμή της ΕΜΗΚ υπολογίζεται από μετρήσεις για τον κυκλοφοριακό φόρτο, όταν η χρονική περίοδος μελέτης αφορά το παρελθόν, και από μοντέλα πρόβλεψης του φόρτου, όταν η χρονική περίοδος μελέτης αφορά το μέλλον.
- 4) Υπολογισμός του Προσαρμοσμένου Κόστους. Οι τιμές για το Κόστος Βάσης αντιστοιχούν σε εμπειρικά καθορισμένους μέσους ρυθμούς κόστους ατυχημάτων για τον κάθε Βασικό Τύπο. Οι τιμές αυτές ισχύουν για συγκεκριμένες γεωμετρικές και κυκλοφοριακές συνθήκες, οι οποίες αφορούν την ελικτότητα, την κυμάτωση, το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας, την ΕΜΗΚ και το ποσοστό Β.Ο. Όταν μια ενότητα εμφανίζει κάποια απόκλιση ως προς τις συνθήκες αυτές, η απόκλιση αυτή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του Προσαρμοσμένου Κόστους, μέσω συντελεστών. Η διαδικασία αυτή διαφέρει σε κάποια σημεία στην εφαρμογή της μεθόδου σε αυτοκινητόδρομους και σε δρόμους δυο λωρίδων.
- 5) Υπολογισμός Βαθμού Επικινδυνότητας. Έχοντας το Προσαρμοσμένο Κόστος, υπολογίζονται έπειτα οι Δείκτες Προσαρμογής για αποκλίσεις που αφορούν σχεδιαστικά, κυκλοφοριακά, και άλλα χαρακτηριστικά. Διακρίνονται σε αποκλίσεις γραμμικής και σημειακής φύσης. Στις αποκλίσεις γραμμικής φύσης, λαμβάνεται υπόψη το μήκος της ενότητας κατά το οποίο υπάρχει απόκλιση, ενώ στις σημειακής φύσης, λαμβάνεται υπόψη η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται οι αποκλίσεις. Αφού βρεθούν όλοι οι επιμέρους Δείκτες Προσαρμογής, πολλαπλασιάζονται με το Προσαρμοσμένο Κόστος, ώστε να βρεθεί ο Βαθμός Επικινδυνότητας.
- 6) Υπολογισμός Δείκτη Ασφαλείας Οχημάτων. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται ως ο λόγος του Προσαρμοσμένου Κόστους προς το Βαθμό Επικινδυνότητας.

Η παραπάνω μέθοδος, αποδομένη σε μορφή διαγράμματος ροής παρουσιάζεται στο σχήμα 2.2.



Σχήμα 2. 2: Βήματα γερμανικής μεθόδου πρόβλεψης

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Στο κεφάλαιο 2, παρουσιάστηκαν τα βήματα των μεθόδων αξιολόγησης του κάθε εργαλείου. Στο κεφάλαιο 3, παρουσιάζεται αναλυτικά η εφαρμογή των μεθόδων κάθε εργαλείου, για τις δύο κατηγορίες δρόμων (αυτοκινητόδρομοι και οδοί δύο λωρίδων κυκλοφορίας), σύμφωνα με τα στοιχεία της αντίστοιχης βιβλιογραφίας.

3.1 Η μέθοδος του HSM για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η αμερικανική μέθοδος πρόβλεψης μπορεί να εφαρμοσθεί σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους δύο κατευθύνσεων με τουλάχιστον τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας συνολικά και με γνωστά χαρακτηριστικά, για να εκτιμηθεί ο μέσος αριθμός ατυχημάτων. Στον τύπο δρόμου αυτόν υπάρχει διαχωριστική νησίδα ανάμεσα στις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας.

3.1.1 Συναρτήσεις SPF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Όπως αναφέρθηκε, η πρόβλεψη του αριθμού ατυχημάτων ($N_{\text{predicted}}$) με τη μέθοδο του HSM αρχίζει με μια πρώιμη εκτίμηση του, χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση SPF.

Για υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους πολλαπλών λωρίδων με διαχωριστική νησίδα ανάμεσα στις κατευθύνσεις, η συνάρτηση SPF που αναπτύχθηκε από το HSM και χρησιμοποιείται (λαμβάνοντας υπόψη τη μετατροπή των μιλίων σε χιλιόμετρα), έχει την παρακάτω μορφή:

$$N_{spf,rs} = e^{(a+b*\ln(EMHK)+\ln(L/1.61))} \quad (3.1)$$

Όπου:

- $N_{spf,rs}$: προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων για την Ενότητα Βάσης μέσω της συνάρτησης SPF
- EMHK: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία
- L: μήκος οδικού τμήματος ενδιαφέροντος σε χιλιόμετρα
- a, b: παράμετροι παλινδρόμησης

Η παράμετρος k που είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας της συνάρτησης δίνεται από τη σχέση:

$$k = \frac{1}{e^{(c+\ln(L))}} \quad (3.2)$$

Όπου:

- k: παράμετρος της υπερ-διασποράς
- L: μήκος οδικού τμήματος ενδιαφέροντος σε χιλιόμετρα
- c: παράμετρος παλινδρόμησης για τον υπολογισμό της υπερ-διασποράς

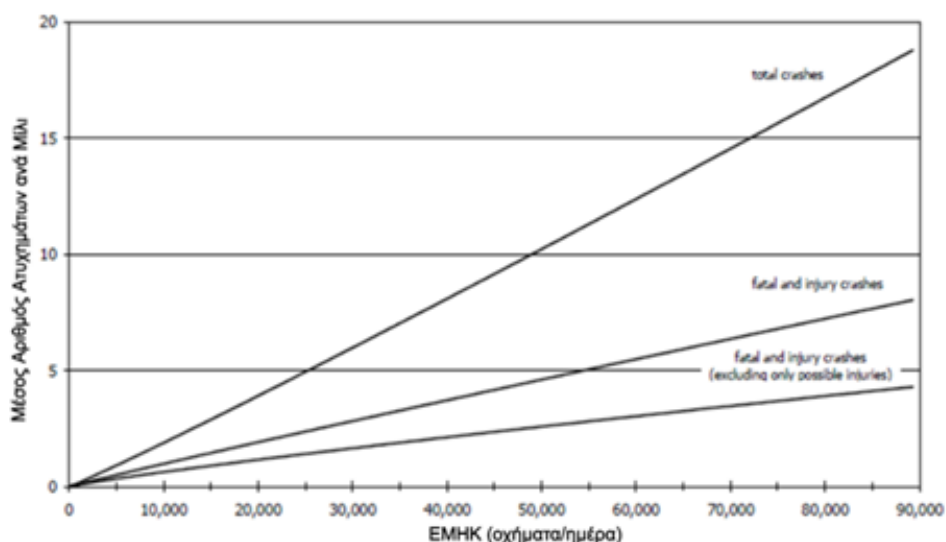
Οι παράμετροι a, b, c που είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή των παραπάνω συναρτήσεων δίνονται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3. 1: Παράμετροι παλινδρόμησης της συνάρτησης SPF

Κατηγορία Σοβαρότητας	a	b	c
Σύνολο ατυχημάτων (4 λωρίδες)	-9.025	1.049	1.549
Ατυχήματα με τραυματισμούς (4 λωρίδες)	-8.837	0.958	1.687

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, έχουν δημιουργηθεί συναρτήσεις SPF για αυτοκινητόδρομους με διαχωριστική νησίδα, ώστε να υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων, καθώς και ο αριθμός των ατυχημάτων με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες (fatal and injury) για μια οδική ενότητα. Δεν έχει δημιουργηθεί συνάρτηση SPF που να υπολογίζει τον αριθμό των ατυχημάτων με υλικές ζημιές μόνο (property damage only), οπότε το πλήθος αυτό υπολογίζεται ως η διαφορά των ατυχημάτων με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες από τα συνολικά ατυχήματα.

Η γραφική απεικόνιση της συνάρτησης SPF για τις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων δίνεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3. 1: Γραφική αναπαράσταση της συνάρτησης SPF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η παραπάνω SPF εφαρμόζεται και εκτιμά το μέσο αριθμό ατυχημάτων για Ενότητες Βάσης που συγκεντρώνουν τις Συνθήκες Βάσης του πίνακα 3.2.

Πίνακας 3. 2: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης σε αυτοκινητοδρόμους

Παράμετρος	Τιμή Συνθήκης Βάσης
Πλάτος Λωρίδας	3,60 m
Πλάτος Δεξιού Ερείσματος	2,40 m
Πλάτος Κεντρικής Νησίδας	9,00 m
Φωτισμός	Απουσία

Στο HSM δίνεται τιμή βάσης και για μια άλλη παράμετρο της ασφάλειας, που αφορά τους αυτοματισμούς επιβολής του ορίου ταχύτητας. Η συγκεκριμένη παράμετρος όμως σπανίως, έως ποτέ, συναντάται στους ελληνικούς δρόμους, οπότε δε θεωρήθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό.

3.1.2 Δείκτες CMF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Επόμενο βήμα για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η «διόρθωση» των SPF, στην περίπτωση που οι ενότητες που ενδιαφέρεται να μελετήσει ο χρήστης αποκλίνουν από τις Ενότητες Βάσης. Η διόρθωση γίνεται μέσω των δεικτών CMF, για κάθε παράμετρο ασφαλείας που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της SPF. Οι δείκτες παρουσιάζονται παρακάτω, μαζί με τις αντίστοιχες εξισώσεις τους.

- CMF Πλάτους Λωρίδας

Ο CMF για το πλάτος λωρίδας εξαρτάται από το πλάτος της λωρίδας της ενότητας υπό μελέτη και από την τιμή της ΕΜΗΚ της ενότητας. Η τιμή σε συνθήκες βάσης είναι τα 3,60 m. Η εξίσωση για το δείκτη αυτό αναπτύχθηκε από τους Harkey et al. Για διάφορες τιμές πλάτους λωρίδας και ΕΜΗΚ, οι τιμές του CMF εμφανίζονται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας 3. 3: Τιμές δεικτών CMF για το πλάτος λωρίδας

Πλάτος Λωρίδας(m)	CMF (ΕΜΗΚ> 2000)
3,00	1.15
3,25	1.03
3,50	1.00

Όταν τα πλάτη λωρίδας για τις δύο κατευθύνσεις διαφέρουν, τότε ο δείκτης υπολογίζεται ξεχωριστά για την κάθε κατεύθυνση και έπειτα υπολογίζεται ένας μέσος όρος των δύο.

▪ CMF Πλάτους Δεξιού Ερείσματος

Όσον αφορά το πλάτος του δεξιού ερείσματος, η τιμή συνθηκών βάσης είναι τα 2,40 m ασφαλτοστρωμένου ερείσματος. Ο δείκτης CMF υπολογίζεται ανάλογα με το πλάτος του ερείσματος, με βάση την εξίσωση που ανέπτυξαν οι Lord et al.

Πίνακας 3. 4: Τιμές δεικτών CMF για το πλάτος ερείσματος

Πλάτος Ερείσματος (m)	0	0,60	1,20	1,80	>2,40
CMF	1.18	1.13	1.09	1.04	1.00

Για την παράμετρο ασφαλείας αυτή δεν έχει υπολογισθεί κάποιος δείκτης ασφαλείας για πλάτος δεξιού ερείσματος μεγαλύτερο των 3,0 m, οπότε για τέτοιες τιμές ο δείκτης τίθεται ίσος με 1,0. Επίσης, αν το υλικό επίστρωσης δεν είναι άσφαλτος, τότε ο CMF τίθεται και πάλι ίσος με 1,0.

▪ CMF Πλάτους Κεντρικής Νησίδας

Σύμφωνα με το HSM, το πλάτος της κεντρικής νησίδας μετριέται από το εσωτερικό όριο των αριστερών λωρίδων των δύο κατευθύνσεων, συνεπώς οποιοδήποτε αριστερό έρεισμα ή λωρίδα αριστερής στροφής συμπεριλαμβάνονται στο πλάτος αυτό. Η τιμή για τις συνθήκες βάσης είναι τα 9,0 m. Η εξίσωση που υπολογίζει τον CMF αναπτύχθηκε από τους Harkley et al. και υπολογίζεται σε συνάρτηση με το πλάτος, σύμφωνα με τον πίνακα 3.5.

Πίνακας 3. 5: Τιμές δεικτών CMF για το πλάτος κεντρικής νησίδας

Πλάτος Κεντρικής Νησίδας (m)	CMF
3,0	1.04
6,0	1.02
9,0	1.00
12,0	0.99
15,0	0.97
18,0	0.96
21,0	0.96
24,0	0.95
27,0	0.94
30,0	0.94

Οι κεντρικές νησίδες, για τις οποίες έχουν υπολογισθεί οι δείκτες, δε περιλαμβάνουν στη διάταξή τους προστατευτικά στηθαία, άρα θεωρητικά είναι «διασχισθείς» από τα οχήματα. Ένας δείκτης που θα λάμβανε υπόψη του τον παράγοντα αυτό, θα υπολογιζόταν με βάση τον

τύπο του στηθαίου και τη διάταξή τους πάνω στη νησίδα. Όμως προς το παρόν, η επιρροή των στηθαίων στην ασφάλεια παραμένει άγνωστη, οπότε κεντρικές νησίδες με προστατευτικές διατάξεις παίρνουν τιμή δείκτη CMF 1,0.

- CMF Φωτισμού Δρόμου

Η τιμή συνθηκών βάσης για το φωτισμό είναι η απουσία οποιασδήποτε εγκατάστασης φωτισμού. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου ο δρόμος φωτίζεται στο σύνολό του ή κατά κάποιο τμήμα του, ο δείκτης παίρνει την τιμή 0,91. Η τιμή αυτή προέκυψε από μελέτες των Elvik και Vaa.

Πίνακας 3. 6: Τιμές δεικτών CMF για το φωτισμό δρόμου

Φωτισμός Δρόμου	Απουσία	Παρουσία
CMF	1.00	0.91

3.1.3 Συντελεστής βαθμονόμησης για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, η εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης του HSM σε ένα οδικό τμήμα περιλαμβάνει την επιστράτευση μιας συνάρτησης SPF, υπολογισμένης για καθορισμένης μορφής Ενότητα Βάσης, και την «προσαρμογή» αυτής της συνάρτησης μέσω των δεικτών CMF, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αποκλίσεις του οδικού τμήματος από τις Συνθήκες Βάσης.

Όταν το οδικό τμήμα υπό εξέταση αποκλίνει και γεωγραφικά από την Ενότητα Βάσης της SPF που υπολογίζει το μέσο αριθμό ατυχημάτων, τότε εισάγεται στον υπολογισμό και ο συντελεστής βαθμονόμησης C_x . Σκοπός του συντελεστή βαθμονόμησης είναι να προσαρμόσει το αρχικό μοντέλο πρόβλεψης στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή όπου βρίσκεται το οδικό τμήμα προς εξέταση. Ο λόγος είναι πως το πλήθος ατυχημάτων για κάθε γεωγραφική περιοχή δικαιοδοσίας εξαρτάται από παράγοντες όπως το κλίμα, ο πληθυσμός των ζώων και των χρηστών του οδικού δικτύου, καθώς και οι μέθοδοι καταγραφής και καταχώρησης στο μητρώο των ατυχημάτων. Ενδεικτικά, αν όχι μοναδικά για κάθε δικαιοδοσία είναι επίσης και τα στατιστικά ποσοστά που αφορούν την κατανομή των ατυχημάτων στις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας και στις διάφορες ώρες της ημέρας. Συνεπώς, για να δώσει η εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης του HSM αξιόπιστα και χρήσιμα αποτελέσματα, ο υπολογισμός του συντελεστή C_x είναι απαραίτητος.

Ο συντελεστής βαθμονόμησης υπολογίζεται ως ο λόγος των καταγεγραμμένων ατυχημάτων σε ένα οδικό τμήμα για μια καθορισμένη χρονική περίοδο προς τα εκτιμώμενα ατυχήματα στο ίδιο οδικό τμήμα και για το ίδιο χρονικό διάστημα. Αν οι δύο ποσότητες αυτές ταυτίζονται, τότε ο συντελεστής θα είναι ίσος με το 1,0. Αν όμως τα καταγεγραμμένα ατυχήματα ξεπερνούν τα εκτιμώμενα τότε θα είναι μεγαλύτερος από το 1,0 και αντίστοιχα μικρότερος από 1,0 αν τα εκτιμώμενα ατυχήματα ξεπερνούν τα καταγεγραμμένα.

Η διαδικασία της βαθμονόμησης γίνεται σε 5 βήματα, τα οποία είναι τα εξής:

1. Επιλογή κατηγοριών οδικών τμημάτων, για τα οποία θα γίνει βαθμονόμηση.

Η βαθμονόμηση γίνεται χωριστά για τους κόμβους και χωριστά για τα τμήματα ανοιχτής οδοποιίας ανάμεσά τους. Επίσης, γίνεται ξεχωριστά για δρόμους που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες (π.χ. υπεραστικοί αυτοκινητοδρόμους και άλλα είδη υπεραστικών δρόμων) ή παρουσιάζουν ουσιώδεις διαφορές στη διάταξή τους (δρόμοι με και χωρίς διαχωριστική νησίδα). Η μέθοδος πρόβλεψης εφαρμόζεται με κάποιες διαφορές στις διαφορετικές κατηγορίες οδών, συνεπώς είναι λογικό και ο υπολογισμός του συντελεστή βαθμονόμησης να παρουσιάζει διαφορές, αφού συνδυάζεται με τα αποτελέσματα των SPF και των CMF.

2. Επιλογή ενοτήτων, για τις οποίες θα γίνει βαθμονόμηση.

Για τη βαθμονόμηση κάθε κατηγορίας οδού μιας περιοχής, είναι θεμιτό να υπάρχει στατιστικό δείγμα καταγεγραμμένων ατυχημάτων για 30 έως 50 ξεχωριστές ενότητες «ικανού» μήκους (το «ικανό» μήκος ορίζεται από το αμερικανικό εγχειρίδιο). Αν σε κάποια δικαιοδοσία υπάρχουν καταγραφές για λιγότερες από 30 ενότητες, τότε θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα στοιχεία για όλες τις διαθέσιμες καταγραφές.

Όταν είναι δυνατή η επιλογή από ένα μεγαλύτερο πλήθος ενοτήτων, οι ενότητες που θα αποτελέσουν μέρος του δείγματος θα πρέπει να επιλεγθούν τυχαία, ως προς τον αριθμό και την κατηγορία σοβαρότητας ατυχημάτων που περιλαμβάνουν, ώστε να μην επηρεασθεί επί τούτου η τιμή του συντελεστή βαθμονόμησης για να εξυπηρετηθούν συγκεκριμένοι σκοποί. Συνολικά οι επιλεγμένες ενότητες θα πρέπει να περιέχουν καταγραφή τουλάχιστον 100 ατυχημάτων ανά χρονιά.

Για μεγάλες περιοχές δικαιοδοσίας, όπου παρατηρούνται υπο-περιοχές με σημαντικές διαφορές στα τοπογραφικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά (π.χ. πεδινές ή έντονα ορεινές), είναι πιθανό να χρειαστεί να υπολογισθεί ο συντελεστής βαθμονόμησης ξεχωριστά για την κάθε υπο-περιοχή. Συνεπώς, είναι πιθανό να χρειαστεί οι ενότητες, για τις οποίες έχει γίνει καταγραφή ατυχημάτων, να χωρισθούν σε υπο-ομάδες ενοτήτων.

3. Συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για κάθε κατηγορία οδού και ορισμός ορίζοντα βαθμονόμησης.

Τα απαραίτητα δεδομένα για τη διαδικασία της βαθμονόμησης είναι το πλήθος των καταγεγραμμένων ατυχημάτων, καθώς και όλα τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του δρόμου που είναι απαραίτητο να είναι γνωστά, ώστε να εφαρμοσθεί με επιτυχία η μέθοδος πρόβλεψης.

Τα παραπάνω δεδομένα θα πρέπει να είναι γνωστά για όλο το εύρος του ορίζοντα της βαθμονόμησης. Ο συντελεστής βαθμονόμησης είναι χαρακτηριστικός για μια κατηγορία δρόμου σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, ωστόσο επειδή η συχνότητα των ατυχημάτων είναι πιθανό να μεταβληθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, ο υπολογισμός της δεν είναι συνετό να έχει μεγάλο χρονικό ορίζοντα εφαρμογής. Συνήθως, οι συντελεστές C_x υπολογίζονται ανά ημερολογιακό έτος, για να αποφευχθούν οι συνέπειες των εποχικών διακυμάνσεων στα ατυχήματα, και το πολύ για τρία συναπτά έτη. Κάθε φορά που γίνεται αξιολόγηση της ασφάλειας του οδικού δικτύου, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο πιο πρόσφατος συντελεστής C_x που έχει υπολογισθεί για την περιοχή.

Τα δεδομένα που ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει για τις ενότητες ανοιχτής οδοποιίας υπεραστικού αυτοκινητόδρομου που επιθυμεί να μελετήσει δίνονται στον πίνακα 3.7. Τα δεδομένα χωρίζονται σε δεδομένα που ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει και σε αυτά που είναι θεμιτό να γνωρίζει. Αν τα απαραίτητα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα για κάποια ενότητα, τότε αυτή η ενότητα πρέπει να αποκλεισθεί από τη διαδικασία της βαθμονόμησης και να

αντικατασταθεί από άλλες που συγκεντρώνουν τις κατάλληλες προϋποθέσεις. Αν τα θεμιτά δεδομένα είναι διαθέσιμα για κάποια ενότητα, τότε χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό. Σε αντίθετη περίπτωση, οι τιμές τους προκύπτουν από κάποια παραδοχή.

Πίνακας 3. 7: Στοιχεία για υπολογισμό συντελεστή βαθμονόμησης

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΡΟΜΟΥ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΘΕΜΙΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΑΡΑΔΟΧΗ
Υπεραστικοί αυτοκινητόδρομοι	Μήκος ενότητας	X		
	ΕΜΗΚ	X		
	Πλάτος λωρίδας	X		
	Πλάτος ερείσματος	X		
	Παρουσία φωτισμού	X		
	Πλάτος κεντρικής νησίδας	X		

4. Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης του HSM για την επιλεγμένη περίοδο βαθμονόμησης.

Για την εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης, δε θα πρέπει να συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς η εμπειρική μέθοδος Bayes, ούτε και κάποιος άλλος συντελεστής βαθμονόμησης.

5. Υπολογισμός συντελεστή βαθμονόμησης C_x .

Ο συντελεστής βαθμονόμησης C υπολογίζεται ως ο λόγος:

$$C = \frac{\sum_{\text{σύνολο ενότητων}} \text{καταγεγραμμένα ατυχήματα}}{\sum_{\text{σύνολο ενότητων}} \text{εκτιμώμενα ατυχήματα}}$$

Κάποιος χρήστης μπορεί να επιθυμεί να αποφύγει για τους δικούς του λόγους τη διαδικασία της βαθμονόμησης. Αντί για αυτή, μπορεί να επιλέξει να αναπτύξει τις δικές του συναρτήσεις SPF, βασιζόμενος σε στοιχεία από τη δικιά του περιοχή δικαιοδοσίας. Οι συναρτήσεις αυτές θα αποφέρουν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για την περιοχή που αφορούν, οπότε αν δημιουργηθούν, θα προτιμούνται για την αξιολόγηση της ασφάλειας. Ωστόσο, αν δεν είναι δυνατή η δημιουργία τέτοιων συναρτήσεων, η σωστή βαθμονόμηση μιας περιοχής θεωρείται πως είναι επίσης ικανή να αποδώσει αξιόπιστα αποτελέσματα για τον αριθμό των ατυχημάτων.

3.1.4 Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η μέθοδος πρόβλεψης του HSM εφαρμόζεται για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους πολλαπλών λωρίδων κυκλοφορίας με ενδιάμεση διαχωριστική νησίδα ακολουθώντας τα 18 βήματα που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2.1.7.

Για να εφαρμόσει ένας χρήστης σωστά τη μέθοδο και να υπολογίσει τον εκτιμώμενο αριθμό ατυχημάτων για το οδικό τμήμα που τον ενδιαφέρει, θα πρέπει να μπορεί να οριοθετήσει γεωγραφικά την ενότητα, να ορίσει την περίοδο μελέτης και την ΕΜΗΚ που αντιστοιχεί στην

περίοδο αυτή, και να γνωρίζει όλα τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά που θεωρούνται καθοριστικές παράμετροι της ασφάλειας στον υπολογισμό της SPF.

Για την οριοθέτηση της οδικής ενότητας και της χρονικής περιόδου μελέτης ισχύουν τα παρακάτω:

- Μια ενότητα δρόμου ξεκινά από το κέντρο ενός κόμβου και τελειώνει στο κέντρο του επόμενου κόμβου, εκτός και αν ενδιάμεσα παρατηρηθεί αλλαγή σε οποιοδήποτε από τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά (ΕΜΗΚ, πλάτος λωρίδας, πλάτος και υλικό επίστρωσης ερείσματος, παρουσία και πλάτος κεντρικής νησίδας, παρουσία φωτισμού, κ.ά.). Στην περίπτωση αυτή, η ενότητα θα χωριστεί σε ομοιογενείς, ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά, υπο-ενότητες.
- Η χρονική περίοδος μελέτης μπορεί να ανήκει στον παρελθόν ή στο μέλλον, αφού η μέθοδος πρόβλεψης υπολογίζει τον αριθμό των ατυχημάτων σε υφιστάμενες ενότητες (για την υπάρχουσα ή για κάποια δυνητική εκδοχή τους) ή σε ενότητες υπό μελέτη.
- Για όλη τη χρονική περίοδο μελέτης που ορίζεται, θα πρέπει να υπάρχουν στοιχεία για την τιμή της ΕΜΗΚ. Σε περίπτωση που η μελέτη αφορά κάποια χρονική περίοδο στο παρελθόν ή στο παρόν, η τιμή της ΕΜΗΚ προκύπτει από μετρήσεις και παρατηρήσεις, ενώ όταν αφορά μελλοντική χρονική περίοδο, η ΕΜΗΚ προκύπτει από την πρόβλεψη μέσω ενός μοντέλου. Αν δεν είναι γνωστές οι τιμές της ΕΜΗΚ για όλες τις χρονιές της περιόδου ενδιαφέροντος, τότε θα πρέπει να γίνει πύκνωση των τιμών. Η πύκνωση γίνεται είτε με γραμμική παρεμβολή, όταν είναι γνωστές οι τιμές δύο ή περισσότερων ακραίων χρόνων και είναι επιθυμητό να βρεθούν οι τιμές των ενδιάμεσων, είτε θεωρώντας ότι η τιμή της ΕΜΗΚ είναι ίδια για όλες τις χρονιές, όταν είναι γνωστή η ΕΜΗΚ μόνο για μια χρονιά.

3.1.5 Περιορισμοί εφαρμογής της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η μέθοδος παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς στην εφαρμογή της, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη από το χρήστη ώστε να γίνει σωστά η εφαρμογή και να αξιοποιηθούν ορθά τα αποτελέσματα της μεθόδου. Οι περιορισμοί αφορούν κυρίως τα σημεία στα οποία οι υπεραστικοί αυτοκινητόδρομοι τέμνουν δρόμους με διόδια, όπως άλλους αυτοκινητοδρόμους, διότι για το κομμάτι του δρόμου στο τμήμα του ανισόπεδου κόμβου, η μέθοδος δε μπορεί να εφαρμοσθεί.

3.2 Η μέθοδος του HSM για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Η μέθοδος πρόβλεψης του HSM μπορεί να εφαρμοσθεί και σε υπεραστικούς δρόμους δύο κατευθύνσεων με δύο λωρίδες κυκλοφορίας συνολικά και με γνωστά χαρακτηριστικά, για να εκτιμηθεί ο μέσος αριθμός ατυχημάτων. Στον τύπο δρόμου αυτόν δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα ανάμεσα στις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας, ούτε κάποιου άλλου τύπου διαχωριστική διάταξη, πέρα από την οριζόντια σήμανση με τις οριογραμμές των λωρίδων (τύπος 2U). Επίσης, σε έναν τέτοιο δρόμο, δεν είναι ασυνήθιστο να υπάρχουν περιοχές στις οποίες προστίθεται σε μια ή και στις δύο κατευθύνσεις από μια λωρίδα προσπέρασης.

3.2.1 Συναρτήσεις SPF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Η πρώτη εκτίμηση του αριθμού ατυχημάτων ($N_{\text{predicted}}$) με τη μέθοδο του HSM γίνεται χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση SPF.

Για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων, η συνάρτηση SPF αναπτύχθηκε από τους Vogt et Bared και με κάποιες μικρές προσαρμογές (και λαμβάνοντας υπόψη τη μετατροπή των μιλίων σε χιλιόμετρα), έχει την παρακάτω μορφή:

$$N_{\text{spf,rs}} = EMHK * L * 365 * 10^{-6} * 0,621371 * e^{-0.312} \quad (3.3)$$

Όπου:

- $N_{\text{spf,rs}}$: προβλεπόμενος αριθμός ατυχημάτων για την Ενότητα Βάσης μέσω της συνάρτησης SPF
- EMHK: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία
- L: μήκος οδικού τμήματος ενδιαφέροντος σε χιλιόμετρα

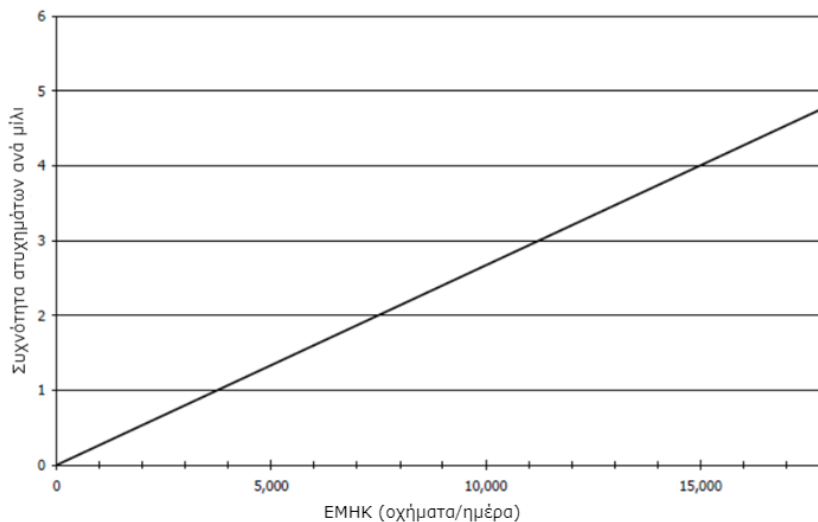
Η παράμετρος k που είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας της συνάρτησης δίνεται από τη σχέση:

$$k = \frac{0.236}{L} \quad (3.4)$$

Όπου:

- k: παράμετρος της υπερ-διασποράς
- L: μήκος οδικού τμήματος ενδιαφέροντος σε χιλιόμετρα

Η γραφική απεικόνιση της παραπάνω συνάρτησης δίνεται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3. 2: Γραφική απεικόνιση συνάρτησης SPF για οδούς δύο λωρίδων

Στον πίνακα 3.8 δίνονται τα ποσοστά κατανομής των ατυχημάτων ανά κατηγορία σοβαρότητας. Η κατανομή αυτή έχει βασιστεί σε καταγεγραμμένα ατυχήματα από το μητρώο της πολιτείας της Washington, όμως έχει προσαρμοστεί από τους Srinivasan et al, ώστε να περιγράφει ικανοποιητικά την κατανομή των ατυχημάτων σε όλη την έκταση των ΗΠΑ. Για τον υπολογισμό της SPF για καθεμία από τις επιμέρους κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, η βασική μορφή της συνάρτησης πολλαπλασιάζεται με το ποσοστό που αντιστοιχεί στην κάθε κατηγορία σοβαρότητας. Τα ποσοστά μπορούν να αντικατασταθούν από τις τιμές κατανομής στις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας που ισχύουν στην περιοχή μελέτης που εξετάζει ο χρήστης, αν τέτοια στοιχεία είναι διαθέσιμα για την περιοχή.

Πίνακας 3. 8: Κατανομή ατυχημάτων ανά κατηγορία σοβαρότητας για οδούς δύο λωρίδων

Κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος	Ποσοστό επί των συνολικών ατυχημάτων (%)
Νεκροί και Τραυματίες	32.1
Υλικές Ζημιές Μόνο	67.9
Συνολικά Ατυχήματα	100.0

Η σχέση 3.3 εφαρμόζεται και εκτιμά το μέσο αριθμό ατυχημάτων για Ενότητες Βάσης που συγκεντρώνουν τις Συνθήκες Βάσης του πίνακα 3.9.

Πίνακας 3. 9: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης σε οδούς δύο λωρίδων

Παράμετρος	Τιμή Συνθήκης Βάσης
Πλάτος Λωρίδας	3,60 m
Πλάτος Ερείσματος	1,80 m
Υλικό Επίστρωσης Ερείσματος	Ασφαλτόστρωση
Πυκνότητα Προσβάσεων	3 ανά km
Οριζόντιες Καμπύλες	Απουσία
Κατακόρυφες Καμπύλες	Απουσία
Λωρίδες Προσπέρασης	Απουσία
Φωτισμός	Απουσία
Κλίση Δρόμου	0%

Στο HSM δίνονται τιμές βάσης και για κάποια άλλα χαρακτηριστικά του δρόμου, όπως ο βαθμός επικινδυνότητας του πλαϊνού ελεύθερου χώρου, οι αυτοματισμοί επιβολής του ορίου ταχύτητας, η κοινή λωρίδα αριστερής στροφής και οι κεντρικές ανάγλυφες ταινίες (rumble strips). Αυτά τα χαρακτηριστικά και οι διατάξεις όμως, σπανίως συναντώνται στους ελληνικούς δρόμους, οπότε δε θεωρήθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθούν στον υπολογισμό.

3.2.2 Δείκτες CMF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

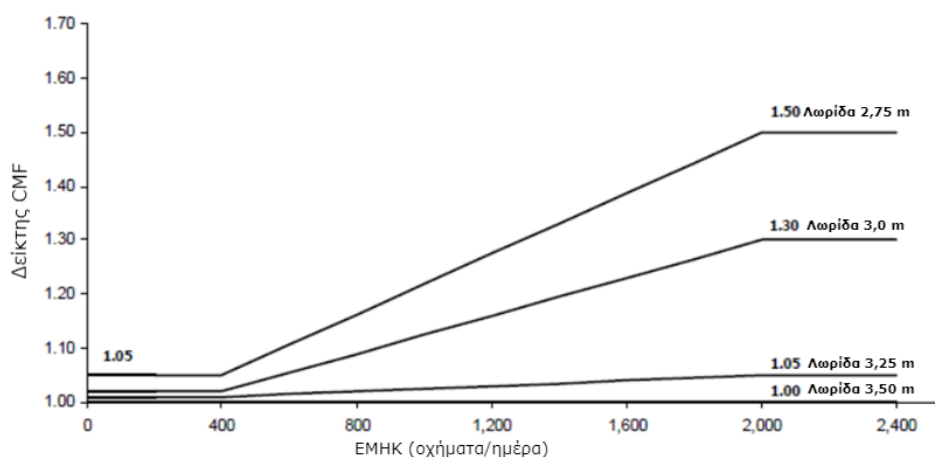
Επόμενο βήμα της μεθόδου είναι η «διόρθωση» των SPF, στην περίπτωση που οι ενότητες που ενδιαφέρεται να μελετήσει ο χρήστης παρουσιάζουν απόκλιση από τις Ενότητες Βάσης. Η διόρθωση γίνεται μέσω των δεικτών CMF, για κάθε παράμετρο ασφαλείας που συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της SPF. Οι δείκτες παρουσιάζονται μαζί με τις αντίστοιχες εξισώσεις τους παρακάτω.

- CMF Πλάτους Λωρίδας

Ο CMF για το πλάτος λωρίδας εξαρτάται από το πλάτος της λωρίδας της ενότητας ενδιαφέροντος και από την τιμή της ΕΜΗΚ της ενότητας. Η τιμή συνθηκών βάσης είναι τα 3,60 m. Η εξίσωση για το δείκτη αναπτύχθηκε από τους Zegeer et al και τους Griffin and Mak και αποτελείται από τρεις κλάδους, καθένας από τους οποίους αντιστοιχεί σε μια τάξη τιμής της ΕΜΗΚ. Για διάφορες τιμές πλάτους λωρίδας, οι τιμές του CMF είναι αυτές του πίνακα 3.10.

Πίνακας 3. 10: Τιμές δείκτη CMF για πλάτος λωρίδας

CMF	Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (οχήματα/ημέρα)		
	< 400	400 – 2000	> 2000
Πλάτος Λωρίδας (m)			
< 2,75	1.05	3.75	1.50
3,00	1.02	2.70	1.30
3,35	1.01	1.25	1.05
3,70	1.00	1.00	1.00



Σχήμα 3. 3: Γραφική απεικόνιση δείκτη CMF για πλάτος λωρίδας

Όταν τα πλάτη λωρίδας για τις δύο κατευθύνσεις διαφέρουν, τότε ο δείκτης υπολογίζεται ξεχωριστά για την κάθε κατεύθυνση και έπειτα υπολογίζεται ένας μέσος όρος των δύο.

▪ CMF Πλάτους και Υλικού Επίστρωσης Ερείσματος

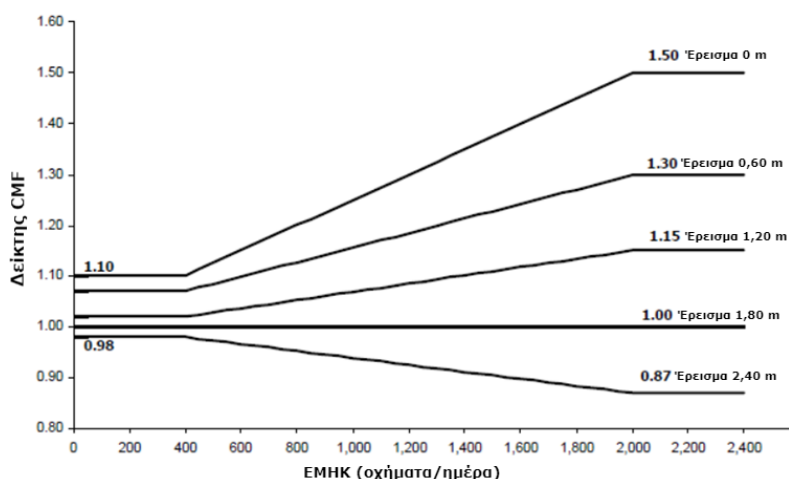
Στο σημείο αυτό, εξετάζονται οι αποκλίσεις της ενότητας υπό μελέτη από την ενότητα βάσης ως προς δύο χαρακτηριστικά του δρόμου. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι το πλάτος και το υλικό επίστρωσης του ερείσματος.

Όσον αφορά το πλάτος, η συνάρτηση υπολογίσθηκε από τους Zegeer et al. Ο δείκτης υπολογίζεται σε συνάρτηση με την ΕΜΗΚ, και παρουσιάζεται παρακάτω τόσο σε μορφή συνάρτησης όσο και σε μορφή διαγράμματος.

Πίνακας 3. 11: Τιμές δείκτη CMF για πλάτος ερείσματος

CMF	Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (οχήματα/ημέρα)		
	< 400	400– 2000	> 2000
Πλάτος Ερείσματος (m)			
0	1.10	3.50	1.50
0,60	1.07	2.44	1.30
1,20	1.02	1.80	1.15
1,80	1.00	1.00	1.00
>2,40	0.98	0.32	0.87

Exhibit 10-17: Accident Modification Factor for Shoulder Width on Roadway Segments



Σχήμα 3. 4: Γραφική απεικόνιση δείκτη CMF για πλάτος ερείσματος

Αντίστοιχα, για το υλικό επίστρωσης του ερείσματος, υπάρχει ο πίνακας 3.12, ο οποίος δίνει την τιμή του δείκτη ανάλογα με το υλικό επίστρωσης και το πλάτος του ερείσματος.

Πίνακας 3. 12: Τιμές δείκτη CMF για υλικό ερείσματος

Επίστρωση Ερείσματος	Πλάτος Ερείσματος (m)						
	0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,80	2,40
Ασφαλτόστρωση	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Χαλίκι	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02
Μικτό	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.06
Γρασίδι	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.08	1.11

Ο συνολικός δείκτης για το έρεισμα προκύπτει από τη σχέση $((CMF_{\text{ΠΛΑΤΟΥΣ}} * CMF_{\text{ΥΛΙΚΟΥ}} - 1) * 0,574) + 1$ (3.5), που συνδέει τους δύο επιμέρους δείκτες.

Όταν τα πλάτη και τα υλικά ερείσματος για τις δύο κατευθύνσεις διαφέρουν, τότε ο δείκτης υπολογίζεται ξεχωριστά για την κάθε κατεύθυνση και έπειτα υπολογίζεται ένας μέσος όρος των δύο.

▪ CMF Οριζόντιων Καμπυλών

Ο δείκτης των οριζόντιων καμπυλών υπολογίζεται με βάση τρεις παραμέτρους: το μήκος της καμπύλης, την ακτίνα της, και την παρουσία κλωθοειδούς, μέσω μιας συνάρτησης που υπολόγισαν οι Zegeer et al. Σε συνθήκες βάσης, οι οριζόντιες καμπύλες είναι ευθείες, συνεπώς ο CMF για κάθε οριζόντια καμπύλη είναι:

$$CMF = \frac{(0,00096 * L_c) + \left(\frac{24,44}{R}\right) - (0,012 * S)}{(0,00096 * L_c)} \quad (3.6)$$

Όπου:

- CMF: ο δείκτης CMF των οριζόντιων καμπυλών για τα συνολικά ατυχήματα
- L_c : το μήκος της οριζόντιας καμπύλης (σε km), συμπεριλαμβανομένης και της κλωθοειδούς
- R: ακτίνα της καμπύλης (σε m)
- S: παράμετρος παρουσίας κλωθοειδούς, παίρνει τιμή 1 αν υπάρχει αμφίπλευρη κλωθοειδής, 0,5 αν υπάρχει μονόπλευρη κλωθοειδής και 0 αν η κλωθοειδής είναι απύσα.

Η παραπάνω σχέση υπολογίζει CMF μόνο για καμπύλες με ακτίνα μεγαλύτερη των 300 m, οπότε όποια ακτίνα εισαχθεί με τιμή κάτω του ορίου, θα υπολογισθεί να είχε εισαχθεί η οριακή τιμή των 300 m.

Στην περίπτωση που μόνο ένα τμήμα μιας οριζόντιας καμπύλης συμπεριλαμβάνεται στην ενότητα υπό εξέταση, τότε ο δείκτης θα υπολογισθεί για ολόκληρο το μήκος της καμπύλης ανεξάρτητα από το αν αυτό βρίσκεται στο σύνολό του μέσα στην ενότητα.

▪ CMF Απόκλιση Επίκλισης Οριζόντιων Καμπυλών

Η τιμή βάσης για την επίκλιση κάθε οριζόντιας καμπύλης αντλείται από τους αντίστοιχους πίνακες του Green Book της AASHTO. Οι επικλίσεις εξαρτώνται από παράγοντες όπως το κλίμα, οπότε διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται το οδικό τμήμα υπό εξέταση.

Ο CMF για την επίκλιση υπολογίζεται με βάση την απόκλιση που έχει η επίκλιση μιας οριζόντιας καμπύλης από τη μέγιστη επίκλιση που σύμφωνα με την AASHTO επιτρέπεται να έχει η συγκεκριμένη καμπύλη. Αν η επίκλιση της καμπύλης έχει την ίδια τιμή με την «πρότυπη», τότε ο CMF θα έχει τιμή 1,0. Η τιμή του δείκτη παραμένει σταθερή και ίση με 1,0, ώσπου η τιμή της απόκλισης της επίκλισης να ξεπεράσει το 0,01. Τότε, ισχύουν οι παρακάτω εξισώσεις που αναπτύχθηκαν από τους Zegeer et al.

$$CMF = 1.0, \text{ όταν } SV < 0.01$$

$$CMF = 1.0 + 6 * (SV - 0.01), \text{ όταν } 0,01 \leq SV < 0,02 \quad (3.7)$$

$$CMF = 1.06 + 3 * (SV - 0.02), \text{ όταν } SV \geq 0,02$$

Όπου:

- CMF: ο δείκτης CMF της απόκλισης της επίκλισης των οριζόντιων καμπυλών για τα συνολικά ατυχήματα
- SV: η απόκλιση ανάμεσα στην πρότυπη τιμή της επίκλισης κατά AASHTO και στην τιμή της επίκλισης της οριζόντιας καμπύλης υπό εξέταση

▪ CMF Κλίσης

Η τιμή βάσης για την κλίση είναι το 0%. Για τις υπόλοιπες τιμές κλίσεων δίνεται ο πίνακας 3.13, ο οποίος δημιουργήθηκε από τις μελέτες του Μίαου και δίνει την τιμή του δείκτη για διάφορες κατηγορίες κλίσεων (το πρόσημο δε λαμβάνεται υπόψη).

Πίνακας 3. 13: Τιμές δείκτη CMF για κλίση οδού

Κλίση	≤ 3%	3% < s ≤ 6%	>6%
CMF	1.00	1.10	1.16

▪ CMF Πυκνότητας Προσβάσεων

Η τιμή βάσης για την πυκνότητα προσβάσεων είναι 3 προσβάσεις ανά km. Η τιμή του δείκτη δίνεται από την εξίσωση του Muskaug:

$$CMF = \frac{0.322 + \pi \pi * [0.05 - 0.005 * \ln(EMHK)]}{0.322 + 5 * [0.05 - 0.005 * \ln(EMHK)]} \quad (3.8)$$

Όπου:

- CMF: ο δείκτης CMF της πυκνότητας των προσβάσεων ανά km για τα συνολικά ατυχήματα
 - Π.Π: πυκνότητα προσβάσεων ανά km της ενότητας, λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο πλευρές του δρόμου
 - ΕΜΗΚ: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία της ενότητας υπό εξέταση
- CMF Λωρίδας Προσπέρασης

Η τιμή βάσης δίνεται για την απουσία οποιασδήποτε λωρίδας προσπέρασης σε δρόμο δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Η παρουσία σε ολόκληρο ή σε κάποιο μήκος της ενότητας κάποιας λωρίδας προσπέρασης για τη μια από τις δύο κατευθύνσεις του δρόμου, συνεπάγεται τιμή CMF ίση με 0,75, για όλο το μήκος δρόμου στο οποίο υπάρχει αυτή η λωρίδα. Δεδομένο, σε αυτή την περίπτωση, θεωρείται ότι ο χρήστης έχει εξετάσει το αν η συγκεκριμένη λωρίδα προσπέρασης τηρεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις γεωμετρίας και μήκους, ώστε οι προσπεράσεις να γίνονται με ασφάλεια.

Στην περίπτωση που εμφανίζονται λωρίδες προσπέρασης και για τις δύο κατευθύνσεις, δημιουργούνται δηλαδή βραχέα τμήματα στα οποία υπάρχουν συνολικά τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας, ο CMF παίρνει την τιμή 0,65.

Οι παραπάνω τιμές προέκυψαν από τις μελέτες των Harwood, St. John, Rinde, και Netteblad.

- CMF Φωτισμού Δρόμου

Η τιμή συνθηκών βάσης για το φωτισμό είναι η απουσία οποιουδήποτε φωτισμού. Στην αντίθετη περίπτωση που ο δρόμος φωτίζεται στο σύνολό του ή κατά κάποιο κομμάτι του, ο δείκτης παίρνει την τιμή 0,92.

3.2.3 Συντελεστής βαθμονόμησης για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Με στόχο τη διόρθωση της απόκλισης λόγω της γεωγραφικής διαφοράς που μπορεί να έχει η ενότητα δρόμου που εξετάζει ο χρήστης από τις Ενότητες Βάσης των SPF εισάγεται η έννοια του συντελεστή βαθμονόμησης C_x . Ο συντελεστής αυτός διορθώνει αποκλίσεις που οφείλονται στο κλίμα, των πληθυσμό των ζώων και των χρηστών του οδικού δικτύου και στον τρόπο καταγραφής των ατυχημάτων. Μπορεί να έχει τιμή πάνω από 1,0, όταν στην περιοχή υπό εξέταση καταγράφεται μεγαλύτερος αριθμός ατυχημάτων από ό,τι στην Ενότητα Βάσης και κάτω από 1,0, όταν καταγράφονται λιγότερα.

Για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, ο συντελεστής βαθμονόμησης υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο που αναλύεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο για τους υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους. Ακολουθούνται τα 5 βήματα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 3.1.3. Η μόνη διαφορά παρατηρείται στον πίνακα που περιέχονται τα δεδομένα που ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει για τις ενότητες ανοιχτής οδοποιίας που επιθυμεί να μελετήσει. Τα δεδομένα χωρίζονται σε δεδομένα που ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει και που είναι θεμιτό να γνωρίζει. Τα στοιχεία αυτά δίνονται στον πίνακα 3.14.

Αν τα απαραίτητα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα για κάποια ενότητα, τότε αυτή η ενότητα πρέπει να αποκλεισθεί από τη διαδικασία της βαθμονόμησης και να αντικατασταθεί από άλλες

που συγκεντρώνουν τις κατάλληλες προϋποθέσεις. Αν τα θεμιτά δεδομένα είναι διαθέσιμα για κάποια ενότητα, θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό. Σε αντίθετη περίπτωση, οι τιμές τους προκύπτουν από κάποια παραδοχή.

Πίνακας 3. 14: Στοιχεία για την εύρεση του συντελεστή βαθμονόμησης

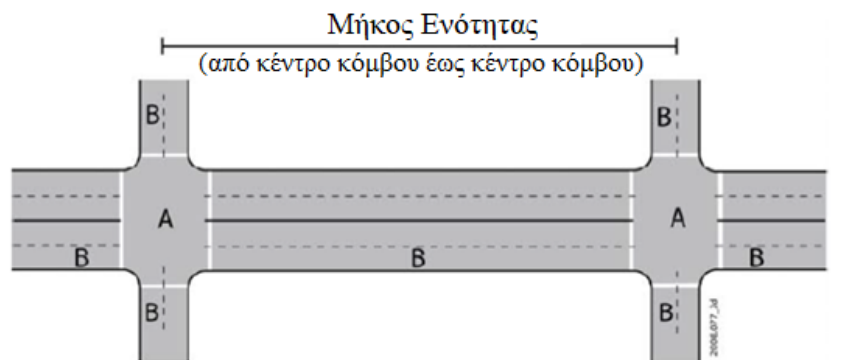
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΡΟΜΟΥ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΘΕΜΙΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΑΡΑΔΟΧΗ
Υπεραστικοί δρόμοι δύο λωρίδων κυκλοφορίας	Μήκος ενότητας	X		
	ΕΜΗΚ	X		
	Μήκος οριζόντων καμπυλών	X		
	Ακτίνα οριζόντων καμπυλών	X		
	Παρουσία κλωθοειδούς		X	Με βάση τους ΟΜΟΕ
	Απόκλιση επίκλισης στις οριζόντιες καμπύλες		X	Απουσία απόκλισης επίκλισης
	Κλίση		X	Με βάση τους ΟΜΟΕ
	Πλάτος λωρίδας	X		
	Πλάτος ερείσματος	X		
	Υλικό επίστρωσης ερείσματος	X		
	Παρουσία φωτισμού		X	Απουσία φωτισμού
	Πυκνότητα προσβάσεων		X	3 προσβάσεις ανά km
	Παρουσία λωρίδας προσπέρασης		X	Απουσία λωρίδας προσπέρασης

3.2.4 Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς με δύο λωρίδες

Η μέθοδος πρόβλεψης του HSM εφαρμόζεται για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας ακολουθώντας τα 18 βήματα με τον τρόπο που περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 2.1.7.

Για την οριοθέτηση της οδικής ενότητας και της χρονικής περιόδου μελέτης ισχύουν τα παρακάτω:

- Μια ενότητα δρόμου ξεκινά από το κέντρο ενός κόμβου και τελειώνει στο κέντρο του επόμενου κόμβου, εκτός και αν ενδιάμεσα παρατηρηθεί αλλαγή σε οποιοδήποτε από τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά. Στην περίπτωση αυτή, η ενότητα θα χωριστεί σε ομοιογενής ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά υπο-ενότητες.



- A** Τα ατυχήματα που συμβαίνουν στην περιοχή A θεωρούνται ατυχήματα σε κόμβους
B Τα ατυχήματα που συμβαίνουν στην περιοχή B μπορεί να θεωρούνται ατυχήματα σε κόμβους ή σε ανοιχτή οδοποιία, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους

Σχήμα 3. 5: Οριοθέτηση οδικής ενότητας μελέτης

Άλλα πιθανά σημεία αρχής ή τέλους μια υπο-ενότητας, λόγω των συχνών γεωμετρικών και κυκλοφοριακών μεταβολών που σημειώνονται στα σημεία αυτά, είναι η αρχή ή το τέλος μιας οριζόντιας καμπύλης, σημεία ανισόπεδης τομής με άλλους δρόμους (δηλαδή αρχές και τέλη κατακόρυφων καμπυλών), και η αρχή και το τέλος κάποιας πρόσθετης λωρίδας προσπέρασης.

- Η χρονική περίοδος μελέτης μπορεί να ανήκει στο παρελθόν ή στο μέλλον, αφού η μέθοδος πρόβλεψης υπολογίζει τον αριθμό των ατυχημάτων σε υφιστάμενες ενότητες (για την υπάρχουσα ή για κάποια εναλλακτική μορφή τους) ή σε ενότητες υπό μελέτη.
- Για όλη τη χρονική περίοδο μελέτης που ορίζεται θα πρέπει να υπάρχουν στοιχεία για την τιμή της ΕΜΗΚ. Σε περίπτωση που η μελέτη αφορά κάποια χρονική περίοδο στο παρελθόν ή στο παρόν, η τιμή της ΕΜΗΚ προκύπτει από μετρήσεις και παρατηρήσεις, ενώ όταν αφορά μελλοντική χρονική περίοδο, η ΕΜΗΚ προκύπτει από την πρόβλεψη μέσω ενός μοντέλου. Αν δεν είναι γνωστές οι τιμές της ΕΜΗΚ για όλες τις χρονιές της περιόδου ενδιαφέροντος, τότε θα πρέπει να γίνει πύκνωση των τιμών. Η πύκνωση γίνεται είτε με γραμμική παρεμβολή, όταν είναι γνωστές οι τιμές δύο ή περισσότερων ακραίων χρόνων και είναι επιθυμητό να βρεθούν οι τιμές των ενδιάμεσων, είτε θεωρώντας ότι η τιμή της ΕΜΗΚ είναι ίδια για όλες τις χρονιές, όταν είναι γνωστή η ΕΜΗΚ μόνο για μια χρονιά.

3.2.5 Περιορισμοί εφαρμογής της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Η μέθοδος παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς στην εφαρμογή της, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη από το χρήστη, ώστε να γίνει σωστά η εφαρμογή της και να αξιοποιηθούν ορθά τα αποτελέσματά της. Οι περιορισμοί αφορούν κυρίως τα σημεία, στα οποία οι υπεραστικοί δρόμοι τέμνουν δρόμους με δίοδια (όπως αυτοκινητοδρόμους), διότι για το κομμάτι του δρόμου στο τμήμα του ανισόπεδου κόμβου η μέθοδος δε μπορεί να εφαρμοσθεί.

3.3 Η δανική μέθοδος για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Παρακάτω περιγράφεται το μοντέλο αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ασφάλειας ενός τμήματος υπεραστικού αυτοκινητοδρόμου, σύμφωνα με το δανικό εργαλείο. Παρουσιάζονται οι συναρτήσεις SPF που χρησιμοποιούνται, οι εξισώσεις για τους διάφορους δείκτες CMF των καθοριστικών παραμέτρων ασφάλειας, καθώς και άλλες οδηγίες που θα βοηθήσουν το χρήστη να εφαρμόσει σωστά τη μέθοδο και να εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα. Κάποια στοιχεία του αλγορίθμου έχουν τροποποιηθεί, ώστε το μοντέλο να προσαρμόζεται πιο σωστά στις συνθήκες του ελληνικού χώρου. Έχουν, για παράδειγμα, αφαιρεθεί κάποιες καθοριστικές παράμετροι ασφαλείας, που συναντώνται σπάνια στην Ελλάδα. Στο δανικό εγχειρίδιο έχει γίνει η παραδοχή πως η κάθε παράμετρος είναι ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες. Συνεπώς η αφαίρεση κάποιων παραμέτρων δεν επηρεάζει τη στατιστική ακρίβεια του μοντέλου. Οι αλλαγές, όπου κρίθηκαν απαραίτητο να γίνουν, επισημαίνονται στο παρόν κεφάλαιο.

3.3.1 Συναρτήσεις SPF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Στο κεφάλαιο που έγινε η ανάλυση της μεθόδου του HSM, παρουσιάστηκε αναλυτικά ο τρόπος που οι συναρτήσεις SPF συμμετέχουν στη διαδικασία αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας, κάνοντας μια πρώτη πρόβλεψη για τον αριθμό των ατυχημάτων.

Σε αντίθεση με το HSM, στο οποίο η μορφή των SPF εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι διαχωριστικής λωρίδας, στο δανικό εγχειρίδιο, η μορφή της συνάρτησης SPF εξαρτάται από τον τύπο της οδικής ενότητας υπό εξέταση. Στο δανικό εργαλείο, υπάρχει η δυνατότητα ο χρήστης να εξετάσει τμήματα δρόμου που ανήκουν στους εξής τύπους:

Πίνακας 3. 15: Τύποι οδικών ενότητων σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο

Τύπος Ενότητας
Ανοιχτή Οδοποιία (Motorway Link)
Λωρίδα Επιτάχυνσης (Entrance Merge)
Λωρίδα Επιβράδυνσης (Exit Diverge)
Κλάδος Εισόδου (Ράμπα) (Entrance Ramp)
Κλάδος Εξόδου (Ράμπα) (Exit Ramp)
Απόκλιση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου (Motorway Diverge)
Συγχώνευση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου (Motorway Merge)
Πλέξη Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου (Motorway Weaving)
Περιοχή Στάσης και Στάθμευσης (Service Area)
Κλάδος Διπλής Κατεύθυνσης (Dual-way Ramp)
Κλάδος Σύνδεσης Διανεμητήριου Οδοστρώματος (Direct Connector Ramp)
Παράλληλος Κλάδος Διανεμητήριου Οδοστρώματος (Parallel Ramp)
Κλάδος Εισόδου Διανεμητήριου Οδοστρώματος (Ramp Merge)
Κλάδος Εξόδου Διανεμητήριου Οδοστρώματος (Ramp Diverge)
Περιοχή Πλέξης Διανεμητήριου Οδοστρώματος (Ramp Weaving)

Παρόλα αυτά, οι παράμετροι των SPF έχουν υπολογισθεί για πέντε μόνο από τους παραπάνω τύπους ενοτήτων για καθορισμένες τιμές συνθηκών βάσης. Για τους υπόλοιπους δέκα τύπους, έχουν υπολογισθεί συναρτήσεις SPF, όμως όχι για κάποιες καθορισμένες συνθήκες βάσης. Οι καθοριστικές παράμετροι ασφαλείας, καθώς και οι τιμές των παραμέτρων στις Ενότητες Βάσης για τους πέντε τύπους ενοτήτων με γνωστές συναρτήσεις SPF, παρουσιάζονται στον πίνακα 3.16.

Πίνακας 3. 16: Συνθήκες Βάσης στις Ενότητες Βάσης για αυτοκινητοδρόμους

Παράμετρος Ασφαλείας	Ανοιχτή Οδοποιία	Λωρίδα Επιβράδυνσης	Λωρίδα Επιτάχυνσης	Κλάδος Εξόδου	Κλάδος Εισόδου
Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (ΛΕΑ)	≥3.0 m	≥3.0 m	≥3.0 m	≥3.0 m	≥3.0 m
Αριθμός Λωρίδων Κυκλοφορίας	2	2	2	2	2
Πλάτος Λωρίδας Κυκλοφορίας	≥3.5 m	≥3.5 m	≥3.5 m	≥3.5 m	≥3.5 m
Προσθήκη/ Αφαίρεση Λωρίδας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Απόκλιση/ Συγχώνευση	-	-	-	Όχι	Όχι
Πλάτος Εσωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m
Πλάτος Κεντρικής Νησίδας	5.5 m	4.9 m	4.9 m	-	-
Ακτίνα Οριζόντιων Καμπυλών	≥ 4000 m	≥ 4000 m	≥ 4000 m	Απλό Διαμάντι	Απλό Διαμάντι
Στηθαίο στην Κεντρική Νησίδα	Ημι-άκαμπτος χάλυβας	Ημι-άκαμπτος χάλυβας	Ημι-άκαμπτος χάλυβας	-	-
Σηματοδότηση Καμπυλών	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι/ Όχι	Ναι/ Όχι
Φωτισμός Δρόμου	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Σήραγγα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Όριο Ταχύτητας (χαω)	130	130	130	110-130	110-130
Παραβίαση ΛΕΑ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Πινακίδες Μηνυμάτων	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Κυκλοφοριακός Έλεγχος Ροής	-	-	Όχι	-	Όχι

Όταν η υπό εξέταση ενότητα ανήκει στις κατηγορίες Ανοιχτή Οδοποιία, Λωρίδα Επιτάχυνσης, Λωρίδα Επιβράδυνσης ή Κλάδος Εισόδου, η συνάρτηση SPF έχει την εξής μορφή:

$$N_{spf} = a * EMHK^p \quad (3.9)$$

Όπου:

- N_{spf} : ο αριθμός των ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χιλιόμετρο ανά χρονιά
- a, p : σταθερές παράμετροι
- ΕΜΗΚ: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία.

Αντίστοιχα, όταν η ενότητα υπό εξέταση είναι Κλάδος Εξόδου, η συνάρτηση έχει την εξής μορφή:

$$N_{spf} = a * EMHK^p * e^{b_1 * \ln(L)} \quad (3.10)$$

Όπου:

- N_{spf} : ο αριθμός των ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χιλιόμετρο ανά χρονιά
- a, b_1, p : σταθερές παράμετροι
- ΕΜΗΚ: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία
- L : μήκος κλάδου σε χιλιόμετρα.

Πολλαπλασιάζοντας τις παραπάνω τιμές με το μήκος της ενότητας (σε χιλιόμετρα), μπορεί να υπολογισθεί η τιμή $N_{spf} = a * L * EMHK^p$, η οποία αντιπροσωπεύει τον αριθμό ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χρονιά σε όλο το μήκος της οδικής ενότητας.

Οι συναρτήσεις SPF για τις κατηγορίες ενότητας Απόκλιση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου, Συγγώνευση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου, Πλέξη Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου ή Περιοχή Στάσης και Στάθμευσης, η συνάρτηση SPF είναι μορφής:

$$N_{spf} = a * EMHK^p \quad (3.11)$$

Όπου:

- N_{spf} : ο αριθμός των ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χιλιόμετρο ανά χρονιά
- a, p : σταθερές παράμετροι
- ΕΜΗΚ: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία.

Αντίστοιχα, όταν η ενότητα υπό εξέταση είναι Κλάδος Διπλής Κατεύθυνσης, Κλάδος Σύνδεσης Διανεμητήριου Οδοστρώματος, Παράλληλος Κλάδος Διανεμητήριου Οδοστρώματος, Κλάδος Εισόδου Διανεμητήριου Οδοστρώματος, Κλάδος Εξόδου Διανεμητήριου Οδοστρώματος ή Περιοχή Πλέξης Διανεμητήριου Οδοστρώματος η συνάρτηση έχει την εξής μορφή:

$$N_{spf} = a * b_1 * EMHK^p \quad (3.12)$$

Όπου

- N_{spf} : ο αριθμός των ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χιλιόμετρο ανά χρονιά
- a, b_1, p : σταθερές παράμετροι
- x : τύπος κλάδου
- ΕΜΗΚ: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία.

Οι τιμές των σταθερών παραμέτρων για τις συναρτήσεις SPF καταγράφονται στον πίνακα 3.17. Για κάποιους τύπους ενότητων, χρησιμοποιείται η ίδια συνάρτηση για να εκτιμηθεί ο συνολικός αριθμός των διαφόρων κατηγοριών σοβαρότητας ατυχημάτων. Ωστόσο, όπως

φαίνεται και στον πίνακα, για τους πέντε βασικούς τύπους ενότητας υπάρχουν ξεχωριστές συναρτήσεις που εκτιμούν τα ατυχήματα με τραυματίες (injury accidents) και τα ατυχήματα με υλικές ζημιές (property damage only, with and without report). Για τις ενότητες ανοιχτής οδοποιίας, έχουν υπολογισθεί ακόμα πιο εξειδικευμένες συναρτήσεις, οι οποίες εκτιμούν ξεχωριστά τον αριθμό των διαφόρων κατηγοριών σοβαρότητας ατυχημάτων με τραυματίες, δηλαδή ατυχήματα με νεκρούς, σοβαρά ή ελαφρά τραυματίες (killed, severe and slight injuries) και των ατυχημάτων με υλικές ζημιές.

Πίνακας 3. 17: Σταθεροί παράμετροι συνάρτησης SPF για αυτοκινητοδρόμους

Τύπος Ενότητας	Σοβαρότητα Ατυχήματος	a	p	b/b ₁	k
Ανοιχτή Οδοποιία	Τραυματισμοί	0.0003113	0.8504		0.0874
	Υλικές Ζημιές Κατ/νες (1 όχημα)	0.0001629	0.6383		0.0723
	Υλικές Ζημιές Κατ/νες (πολλαπλά οχήματα)	0.00000006798	1.4461		0.1129
	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες (1 όχημα)	0.0004523	0.6384		0.1208
	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες (πολλαπλά οχήματα)	0.000000003404	2.0535		0.2030
	Νεκροί και Σοβαρά Τραυματίες	0.0001047	0.6906		0.3062
	Ελαφρά Τραυματίες	0.00003042	0.8384		0.9248
Λωρίδα Επιβράδυνσης	Τραυματισμοί και Υλικές Ζημιές Κατ/νες	0.0002444	0.7365		0.4448
	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	0.000001646	1.2856		0.1109
Λωρίδα Επιτάχυνσης	Τραυματισμοί	0.00003354	0.8287		0.0387
	Υλικές Ζημιές Κατ/νες	0.000003632	1.1170		0.0336
	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	0.000004229	1.1800		0.0514
Άλλες Ενότητες	Τραυματισμοί	0.00006858	0.8086		0.4156
	Υλικές Ζημιές Κατ/νες	0.00002311	1.0078		0.3360
	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	0.000000002228	1.9267		0.4674
Περιοχές Στάσης και Στάθμευσης	Όλα τα Ατυχήματα	0.001556	0.8189		0.6456
Κλάδος Εξόδου	Όλα τα Ατυχήματα	0.003590	0.3195	-0.9530	0.6968
Κλάδος Εισόδου	Όλα τα Ατυχήματα	0.0001619	0.7477		0.5996
Άλλοι Κλάδοι Κλάδος Διπλής Κατ/νσης Κλάδος Σύνδεσης Δ.Ο Παράλληλος Κλάδος Δ.Ο Κλάδος Εισόδου Δ.Ο Κλάδος Εξόδου Δ.Ο Περιοχή Πλέξης Δ.Ο	Όλα τα Ατυχήματα	0.002313	0.6877	0.4732 1.0000 0.1791 0.1658 0.7831 0.4399	0.6721

Ο τρόπος με τον οποίο οι υποκατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων κατανέμονται στις αντίστοιχες ευρύτερες κατηγορίες, ιδιαίτερα για τους τύπους ενότητας που δεν υπάρχει ξεχωριστή συνάρτηση SPF για κάθε υποκατηγορία, δίνεται στον πίνακα 3.18 με τη μορφή ενός συντελεστή αναγωγής. Για τη μετατροπή αυτή, γίνεται η παραδοχή πως η τιμή της σταθερής παραμέτρου p παραμένει ίδια για όλες τις υποκατηγορίες τραυματισμών.

Πίνακας 3. 18: Κατανομή ατυχημάτων στις κατηγορίες σοβαρότητας

Τύπος Ενότητας	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Συντελεστής Προσαρμογής					
		Τραυματισμοί	Υλικές Ζημιές Κατ/νες	Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	Νεκροί	Σοβαρά Τραυματίες	Ελαφρά Τραυματίες
Ανοιχτή Οδοποιία	Νεκροί και Τραυματίες				0.1338	0.8662	
Λωρίδα Επιβράδυνσης	Τραυματισμοί και Υλικές Ζημιές Κατ/νες	0.3407	0.6593		0.0296	0.1852	0.3111
Λωρίδα Επιτάχυνσης	Τραυματισμοί				0.1019	0.6111	0.8333
Άλλες Ενότητες	Τραυματισμοί				0.0476	0.7381	0.6429
Περιοχή Στάσης και Στάθμευσης	Όλα τα Ατυχήματα	0.1429	0.5143	0.3429	0.0000	0.0857	0.0571
Κλάδος Εξόδου	Όλα τα Ατυχήματα	0.1611	0.2416	0.5973	0.0067	0.0940	0.0738
Κλάδος Εισόδου	Όλα τα Ατυχήματα	0.0755	0.3019	0.6226	0.0000	0.0566	0.0377
Άλλοι Κλάδοι	Όλα τα Ατυχήματα	0.2500	0.2568	0.4932	0.0405	0.1554	0.1351

Ο πίνακας 3.17 περιέχει και άλλες πληροφορίες που είναι σημαντικές για τη στατιστική ανάλυση του μοντέλου. Μια από αυτές είναι η τιμή της διασποράς k για κάθε συνάρτηση. Η διασπορά είναι κοντά στο μηδέν κατά τον υπολογισμό των ατυχημάτων. Σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο, αυτό υποδεικνύει ότι το μέγεθος του ανεξήγητου συστηματικού λάθους του τρόπου με τον οποίο συμβαίνουν τα ατυχήματα είναι σχετικά μικρό. Μάλιστα, όπως αναφέρει το δανικό εγχειρίδιο, το μεγαλύτερο ποσοστό των συστημικών λαθών (περισσότερο από 80%) μπορούν να εξηγηθούν από το φόρτο της κυκλοφορίας, άρα οι υπολογισμένες σταθερές για την ΕΜΗΚ αντιπροσωπεύουν πραγματικές σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος ανάμεσα στο φόρτο και στα ατυχήματα.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως ο πίνακας των τιμών των σταθερών είναι βαθμονομημένος ειδικά για τη Δανία, με βάση στατιστικές μελέτες με δείγμα τα καταγεγραμμένα ατυχήματα της χώρας. Σε αντίθεση με το HSM, το δανικό εγχειρίδιο αυτό δε προσφέρει τη δυνατότητα βαθμονόμησης των συναρτήσεων, κάτι που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για περιοχές έξω από τη Δανία.

Σε αυτή τη μέθοδο, ο υπολογισμός του αναμενόμενου αριθμού ατυχημάτων εμπίπτει και σε χρονικούς περιορισμούς, εκτός από τοπικούς. Συγκεκριμένα, ο υπολογισμός για τους κλάδους μπορεί να γίνει για τη χρονική περίοδο 1999-2012, ενώ για τους υπόλοιπους τύπους ενότητας για τη χρονική περίοδο 2005-2012. Εντούτοις, οι υπολογισμοί μπορούν να μεταφερθούν αναλογικά για οποιαδήποτε χρονικό διάστημα μέσα στη χρονική περίοδο αναφοράς,

χρησιμοποιώντας συντελεστές μετατροπής, οι οποίοι δίνονται στους πίνακες 3.19 και 3.20. Ο συντελεστής μετατροπής πολλαπλασιάζεται με την τιμή της SPF που έχει υπολογισθεί για τη συνολική περίοδο αναφοράς, ώστε να γίνει η αναγωγή στο χρονικό διάστημα που επιθυμεί ο χρήστης. Για τη μετατροπή αυτή, έχει γίνει η παραδοχή πως οι σταθερές a αναγκαστικά θα μεταβληθούν, ενώ οι σταθερές b και p θα παραμείνουν ίδιες.

Πίνακας 3. 19: Κατανομή ατυχημάτων ανά χρονιά για ανοιχτή οδοποιία, λωρίδες επιβράδυνσης, λωρίδες επιτάχυνσης και περιοχές στάσης και στάθμευσης

Σοβαρότητα Ατυχήματος	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Τραυματισμοί	1.3293	1.2551	1.3097	1.0208	0.9492	0.8225	0.7718	0.5415
Υλικές Ζημιές Κατ/νες	1.2059	1.1572	1.1512	0.9308	0.8796	0.8740	0.8981	0.9034
Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	0.9871	1.0380	1.0736	0.9951	0.9956	1.1146	0.8797	0.9163
Νεκροί και Σοβαρά Τραυματίες	1.4624	0.9932	1.3034	0.9065	1.0855	0.8753	0.8183	0.5554
Ελαφρά Τραυματίες	1.3369	1.4216	1.3715	1.0895	0.8028	0.8383	0.6275	0.5120

Πίνακας 3. 20: Κατανομή ατυχημάτων ανά χρονιά για κλάδους εισόδου και εξόδου

Σοβαρότητα Ατυχήματος	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Τραυματισμοί	0.6632	0.4801	1.0790	1.1941	0.9245	0.3100	0.6047	0.8819
Υλικές Ζημιές Κατ/νες	1.0388	0.7692	1.1689	1.0516	0.9502	0.5345	0.6297	0.9235
Υλικές Ζημιές Μη Κατ/νες	0.8435	0.5912	1.1189	1.1476	1.4428	1.7469	0.8718	1.1785

3.3.2 Δείκτες CMF για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Όπως και στον αλγόριθμο του HSM, για τον υπολογισμό του αριθμού των ατυχημάτων μιας ενότητας στο δανικό εργαλείο, χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις SPF σε συνδυασμό με τους δείκτες CMF, ώστε να αναχθεί η εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων από τις Συνθήκες Βάσης στις συνθήκες της κάθε οδικής ενότητας.

Δείκτες CMF έχουν υπολογισθεί μόνο για πέντε τύπους ενότητας, για τους οποίους οι συναρτήσεις SPF έχουν υπολογισθεί για καθορισμένες Συνθήκες Βάσης (ανοιχτή οδοποιία, λωρίδας επιβράδυνσης, λωρίδα επιτάχυνσης, κλάδος εξόδου και κλάδος εισόδου).

Οι CMF που υπολογίζονται ανά τύπο ενότητας παρουσιάζονται στον πίνακα 3.21.

Πίνακας 3. 21: Δείκτες CMF για κάθε τύπο ενότητας

CMF/Τύπος ενότητας	Ανοιχτή Οδοποιία	Λωρίδα Επιβ/νσης	Λωρίδας Επιτ/νσης	Κλάδος Εξόδου	Κλάδος Εισόδου
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας	X	X	X		
Πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας	X	X	X	X	X
Παραβίαση ΛΕΑ	X				
Πλάτος ΛΕΑ	X	X	X		
Πλάτος Εσωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης	X	X	X	X	X
Πλάτος κεντρικής νησίδας	X	X	X		
Ακτίνα οριζόντιων καμπυλών	X	X	X	X	X
Φωτισμός δρόμου	X	X	X	X	X
Σήραγγες	X	X	X	X	X
Περιοχή στάσης	X				
Προσθήκη/ Αφαίρεση λωρίδας	X	X	X		
Τύπος κλάδου				X	X
Σηματοδότηση καμπυλών	X	X	X		
Όριο ταχύτητας	X	X	X		
Κυκλοφοριακός έλεγχος ροής			X		

Κάποιες από τις παραμέτρους του παραπάνω πίνακα έχουν αφαιρεθεί από τον υπολογισμό του αριθμού των ατυχημάτων. Κάποιοι, όπως οι σήραγγες, αφαιρέθηκαν επειδή δε βρέθηκε στη βιβλιογραφία κάποια εξίσωση που να υπολογίζει το δείκτη CMF τους, ενώ άλλοι, όπως ο κυκλοφοριακός έλεγχος ροής και η σηματοδότηση των καμπυλών, αφαιρέθηκαν επειδή υπάρχουν λιγιστά έως μηδενικά στοιχεία για αυτές για τους ελληνικούς δρόμους (διότι τα στοιχεία αυτά σπανίως συναντώνται στους ελληνικούς δρόμους).

Έχουν γίνει προσπάθειες να δημιουργηθούν εξισώσεις CMF και για άλλες παραμέτρους ασφαλείας, όπως στηθαίο στην κεντρική νησίδα και στη δεξιά πλευρά της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης, κατακόρυφες καμπύλες, κ.ά. Παρόλα αυτά, οι CMF για τις παραμέτρους αυτές δεν έχουν υπολογισθεί, είτε διότι οι επιπτώσεις των παραμέτρων στην ασφάλεια παρουσιάζουν μεγάλη αβεβαιότητα, είτε διότι δεν είναι διαθέσιμα επαρκή δεδομένα για τις ενότητες ως προς τις παραμέτρους αυτές.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά όλοι οι δείκτες CMF, οι οποίοι υπολογίζονται για να βρεθεί ο αριθμός των ατυχημάτων σε μια οδική ενότητα υπεραστικού αυτοκινητόδρομου.

- CMF για Αριθμό Λωρίδων Κυκλοφορίας

Οι τιμές του CMF για τον αριθμό λωρίδων έχουν προκύψει από τα συμπεράσματα ερευνών που έγιναν στη Δανία και ανά τον κόσμο. Μελέτες της μορφής «πριν και μετά» σε αυτοκινητοδρόμους έχουν εντοπίσει τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται ο αριθμός των ατυχημάτων, όταν προστίθεται στις υπάρχουσες λωρίδες μια λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Τα αποτελέσματα σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στην προσθήκη μιας λωρίδας σε αυτοκινητοδρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, είναι κοντινά στις δανικές και

στις ξένες μελέτες. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στη μεταβολή από τέσσερις σε πέντε λωρίδες, οι έρευνες παρουσιάζουν μια μικρή απόκλιση, οπότε ο δείκτης προσαρμόζεται ως ένας αρμονικός μέσος όρος ανάμεσα στα δύο αποτελέσματα. Έτσι, προκύπτουν για τους αυτοκινητοδρόμους οι τιμές του πίνακα 3.22 για τον CMF του αριθμού λωρίδων κυκλοφορίας.

Πίνακας 3. 22: Τιμές δεικτών CMF για αριθμό λωρίδων

Αριθμός Λωρίδων	2	3	4	>5
CMF	1.00	1.00	1.20	1.20

- CMF για Πλάτος Λωρίδας Κυκλοφορίας

Έχει υπολογισθεί ότι μείωση του πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας κατά 0,25 m συνεπάγεται αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων κατά περίπου 3% σε τμήματα ανοιχτής οδοποιίας και 5% σε κλάδους. Δανικές μελέτες έχουν υπολογίσει πως πλάτος λωρίδας μεγαλύτερο από την τιμή βάσης, δηλαδή τα 3,5 m, δεν έχουν κάποια επίδραση, θετική ή αρνητική, στην ασφάλεια. Οι τιμές των CMF δίνονται στον πίνακα 3.23.

Πίνακας 3. 23: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος λωρίδας

Πλάτος Λωρίδας (m)	2,75	3,00	3,25	>3,50
CMF (Ανοιχτή Οδοποιία)	1.09	1.06	1.03	1.00
CMF (Κλάδοι)	1.12	1.08	1.04	1.00

- CMF για Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (ΛΕΑ)

Η κατασκευή λωρίδων καθοδήγησης (λωρίδες έκτακτης ανάγκης) ικανού πλάτους σε τμήματα ανοιχτής οδοποιίας μειώνει τον αριθμό ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά περίπου 19% και ακόμα περισσότερο αυτών με υλικές ζημιές. Αυτό έως μια τιμή πλάτους, αφού για πλάτη μεγαλύτερα από 3,0 m δε παρουσιάζεται κάποια περαιτέρω βελτίωση. Στους κλάδους, το πλάτος της ΛΕΑ επιδρά στην ασφάλεια, ωστόσο δεν έχει προς το παρόν υπολογισθεί κάποια συνάρτηση SPF για ένα σταθερό πλάτος ΛΕΑ. Η τιμή βάσης για τον υπολογισμό της SPF για τους κλάδους είναι 2,4 m, συνεπώς ο αριθμός των ατυχημάτων υπερεκτιμάται ελαφρώς όταν το πλάτος της ΛΕΑ είναι μικρότερο από 2,4 m και υποεκτιμάται όταν είναι μεγαλύτερο. Στον πίνακα 3.24 δίνονται οι τιμές του CMF.

Πίνακας 3. 24: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος ΛΕΑ

Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (m)	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	>3,00
CMF (Τραυματισμοί)	1.28	1.23	1.19	1.14	1.09	1.05	1.00
CMF (Υλικές Ζημιές Μόνο)	1.59	1.49	1.39	1.30	1.20	1.10	1.00

- CMF για Πλάτος Εσωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης

Αν και στη Δανία δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να εκτιμηθεί η επίδραση της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης στην ασφάλεια, έρευνες του εξωτερικού έχουν δείξει πως ο αριθμός των ατυχημάτων μειώνεται κατά περίπου 4% στους αυτοκινητοδρόμους για κάθε μέτρο διαπλάτυνσης της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης. Το αντίστοιχο ποσοστό στους κλάδους είναι 8%. Πλάτος μεγαλύτερο από 3,0 m δεν έχει κάποια επίδραση στην ασφάλεια. Ο πίνακας 3.25 δίνει τις τιμές για τους δείκτες CMF.

Πίνακας 3. 25: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης

Πλάτος Εσωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (m)	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	>3,00
CMF (Ανοιχτή Οδοποιία)	1.02	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90
CMF (Κλάδοι)	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80

- CMF για Πλάτος Κεντρικής Νησίδας

Όσον αφορά το πλάτος της κεντρικής νησίδας, υπάρχει διαφωνία ανάμεσα στις δανικές και τις ξένες έρευνες. Συγκεκριμένα, κατά τους δανικούς υπολογισμούς, αύξηση του πλάτους της κεντρικής νησίδας κατά 1,0 m προκαλεί μείωση του αριθμού των ατυχημάτων περίπου κατά 0,7% και αύξηση του αριθμού των τραυματισμών κατά περίπου 0,2%. Οι αντίστοιχες τιμές ξένων ερευνών δίνουν 1% μείωση των ατυχημάτων και 0,3% μείωση των τραυματισμών για κάθε διαπλάτυνση της κεντρικής νησίδας κατά 1,0 m. Ο πίνακας 3.26 παρουσιάζει τις τιμές των CMF.

Πίνακας 3. 26: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος κεντρικής νησίδας

Πλάτος Κεντρικής Νησίδας (m)	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0
CMF (Υλικές Ζημιές)	1.03	1.02	1.01	1.00	0.97	0.94

- CMF για Οριζοντιογραφικές Καμπύλες

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο αριθμός των ατυχημάτων είναι αντιστρόφως ανάλογος της ακτίνας των οριζοντιογραφικών καμπυλών. Η οριζοντιογραφία έχει μικρότερη επίπτωση στην ασφάλεια σε δρόμους με μεγαλύτερο πλάτος διατομής από ότι σε στενότερους δρόμους, όταν η επιτρεπόμενη ταχύτητα είναι ίδια για τους δύο δρόμους. Στον υπολογισμό της ασφάλειας στο HSM για αυτοκινητοδρόμους, η παράμετρος αυτή είναι απύσχα, ενώ για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας είναι παρούσα. Η εξίσωση του CMF για τις οριζόντιες καμπύλες στο δανικό εργαλείο είναι βασισμένη πάνω σε ένα αμερικανικό μοντέλο και είναι η ακόλουθη:

$$CMF = \frac{e^{0.1096 \cdot \frac{1746,5}{R}}}{e^{0.1096 \cdot \frac{1746,5}{4000}}} \quad (3.13)$$

Όπου:

- R: η ακτίνα της καμπύλης υπό εξέταση (εισάγεται από το χρήστη)

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει για καμπύλες με ακτίνα μεγαλύτερη από 300 m. Έχει υπολογισθεί πως τα καμπύλα τμήματα αυτοκινητοδρόμων αποκτούν επίπεδο ασφαλείας αντίστοιχο με αυτό μιας ευθείας όταν έχουν ακτίνα τουλάχιστον 4000 m. Ο CMF υπολογίζεται ως ο λόγος της βασικής σχέσης $e^{0.1096 \cdot \frac{1746,5}{R}}$, με τιμή R της ακτίνας της καμπύλης υπό μελέτη, ως προς την ίδια βασική σχέση όταν έχει τεθεί η τιμή R=4000 m.

Οι οριζόντιες καμπύλες επηρεάζουν επίσης την ασφάλεια στους κλάδους. Ο τρόπος με τον οποίο η καμπύλη επιδρά στην ασφάλεια του κλάδου συνδέεται άμεσα με τη μέση ταχύτητα των οχημάτων στην αρχή της καμπύλης του κλάδου. Ο CMF για τις οριζόντιες καμπύλες σε κλάδους εισόδου και εξόδου δίνεται και αυτός από ένα αμερικανικό μοντέλο, δημιουργημένο αποκλειστικά για κλάδους, το οποίο είναι το εξής:

$$CMF = 1 + a * \frac{1000}{32,2} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{ent,i} * \left(\frac{3268}{3600} \right)}{\frac{R_i}{0,306}} \right)^2 * (P_{c,i} / 1000) \quad (3.14)$$

Όπου

- a: σταθερά (1,545 για τραυματισμούς και 1,961 για υλικές ζημιές μόνο)
- $V_{ent,i}$: η μέση ταχύτητα (km/h) στην αρχή της καμπύλης i
- R_i : η ακτίνα της καμπύλης (m)
- $P_{c,i}$: το μήκος της καμπύλης του κλάδου (m).

Η παραπάνω σχέση ισχύει μόνο για κλάδους που συνδέονται άμεσα με αυτοκινητόδρομο και έχουν καμπύλες με ακτίνες μικρότερες από 1000 m.

- CMF για Φωτισμό Δρόμου

Έχει αποδειχθεί πως η παρουσία φωτισμού σε τμήματα ανοιχτής οδοποιίας και σε κλάδους μειώνει τον αριθμό των ατυχημάτων κατά ποσοστό 5-58% σε σχέση με την απουσία του. Το ποσοστό των ατυχημάτων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σκοτεινά σημεία του αυτοκινητόδρομου λήφθηκε υπόψη, ώστε να δοθούν οι παρακάτω τιμές για τον CMF που αφορά το φωτισμό του δρόμου.

Πίνακας 3. 27: Τιμές δεικτών CMF για φωτισμό δρόμου

CMF	Τραυματισμοί	Υλικές Ζημιές (κατ/νεξ)	Υλικές Ζημιές (όχι κατ/νεξ)	Νεκροί	Σοβαρά Τραυματίες	Ελαφρά Τραυματίες
Παρουσία Φωτισμού	0.95	0.95	0.96	0.79	0.94	0.97
Απουσία Φωτισμού	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- CMF για Σταθμό Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ)

Μελέτες έχουν δείξει πως ο αριθμός των ατυχημάτων στην περιοχή μετά από έναν Σταθμό Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ) αυξάνεται σε σχέση με την περιοχή πριν από αυτό, και μάλιστα προσεγγιστικά κατά ποσοστό 5%. Η επιρροή των περιοχών αυτών στην οδική ασφάλεια λαμβάνεται υπόψη στην αρχική εκτίμηση των ατυχημάτων με τις συναρτήσεις SPF, και όχι στις τιμές των CMF, οι οποίοι παίρνουν όλοι τιμή 1,0 και πριν και μετά από οποιαδήποτε περιοχή στάσης και στάθμευσης.

- CMF για Όριο Ταχύτητας

Η επιρροή του παράγοντα της ταχύτητας στο θέμα της ασφάλειας είναι πολλή σημαντική. Μελέτες που έχουν γίνει στη Δανία δείχνουν μια καθαρή διαφορά ανάμεσα στους αριθμούς των ατυχημάτων για αυτοκινητοδρόμους, όπου το όριο ταχύτητας είναι 110 km/h, σε σύγκριση με παρόμοιους αυτοκινητόδρομους, όπου το όριο είναι 130 km/h. Ταυτόχρονα, οι ίδιες μελέτες αναφέρουν ότι το όριο ταχύτητας του αυτοκινητοδρόμου δεν επηρεάζει την ασφάλεια στους κλάδους.

Πίνακας 3. 28: Τιμές δεικτών CMF για όριο ταχύτητας

CMF Όριο Ταχύτητας	Τραυματισμοί	Υλικές Ζημιές	Νεκροί και Σοβαρά Τραυματίες	Ελαφρά Τραυματίες
110 km/h	0.79	0.94	0.66	0.82
130 km/h	1.00	1.00	1.00	1.00

Το δανικό εγχειρίδιο περιέχει πληροφορίες για τον CMF μόνο για τα όρια ταχύτητας που καταγράφονται παραπάνω, ωστόσο στο φύλλο excel που συνοδεύει την παρούσα εργασία, έχει γίνει πύκνωση των τιμών των ταχυτήτων και των CMF και έχουν βρεθεί αναλογικά οι δείκτες για ταχύτητες 100 και 120 km/h, ανά κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος.

3.3.3 Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η δανική μέθοδος πρόβλεψης εφαρμόζεται για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους ακολουθώντας τα βήματα της μεθόδου του HSM, με τον τρόπο που αναλύθηκε στο κεφάλαιο

2.1.7, παραλείποντας τα βήματα που αφορούν το συντελεστή βαθμονόμησης και τη μέθοδο Bayes.

Όπως και στη μέθοδο του HSM, ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει συγκεκριμένα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του δρόμου. Άλλα στοιχεία, που οφείλει να γνωρίζει, αφορούν την οριοθέτηση της ενότητας που θα μελετηθεί, την περίοδο μελέτης και την ΕΜΗΚ που αντιστοιχεί στην περίοδο αυτή. Για τα στοιχεία αυτά, οι οδηγίες για τον ορισμό των τιμών τους είναι κοινές με αυτές που δόθηκαν για την εφαρμογή της αμερικανικής μεθόδου. Συνοπτικά οι οδηγίες αυτές:

- Μια ενότητα δρόμου ξεκινά από το κέντρο ενός κόμβου και τελειώνει στο κέντρο του επόμενου κόμβου, εκτός και αν ενδιάμεσα παρατηρηθεί αλλαγή σε οποιοδήποτε από τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία. Στην περίπτωση αυτή, η ενότητα θα χωριστεί σε ομοιογενής υπο-ενότητες.
- Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστές οι τιμές της ΕΜΗΚ για την περίοδο ενδιαφέροντος, τότε θα γίνει πύκνωση των τιμών. Η πύκνωση γίνεται είτε με γραμμική παρεμβολή, όταν είναι γνωστές οι τιμές δύο ή περισσότερων ακραίων χρόνων και είναι επιθυμητό να βρεθούν οι τιμές των ενδιάμεσων, είτε θεωρώντας ότι η τιμή της ΕΜΗΚ είναι ίδια για όλες τις χρονιές, όταν είναι γνωστή η ΕΜΗΚ μόνο για μια χρονιά.

3.4 Η δανική μέθοδος για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Παρακάτω περιγράφεται το μοντέλο αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ασφάλειας ενός τμήματος υπεραστικής οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο. Παρουσιάζονται οι συναρτήσεις SPF που χρησιμοποιούνται, οι εξισώσεις για τους διάφορους δείκτες CMF των καθοριστικών παραμέτρων ασφάλειας, καθώς και άλλες οδηγίες που θα βοηθήσουν το χρήστη να εφαρμόσει σωστά τη μέθοδο και να εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα.

3.4.1 Συναρτήσεις SPF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Σε αντίθεση με τους αυτοκινητοδρόμους, στους δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας η συνάρτηση SPF έχει την ίδια μορφή, ανεξάρτητα από τον τύπο της ενότητας που αξιολογείται.

Οι παράμετροι των SPF έχουν υπολογισθεί για Ενότητες Βάσης, οι οποίες έχουν τιμές καθοριστικών παραμέτρων ασφαλείας που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.29.

Πίνακας 3. 29: Συνθήκες Βάσης για Ενότητες Βάσης σε οδούς δύο λωρίδων

Παράμετρος	Τιμή Συνθήκης Βάσης
Πλάτος Λωρίδας	3,50 m
Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης	0,50 m
Πλάτος Εξωτερικού Ερείσματος	2,00 m
Ύψος Διαχωριστικής Νησίδας	Απουσία
Ελικτότητα	10 grad/m

Παράμετρος	Τιμή Συνθήκης Βάσης
Αριθμός Προσβάσεων Ανά km	0
Μέγιστη Κλίση	2%
Ύπαρξη Φωτισμού	Απουσία
Ύπαρξη Ποδηλατοδρόμου	Απουσία
Όριο Ταχύτητας	80 km/h

Για οδικά τμήματα οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας, η συνάρτηση SPF έχει την εξής βασική μορφή:

$$N_{spf} = a * EMHK^p \quad (3.15)$$

Όπου:

- N_{spf} : ο αριθμός των ατυχημάτων και τραυματισμών ανά χιλιόμετρο ανά χρονιά
- a, p : σταθερές παράμετροι
- EMHK: Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία.

Οι τιμές των σταθερών παραμέτρων για τις συναρτήσεις SPF καταγράφονται στον πίνακα 3.30. Όπως φαίνεται και στον πίνακα, υπάρχουν ξεχωριστές συναρτήσεις που εκτιμούν τα ατυχήματα με τραυματίες (injury accidents), τα ατυχήματα με υλικές ζημιές (property damage only, with and without report), κάποια επιπλέον ατυχήματα (extra accidents) και τα ατυχήματα με τραυματίες διαφόρων υπο-κατηγοριών σοβαρότητας, δηλαδή με νεκρούς και σοβαρά ή ελαφρά τραυματίες (killed, severe and slight injuries).

Πίνακας 3. 30: Τιμές παραμέτρων συναρτήσεων SPF για οδούς δύο λωρίδων

Τύπος Ατυχήματος	a	p
Τραυματισμοί	-10.0958	0.8138
Υλικές Ζημιές Μόνο	-9.9896	0.8381
Επιπλέον Ατυχήματα	-12.5826	1.1480
Νεκροί	-11.3408	0.7373
Σοβαρά Τραυματίες	-10.8985	0.8410
Ελαφρά Τραυματίες	-12.4273	1.0197

Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως ο πίνακας των τιμών των σταθερών είναι βαθμονομημένος ειδικά για τη Δανία, με βάση στατιστικές μελέτες με δείγμα τα καταγεγραμμένα ατυχήματα της χώρας. Σε αντίθεση με το αμερικανικό, το δανικό εγχειρίδιο δε προσφέρει τη δυνατότητα βαθμονόμησης των συναρτήσεων, κάτι που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για περιοχές έξω από τη Δανία.

3.4.2 Δείκτες CMF για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

Παρακάτω περιγράφονται όλοι οι δείκτες CMF, οι οποίοι υπολογίζονται για να βρεθεί ο αριθμός των ατυχημάτων σε μια οδική ενότητα υπεραστικής οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

- CMF για Πλάτος Λωρίδας Κυκλοφορίας

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς, για τα διάφορα πλάτη λωρίδας, δίνονται στον πίνακα 3.31.

Πίνακας 3. 31: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος λωρίδας

Πλάτος Λωρίδας B	B<3,75	3,75<B<4,25	B>4,25
CMF	1.84-(B*0.24)	0.04+(B*0.24)	1.06

- CMF για Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (ΛΕΑ)

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς, για τα διάφορα πλάτη εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης, δίνονται στον πίνακα 3.32.

Πίνακας 3. 32: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος ΛΕΑ

Πλάτος ΛΕΑ B	B<0,2	0,2<B<1,99	B>1,99
CMF	1.12	1.05-(B*0.1)	0.81

- CMF για Πλάτος Ερείσματος

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με υλικές ζημιές, για τα διάφορα πλάτη εξωτερικού ερείσματος, δίνονται στον πίνακα 3.33.

Πίνακας 3. 33: Τιμές δεικτών CMF για πλάτος ερείσματος

Πλάτος Ερείσματος B	B<2,0	2,0<B<3,0	B>3,0
CMF	1.12-(0.06*B)	1.08-(B*0.04)	0.96

- CMF για Παρουσία Κεντρικής Νησίδας

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές, για την παρουσία (ολική ή κατά τμήματα) και απουσία κεντρικής διαχωριστικής νησίδας, δίνονται στον πίνακα 3.34.

Πίνακας 3. 34: Τιμές δεικτών CMF για παρουσία νησίδας

Τύπος Ατυχήματος	Ολική Απουσία Νησίδας	Ολική Παρουσία Νησίδας	Τμηματική Παρουσία Νησίδας
CMF (Τραυματισμοί)	1.00	0.75	0.90
CMF (Υλικές Ζημιές)	1.00	0.95	0.97

- CMF για Ελικτότητα

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς, για την ελικτότητα μιας οριζοντιογραφικής καμπύλης, δίνονται στον πίνακα 3.35.

Πίνακας 3. 35: Τιμές δεικτών CMF για ελικτότητα

Ελικτότητα ϵ	$\epsilon < 10$	$10 < \epsilon < 120$	$\epsilon > 120$
CMF	$1.1 - (\epsilon * 0.01)$	$1.003^\epsilon / 1.003^{10}$	1.40

- CMF για Φωτισμό Δρόμου

Οι τιμές των CMF για τις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, για παρουσία ή απουσία φωτισμού, δίνονται στον πίνακα 3.36.

Πίνακας 3. 36: Τιμές δεικτών CMF για φωτισμό δρόμου

Φωτισμός Οδού	Τραυματισμοί	Υλικές Ζημιές	Νεκροί	Σοβαρά Τραυματίες	Ελαφρά Τραυματίες
Παρουσία	0.91	0.96	0.82	0.90	0.93
Απουσία	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- CMF για Αριθμό Προσβάσεων ανά km

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς, για τον αριθμό παρόδιων προσβάσεων ανά χιλιόμετρο, δίνονται στον πίνακα 3.37.

Πίνακας 3. 37: Τιμές δεικτών CMF για αριθμό προσβάσεων

Αριθμός Προσβάσεων Π	Π<5	Π>5
CMF	1+(0.08*Π)	1.40

- CMF για Όριο Ταχύτητας

Η τιμή του CMF για τις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, για ταχύτητα $V_{zul}=80$ km/h, έχει πάντα τιμή 1,0, καθώς αυτή είναι η τιμή σε Συνθήκες Βάσης. Για τις υπόλοιπες ταχύτητες, ο δείκτης υπολογίζεται υψώνοντας τον όρο $A = \left(\frac{80 - 0,0058 * (V_{zul} - 80)^2 + 0,2781 * (V_{zul} - 80) - 0,2343}{80} \right)$ σε μια δύναμη, όπως υποδεικνύει ο πίνακας 3.38.

Πίνακας 3. 38: Τιμές δεικτών CMF για όριο ταχύτητας

Σοβαρότητα Ατυχήματος	CMF ΓΙΑ $V_{zul}=80$ km/h	CMF ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ V_{zul}
Τραυματισμοί	1,0	$A^{1,6}$
Υλικές Ζημιές	1,0	$A^{1,5}$
Νεκροί	1,0	$A^{4,6}$
Σοβαρά Τραυματίες	1,0	$A^{3,5}$
Ελαφρά Τραυματίες	1,0	$A^{1,4}$

- CMF για Μέγιστη Κλίση

Οι τιμές των CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές, για τη μέγιστη κλίση του οδικού τμήματος, δίνονται στον πίνακα 3.39.

Πίνακας 3. 39: Τιμές δεικτών CMF για μέγιστη κλίση οδού

ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ s	S<2 (%)	2<s<9 (%)	s>9 (%)
CMF (Τραυματισμοί)	0.96+(s*0.02)	$\frac{1.05^s}{1.05^2}$	1.41
CMF (Υλικές Ζημιές)	0.98+(s*0.01)	$\frac{1.02^s}{1.02^2}$	1.15

3.4.3 Εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων

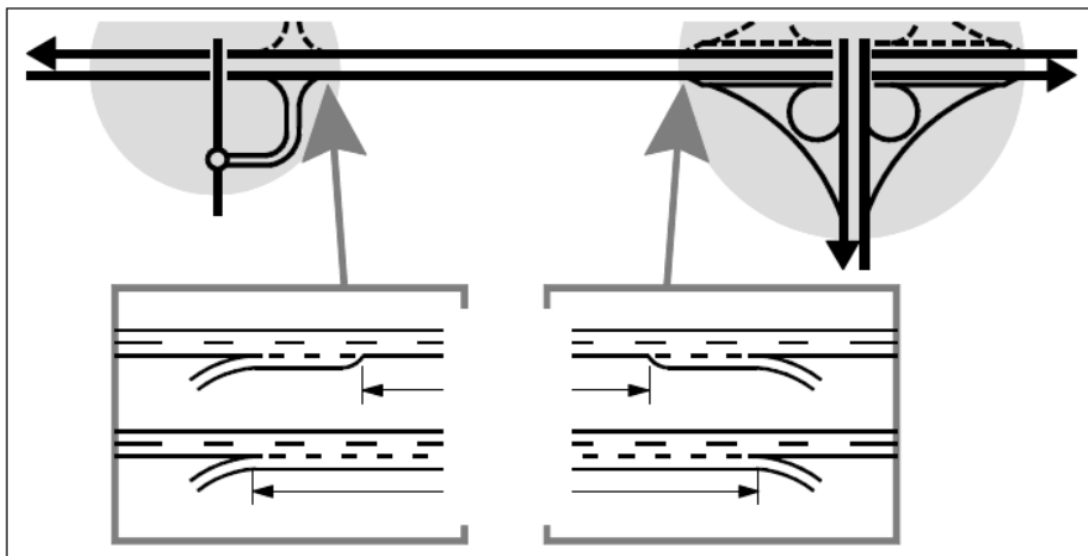
Η δανική μέθοδος πρόβλεψης εφαρμόζεται για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας ακολουθώντας τα βήματα της μεθόδου του HSM με τον τρόπο που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 2.1.7, παραλείποντας τα βήματα που αφορούν τον συντελεστή βαθμονόμησης και τη μέθοδο Bayes.

Ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δρόμου. Οφείλει επίσης να ορίσει το μήκος της ενότητας που θα μελετηθεί, την περίοδο μελέτης και την ΕΜΗΚ που αντιστοιχεί στην περίοδο αυτή.

3.5 Η γερμανική μέθοδος για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους

Η μέθοδος πρόβλεψης του HVS μπορεί να εφαρμοσθεί σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους, με σκοπό να υπολογισθεί το κόστος των ατυχημάτων για οδικά τμήματα με γνωστά χαρακτηριστικά. Η ανάλυση της ασφάλειας γίνεται ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας, ωστόσο μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ασφάλειας απαιτεί έλεγχο και των δύο κατευθύνσεων.

Το πρώτο βήμα που ζητείται από το χρήστη για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο καθορισμός των ενότητων, για τις οποίες θα γίνει η μελέτη. Οι ενότητες είναι τα τμήματα ανοιχτής οδοποιίας ανάμεσα σε δύο κόμβους, συνεπώς, το μήκος τους ορίζεται από την έξοδο του κόμβου που συναντάται πρώτος κατά τη φορά της κυκλοφορίας, έως την είσοδο του ακριβώς επόμενου κόμβου. Σχηματικά, αυτός ο χωρισμός παρουσιάζεται στο σχήμα 3.6. Οι γειτονικοί κόμβοι, καθώς και ειδικού τύπου εγκαταστάσεις, όπως Σταθμοί Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ), πάρκινγκ, κ.ά., που πιθανώς να συναντώνται παρόδια του οδικού άξονα, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.



Σχήμα 3. 6: Οριοθέτηση οδικής ενότητας ανοιχτής οδοποιίας

Σημαντικό, ώστε να εξασφαλισθεί αξιοπιστία υπολογισμών, είναι η κάθε ενότητα να έχει μήκος τουλάχιστον 1 km, αλλιώς δημιουργούνται σφάλματα στους υπολογισμούς. Συνεπώς, ενότητες με μήκος μικρότερο από 1 km, συνήθως πρέπει να ομαδοποιούνται με την προηγούμενη ή την επόμενη από αυτές ενότητα, για να ικανοποιείται το κριτήριο του μήκους.

Εξάιρεση σε αυτό αποτελεί η περίπτωση η ενότητα να εμφανίζει στο εσωτερικό της ανομοιομορφία ως προς τις καθοριστικές γεωμετρικές και κυκλοφοριακές παραμέτρους. Η

διαδικασία πρόβλεψης βασίζεται στις καθοριστικές παραμέτρους, συνεπώς η μεταβολή τους σε κάποιο σημείο εσωτερικά της ενότητας θα οδηγούσε σε μη αξιόπιστα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό, είναι πιθανό ο χρήστης να αναγκασθεί να χωρίσει τις ενότητες σε υπο-ενότητες, σε περίπτωση που παρατηρήσει κάποια τέτοια μεταβολή (π.χ. αλλαγή αριθμού λωρίδων, μεταβολή ελκτότητας, επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας, κλπ.) με τρόπο τέτοιο ώστε οι υπο-ενότητες να εμφανίζουν ομοιομορφία ως προς τις τιμές καθοριστικών παραμέτρων. Αν μετά από αυτό το χωρισμό οι υπο-ενότητες έχουν μήκος μικρότερο από 1 km, για να διατηρηθεί η αξιοπιστία των υπολογισμών, οι μικρότερες υπο-ενότητες συγχωνεύονται σε μια έως ότου ικανοποιηθεί το κριτήριο του μήκους. Μια υπο-ενότητα που δημιουργήθηκε από τη συγχώνευση άλλων υπο-ενότητων, θα μπορεί να μελετηθεί θεωρώντας ως τιμές των καθοριστικών παραμέτρων τις τιμές της μεγαλύτερης σε μήκος υπο-ενότητας από αυτές που τη συνθέτουν.

Επόμενο βήμα της μεθόδου αποτελεί η κατάταξη των ενότητων που έχουν δημιουργηθεί. Η κατάταξη γίνεται με βάση την τυπική διατομή της ενότητας, η οποία καθορίζεται για τους αυτοκινητόδρομους από τους κανονισμούς RAA (2008). Τα οδικά τμήματα αυτοκινητοδρόμων που μπορούν να εξετασθούν με τη μέθοδο είναι αυτά που ανήκουν στις κλάσεις σχεδιασμού ΕΚΑ 1 έως ΕΚΑ 3 σύμφωνα με τους RAA, λαμβάνοντας υπόψη και άλλα εγχειρίδια κανονισμών, όπως το RPS (2009). Οι τυπικές διατομές που αντιστοιχούν στις κλάσεις σχεδιασμού που αναφέρθηκαν είναι αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.40.

Πίνακας 3. 40: Τυπικές διατομές οδικών ενότητων κατά RAA (2008)

Τυπική Διατομή κατά RAA (2008)	Διατομή Δρόμου
RQ 31	RQ 29,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996) a4ms (RQ 29) σύμφωνα με RAS-Q (1982)
RQ 28	RQ 26 σύμφωνα με RAS-Q (1996)
RQ 25	–
RQ 36	RQ 35,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996) a6ms (RQ 37.5) σύμφωνα με RAS-Q (1982)
RQ 31,5	RQ 33 σύμφωνα με RAS-Q (1996)
RQ 43,5	–
RQ 38,5	–

Σημαντικά στοιχεία, που ο χρήστης οφείλει να γνωρίζει για επόμενα βήματα, είναι ο αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση, η γεωγραφική θέση της ενότητας σε σχέση με τον αστικό χώρο και η επιτρεπόμενη ταχύτητα (όταν δεν υπάρχει κάποια επιτρεπόμενη ταχύτητα που να ορίζεται για την ενότητα, τότε η επιτρεπόμενη ταχύτητα ορίζεται στα 100 km/h). Στο σημείο αυτό πρέπει επίσης να βρεθεί, είτε με μετρήσεις είτε με μεθόδους πρόβλεψης, η τιμή της ΕΜΗΚ.

Συνδυάζοντας τα παραπάνω στοιχεία, η ενότητα μπορεί να καταταχθεί σε ένα Βασικό Τύπο, ώστε να βρεθεί το Κόστος Βάσης που αντιστοιχεί σε αυτό το Βασικό Τύπο. Η αντιστοιχία αυτή γίνεται μέσω του πίνακα 3.41.

Πίνακας 3. 41: Κόστος Βάσης για τις τυπικές διατομές ενότητων αυτοκινητοδρόμων

Τύπος Ενότητας	Κόστος Βάσης
Περιοχές εκτός αστικού ιστού	
2 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 31 καμία επιτρεπόμενη ταχύτητα (v_{zul}) 15.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 30.000 οχ/ημέρα 12.3
	RQ 28 καμία επιτρεπόμενη ταχύτητα (v_{zul}) 15.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 30.000 οχ/ημέρα 13.2
3 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 36 καμία επιτρεπόμενη ταχύτητα (v_{zul}) 15.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 30.000 οχ/ημέρα 11.3
4 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 43,5 καμία επιτρεπόμενη ταχύτητα (v_{zul}) 15.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 30.000 οχ/ημέρα 11.3

Για να υπολογισθεί το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας θα πρέπει να είναι γνωστά και κάποια άλλα καθοριστικά μεγέθη, όπως η ελκτικότητα (Kurvigkeit ή KU), η κυμάτωση (Hugeligkeit ή HK) και το ποσοστό Β.Ο (Schwerverkehrsanteils ή psv). Γνωρίζοντας τις τιμές των παραπάνω μεγεθών για την ενότητα υπό μελέτη και αναζητώντας στους αντίστοιχους πίνακες, μπορούν να βρεθούν οι συντελεστές προσαρμογής του Κόστους Βάσης, ώστε να βρεθεί το Προσαρμοσμένο Κόστος μέσω της σχέσης:

$$g_{UKR} = B_{g_{UKR}} * f_{A,KH} * f_{A,v_{zul}} * f_{A,DTV} * f_{A,SV} \quad (3.16)$$

Όπου:

- g_{UKR} : το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας υπό μελέτη
- $B_{g_{UKR}}$: το Κόστος Βάσης του αντίστοιχου Βασικού Τύπου
- $f_{A,KH}$: ο συντελεστής προσαρμογής της ελκτικότητας και της κυμάτωσης
- $f_{A,v_{zul}}$: ο συντελεστής προσαρμογής της επιτρεπόμενης ταχύτητας
- $f_{A,DTV}$: ο συντελεστής προσαρμογής της EMHK
- $f_{A,SV}$: ο συντελεστής προσαρμογής του ποσοστού βαρέων οχημάτων

Οι πίνακες για τους συντελεστές προσαρμογής για καθένα από τα καθοριστικά μεγέθη παρατίθενται παρακάτω.

Πίνακας 3. 42: Συντελεστής προσαρμογής της ελικτότητας και της κυμάτωσης για αυτοκινητοδρόμους

Καμπυλότητα KU (gon/km)	Συντελεστής προσαρμογής της ελικτότητας και της κυμάτωσης $f_{A, KH}$		
	Κυμάτωση[%]		
	$0 < HK \leq 1$	$1 < HK \leq 3$	$HK > 3$
$0 < KU \leq 5$	1.01	1.02	1.03
$5 < KU \leq 10$	1.02	1.06	1.09
$KU > 10$	1.06	1.16	1.22

Πίνακας 3. 43: Συντελεστής προσαρμογής της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας για αυτοκινητοδρόμους

Περιορισμός Επιτρεπόμενης Μέγιστης Ταχύτητας	Συντελεστής προσαρμογής της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας $f_{A, Vzul}$
$V_{zul} = 120 \text{ km/h}$	0.90
$V_{zul} \leq 100 \text{ km/h}$	0.80

Αν δεν είναι γνωστό το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας, π.χ. όταν ο δρόμος είναι ακόμα υπό σχεδίαση, τότε ο παραπάνω συντελεστής προσαρμογής παίρνει την τιμή 1,0.

Πίνακας 3. 44: Συντελεστής προσαρμογής της ΕΜΗΚ για αυτοκινητοδρόμους

Τύπος Ενότητας	Τυπική Διατομή	Συντελεστής προσαρμογής της ΕΜΗΚ $f_{A, DTV}$			
		ΕΜΗΚ ανά κατεύθυνση (οχήματα/ημέρα)			
		≤ 15.000	> 15.000 έως ≤ 30.000	30.000 έως ≤ 50.000	> 50.000
2 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 31	1.15	1.00	0.90	
	RQ 28	1.15	1.00	0.90	
3 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 36		1.15	1.00	0.90
4 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 43,5			1.10	1.00

Πίνακας 3. 45: Συντελεστής προσαρμογής των βαρέων οχημάτων για αυτοκινητοδρόμους

Τύπος Ενότητας	Τυπική Διατομή	Συντελεστής προσαρμογής του ποσοστού βαρέων οχημάτων $f_{A,sv}$ για $p_{sv}>15\%$
2 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 31	1.02
	RQ 28	1.02
3 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 36	1.05
4 Λωρίδες με πλευρική διαγράμμιση	RQ 43,5	1.05

Ο τελευταίος πίνακας που αφορά το ποσοστό Β.Ο στην ενότητα, αφορά ποσοστά Β.Ο μεγαλύτερα από 15%. Αν η τιμή αυτού του καθοριστικού μεγέθους για την ενότητα όμως είναι μικρότερη από 15%, τότε ο συντελεστής προσαρμογής έχει τιμή 1,0.

Το Προσαρμοσμένο Κόστος υπολογίζεται για κάθε ενότητα ξεχωριστά. Σε περίπτωση που η ενότητα έχει χρειαστεί να χωριστεί σε υπο-ενότητες, τότε το Προσαρμοσμένο Κόστος θα υπολογισθεί για την κάθε υπο-ενότητα ξεχωριστά ($gUKR_T$) και στη συνέχεια τα αποτελέσματα θα συνδυασθούν σε ένα συνολικό Προσαρμοσμένο Κόστος Ενότητας ($gUKR_S$) μέσω της σχέσης:

$$gUKR_S = \frac{\sum_{i=1}^{n_T} gUKR_{T,i} * L_{T,i}}{L_S} \quad (3.17)$$

Όπου:

- $gUKR_S$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- n_T : το πλήθος των υπο-ενοτήτων
- $gUKR_{T,i}$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της κάθε υπο-ενότητας
- $L_{T,i}$: το μήκος κάθε υπο-ενότητας
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας

Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός των διαφόρων Δεικτών Προσαρμογής για τους γεωμετρικούς και κυκλοφοριακούς καθοριστικούς παράγοντες. Οι Δείκτες Προσαρμογής χωρίζονται σε δείκτες γραμμικής και σημειακής φύσης.

Οι δείκτες γραμμικής φύσης υπολογίζονται με βάση την παρακάτω σχέση:

$$f_Z = \begin{cases} 1,0 & \text{για } L_D \leq 100 \text{ m} \\ 1 + GW_D * \frac{L_D}{L} & \text{για } L_D > 100 \text{ m} \end{cases} \quad (3.18)$$

Όπου:

- f_z : Δείκτης Προσαρμογής γραμμικής φύσης
- G_{WD} : βασική τιμή γραμμικού Δείκτη Προσαρμογής στην αντίστοιχη τυπική διατομή
- L_D : μήκος στο οποίο εμφανίζεται η απόκλιση υπό εξέταση
- L : συνολικό μήκος της ενότητας υπό εξέταση

Οι βασικές τιμές για κάθε γραμμικό Δείκτη Προσαρμογής και για κάθε τυπική διατομή δίνονται στον πίνακα 3.46.

Πίνακας 3. 46: Βασικές τιμές γραμμικών Δεικτών Προσαρμογής για αυτοκινητοδρόμους

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΝΑ ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ			
		RQ 31	RQ 28	RQ 36	RQ 43,5
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $7 \leq B < 7,5$ m	0,075			
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 7$ m	0,150			
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,5 \leq B < 7$ m		0,075		
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,5$ m		0,150		
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,25 \leq B < 6,75$ m				
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,25$ m				
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $10 \leq B < 10,75$ m			0,075	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 10$ m			0,150	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $9,25 \leq B < 10$ m				
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 9,25$ m				
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $13,5 \leq B < 14,5$ m				0,075
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 13,5$ m				0,150
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $12,5 \leq B < 13,5$ m				
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 12,5$ m				
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,75$ m	0,050		0,050	0,050
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,50$ m		0,050		
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $2,5 \leq B < 3$ m	0,050	0,050	0,050	0,050
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 2,5$ m	0,200	0,200	0,200	0,200
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $2,25 \leq B < 2,5$ m				
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 2,25$ m				
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΠΛΑΓΙΩΝ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΩΝ	0,200	0,200	0,200	0,200
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ	0,450	0,300	0,300	0,450
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ	0,150	0,150	0,100	0,150

Οι δείκτες σημειακής φύσης υπολογίζονται με βάση την παρακάτω σχέση:

$$f_z = f_D^{n_D} \quad (3.19)$$

Όπου:

- f_z : Δείκτης Προσαρμογής σημειακής φύσης
- f_D : βασική τιμή σημειακού Δείκτη Προσαρμογής στην αντίστοιχη τυπική διατομή
- n_D : η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται η απόκλιση υπό εξέταση στην ενότητα

Οι βασικές τιμές για κάθε σημειακό Δείκτη Προσαρμογής και για κάθε τυπική διατομή δίνονται στον πίνακα 3.47.

Πίνακας 3. 47: Βασικές τιμές σημειακών Δεικτών Προσαρμογής για αυτοκινητοδρόμους

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΝΑ ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ			
		RQ 31	RQ 28	RQ 36	RQ 43,5
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ R<minR	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΓΙΑ R<minR ΚΑΙ ΜΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ $V_{\text{επιτρ}}$ ΣΤΗ ΒΡΟΧΗ	1,150	1,150	1,150	1,150
	ΑΚΤΙΝΑ R<3000 m ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ (L>500 m)	1,075	1,075	1,075	1,075
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ S> ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ maxS	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ q<2,5%	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ< ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) s<1,0%	1,200	1,200	1,250	1,300
	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ<ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ	1,300	1,300	1,300	1,300
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ	1,100	1,100	1,100	1,100
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ	1,025	1,025	1,025	1,025

Από τα παραπάνω μεγέθη μπορεί πλέον να υπολογισθεί ο Βαθμός Επικινδυνότητας μέσω της σχέσης:

$$GG = gUKR * f_{z,1} * f_{z,2} * \dots * f_{z,nz} \quad (3.20)$$

Όπου:

- GG: ο Βαθμός Επικινδυνότητας της ενότητας
- gUKR: το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας
- $f_{z,i}$: οι διάφοροι γραμμικοί και σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής που υπολογίσθηκαν
- nz: ο αριθμός των Δεικτών Προσαρμογής που υπολογίσθηκαν

Οι Δείκτες Προσαρμογής υπολογίζονται για κάθε ενότητα ξεχωριστά. Σε περίπτωση που η ενότητα έχει χρειαστεί να χωρισθεί σε υπο-ενότητες, τότε οι Δείκτες Προσαρμογής θα υπολογισθούν για την κάθε υπο-ενότητα ξεχωριστά, δίνοντας την τιμή του Βαθμού Επικινδυνότητας για την υπο-ενότητα (GG_T). Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα θα συνδυασθούν σε έναν συνολικό Βαθμό Επικινδυνότητας (GG_S) μέσω της σχέσης:

$$GG_S = \frac{\sum_{i=1}^{n_T} GG_{T,i} * L_{T,i}}{L_S} \quad (3.21)$$

Όπου:

- GG_S : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- n_T : το πλήθος των υπο-ενοτήτων
- $GG_{T,i}$: ο Βαθμός Επικινδυνότητας της κάθε υπο-ενότητας
- $L_{T,i}$: το μήκος κάθε υπο-ενότητας
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας

Πλέον είναι δυνατό να υπολογισθεί ο Δείκτης Ασφάλειας Οχημάτων για την ενότητα, ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$I_{VS,S} = \frac{gUKR_S}{GG_S} \quad (3.22)$$

Όπου:

- $I_{VS,S}$: ο Δείκτης Ασφάλειας Οχημάτων για την ενότητα
- $gUKR_S$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- GG_S : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη

Τέλος, υπολογίζεται το Κόστος Ατυχημάτων του Βαθμού Επικινδυνότητας της ενότητας με τη σχέση:

$$UK_{GG_S} = 365 * GG_S * L_S * DTV_{R,i} * 10^{-3} * 1,45 \quad (3.23)$$

Όπου:

- UK_{GGs} : το Κόστος Ατυχημάτων του Βαθμού Επικινδυνότητας της ενότητας
- GGs : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας
- $DTV_{R,i}$: η ΕΜΗΚ της ενότητας

Το συνολικό κόστος ατυχημάτων προκύπτει ως το άθροισμα του Κόστους Ατυχημάτων του Βαθμού Επικινδυνότητας για καθεμία από τις δύο κατευθύνσεις.

3.6 Η γερμανική μέθοδος για υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων

Η μέθοδος πρόβλεψης του HVS εφαρμόζεται και σε υπεραστικούς δρόμους τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας που χωρίζονται από κάποια διαχωριστική διάταξη, αλλά δεν είναι αυτοκινητόδρομοι, και για υπεραστικούς δρόμους με δύο (ή τρεις για διάταξη μορφής «2-1») συνολικά λωρίδες και για τις δύο κατευθύνσεις, χωρίς διαχωριστική διάταξη ανάμεσα. Σκοπός της μεθόδου είναι να υπολογισθεί το κόστος των ατυχημάτων για οδικά τμήματα με γνωστά χαρακτηριστικά. Η ανάλυση της ασφάλειας γίνεται ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας, ωστόσο μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ασφάλειας απαιτεί έλεγχο και των δύο κατευθύνσεων.

Το πρώτο βήμα που απαιτείται από το χρήστη για εφαρμογή της μεθόδου είναι ο καθορισμός των ενότητων, για τις οποίες θα γίνει η μελέτη. Οι ενότητες είναι τα τμήματα ανοιχτής οδοποιίας ανάμεσα σε δύο κόμβους, συνεπώς το μήκος τους ορίζεται από την έξοδο του κόμβου που συναντάται πρώτος κατά τη φορά της κυκλοφορίας έως την είσοδο του ακριβώς επόμενου κόμβου. Οι γειτονικοί κόμβοι, καθώς και ειδικού τύπου εγκαταστάσεις, όπως Σταθμοί Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ), πάρκινγκ, κ.ά., που πιθανώς συναντώνται παράδια του οδικού άξονα, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Σημαντικό, ώστε να εξασφαλισθεί αξιοπιστία υπολογισμών είναι η κάθε ενότητα σε δρόμο δύο κατευθύνσεων να έχει μήκος τουλάχιστον 1 km, αλλιώς δημιουργούνται σφάλματα στους υπολογισμούς. Συνεπώς, ενότητες με μήκος μικρότερο από 1 km, συνήθως ομαδοποιούνται με την προηγούμενη ή την επόμενη από αυτές ενότητα, για να ικανοποιείται το κριτήριο του μήκους.

Εξαίρεση σε αυτό αποτελεί η περίπτωση η ενότητα να εμφανίζει στο εσωτερικό της ανομοιομορφία ως προς τις καθοριστικές γεωμετρικές και κυκλοφοριακές παραμέτρους. Είναι πιθανό ο χρήστης να αναγκασθεί να χωρίσει τις ενότητες σε υπο-ενότητες, σε περίπτωση που παρατηρήσει κάποια μεταβολή στις καθοριστικές παραμέτρους.

Επόμενο βήμα της μεθόδου αποτελεί η κατάταξη των ενότητων. Η κατάταξη γίνεται με βάση την τυπική διατομή της ενότητας, η οποία καθορίζεται για τους υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων από τους κανονισμούς RAL (2012). Οι τυπικές διατομές που δίνονται στους κανονισμούς είναι αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.48.

Πίνακας 3. 48: Τυπικές διατομές οδικών ενοτήτων υπεραστικών δρόμων

Τυπική Διατομή	Διατομή Δρόμου
RQ 21	RQ 20 σύμφωνα με RAS-Q (1996) c4m (RQ 20) σύμφωνα με RAS-Q (1982) d4 (RQ 16) σύμφωνα με RAS-Q (1982)
RQ 15,5	RQ 15,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996)
RQ 11,5+ (3 λωρίδες)	RQ 10,5 ZFS σύμφωνα με RAS-Q (1996) RQ 9,5 ZFS σύμφωνα με RAS-Q (1996)
RQ 11,5+ (2 λωρίδες)	—
RQ 11	RQ 10,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996) RQ 9,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996) b2s (RQ 14) σύμφωνα με RAS-Q (1982) b2 (RQ 12) σύμφωνα με RAS-Q (1982) d2 (RQ 10) σύμφωνα με RAS-Q (1982) b2ü (ενδιάμεση διατομή)
RQ 9	RQ 7,5 σύμφωνα με RAS-Q (1996) e2 (RQ 9) σύμφωνα με RAS-Q (1982) f2 (RQ 7,5) σύμφωνα με RAS-Q (1982)

Σημαντικά στοιχεία, που ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει για επόμενα βήματα, είναι ο αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση, η ύπαρξη λωρίδας προσπέρασης (ιδιαίτερα στην περίπτωση της διατομής 11,5+), η απουσία ή παρουσία οριζόντιας σήμανσης και η επιτρεπόμενη ταχύτητα (δεν υπάρχει ορισμένη επιτρεπόμενη ταχύτητα για τους δρόμους με τέσσερις λωρίδες, επιλέγεται αν θα υπολογισθεί ο συντελεστής προσαρμογής για 120 ή για 100 km/h). Στο σημείο αυτό πρέπει επίσης να υπολογισθεί, είτε με μετρήσεις είτε με μεθόδους πρόβλεψης, η τιμή της ΕΜΗΚ.

Συνδυάζοντας τα παραπάνω στοιχεία, η ενότητα μπορεί να καταταχθεί σε ένα Βασικό Τύπο, ώστε να βρεθεί το Κόστος Βάσης που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο Βασικό Τύπο. Η αντιστοιχία αυτή γίνεται μέσω του πίνακα 3.49.

Πίνακας 3. 49: Ποσοστό Κόστους Βάσης για τις τυπικές διατομές ενότητων υπεραστικών δρόμων

ΤΥΠΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΒΑΣΗΣ
Οδός 4 λωρίδων χωρίς διαγράμμιση	RQ 21 Καμία επιτρεπόμενη ταχύτητα (v_{zul}) EMHK > 15.000 οχ/ημέρα 10.5
Οδός 3 λωρίδων (2-1)	RQ 15,5 $V_{zul}=100$ km/h 8.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 15.000 οχ/ημέρα 10.0
Οδός 2 λωρίδων με επιπλέον λωρίδες προσπέρασης	RQ 11,5+ Τμήμα με 3 λωρίδες $V_{zul}=100$ km/h 8.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 15.000 οχ/ημέρα 12.2
	RQ 11,5+ Τμήμα με 2 λωρίδες $V_{zul}=100$ km/h Διαχωριστική γραμμή ως οριοθέτηση λωρίδας (διπλή γραμμή) 8.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 15.000 οχ/ημέρα 12.9
Οδός 2 λωρίδων	RQ 11 $V_{zul}=100$ km/h Διαχωριστική γραμμή ως κατευθυντήρια γραμμή (μορφή 340 StVO) 3.000 οχ/ημέρα > EMHK ≤ 8.000 οχ/ημέρα 19.2
Οδός 2 λωρίδων χωρίς διαχωριστική γραμμή κατευθύνσεων	RQ 9 $V_{zul}=100$ km/h EMHK ≤ 3.000 οχ/ημέρα 46.5

Για να υπολογισθεί το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας θα πρέπει να είναι γνωστά και κάποια άλλα καθοριστικά μεγέθη, όπως η ελκτικότητα (Kurvigkeit ή KU), η κυμάτωση (Hugeligkeit ή HK) και η μορφή της γραμμής που διαχωρίζει τις κατευθύνσεις (διπλή, απλή ή διακεκομμένη). Στους υπεραστικούς δρόμους που εξετάζονται απαγορεύεται η προσπέραση από Β.Ο, συνεπώς το ποσοστό των Β.Ο λαμβάνεται έμμεσα υπόψη στους υπολογισμούς και δεν απαιτείται προσαρμογή του, σε αντίθεση με τους αυτοκινητοδρόμους. Γνωρίζοντας τις τιμές των παραπάνω μεγεθών για την ενότητα υπό μελέτη και αναζητώντας στους αντίστοιχους πίνακες, μπορούν να βρεθούν οι συντελεστές προσαρμογής του Ποσοστού Κόστους Βάσης, ώστε να βρεθεί το Προσαρμοσμένο Κόστος μέσω της σχέσης

$$g_{UKR} = B_{g_{UKR}} * f_{A,KH} * f_{A,M} * f_{A,Vzul} * f_{A,DTV} \quad (3.24)$$

Όπου:

- g_{UKR} : το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας υπό μελέτη
- $B_{g_{UKR}}$: το Κόστος Βάσης του αντίστοιχου Βασικού Τύπου
- $f_{A, KH}$: ο συντελεστής προσαρμογής της ελικτότητας και της κυμάτωσης
- $f_{A, M}$: ο συντελεστής προσαρμογής της μορφής της γραμμής διαχωρισμού των κατευθύνσεων
- $f_{A, v_{zul}}$: ο συντελεστής προσαρμογής της επιτρεπόμενης ταχύτητας
- $f_{A, DTV}$: ο συντελεστής προσαρμογής της ΕΜΗΚ

Οι πίνακες για τους συντελεστές προσαρμογής για καθένα από τα καθοριστικά μεγέθη παρατίθενται παρακάτω.

Πίνακας 3. 50: Συντελεστής προσαρμογής της ελικτότητας και της κυμάτωσης σε υπεραστικούς δρόμους

Καμπυλότητα KU (gon/km)	Συντελεστής προσαρμογής της ελικτότητας και της κυμάτωσης $f_{A, KH}$			
	Κυμάτωση [%]			
	$0 < HK \leq 2$	$2 < HK \leq 3$	$3 < HK \leq 4$	$HK > 4$
$0 < KU \leq 50$	1.26	1.42	1.28	1.06
$50 < KU \leq 100$	1.34	1.50	1.36	1.12
$50 < KU \leq 150$	1.42	1.59	1.44	1.19
$KU > 150$	1.49	1.68	1.52	1.25

Πίνακας 3. 51: Συντελεστής προσαρμογής της μορφής της διαχωριστικής γραμμής σε υπεραστικούς δρόμους

Τύπος Ενότητας	Μορφή Διαχωριστικής Γραμμής	Συντελεστής προσαρμογής της μορφής της διαχωριστικής γραμμής $f_{A, M}$
Οδός 2 λωρίδων με επιπλέον λωρίδες προσπέρασης	Τμήμα 2 λωρίδων με διαχωριστική γραμμή ως κατευθυντήρια γραμμή (διακοπτόμενη γραμμή)	1.10
Οδός δύο λωρίδων	Διαχωριστική γραμμή ως οριοθέτηση λωρίδας (Μορφή 295 StVO)	0.90

Για όλες τις υπόλοιπες μορφές οδικού τμήματος, ο συγκεκριμένος συντελεστής προσαρμογής παίρνει τιμή 1,0.

Πίνακας 3. 52: Συντελεστής προσαρμογής της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας σε υπεραστικούς δρόμους

Τύπος Ενότητας	Επιτρεπόμενη Μέγιστη Ταχύτητα	Συντελεστής προσαρμογής της επιτρεπόμενης ταχύτητας $f_{A, v_{zul}}$
Οδός 4 λωρίδων χωρίς διαγράμμιση	120 km/h	0.90
	≤ 100 km/h	0.80
Οδός 3 λωρίδων (2-1)	< 100 km/h	0.90
Οδός 2 λωρίδων με επιπλέον λωρίδες προσπέρασης	< 100 km/h	0.90
Οδός 2 λωρίδων	< 100 km/h	0.90
Οδός 2 λωρίδων χωρίς διαχωριστική γραμμή κατευθύνσεων	< 100 km/h	0.90

Αν δεν είναι γνωστό το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας, όπως όταν ο δρόμος είναι ακόμα υπό μελέτη, τότε ο παραπάνω συντελεστής προσαρμογής παίρνει την τιμή 1,0.

Πίνακας 3. 53: Συντελεστής προσαρμογής της ΕΜΗΚ σε υπεραστικούς δρόμους

Τύπος Ενότητας	Τυπική Διατομή	Συντελεστής προσαρμογής της ΕΜΗΚ $f_{A, DTV}$			
		ΕΜΗΚ ανά κατεύθυνση (οχήματα/ημέρα)			
		≤ 3.000	> 3.000 έως ≤ 8.000	> 8.000 έως ≤ 15.000	> 15.000
Οδός 4 λωρίδων χωρίς διαγράμμιση	RQ 21			1.25	1.00
Οδός 3 λωρίδων (2-1)	RQ 15,5		1.36	1.00	0.91
Οδός 2 λωρίδων με επιπλέον λωρίδες προσπέρασης	RQ 11,5+ (3 λωρίδες)		1.36	1.00	0.91
	RQ 11,5+ (2 λωρίδες)		1.36	1.00	0.91
Οδός 2 λωρίδων	RQ 11	1.37	1.00	0.79	0.74
Οδός 2 λωρίδων χωρίς διαχωριστική γραμμή κατευθύνσεων	RQ 9	1.00	0.74		

Το Προσαρμοσμένο Κόστος υπολογίζεται για κάθε ενότητα ξεχωριστά. Σε περίπτωση που η ενότητα χωριστεί σε υπο-ενότητες, τότε το Προσαρμοσμένο Κόστος υπολογίζεται για την κάθε υπο-ενότητα ξεχωριστά ($gUKR_T$) και στη συνέχεια τα αποτελέσματα θα συνδυασθούν σε ένα συνολικό Προσαρμοσμένο Κόστος Ενότητας ($gUKR_S$) μέσω της σχέσης:

$$gUKR_S = \frac{\sum_{i=1}^{n_T} gUKR_{T,i} * L_{T,i}}{L_S} \quad (3.25)$$

Όπου:

- $gUKR_S$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- n_T : το πλήθος των υπο-ενοτήτων
- $gUKR_{T,i}$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της κάθε υπο-ενότητας
- $L_{T,i}$: το μήκος κάθε υπο-ενότητας
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας

Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός των διαφόρων Δεικτών Προσαρμογής για τους γεωμετρικούς και κυκλοφοριακούς καθοριστικούς παράγοντες. Οι Δείκτες Προσαρμογής χωρίζονται σε δείκτες γραμμικής και σημειακής φύσης.

Οι δείκτες γραμμικής φύσης υπολογίζονται με βάση την παρακάτω σχέση:

$$f_Z = \begin{cases} 1,0 & \text{για } L_D \leq 100 \text{ m} \\ 1 + GW_D * \frac{L_D}{L} & \text{για } L_D > 100 \text{ m} \end{cases} \quad (3.26)$$

Όπου:

- f_Z : Δείκτης Προσαρμογής γραμμικής φύσης
- GW_D : βασική τιμή γραμμικού Δείκτη Προσαρμογής στην αντίστοιχη τυπική διατομή
- L_D : μήκος στο οποίο εμφανίζεται η απόκλιση υπό εξέταση
- L : συνολικό μήκος της ενότητας υπό εξέταση

Οι βασικές τιμές για κάθε γραμμικό Δείκτη Προσαρμογής και για κάθε τυπική διατομή δίνεται στον πίνακα 3.54.

Πίνακας 3. 54: Βασικές τιμές γραμμικών Δεικτών Προσαρμογής για υπεραστικούς δρόμους

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΝΑ ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ					
		RQ 21	RQ 15,5	RQ 11,5+ (3 λωρίδες)	RQ 11,5+ (2 λωρίδες)	RQ 11	RQ 9
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΟΧΙ ΟΔΟΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	0,250	0,250				
	ΟΧΙ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΣ	0,250	0,250	0,250			
	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΟΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΠΩΣ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ RAL					0,250	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 6≤B<6,5 m				0,150	0,150	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<6 m					0,225	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 6,5≤B<7 m				0,075	0,075	
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 6,25≤B<6,75 m	0,075					
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<6,25 m	0,150					
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 9,50≤B<10,25 m		0,075	0,075			
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<9,50 m		0,150	0,150			
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΕΣ B>1,0 m					0,050	
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ						
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ B>3,75 m					0,150	
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ 5,50≤B<6 m						0,075
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ B<5,50 m						0,150
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ B>6,50 m ΜΕ ΧΑΡΑΞΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ						0,125
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ 0,25≤B<0,5 m (ΟΧΙ ΠΑ ΠΛΑΤΗ ΛΩΡΙΔΑΣ <3 m)	0,100	0,075	0,050	0,025	0,025	
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ B<0,25 m	0,200	0,150	0,100	0,050	0,050	
	ΟΧΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ	0,050	0,050	0,050	0,075	0,075	0,100
	ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ	0,600					
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ		0,075				
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΣΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΕΣ ΜΟΝΟ ΜΕ ΑΠΛΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ				0,100		
	ΠΛΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΠΕΔΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ B<1,0 m		0,050				
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ S> ΜΕΠΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ maxS	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ	0,300	0,300	0,300	0,275	0,275	0,275
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,075
	ΣΕΙΡΑ ΔΕΝΤΡΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ	0,500	1,500	2,500	0,400	0,400	0,300

Οι δείκτες σημειακής φύσης υπολογίζονται με βάση τη σχέση:

$$f_z = f_D^{n_D} \quad (3.27)$$

Όπου:

- f_z : Δείκτης Προσαρμογής σημειακής φύσης
- f_D : βασική τιμή σημειακού Δείκτη Προσαρμογής στην αντίστοιχη τυπική διατομή
- n_D : η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται η απόκλιση υπό εξέταση στην ενότητα με:

$$n_D = \begin{cases} n_D & \text{για } \frac{n_D}{L_T} \leq 0,3 \text{ σημεία/km} \\ 3 & \text{για } \frac{n_D}{L_T} > 0,3 \frac{\text{σημεία}}{\text{km}} \end{cases} \quad (3.28)$$

Οι βασικές τιμές για κάθε σημειακό Δείκτη Προσαρμογής και για κάθε τυπική διατομή δίνεται στον πίνακα 3.55.

Πίνακας 3. 55: Βασικές τιμές σημειακών Δεικτών Προσαρμογής για υπεραστικούς δρόμους

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΑΝΑ ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ					
		RQ 21	RQ 15,5	RQ 11,5+ (3)	RQ 11,5+ (2)	RQ 11	RQ 9
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	1,100	1,075	1,075	1,075	1,050	
	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗ ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	1,200	1,200	1,200	1,150	1,150	1,100
	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΜΩΣ ΜΕ $R < \min R$	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,025
	ΑΚΤΙΝΑ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΙΣΧΥΕΙ ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ RQ 9)	1,100	1,075	1,075	1,075	1,050	
	ΑΚΤΙΝΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΜΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	1,200	1,200	1,200	1,150	1,150	1,100
	ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΜΗ ΑΣΦΑΛΩΝ ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΧΑΜΗΛΟ		1,200	1,200			
	ΜΗΚΟΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗ ($L < 1000$ m ΓΙΑ RQ 15,5 ΚΑΙ $L < 600$ m ΓΙΑ RQ 11,5+)		1,100	1,100			
	ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ($R < 1,5 \cdot \min R$)		1,200	1,200			
	ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ		1,200	1,200			
	ΜΙΚΡΟ ΜΗΚΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ($L < 180$ m ΓΙΑ RQ 15,5 ΚΑΙ $L < 120$ m ΓΙΑ RQ 11,5+)		1,125	1,125			
	ΑΡΧΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΟΧΙ ΕΠΑΡΚΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΚΥΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΑ 16 ΤΩΝ RAL)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,025
	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΜΕ $R \leq 3000$ m	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ $q < 2,5\%$	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ $<$ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) $s < 1,0\%$	1,175	1,150	1,150	1,150	1,100	1,050
	ΕΠΙΠΛΑΤΥΣΗ ΔΡΟΜΟΥ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ($R < 200$ m)				1,025	1,025	1,025
	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ < ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,250
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ	1,075					
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΜΙΑΣ ΛΩΡΙΔΑΣ		1,075	1,050			
	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΔΡΟΜΟ	1,050	1,050	1,050	1,025		
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ	1,075	1,075	1,075	1,050	1,050	1,050
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025

Από τα παραπάνω μεγέθη μπορεί πλέον να υπολογισθεί ο Βαθμός Επικινδυνότητας μέσω της σχέσης:

$$GG = gUKR * f_{z,1} * f_{z,2} * \dots * f_{z,nz} \quad (3.29)$$

Όπου:

- GG: ο Βαθμός Επικινδυνότητας της ενότητας
- gUKR: το Προσαρμοσμένο Κόστος της ενότητας
- $f_{z,i}$: οι διάφοροι γραμμικοί και σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής που υπολογίσθηκαν
- nz: ο αριθμός των Δεικτών Προσαρμογής που υπολογίσθηκαν

Οι Δείκτες Προσαρμογής υπολογίζονται για κάθε ενότητα ξεχωριστά. Σε περίπτωση που η ενότητα έχει χρειαστεί να χωρισθεί σε υπο-ενότητες, τότε οι Δείκτες Προσαρμογής θα υπολογισθούν για την κάθε υπο-ενότητα ξεχωριστά, δίνοντας την τιμή του Βαθμού Επικινδυνότητας για την υπο-ενότητα (GG_T). Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα αυτά θα συνδυασθούν σε έναν συνολικό Βαθμό Επικινδυνότητας (GG_S) μέσω της σχέσης:

$$GG_S = \frac{\sum_{i=1}^{n_T} GG_{T,i} * L_{T,i}}{L_S} \quad (3.30)$$

Όπου:

- GG_S : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- n_T : το πλήθος των υπο-ενοτήτων
- $GG_{T,i}$: ο Βαθμός Επικινδυνότητας της κάθε υπο-ενότητας
- $L_{T,i}$: το μήκος κάθε υπο-ενότητας
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας

Πλέον είναι δυνατό να υπολογισθεί ο Δείκτης Ασφάλειας Οχημάτων για την ενότητα, ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$I_{VS,S} = \frac{gUKR_S}{GG_S} \quad (3.31)$$

Όπου:

- $I_{VS,S}$: ο Δείκτης Ασφάλειας Οχημάτων για την ενότητα
- $gUKR_S$: το Προσαρμοσμένο Κόστος της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- GG_S : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη

Τέλος, υπολογίζεται το Κόστος Ατυχημάτων του Βαθμού Επικινδυνότητας της ενότητας με βάση τη σχέση:

$$UK_{GG_S} = 365 * GG_S * L_S * DTV_{R,i} * 10^{-3} * 1,68 \quad (3.32)$$

Όπου:

- UK_{GG_S} : το Κόστος Ατυχημάτων του Βαθμού Επικινδυνότητας της ενότητας
- GG_S : ο Βαθμός Επικινδυνότητας της συνολικής ενότητας υπό μελέτη
- L_S : το συνολικό μήκος της ενότητας
- $DTV_{R,i}$: η ΕΜΗΚ της ενότητας

Το συνολικό κόστος ατυχημάτων προκύπτει ως το άθροισμα του Κόστους Ατυχημάτων Βαθμού Επικινδυνότητας σε καθεμία από τις δύο κατευθύνσεις.

4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ - ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

4.1 Παρουσίαση εργαλείων σε περιβάλλον excel

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η παρουσίαση των εργαλείων που συνοδεύουν την παρούσα εργασία, τα οποία δομήθηκαν σε περιβάλλον excel. Θα παρουσιαστεί συνοπτικά η μορφή τους, αλλά και ο τρόπος χρήσης τους. Το κεφάλαιο αποτελεί ουσιαστικά ένα συνοπτικό εγχειρίδιο χρήσης των τριών εργαλείων του εξωτερικού, καθώς και ενός τέταρτου εργαλείου, που ονομάστηκε «ελληνικό εργαλείο» και προέκυψε από το συνδυασμό άλλων εργαλείων.

4.2 Εργαλεία αξιολόγησης υπεραστικών αυτοκινητοδρόμων

4.2.1 Αμερικανικό και δανικό εργαλείο

Όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση του κάθε εργαλείου, η αμερικανική και η δανική μέθοδος πρόβλεψης ατυχημάτων ακολουθούν, με κάποιες μικρές διαφορές, τα ίδια βήματα. Οι μέθοδοι παρουσιάζουν ομοιογένεια στον τύπο των αποτελεσμάτων που επιστρέφουν στο χρήστη, οπότε θεωρήθηκε θεμιτό τα δύο εργαλεία αυτά να δομηθούν σε ένα αρχείο excel. Βασικός στόχος της σύμπτυξης είναι το να διευκολυνθεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων των εργαλείων, η οποία είναι δυνατή λόγω της ομοιογένειάς των αποτελεσμάτων.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια αναλυτική παρουσίαση των φύλλων του excel. Αναφέρονται όλα τα μεγέθη που συναντώνται σε κάθε φύλλο και όπου είναι απαραίτητο, δίνονται οδηγίες για τον τρόπο με το πώς πρέπει να συμπληρωθούν τα κελιά, ώστε ο αλγόριθμος να λειτουργήσει σωστά.

Το αρχείο φέρει το όνομα «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Αυτοκινητοδρόμων (Αμερικανικό, Δανικό και Ελληνικό Εργαλείο)».

Το **πρώτο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**», περιέχει τους συγκεντρωτικούς πίνακες με τις Συνθήκες Βάσης, δηλαδή τις τιμές των παραμέτρων ασφαλείας για τις Ενότητες Βάσεις, πάνω στην οποίες δομήθηκαν οι συναρτήσεις SPF. Οι πίνακες για τις τιμές βάσης δίνονται ξεχωριστά για το αμερικανικό και το δανικό εργαλείο, καθώς οι καθοριστικές παράμετροι δεν είναι κοινές για τα δύο εργαλεία ή, και να είναι κοινές, συχνά δεν θέτουν την ίδια Συνθήκη Βάσης.

Πίνακας 4. 1: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης αυτοκινητοδρόμων δανικού εργαλείου

ΔΑΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ					
ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗΣ					
ΤΥΠΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΑΝΟΙΧΤΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑ	ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ	ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ	ΚΛΑΔΟΣ ΕΞΟΔΟΥ	ΚΛΑΔΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	2	2	2	1	1
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	3,50 m	3,50 m	3,50 m	3,50 m	3,50 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ	3,00 m	3,00 m	3,00 m	0,50 m	0,50 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ	0,50 m	0,50 m	0,50 m	0,50 m	0,50 m
ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	5,50 m	4,90 m	4,90 m	-	-
ΠΡΟΣΘΗΚΗ/ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ	Όχι	Όχι	Όχι	-	-
ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗ/ΑΠΟΣΧΙΣΗ	-	-	-	Όχι	Όχι
ΑΚΤΙΝΑ ΚΑΜΠΥΛΩΝ	4000 m	4000 m	4000 m	Διαμάντι	Διαμάντι
ΣΤΗΘΑΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	Ημι-εύκαμπτος Χάλυβας	Ημι-εύκαμπτος Χάλυβας	Ημι-εύκαμπτος Χάλυβας	-	-
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	130 km/h	130 km/h	130 km/h	110-130 km/h	110-130 km/h

Πίνακας 4. 2: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης αυτοκινητοδρόμων αμερικανικού εργαλείου

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ HSM	
ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗΣ	
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	3,60 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	2,40 m
ΥΛΙΚΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	Ασφαλτόστρωση
ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	9,00 m
ΠΛΑΪΝΑ ΠΡΑΝΗ	1:7 ή λιγότερο
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ	Όχι
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	1

Το **δεύτερο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**», είναι το φύλλο στο οποίο ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τις στήλες, με τις τιμές παραμέτρων που αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά του δρόμου που μελετά. Ορισμένα στοιχεία μπορεί, ανάλογα με το εργαλείο που επιλέγει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης, να μη περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς. Για παράδειγμα, στο HSM δε λαμβάνονται υπόψη ως παράμετρος ασφαλείας οι οριζοντιογραφικές καμπύλες, συνεπώς ο χρήστης ο οποίος θέλει να χρησιμοποιήσει αποκλειστικά το HSM ως εργαλείο, δεν είναι υποχρεωμένος να συμπληρώσει τα πεδία για τις οριζόντιες καμπύλες. Όποιες τιμές συμπληρωθούν για την οριζοντιογραφία δε θα ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς, εφόσον δε συμπεριλαμβάνονται στον αμερικανικό αλγόριθμο. Εντούτοις, οι χρήστες ενθαρρύνονται να συμπληρώνουν για κάθε αξιολόγηση που διεξάγουν όλα τα κελιά, ώστε να εξάγουν αποτελέσματα από όλα τα εργαλεία και να μπορούν να πραγματοποιούν συγκρίσεις.

Κάποια από τα στοιχεία που συμπληρώνονται, όπως το όνομα του δρόμου και το όνομα της ενότητας που μελετάται, ορίζονται αυθαίρετα από το χρήστη, ενώ κάποια άλλα απαιτούν μετρήσεις στο πεδίο ή σε κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ενδεικτικά, θα πρέπει να συμπληρωθούν οι τιμές που αφορούν τον τύπο της ενότητας, το μήκος και την ΕΜΗΚ της, τα γεωμετρικά στοιχεία της διατομής και της οριζοντιογραφίας και κάποια άλλα πρόσθετα στοιχεία, που αφορούν τις συνθήκες κυκλοφορίας στο οδόστρωμα.

Τα στοιχεία εισαγωγής έχουν χωρισθεί σε κατηγορίες που σημειώνονται με διαφορετικό χρώμα.

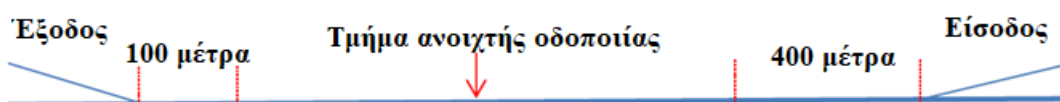
- Τα γενικά στοιχεία του δρόμου (όνομα δρόμου, όνομα ενότητας, χιλιομετρική θέση αρχής και τέλους, μήκος ενότητας, ΕΜΗΚ και τύπος ενότητας) αποτελούν την κατηγορία κελιών κόκκινου χρώματος.

Πίνακας 4. 3: Βασικά στοιχεία εισαγωγής για αυτοκινητοδρόμους

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ								
ΟΝΟΜΑ ΔΡΟΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	Χ.Θ. (ΑΠΟ) (km)	(m)	Χ.Θ. (ΕΩΣ) (km)	(m)	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (km)	ΕΜΗΚ (οχήματα/ημέρα)	ΤΥΠΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

Για την εισαγωγή στο excel, χιλιομετρική θέση αρχής θεωρείται αυτή που αναγράφεται στην πλησιέστερη πινακίδα χιλιομέτρησης της οδού. Αντίστοιχα, για τη χιλιομετρική θέση τέλους. Ανάλογα με τον τύπο της, τα όρια της κάθε ενότητας ορίζονται με διαφορετικό τρόπο. Οι κανόνες με βάση τους οποίους οριοθετείται η αρχή και το τέλος μιας ενότητας και καθορίζεται το μήκος της είναι κοινοί και για τα δύο εργαλεία και παρουσιάζονται παρακάτω.

- Μια ενότητα ανοιχτής οδοποιίας είναι η περιοχή ανάμεσα σε δυο κόμβους, στο μήκος της οποίας δε συναντώνται λωρίδες επιβράδυνσης και επιτάχυνσης, με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4. 1: Ορισμός ενότητας ανοιχτής οδοποιίας σε αυτοκινητόδρομο

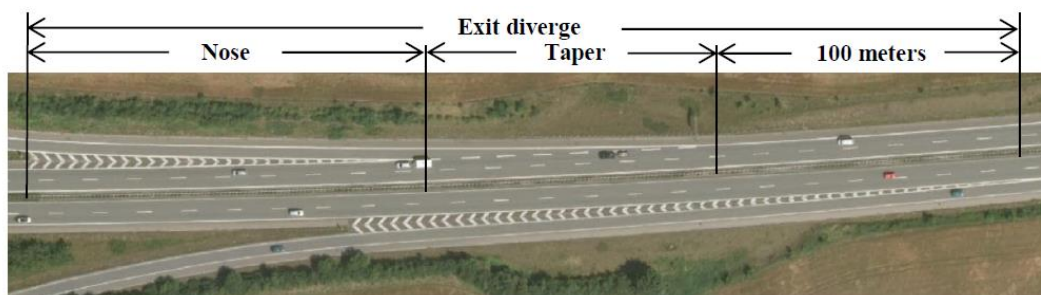
Για να λειτουργήσει χωρίς σημαντικά σφάλματα ο αλγόριθμος, κάθε ενότητα οφείλει να έχει μήκος τουλάχιστον 1000 m.

Μια ενότητα είναι πιθανό να χρειαστεί να χωριστεί σε υπο-ενότητες, αν στο εσωτερικό της σημειωθεί αλλαγή στην τιμή κάποιου παραμέτρου, π.χ. αν προστεθεί ή αφαιρεθεί μια λωρίδα κυκλοφορίας, αλλάξει το πλάτος της ΛΕΑ, μεταβληθεί το όριο ταχύτητας, κλπ. Μια άλλη περίπτωση, η οποία απαιτεί τη δημιουργία νέας υπο-ενότητας, σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο, είναι η παρουσία παραπάνω από δύο καμπυλών με ακτίνα μικρότερη από 4000 m στο εσωτερικό μιας ενότητας. Ωστόσο, κατά τη μεταφορά των εργαλείων στα ελληνικά, η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε. Από δοκιμές που έγιναν κατά την περίοδο της επεξεργασίας παρατηρήθηκε πως τα τμήματα ανοιχτής οδοποιίας του ελληνικού οδικού δικτύου που πληρούσαν το κριτήριο του μήκους, συχνά περιελάμβαναν περισσότερες από δύο καμπύλες, λόγω του έντονου ανάγλυφου της Ελλάδας. Χωρίζοντας τις ενότητες σε υπο-ενότητες που περιελάμβαναν αυστηρά μόνο δύο καμπύλες με ακτίνα μικρότερη των 4000 m, σχηματίστηκαν πολλές επιμέρους ενότητες πολύ μικρού μήκους. Οι προβλέψεις για τα ατυχήματα που έδωσε το εργαλείο για αυτές τις μικρές υπο-ενότητες δε κρίθηκαν αξιόπιστες. Για το λόγο αυτό, αποφασίστηκε να επιτρέπεται στο χρήστη η οριοθέτηση ενότητων που περιέχουν περισσότερες από δύο καμπύλες με $R < 4000$ m στο εσωτερικό τους, εφόσον οι επιπλέον καμπύλες συνδράμουν στο να γίνει το συνολικό μήκος της ενότητας τουλάχιστον όσο το απαραίτητο ελάχιστο. Στο εργαλείο, που συνοδεύει την εργασία, υπάρχει η δυνατότητα για εισαγωγή έως και τεσσάρων καμπυλών ανά ενότητα. Η παραπάνω

οδηγία εφαρμόζεται μόνο για τις περιπτώσεις που οι τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων παραμένουν σταθερές ή δεν αλλάζουν δραματικά. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν ήδη, σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να δημιουργείται καινούρια υπο-ενότητα, ανεξάρτητα από το αν πληρείται το κριτήριο του μήκους ή όχι.

Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες, αν και παρατηρείται μεταβολή της τιμής μιας παραμέτρου, δεν είναι αναγκαία η δημιουργία νέας υπο-ενότητας. Αυτό, όμως, ισχύει μόνο για τις περιπτώσεις που η αλλαγή που έγινε δεν έχει κάποια ουσιαστική επίπτωση στον υπολογισμό της ασφάλειας. Ένα παράδειγμα είναι το η αύξηση του πλάτους της λωρίδας κυκλοφορίας πέρα από τα 3,50 m, δηλαδή πέρα από τη Συνθήκη Βάσης της παραμέτρου στο αμερικανικό εργαλείο. Ο CMF για τέτοιες τιμές παραμένει σταθερός στο 1,0, άρα έχει ουδέτερη επίπτωση στον συνολικό CMF και άρα στον αριθμό των ατυχημάτων.

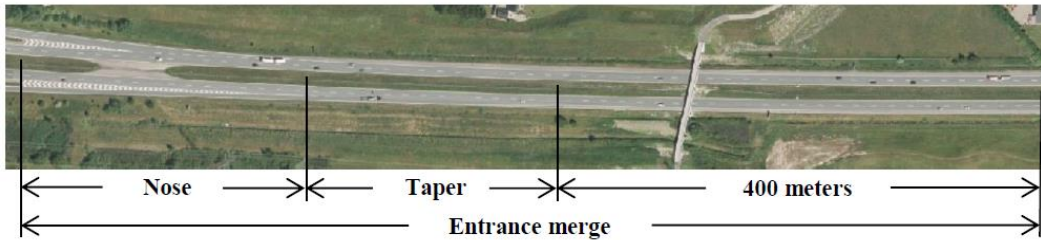
- Μια λωρίδα επιβράδυνσης ορίζεται από δύο σημεία. Η αρχή της τοποθετείται 100 m πριν από το σημείο όπου πρωτοεμφανίζεται η Εξωτερική Λωρίδα Καθοδήγησης (ΛΕΑ) που χρησιμοποιείται για την εγκατάλειψη του αυτοκινητόδρομου. Η θέση αυτή λαμβάνεται υπόψη, διότι έχει παρατηρηθεί πως λόγω των εμπλοκών που συμβαίνουν στην περιοχή γύρω από τη θέση, ο κίνδυνος για ατυχήματα είναι πιο αυξημένος σε σχέση με την περιοχή πριν από αυτή. Το τέλος της λωρίδας επιβράδυνσης τοποθετείται στο σημείο στο οποίο τελειώνει η διαγραμμισμένη διαχωριστική νησίδα («μύτη»). Μια σχηματική απεικόνιση του παραπάνω είναι το σχήμα 4.2.



Σχήμα 4. 2: Ορισμός ενότητας λωρίδας επιβράδυνσης σε αυτοκινητόδρομο

Όπου, *Exit Diverge*: Λωρίδα Επιβράδυνσης, *Nose*: «Μύτη», *Taper*: Ομαλή Μεταβολή

- Με αντίστοιχο τρόπο ορίζεται η λωρίδα επιτάχυνσης σε έναν αυτοκινητόδρομο. Ξεκινά από την αρχή της «μύτης» και περιλαμβάνει όλο το μήκος, στο οποίο υπάρχει η ΛΕΑ που διευκολύνει την ομαλή είσοδο στον αυτοκινητόδρομο, καθώς και την κρίσιμη περιοχή μετά από αυτή. Η κρίσιμη περιοχή έχει μήκος 400 m, όμως αν σε μικρή απόσταση (λιγότερο από 500 m) από μια λωρίδα επιτάχυνσης αρχίζει μια λωρίδα επιβράδυνσης, τότε η κρίσιμη περιοχή της συγχώνευσης μειώνεται τόσο, ώστε να δοθεί το απαραίτητο μήκος των 100 m που είναι κρίσιμο για την ασφάλεια στο τμήμα της λωρίδας επιβράδυνσης. Σχηματικά, το παραπάνω αποδίδεται στο σχήμα 4.3.

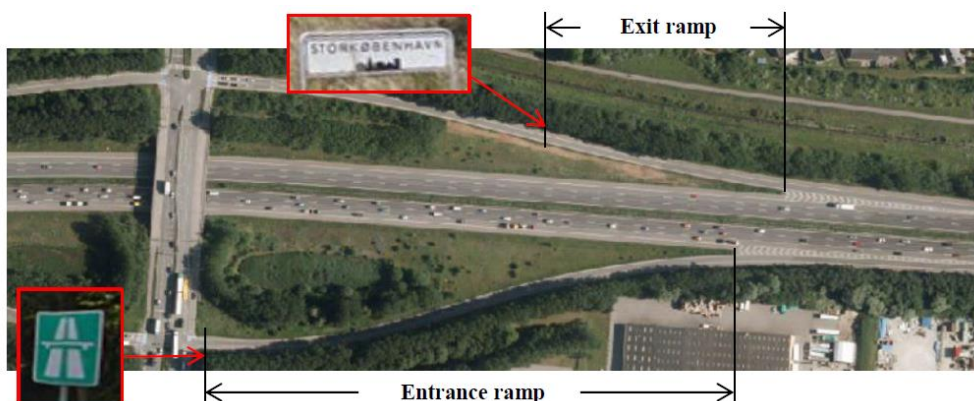


Σχήμα 4. 3: Ορισμός ενότητας λωρίδας επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο

Όπου, *Entrance Merge*: Λωρίδα Επιτάχυνσης, *Nose*: «Μύτη», *Taper*: Ομαλή Μεταβολή

Οι συγκεκριμένοι δύο τύποι ενότητας δεν χρειάζεται να χωρισθούν σε υπο-ενότητες. Αν κατά το μήκος της ενότητας εντοπισθούν διαφορές στις τιμές των καθοριστικών παραμέτρων, τότε εισάγεται η μέση τιμή τους (των γεωμετρικών μεγεθών), η πιο δυσμενής από τις τιμές ορίων ταχύτητας (μέγιστη), ενώ αν υπάρχει φωτισμός σε κάποιο τμήμα της ενότητας, τότε θεωρείται ότι υπάρχει φωτισμός και σε όλο το μήκος της.

- Ένας κλάδος εξόδου ξεκινά από την αρχή της «μύτης» και τελειώνει στο σημείο, όπου ο κλάδος δεν αποτελεί πλέον μέρος του αυτοκινητόδρομου. Το σημείο αυτό δεν έχει αυστηρό ορισμό και συνήθως θεωρείται η θέση, στην οποία συναντώνται πινακίδες εξόδου από τον αυτοκινητόδρομο, πινακίδες εισόδου σε αστική περιοχή, πινακίδες STOP σε διασταυρώσεις, διαγραμμισμένες νησίδες για συγχώνευση με άλλο δρόμο που δεν είναι αυτοκινητόδρομος, κλπ. Κατά το μήκος ενός κλάδου μπορεί να συμβαίνει κάποια απόσχιση. Στην περίπτωση αυτή, για τους υπολογισμούς, χρησιμοποιείται το μέσο μήκος των δύο σκελών.
- Αντίστοιχα, ένας κλάδος εισόδου ξεκινά από το σημείο όπου συναντάται η πινακίδα εισόδου στον αυτοκινητόδρομο και τελειώνει στο τέλος της «μύτης». Κατά το μήκος του κλάδου, αν εντοπίζεται κάποια συγχώνευση, τότε χρησιμοποιείται το μέσο μήκος των δύο σκελών.



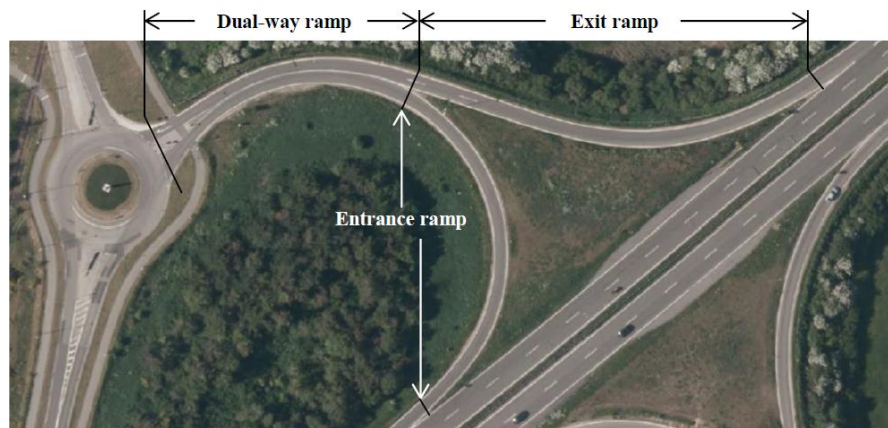
Σχήμα 4. 4: Ορισμός ενότητας κλάδων εισόδου και εξόδου σε αυτοκινητόδρομο

Όπου, *Entrance Ramp*: Κλάδος Εισόδου, *Exit Ramp*: Κλάδος Εξόδου

Οι κλάδοι εισόδου και εξόδου δε πρέπει να χωρίζονται σε υπο-ενότητες. Αν οι τιμές των καθοριστικών παραμέτρων παρουσιάσουν μεταβολή, τότε λαμβάνεται η μέση τιμή τους. Παρουσία φωτισμού σε τμήμα του κλάδου συνεπάγεται παρουσία φωτισμού σε

όλο το μήκος του. Αν στο μήκος του υπάρχουν παραπάνω από δύο καμπύλες με ακτίνα μικρότερη από 1000 m, τότε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς οι δύο καμπύλες με τις μικρότερες ακτίνες .

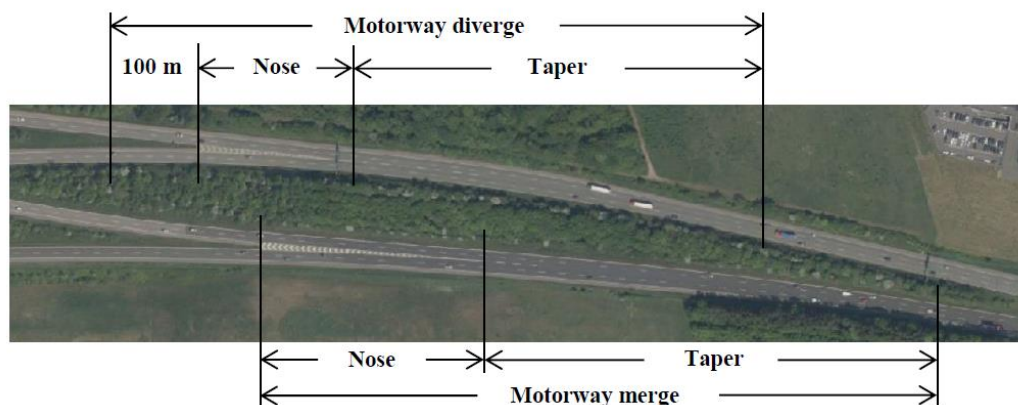
- Στο σχήμα 4.5 παρουσιάζεται ένας ακόμα τύπος ενότητας, ο κλάδος διπλής κατεύθυνσης. Ο σχηματισμός αυτός δημιουργείται όταν ένας κλάδος εισόδου και ένας εξόδου συναντώνται σε κάποια θέση και δημιουργούν έναν δρόμο διπλής κατεύθυνσης χωρίς διαχωριστική νησίδα, που συνήθως θεωρείται μέρος του αυτοκινητόδρομου. Τα όρια του κλάδου διπλής κατεύθυνσης ορίζονται, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5. Η αρχή του κλάδου διπλής κατεύθυνσης οριοθετεί την αρχή και το τέλος αντίστοιχα του κλάδου εισόδου και εξόδου που τον αποτελούν.



Σχήμα 4. 5: Ορισμός ενότητας κλάδου διπλής κατεύθυνσης σε αυτοκινητόδρομο

Κλάδος Εισόδου, Exit Ramp: Κλάδος Εξόδου, Dual-way Ramp: Κλάδος Διπλής Κατεύθυνσης

- Κάποιοι άλλοι, πιο σπάνιοι τύποι ενότητας, είναι οι αποσχίσεις και συγχωνεύσεις κλάδων αυτοκινητοδρόμων. Οι ενότητες αυτές ορίζονται, όπως υποδεικνύει το σχήμα 4.6.



Σχήμα 4. 6: Ορισμός ενότητας απόσχισης και συγχώνευσης κλάδων αυτοκινητοδρόμων

Όπου, Motorway Merge: Συγχώνευση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου, Motorway Diverge: Απόσχιση Κλάδων Αυτοκινητοδρόμου, Nose: «Μύτη», Taper: Ομαλή Μεταβολή

- Τέλος, μια Περιοχή Στάσης και Στάθμευσης, όπως ένας Σταθμός Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ), μπορεί να περιλαμβάνει εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης ή όχι, καθώς και κάποιο σημείο στάσης υπεραστικού λεωφορείου. Συνδέεται με τον αυτοκινητόδρομο μέσω μιας λωρίδας επιβράδυνσης και λωρίδας επιτάχυνσης ή, σε κάποιες περιπτώσεις, με κλάδους εξόδου και εισόδου. Το μήκος της ενότητας αυτής ορίζεται από τις πινακίδες χιλιομέτρησης στο κοντινότερο τμήμα ανοιχτής οδοποιίας.
- Τα στοιχεία της διατομής του δρόμου (αριθμός και μέσο πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας, πλάτος εσωτερικής και εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης, πλάτος και υλικό επιστρώσης ερείσματος και πλάτος κεντρικής νησίδας) αποτελούν την κατηγορία κελιών πράσινου χρώματος.

Πίνακας 4. 4: Στοιχεία εισαγωγής για τη διατομή για αυτοκινητοδρόμους

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ								
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (m)	ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΛΕΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΜΗΚ ΣΤΗ ΛΕΑ (0-1)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ (m)	ΥΛΙΚΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (m)

Τα στοιχεία της διατομής μετρούνται σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς κατασκευής οδικών έργων.

- Τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας του δρόμου (μήκη και ακτίνες των καμπυλών) αποτελούν την κατηγορία κελιών σκούρου πράσινου χρώματος. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, για κάθε ενότητα μπορούν να εισαχθούν στοιχεία έως και για τέσσερις οριζόντιες καμπύλες.

Πίνακας 4. 5: Στοιχεία εισαγωγής για την οριζοντιογραφία για αυτοκινητοδρόμους

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ							
ΑΚΤΙΝΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΑΚΤΙΝΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΑΚΤΙΝΑ ΤΡΙΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΤΡΙΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΑΚΤΙΝΑ ΤΕΤΑΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΤΕΤΑΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)

Το μήκος των οριζόντιων καμπυλών σε τμήματα ανοιχτής οδοποιίας και στους κλάδους μετράται από την αρχή της κλωθοειδούς εισόδου μέχρι το τέλος της κλωθοειδούς εξόδου της κάθε καμπύλης. Είναι προφανές πως το μήκος της καμπύλης (ή το άθροισμα των μηκών, αν υπάρχει παραπάνω από μια καμπύλη σε μια ενότητα) δε μπορεί να ξεπερνάει το συνολικό μήκος της ενότητας.

- Κάποια επιπλέον στοιχεία για το δρόμο (παρουσία φωτισμού και όριο ταχύτητας) αποτελούν την κατηγορία κελιών μπλε χρώματος. Η τιμή για το όριο ταχύτητας εισάγεται με βάση το όριο που ορίζεται από τη σηματοδότηση του αυτοκινητοδρόμου.

Πίνακας 4. 6: Στοιχεία εισαγωγής για το φωτισμό για αυτοκινητοδρόμους

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (km/h)

- Τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας των κλάδων (μήκη και ακτίνες των καμπυλών και μέση ταχύτητα στην αρχή της κάθε καμπύλης) αποτελούν την κατηγορία κελιών μωβ χρώματος. Για κάθε ενότητα μπορούν να εισαχθούν στοιχεία έως και για δύο οριζόντιες καμπύλες στους κλάδους.

Πίνακας 4. 7: Στοιχεία εισαγωγής για την οριζοντιογραφία κλάδων για αυτοκινητοδρόμους

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΡΑΜΠΑΣ						
ΤΥΠΟΣ ΡΑΜΠΑΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (km/h)	ΑΚΤΙΝΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (km/h)

Αν δεν υπάρχουν στοιχεία για τη μέση ταχύτητα, το εργαλείο εισάγει αυτόματα τις ταχύτητες που συναντώνται πιο συχνά σε κλάδους αυτοκινητόδρομου, οι οποίες ωστόσο μπορεί να αποκλίνουν σημαντικά από την πραγματικότητα.

- Ο συντελεστής βαθμονόμησης C_x (Calibration Factor) σημειώνεται σε ένα κελί κίτρινου χρώματος.

Πίνακας 4. 8: Εισαγωγής συντελεστή βαθμονόμησης για αυτοκινητοδρόμους

Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΡΑΜΠΑΣ								
1	ΜΗΚΟΣ ΤΕΤΑΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΡΑΜΠΑΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ
2	800,00								1
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Ο συντελεστής βαθμονόμησης υπολογίζεται με τον τρόπο που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.1.3, χρησιμοποιώντας ως δείγμα τα καταγεγραμμένα ατυχήματα. Χρησιμοποιείται στην αναγωγή της εκτίμησης των ατυχημάτων, ώστε η εκτίμηση να προσαρμόζεται καλύτερα στις μοναδικές συνθήκες της κάθε περιοχής μελέτης. Ο χρήστης πρέπει να έχει πραγματοποιήσει την απαραίτητη έρευνα, ώστε να εισάγει την τιμή του C_x που αντιστοιχεί στην περιοχή μελέτης του. Όταν δεν εισάγεται κάποιος συντελεστής βαθμονόμησης, η τιμή του τίθεται ίση με 1,0, συνεπώς τα αποτελέσματα που επιστρέφει το εργαλείο μπορεί να παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από την πραγματικότητα, ανάλογα με την περιοχή μελέτης. Για αυτό το λόγο, ο χρήστης παροτρύνεται να μην παραλείπει αυτό το βήμα.

Ο πίνακας 4.9 καταγράφει τα όρια των αποδεκτών τιμών για όλες τις καθοριστικές παραμέτρους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Εισαγωγή τιμών εκτός αυτών των ορίων προκαλεί πρόβλημα στη λειτουργία του αλγορίθμου, με συνέπεια το εργαλείο να μην επιστρέφει

αποτελέσματα για τα ατυχήματα ή αν επιστρέφει, τα αποτελέσματα αυτά να περιέχουν σοβαρό σφάλμα.

Πίνακας 4. 9: Όρια τιμών καθοριστικών παραμέτρων για αυτοκινητοδρόμους

Παράμετρος Ασφάλειας	Όρια Τιμών Παραμέτρων
Αριθμός λωρίδων	$1 \leq \text{αριθμός} \leq 21$
Πλάτος λωρίδας (m)	$1 \leq \text{πλάτος} \leq 11$
Παραβίαση ΛΕΑ	Ναι/Όχι
Ποσοστό Παραβίασης ΛΕΑ	$0 \leq \text{ποσοστό} \leq 1$
Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (ΛΕΑ) (m)	$0 \leq \text{πλάτος} \leq 11$
Πλάτος Εσωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (m)	$0 \leq \text{πλάτος} \leq 11$
Πλάτος Κεντρικής Νησίδας (m)	$0 \leq \text{πλάτος} \leq 101$
Ακτίνα Οριζοντιογραφικής Καμπύλης (m)	$10 \leq \text{ακτίνα} \leq 4000$
Μήκος Οριζοντιογραφικής Καμπύλης (m)	$0 < \text{μήκος καμπύλης} \leq \text{μήκος ενότητας}$
Φωτισμός Δρόμου	Ναι/Όχι
Τύπος Κλάδου	Λίστα τύπων
Ακτίνα Οριζοντιογραφικής Καμπύλης Κλάδου (m)	$10 < \text{πλάτος} < 1000$
Μήκος Οριζοντιογραφικής Καμπύλης Κλάδου (m)	$0 < \text{μήκος καμπύλης} \leq \text{μήκος ενότητας}$
Μέση Ταχύτητα Οριζοντιογραφικής Καμπύλης Κλάδου (km/h)	$4 < \text{ταχύτητα} < 200$
Σηματοδότηση Καμπυλών	Ναι/Όχι
Όριο Ταχύτητας (km/h)	100/110/120/130

Το **τρίτο φύλλο**, με την ονομασία «**ΔΕΔΟΜΕΝΑ**», είναι το φύλλο, στο οποίο επιβεβαιώνονται οι τιμές των παραμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό. Στο φύλλο αυτό επισημαίνονται επίσης στο χρήστη οι παράμετροι οι οποίες ανάλογα με τον τύπο της ενότητας είναι ανεξάρτητες της ασφάλειας. Για παράδειγμα, αν η ενότητα είναι τμήμα ανοιχτής οδοποιίας, τότε τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας των κλάδων δεν επηρεάζουν με κάποιο τρόπο την ασφάλεια στην ενότητα, άρα οι τιμές τους θα δηλωθούν ως «Ανεξάρτητες».

Πίνακας 4. 10: Απόσπασμα παραμέτρων που έχουν δηλωθεί ως ανεξάρτητες για μια οδική ενότητα αυτοκινητοδρόμου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΡΑΜΠΑΣ						
ΤΥΠΟΣ ΡΑΜΠΑΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (km/h)	ΑΚΤΙΝΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (km/h)
Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο

Αν η τιμή κάποιας παραμέτρου δεν έχει συμπληρωθεί από το χρήστη, είτε λόγω παράλειψης είτε λόγω άγνοιάς του, ο αλγόριθμος είναι ρυθμισμένος έτσι, ώστε να θέτει ως τιμή της παραμέτρου την τιμή των Συνθηκών Βάσης. Κάτι τέτοιο, ωστόσο, μπορεί να οδηγήσει σε υπερ ή υπό-εκτίμηση των ατυχημάτων. Συνεπώς, ο χρήστης οφείλει να είναι προσεκτικός. Ενότητες, για τις οποίες δεν είναι γνωστές οι τιμές όλων των παραμέτρων, είναι συνετό να μη συμμετέχουν σε μελέτες αξιολόγησης της ασφάλειας.

Στο **τέταρτο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**», υπολογίζονται οι δείκτες CMF για κάθε παράμετρο. Μια βασική επισήμανση που πρέπει να γίνει είναι πως το φύλλο περιέχει τους CMF και του δανικού και του αμερικανικού εργαλείου. Οι αμερικανικοί δείκτες σημειώνονται με την ένδειξη HSM μετά το όνομά τους. Με τον τρόπο αυτό, όταν ένας δείκτης υπολογίζεται και στα δύο εργαλεία, ο χρήστης μπορεί να κάνει εύκολα το διαχωρισμό.

Πίνακας 4. 11: Διαφορά συμβολισμού δεικτών CMF που είναι κοινοί στο αμερικανικό και στο δανικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ HSM
-------------------	-----------------------

Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί πως, για όλες τις παραμέτρους, οι αμερικανικοί CMF έχουν την ίδια τιμή για κάθε κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος. Αντιθέτως, κάποιοι από τους δανικούς δείκτες έχουν υπολογισθεί ξεχωριστά για κάθε κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος. Σε κάποιους, η διαφοροποίηση γίνεται για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές, ενώ σε κάποιους άλλους γίνεται μεγαλύτερη ανάλυση και υπολογίζονται χωριστοί δείκτες για νεκρούς, σοβαρά τραυματίες, και ελαφρά τραυματίες. Στην περίπτωση αυτή, το όνομα του δείκτη το συνοδεύει η κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος την οποία αφορά. Οι παράμετροι, για τις οποίες γίνεται αυτός ο διαχωρισμός, είναι αυτές που θεωρούνται ιδιαίτερα καθοριστικές για την ασφάλεια, όπως το όριο ταχύτητας. Το πώς οι τιμές των χωριστών δεικτών υπεισέρχονται στον υπολογισμό για τον αριθμό των ατυχημάτων αναλύεται παρακάτω.

Πίνακας 4. 12: Δείκτης CMF για το Πλάτος Εξωτερικής Λωρίδας Καθοδήγησης (ΛΕΑ) που στο δανικό εργαλείο διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος για αυτοκινητοδρόμους

ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)
---	--

Πίνακας 4. 13: Δείκτης CMF για το Φωτισμό Δρόμου που στο δανικό εργαλείο διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος για αυτοκινητοδρόμους

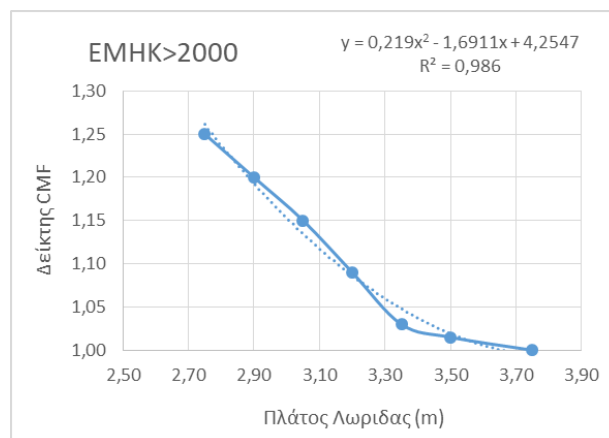
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ+ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΟΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΝΕΚΡΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)
---	--	-----------------------------	--	--

Στο αμερικανικό εργαλείο οι δείκτες CMF για τις περισσότερες παραμέτρους προκύπτουν από πίνακες, οι οποίοι αντιστοιχούν μια τιμή της παραμέτρου σε μια τιμή του CMF. Υπάρχει όμως η πιθανότητα η τιμή της παραμέτρου να μην υπάρχει στον πίνακα, με συνέπεια ο αλγόριθμος να αδυνατεί να επιστρέψει τιμή για τον CMF. Για να αποφευχθεί αυτή η πιθανότητα, δημιουργήθηκαν, με βάση τους πίνακες των CMF που δίνονται από το αμερικανικό εργαλείο, διαγράμματα τάσης που υπολογίζουν μέσω της αντίστοιχης εξίσωσης την τιμή του CMF για οποιαδήποτε τιμή της παραμέτρου. Τα διαγράμματα και οι εξισώσεις, τα οποία χρησιμοποιούνται στο φύλλο για να υπολογίσουν τους αμερικανικούς CMF για κάθε παράμετρο παρατίθενται παρακάτω:

- Πλάτος Λωρίδας

Όταν η τιμή του πλάτους λωρίδας που έχει εισαχθεί δεν αντιστοιχεί απόλυτα με κάποια από τις τιμές του πίνακα που δίνει το αμερικανικό εργαλείο, τότε η τιμή του δείκτη υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή. Εναλλακτικά, οι τιμές του δείκτη υπολογίζονται με μια μαθηματική σχέση και όχι από τον πίνακα. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα τάσης της συνάρτησης και ο συντελεστής προσδιορισμού που το περιγράφει. Όσο πιο κοντά είναι ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 στο 1, τόσο πιο αξιόπιστο θεωρείται το μοντέλο, διότι οι ερμηνευτικές μεταβλητές εξηγούν σε μεγάλο βαθμό τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής (Κάλλιπος, 2021).

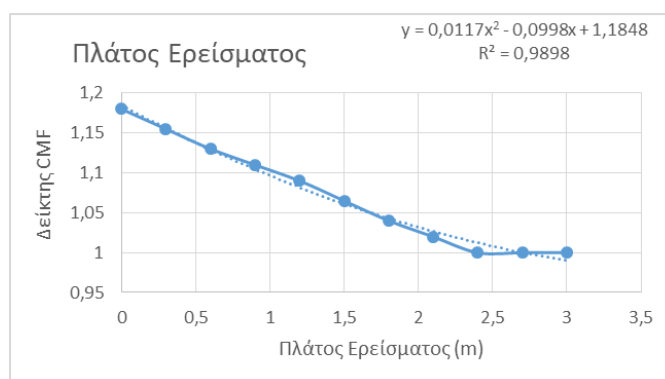
Παρατηρείται πως η μορφή συνάρτησης που προσαρμόζεται καλύτερα στη γραφική παράσταση της εξίσωσης (αυτή για την οποία το R^2 είναι αρκετά κοντά στη μονάδα) είναι η πολυωνυμική μορφή.



Σχήμα 4. 7: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Πλάτος Λωρίδας για αυτοκινητοδρόμους

- Πλάτος Δεξιού Ερείσματος

Εναλλακτικά του πίνακα για το δεξί έρεισμα, χρησιμοποιείται η εξίσωση από το διάγραμμα τάσης του σχήματος 4.8.

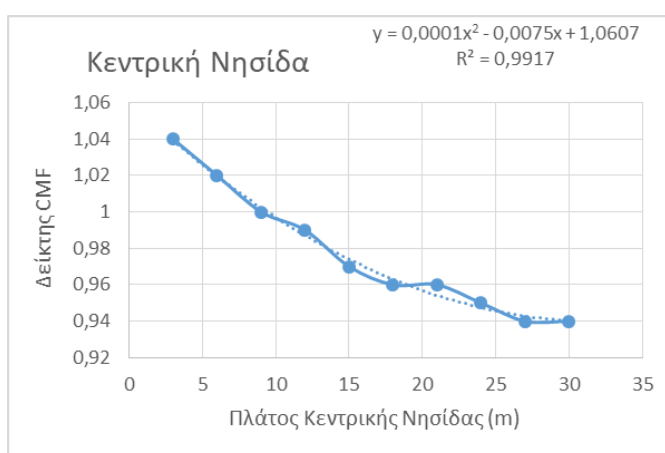


Σχήμα 4. 8: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Πλάτος Ερείσματος για αυτοκινητοδρόμους

Παρατηρείται ότι η μορφή εξίσωσης που προσεγγίζει βέλτιστα τη γραμμή τάσης είναι η πολυωνυμική μορφή.

- Πλάτος Κεντρικής Νησίδας

Εναλλακτικά του πίνακα για την κεντρική νησίδα, χρησιμοποιείται η εξίσωση από το διάγραμμα τάσης του σχήματος 4.9.



Σχήμα 4. 9: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Πλάτος Κεντρικής Νησίδας για αυτοκινητοδρόμους

Παρατηρείται ότι η μορφή που προσεγγίζει καλύτερα τη γραμμή τάσης είναι η πολυωνυμική μορφή.

Το φύλλο περιέχει επίσης τον υπολογισμό των συναρτήσεων SPF, για κάθε ένα από τα δύο εργαλεία. Οι τιμές των συναρτήσεων αποτελούν μια πρώτη εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων, πριν ληφθούν υπόψη οι τιμές των CMF.

Πίνακας 4. 14: Αποτελέσματα συναρτήσεων SPF για το δανικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

SPFs ΔΑΝΙΚΟ						
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ (ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ (ΌΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Πίνακας 4. 15: Αποτελέσματα συναρτήσεων SPF για το αμερικανικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

SPFs HSM										
ΣΥΝΟΛΟ					ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ					ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
a	b	c	SPF	k	a	b	c	SPF	k	ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ

Το **πέμπτο φύλλο** υπολογισμού, με την ονομασία «**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**», περιλαμβάνει την τελική εκτίμηση για τα ατυχήματα. Η καρτέλα είναι χωρισμένη σε τρεις κατηγορίες κελιών.

- Η ομάδα κελιών πορτοκαλί χρώματος αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ατυχημάτων που προκύπτουν από το συνδυασμό των SPF και των CMF, όπως αυτά έχουν υπολογισθεί σύμφωνα με το δανικό εργαλείο. Οι κατηγορίες ατυχημάτων έχουν διαρθρωθεί με βάση τον πίνακα 4.16, επειδή οι συναρτήσεις SPF υπολογίσθηκαν για κάθε κατηγορία ατυχήματος ξεχωριστά. Υπολογίσθηκε ο αριθμός ατυχημάτων για ευρύτερες κατηγορίες σοβαρότητας, όπως ατυχήματα με τραυματίες και υλικές ζημιές (καταγεγραμμένα και μη), και στη συνέχεια για υπο-κατηγορίες σοβαρότητας, όπως ατυχήματα με νεκρούς, με σοβαρά τραυματίες, και με ελαφρά τραυματίες.

Πίνακας 4. 16: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το δανικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΔΑΝΙΚΟ								
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΚΑΤ/ΝΕΣ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΌΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ

Σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο, ο αναμενόμενος αριθμός ατυχημάτων για κάθε κατηγορία και υπο-κατηγορία σοβαρότητας είναι το γινόμενο της εκτίμησης της SPF με όλους τους επιμέρους CMF που αφορούν την κατηγορία σοβαρότητας του ατυχήματος. Το νούμερο που θα προκύψει από τον παραπάνω υπολογισμό αντιπροσωπεύει το μέσο αριθμό ατυχημάτων ανά χιλιόμετρο οδού, το οποίο

πολλαπλασιαζόμενο επί το συνολικό μήκος της ενότητας, δίνει το μέσο αριθμό των ατυχημάτων σε όλο το μήκος της.

Τα παραπάνω ισχύουν στην περίπτωση που η ενότητα ανήκει σε μια από τις πέντε βασικές κατηγορίες, για τις οποίες έχουν υπολογισθεί με ακρίβεια οι SPF. Για τις υπόλοιπες, το γινόμενο των SPF και των CMF πολλαπλασιάζεται και με ένα συντελεστή, σε κάποιες υπο-κατηγορίες ατυχημάτων μειωτικό, σε κάποιες αυξητικό, ο οποίος προσαρμόζει τον αριθμό των ατυχημάτων στον κάθε τύπο ενότητας. Οι συντελεστές αυτοί έχουν προκύψει από στατιστικές μελέτες της Traffitec.

Ένα στοιχείο που επίσης υπολογίζεται από αυτή τη διαδικασία είναι το κόστος των προβλεπόμενων ατυχημάτων. Η κοστολόγηση γίνεται με βάση τις τιμές που δίνει το ERSO (European Road Safety Observatory) για την Ελλάδα. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.17.

Πίνακας 4. 17: Κόστος των ατυχημάτων στην Ελλάδα για τις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων σύμφωνα με το ERSO

Table 24: Cost (€) per injury type in Greece versus the EU average

Country	Fatality	Severe injury	Slight injury
Austria	2.395.000	327.000	25.800
Belgium	2.178.000	330.400	21.300
Bulgaria	984.000	127.900	9.800
Croatia	1.333.000	173.300	13.300
Cyprus	1.234.000	163.100	11.900
Czech Republic	1.446.000	194.300	14.100
Denmark	2.364.000	292.600	22.900
Estonia	1.163.000	155.800	11.200
Finland	2.213.000	294.300	22.000
France	2.070.000	289.200	21.600
Germany	2.220.000	307.100	24.800
Greece	1.518.000	198.400	15.100
Hungary	1.225.000	164.400	11.900
Ireland	2.412.000	305.600	23.300
Italy	1.916.000	246.200	18.800
Latvia	1.034.000	140.000	10.000
Lithuania	1.061.000	144.900	10.500
Luxembourg	3.323.000	517.700	31.200
Malta	2.122.000	269.500	20.100
Netherlands	2.388.000	316.400	25.500
Poland	1.168.000	156.700	11.300
Portugal	1.505.000	201.100	13.800
Romania	1.048.000	136.200	10.400
Slovakia	1.593.000	219.700	15.700
Slovenia	1.989.000	258.300	18.900
Spain	1.913.000	237.800	17.900
Sweden	2.240.000	328.700	23.500
Great Britain	2.170.000	280.300	22.200
EU average	1.870.000	243.100	18.700

Source: Update of the Handbook on External Costs of Transport. Final Report. Report for the European Commission: DG MOVE. Ricardo-AEA/R/ ED57769 Issue Number 1; 8th January 2014

- Η ομάδα κελιών κίτρινου χρώματος αφορά την πρόβλεψη των ατυχημάτων σύμφωνα με το αμερικανικό εργαλείο.

Πίνακας 4. 18: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το αμερικανικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ HSM					
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ			ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		

Η εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων σε μια ενότητα προκύπτει από το γινόμενο της τιμής του SPF της κάθε κατηγορίας σοβαρότητας με το συνολικό CMF, ο οποίος είναι το γινόμενο όλων των επιμέρους δεικτών, το συνολικό μήκος της ενότητας και το συντελεστή βαθμονόμησης. Σε αντίθεση με το δανικό, το αμερικανικό εργαλείο δε προβαίνει στο διαχωρισμό μικρότερων υπο-κατηγοριών ατυχημάτων. Η εκτίμηση γίνεται μόνο για το συνολικό αριθμό ατυχημάτων και για τα ατυχήματα με τραυματίες και νεκρούς. Ο αριθμός των ατυχημάτων με υλικές ζημιές υπολογίζεται ως η διαφορά των τραυματισμών από το συνολικό αριθμό ατυχημάτων.

Για να γίνει η κοστολόγηση, χρειάστηκε να κατανεμηθούν τα ατυχήματα με τραυματισμούς στις τρεις υπο-κατηγορίες σοβαρότητας. Η κατανομή έγινε με τον τρόπο που ορίζεται από το HSM, παίρνοντας τις τιμές για τα ποσοστά κάθε υπο-κατηγορίας από τον πίνακα 3.8. Η κοστολόγηση έγινε με τις ίδιες τιμές για τα ατυχήματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δανικού εργαλείου.

- Η ομάδα κελιών γαλάζιου χρώματος αντιπροσωπεύει τις τιμές που προκύπτουν από τη «σύζευξη» των δύο διαφορετικών, αλλά παρόμοιων μεθόδων. Ο πειραματικός συνδυασμός έγινε για να δημιουργηθεί ένα νέο εργαλείο στα πλαίσια της εργασίας, το οποίο ονομάστηκε «Ελληνικό Εργαλείο Αξιολόγησης Οδικής Ασφάλειας», όπως ονομάστηκε το «νέο» αυτό εργαλείο. Σκοπός είναι το νέο εργαλείο να προσαρμόζεται καλά στους ελληνικούς δρόμους, και ταυτόχρονα να αποτελεί μια πιο «ολοκληρωμένη» πρόταση σε σχέση με άλλα παρόμοια εργαλεία που κυκλοφορούν στην αγορά.

Το νέο εργαλείο δομήθηκε πάνω στη φιλοσοφία της αρχικής εκτίμησης του αριθμού των ατυχημάτων από τις SPF και στη μετέπειτα αναγωγή του μοντέλου μέσω των δεικτών CMF. Η «βελτίωση» σε σχέση με τα άλλα δύο εργαλεία έγκειται στο ότι, στο ελληνικό εργαλείο έχει γίνει υπέρθεση των καθοριστικών παραμέτρων του αμερικανικού και του δανικού εργαλείου. Συνεπώς, το ελληνικό εργαλείο εμπεριέχει σχεδόν το διπλάσιο αριθμό παραμέτρων, με βάση τους οποίους αξιολογείται η οδική ασφάλεια.

Το συνδυαστικό μοντέλο κατέληξε στην τελική μορφή που υπάρχει στο excel μετά από δοκιμές, κατά τις οποίες έγιναν διάφοροι συνδυασμοί μεταξύ των παραγόντων του γινομένου που δίνει τον αριθμό ατυχημάτων. Ο βέλτιστος συνδυασμός θεωρήθηκε πως είναι αυτός ο οποίος, για να υπολογίσει τον αριθμό των ατυχημάτων, χρησιμοποιεί τις SPF του αμερικανικού εργαλείου, το συντελεστή βαθμονόμησης που τις ανάγει στον ελληνικό χώρο και έναν συνολικό CMF, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις καθοριστικές παραμέτρους και των δύο επιμέρους εργαλείων. Η παρουσία του συντελεστή βαθμονόμησης στον υπολογισμό είναι σημαντική για το ελληνικό εργαλείο, αφού οι

εξιιώσεις που χρησιμοποιούνται έχουν παρθεί αυτούσιες από εργαλεία του εξωτερικού, χωρίς να γίνει κάποια μελέτη αναγωγής τους για την Ελλάδα.

Οι CMF για τις μη κοινές παραμέτρους συνυπολογίζονται όλοι στο συνολικό CMF, με τον περιορισμό πως κάποιοι από τους CMF του δανικού εργαλείου αφορούν καθορισμένες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων (π.χ. ο CMF για πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι διαφορετικός για ατυχήματα με τραυματισμούς και διαφορετικός για ατυχήματα με υλικές ζημιές) και συνεπώς, μπορούν να συμμετέχουν στον υπολογισμό ατυχημάτων μόνο για τη συγκεκριμένη κατηγορία σοβαρότητας.

Για τις παραμέτρους που είναι κοινές στα δύο εργαλεία, επειδή θα ήταν λάθος να εισαχθεί δυο φορές στον υπολογισμό ο δείκτης για την ίδια παράμετρο, επιλέχθηκε να λαμβάνονται υπόψη οι αμερικανικοί δείκτες έναντι των δανικών, καθώς παρατηρήθηκε στις δοκιμές πως αυτοί οδηγούν σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα από τους αντίστοιχους δανικούς.

Όπως αναφέρθηκε, στο αμερικανικό εργαλείο έχουν βρεθεί οι SPF για το σύνολο των ατυχημάτων και για τα ατυχήματα με τραυματισμούς. Τα ατυχήματα με υλικές ζημιές προκύπτουν ως η διαφορά των τραυματισμών από τα συνολικά ατυχήματα. Με τον ίδιο τρόπο, υπολογίζονται τα ατυχήματα και στο ελληνικό εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιεί τις SPF του αμερικανικού εργαλείου. Για το σύνολο των ατυχημάτων, ο συνολικός δείκτης CMF λαμβάνει υπόψη τους δανικούς δείκτες που αναφέρονται στα ατυχήματα με τραυματισμούς και όχι σε αυτά με υλικές ζημιές.

Η κατανομή των τραυματισμών στις διάφορες υπο-κατηγορίες, ώστε να γίνει η κοστολόγηση, έγινε κάνοντας την παραδοχή πως οι νεκροί συγκροτούν το 5% των συνολικών τραυματισμών, οι σοβαρά τραυματίες το 5%, και οι ελαφρά τραυματίες το 90% (ΕΛΣΤΑΤ, 2018). Η κατανομή αυτή είναι διαφορετική από εκείνη που έγινε στο αμερικανικό εργαλείο, διότι αυτή η κατανομή αντιπροσωπεύει τα δεδομένα της Ελλάδας. Η κοστολόγηση έγινε με τις τιμές που χρησιμοποιήθηκαν στην κοστολόγηση και των άλλων δύο εργαλείων.

Πίνακας 4. 19: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το ελληνικό εργαλείο για αυτοκινητοδρόμους

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ						
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		

Το τελευταίο φύλλο, με την ονομασία «**ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ**», περιλαμβάνει στοιχεία που βοήθησαν στη δόμηση του αλγόριθμου στο excel και δε περιέχει πληροφορίες που ενδιαφέρουν το χρήστη. Αυτό το φύλλο δε πρέπει σε καμία περίπτωση να διαγραφεί, διότι θα αποδιοργανωθεί ο αλγόριθμος.

4.2.2 Γερμανικό εργαλείο

Με αντίστοιχο τρόπο θα παρουσιασθεί και το αρχείο excel που αφορά το γερμανικό εργαλείο αξιολόγησης οδικής ασφάλειας. Το γερμανικό εργαλείο εφαρμόζει μια διαφορετική μέθοδο πρόβλεψης ατυχημάτων και τα αποτελέσματα του δε είναι ομοιογενή με τα άλλα εργαλεία συνεπώς θα χρειαστεί να δημιουργηθεί ένα ξεχωριστό αρχείο για αυτό.

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση του φύλλου του excel, όπου γίνεται η αξιολόγηση υπεραστικών αυτοκινητοδρόμων. Αναφέρονται τα δεδομένα που ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει και δίνονται οδηγίες για το πώς πρέπει να συμπληρωθούν αυτά τα δεδομένα, για να λειτουργήσει σωστά ο αλγόριθμος.

Το αρχείο φέρει το όνομα «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Δρόμων (Γερμανικό Εργαλείο)».

Η καρτέλα που αφορά τους υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους έχει την ονομασία «ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ».

Οι πρώτοι πίνακες που συναντά ο χρήστης είναι αυτοί που αφορούν τον υπολογισμό του Προσαρμοσμένου Κόστους ανά οδική ενότητα. Για τον υπολογισμό είναι απαραίτητο ο χρήστης να συμπληρώσει τα μεγέθη που φαίνονται στον πίνακα 4.20.

Πίνακας 4. 20: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος υπο-ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKRT	0,00
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKRT	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f,psv	
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	LT	

Όπως φαίνεται στην εικόνα, τα μεγέθη αυτά δεν υπολογίζονται για μια ενότητα, αλλά για μια υπο-ενότητα. Αυτό συμβαίνει διότι, από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, διαπιστώθηκε πως, για να εφαρμοσθεί η γερμανική μέθοδος, η ενότητα προς αξιολόγηση πρέπει να παρουσιάζει εσωτερική ομογένεια στις τιμές των παραμέτρων και να περιέχει μόνο μια οριζόντια καμπύλη (ή ευθεία). Αν η ενότητα προς μελέτη πληροί την παραπάνω προϋπόθεση και δεν είναι απαραίτητο να διαιρεθεί, τότε συμπληρώνεται μόνο ο πίνακας για την υπο-ενότητα 1.

Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή η ενότητα πρέπει να χωρισθεί σε υπο-ενότητες, συμπληρώνεται ο ίδιος πίνακας για όλες τις επιμέρους υπο-ενότητες. Στο εργαλείο, δίνεται η δυνατότητα για διαίρεση της ενότητας σε έως 4 υπο-ενότητες.

Πίνακας 4. 21: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος υπο-ενοτήτων αυτοκινητοδρόμου

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1			ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	0,00	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	0,00
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T		ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f,psv		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f,psv	
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	LT		ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 2 (m)	LT	

Τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν, είναι οι τιμές του Κόστους Βάσης (BgUKR_T) (ανάλογα με τον τύπο του δρόμου) και όλων των Συντελεστών Προσαρμογής για την ελικτότητα/κυμάτωση (f,kh), τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα (f,vzul), την ΕΜΗΚ (f,DTV) και για το ποσοστό των βαρέων οχημάτων (f,psv). Το Κόστος Βάσης και οι Συντελεστές Προσαρμογής συμπληρώνονται σύμφωνα με τους αντίστοιχους πίνακες του κεφαλαίου 3.5. Ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει και το μήκος της κάθε υπο-ενότητας (L_T). Το γινόμενο των παραπάνω μεγεθών δίνει το Προσαρμοσμένο Κόστος της υπο-ενότητας (gUKR_T).

Όταν η ενότητα έχει χωρισθεί σε υπο-ενότητες, τότε τα στοιχεία για κάθε επιμέρους τμήμα του δρόμου πρέπει να συνδυασθούν και να δώσουν μια συνολική τιμή για το τμήμα. Οι τελικές τιμές από το συνδυασμό των στοιχείων δίνονται στον πίνακα 4.22.

Πίνακας 4. 22: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (m)	LS	1
	ΕΜΗΚ	DTV _{Ri}	0
	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _s	0

Ο παραπάνω πίνακας περιέχει τις τιμές για το συνολικό μήκος της ενότητας υπο μελέτη (L_s) (δε συμπληρώνεται από το χρήστη σε αυτό το κελί, προκύπτει από το άθροισμα των μηκών των υπο-ενοτήτων που συμπληρώθηκαν προηγουμένως), την ΕΜΗΚ (DTV_{Ri}) (συμπληρώνεται από το χρήστη, σύμφωνα με τις μετρήσεις που διαθέτει για το φόρτο) και την τιμή του Προσαρμοσμένου Κόστους της Ενότητας (gUKR_s), το οποίο προκύπτει συνυπολογίζοντας το Προσαρμοσμένο Κόστος και το μήκος κάθε υπο-ενότητας μέσω της σχέσης 3.17.

Επόμενο βήμα της γερμανικής μεθόδου είναι η εύρεση του Βαθμού Επικινδυνότητας, ο οποίος απαιτεί τον υπολογισμό των Δεικτών Προσαρμογής. Οι δείκτες αυτοί είναι παρόμοιοι με τους CMF, επειδή είναι ενδεικτικοί του τρόπου με τον οποίο αυξάνεται ή μειώνεται η ασφάλεια ενός

οδικού τμήματος, όταν αυτό αποκλίνει από τις προδιαγραφές των κανονισμών. Οι Δείκτες Προσαρμογής μπορεί να αναφέρονται σε ένα μήκος στο οποίο παρατηρείται μια απόκλιση (γραμμικοί Δείκτες Προσαρμογής) ή στη συχνότητα με την οποία παρατηρείται μια απόκλιση (σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής). Όλα τα γραμμικά και σημειακά κριτήρια που εξετάζονται για ύπαρξη αποκλίσεων σε μια υπο-ενότητα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.23 και 4.24.

Πίνακας 4. 23: Γραμμικοί Δείκτες Προσαρμογής αυτοκινητοδρόμου

		ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
ΚΡΙΤΗΡΙΑ		GWd	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 7≤B<7,5 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<7 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 6,5≤B<7 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<6,5 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 6,25≤B<6,75 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<6,25 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 10≤B<10,75 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<10 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 9,25≤B<10 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<9,25 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 13,5≤B<14,5 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<13,5 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ 12,5≤B<13,5 m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ B<12,5 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ B<0,75 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ B<0,50 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ 2,5≤B<3 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ B<2,5 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ 2,25≤B<2,5 m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ B<2,25 m			1,00
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΠΛΑΓΙΩΝ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΩΝ			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ (L>100 m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00

Πίνακας 4. 24: Σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής αυτοκινητοδρόμου

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		f_D	ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	f_z
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ $R < \min R$			1,00
	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΓΙΑ $R < \min R$ ΚΑΙ ΜΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ $V_{\text{επιτρ}}$ ΣΤΗ ΒΡΟΧΗ			1,00
	ΑΚΤΙΝΑ $R < 3000$ m ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ($L > 500$ m)			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ $S >$ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ $\max S$			1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ $q < 2,5\%$			1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ $<$ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) $s < 1,0\%$			1,00
	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ $<$ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ			1,00
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGT		0		

Στην πρώτη στήλη των πινάκων, ακριβώς δεξιά από τη στήλη με τα κριτήρια, συμπληρώνονται από το χρήστη οι τιμές GWD και f_D , που αντιπροσωπεύουν τη βασική τιμή των γραμμικών και σημειακών αντίστοιχα Δεικτών Προσαρμογής στην κατάλληλη τυπική διατομή. Οι τιμές για αυτά τα μεγέθη αντλούνται από τους πίνακες του κεφαλαίου 3.5. Στην επόμενη στήλη, συμπληρώνεται το μήκος για το οποίο παρατηρείται η απόκλιση στα γραμμικά κριτήρια και η συχνότητα που παρατηρείται η απόκλιση στα σημειακά. Στην τελευταία στήλη, υπολογίζεται η τιμή του Δείκτη Προσαρμογής για το κάθε κριτήριο, μέσω των σχέσεων 3.18 και 3.19. Όταν δε παρατηρείται κάποια απόκλιση με βάση κάποιο κριτήριο, τότε ο Δείκτης Προσαρμογής για το κριτήριο τίθεται αυτόματα από το πρόγραμμα ίσως με 1,0 και δεν έχει κάποια ουσιαστική επίδραση στον τελικό υπολογισμό της οδικής ασφάλειας.

Στην τελευταία γραμμή του πίνακα των Δεικτών Προσαρμογής υπολογίζεται ο Δείκτης Επικινδυνότητας της υπο-ενότητας (GGT), ως το γινόμενο του Κόστους Βάσης κάθε υπο-ενότητας με όλους τους Δείκτες Προσαρμογής, που έχουν υπολογισθεί για την υπο-ενότητα.

Η παραπάνω διαδικασία εύρεσης των Δεικτών Προσαρμογής και του Δείκτη Επικινδυνότητας γίνεται για κάθε επιμέρους υπο-ενότητα, στην οποία έχει διαιρεθεί το οδικό τμήμα. Ο συνδυασμός των επιμέρους Δεικτών Επικινδυνότητας σε έναν συνολικό Δείκτη Επικινδυνότητας (GGs) γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το μήκος της κάθε υπο-ενότητας και εφαρμόζοντας τη σχέση 3.21.

Πίνακας 4. 25: Αποτελέσματα για τα βασικά μεγέθη αυτοκινητοδρόμου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGS	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ivs,s	1
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΝΑ ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	0

Στον πίνακα, επίσης, περιλαμβάνονται οι τιμές για τον Δείκτη Ασφαλείας των Αυτοκινήτων (Ivs,s) και το συνολικό Κόστος της Ασφάλειας σε ένα τμήμα υπεραστικού αυτοκινητόδρομου. Ο Δείκτης Ασφαλείας υπολογίζεται μέσω της σχέσης 3.22, λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των GGs και gUKRs, ενώ το Κόστος της Ασφάλειας υπολογίζεται μέσω της σχέσης 3.23. Τα δύο τελευταία μεγέθη είναι αυτά που χρησιμοποιεί ο χρήστης ως γνώμονα, ώστε να αξιολογήσει την ασφάλεια ενός οδικού τμήματος. Ο τρόπος με τον οποίο αξιολογούνται αυτά τα μεγέθη έχει παρουσιαστεί στο κεφάλαιο 3.5.

4.3 Εργαλεία αξιολόγησης υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας

4.3.1 Αμερικανικό και δανικό εργαλείο

Η παρουσίαση του αρχείου excel για τη μελέτη των υπεραστικών δρόμων δύο λωρίδων κυκλοφορίας σύμφωνα με το αμερικανικό και το δανικό εργαλείο θα γίνει με παρόμοιο τρόπο με την παρουσίαση του αντίστοιχου εργαλείου για τους αυτοκινητοδρόμους. Η μέθοδος πρόβλεψης για τις δύο κατηγορίες δρόμων παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες στη δομή, αλλά και κάποιες διαφορές, οι οποίες θα επισημανθούν παρακάτω.

Ακολουθεί μια αναλυτική παρουσίαση των φύλλων του excel. Αναφέρονται όλα τα μεγέθη που συναντώνται σε κάθε φύλλο και όπου είναι απαραίτητο, δίνονται οδηγίες για το πώς πρέπει να συμπληρωθούν τα κελιά, ώστε να λειτουργήσει σωστά ο αλγόριθμος.

Το αρχείο φέρει το όνομα «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Οδών Δύο Λωρίδων Κυκλοφορίας (Αμερικανικό, Δανικό και Ελληνικό Εργαλείο)».

Το **πρώτο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**», περιέχει τους συγκεντρωτικούς πίνακες με τις Συνθήκες Βάσης, δηλαδή τις τιμές των παραμέτρων ασφαλείας για τις Ενότητες Βάσεις, πάνω στην οποίες δομήθηκαν οι συναρτήσεις SPF. Οι πίνακες για τις τιμές βάσης δίνονται

ξεχωριστά για το αμερικανικό εργαλείο και το δανικό εργαλείο, καθώς οι καθοριστικές παράμετροι δεν είναι κοινές για τα δύο εργαλεία ή, και να είναι κοινές, συχνά δεν θέτουν την ίδια Συνθήκη Βάσης.

Πίνακας 4. 26: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης οδών δύο λωρίδων δανικού εργαλείου

ΔΑΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ	
ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗΣ	
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	3,50 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ	0,50 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	2,00 m
ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	Απουσία
ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ	10 grad/m
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΜ	0
ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ	2%
ΥΠΑΡΞΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	Απουσία
ΥΠΑΡΞΗ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΥ	Απουσία
ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	80 km/h

Πίνακας 4. 27: Συνθήκες Βάσης για τις Ενότητες Βάσης οδών δύο λωρίδων αμερικανικού εργαλείου

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ HSM	
ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗΣ	
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	3,60 m
ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	1,80 m
ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	Ασφαλτόστρωση
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ	3 ανά km
ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	Απουσία
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	Απουσία
ΛΩΡΙΔΕΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ	Απουσία
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	Απουσία
ΚΛΙΣΗ ΔΡΟΜΟΥ	0%

Το **δεύτερο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**», είναι το φύλλο στο οποίο ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τις στήλες, με τις τιμές των παραμέτρων που αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά του δρόμου που μελετά. Ορισμένα στοιχεία μπορεί, ανάλογα με το εργαλείο που επιλέγει να χρησιμοποιήσει ο χρήστης, να μη περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς. Οι χρήστες, ωστόσο, ενθαρρύνονται να συμπληρώνουν για κάθε αξιολόγηση που διεξάγουν όλα τα κελιά, ώστε να εξάγουν αποτελέσματα από όλα τα εργαλεία και να μπορούν να πραγματοποιούν συγκρίσεις.

Κάποια από τα στοιχεία που συμπληρώνονται, όπως το όνομα του δρόμου και το όνομα της ενότητας που μελετάται, ορίζονται αυθαίρετα από το χρήστη, ενώ κάποια άλλα απαιτούν μετρήσεις, στο πεδίο ή σε κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ενδεικτικά, θα πρέπει να

συμπληρωθούν οι τιμές που αφορούν το μήκος της ενότητας, την ΕΜΗΚ της, τα γεωμετρικά στοιχεία της διατομής, της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής και κάποια άλλα πρόσθετα στοιχεία, που αφορούν τις συνθήκες κυκλοφορίας στο οδόστρωμα.

Τα στοιχεία εισαγωγής έχουν χωρισθεί σε κατηγορίες που σημειώνονται με διαφορετικό χρώμα:

- Τα γενικά στοιχεία του δρόμου (όνομα δρόμου, όνομα ενότητας, χιλιομετρική θέση αρχής και τέλους, μήκος ενότητας και ΕΜΗΚ) αποτελούν την κατηγορία κελιών κόκκινου χρώματος.

Πίνακας 4. 28: Βασικά στοιχεία εισαγωγής για οδούς 2 λωρίδων

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ							
ΟΝΟΜΑ ΔΡΟΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	Χ.Θ. (ΑΠΟ) (km)	(m)	Χ.Θ. (ΕΩΣ) (km)	(m)	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (km)	ΕΜΗΚ (οχήματα/ημέρα)

Για την εισαγωγή στο excel, χιλιομετρική θέση αρχής θεωρείται αυτή που αναγράφεται στην πλησιέστερη πινακίδα χιλιομέτρησης της οδού. Αντίστοιχα, για τη χιλιομετρική θέση τέλους. Ανάλογα με τον τύπο της, τα όρια της κάθε ενότητας ορίζονται με διαφορετικό τρόπο. Οι κανόνες με βάση τους οποίους οριοθετείται η αρχή και το τέλος μιας ενότητας και καθορίζεται το μήκος της είναι κοινά και για τα δύο εργαλεία και παρουσιάζονται παρακάτω.

Σε αντίθεση με του αυτοκινητοδρόμους, στο εργαλείο για την αξιολόγηση οδών δύο λωρίδων δεν υπάρχει διαφοροποίηση ανάλογα με τον τύπο της ενότητας, συνεπώς όλες οι ενότητες αποτελούν τμήματα ανοιχτής οδοποιίας ανάμεσα σε δυο κόμβους. Το μήκος τους μετρείται σε σχέση με τους εκατέρωθεν κόμβους με τον τρόπο που παρουσιάζεται στο σχήμα 3.5.

Για να λειτουργήσει χωρίς σημαντικά σφάλματα ο αλγόριθμος, κάθε ενότητα οφείλει να έχει μήκος τουλάχιστον 1000 m.

Μια ενότητα είναι πιθανό να χρειαστεί να χωρισθεί σε υπο-ενότητες, αν στο εσωτερικό της σημειωθεί αλλαγή στην τιμή κάποιας παραμέτρου, π.χ. αν αλλάξει το πλάτος της ΛΕΑ. Μια άλλη περίπτωση, στην οποία είναι απαραίτητη η δημιουργία νέας υπο-ενότητας, σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο, είναι η παρουσία παραπάνω από δύο καμπυλών με ακτίνα μικρότερη από 4000 m στο εσωτερικό μιας ενότητας. Για τους λόγους περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 4.2.1, κατά τη μεταφορά των εργαλείων στα ελληνικά, η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε. Αποφασίστηκε να επιτρέπεται στο χρήστη η οριοθέτηση ενότητων που περιέχουν περισσότερες από δύο καμπύλες με $R < 4000$ m στο εσωτερικό τους, εφόσον οι επιπλέον καμπύλες συνδράμουν στο να γίνει το συνολικό μήκος της ενότητας τουλάχιστον όσο το απαραίτητο ελάχιστο. Στο εργαλείο υπάρχει η δυνατότητα για εισαγωγή έως και τεσσάρων καμπυλών ανά ενότητα.

Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες, αν και παρατηρείται μεταβολή της τιμής μιας παραμέτρου, δεν είναι αναγκαία η δημιουργία νέας υπο-ενότητας, όπως στις περιπτώσεις όπου η τιμή της παραμέτρου μετά τη μεταβολή δίνει τιμή CMF ίση με το 1,0.

- Τα στοιχεία της διατομής του δρόμου (πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας, πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης (ΛΕΑ), πλάτος και υλικό επίστρωσης ερείσματος και ύπαρξη κεντρικής νησίδας) αποτελούν την κατηγορία κελιών κίτρινου χρώματος.

Πίνακας 4. 29: Στοιχεία εισαγωγής για τη διατομή για οδούς 2 λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ					
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ (m)	ΥΛΙΚΟ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	ΥΠΑΡΞΗ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ

Τα στοιχεία της διατομής μετρούνται σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς κατασκευής οδικών έργων.

- Τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας του δρόμου (μήκη, ακτίνες και ελικτότητα των καμπυλών) αποτελούν την κατηγορία κελιών πράσινου χρώματος. Για κάθε ενότητα μπορούν να εισαχθούν στοιχεία έως και για τέσσερις οριζόντιες καμπύλες.

Πίνακας 4. 30: Στοιχεία εισαγωγής για την οριζοντιογραφία για οδούς 2 λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ				
ΜΗΚΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ 1 (m)	ΑΚΤΙΝΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ 1 (m)	ΑΚΤΙΝΑ ΚΛΩΘΟΕΙΔΟΥΣ 1 (m)	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗΣ 1 (m)	ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ 1

Το μήκος των οριζόντιων καμπυλών μετράται από την αρχή της κλωθοειδούς εισόδου μέχρι το τέλος της κλωθοειδούς εξόδου της κάθε καμπύλης. Το μήκος της καμπύλης (ή το άθροισμα των μηκών, αν υπάρχει παραπάνω από μια καμπύλη σε μια ενότητα) δε μπορεί να ξεπερνάει το συνολικό μήκος της ενότητας.

- Τα στοιχεία της μηκοτομής, που θα πρέπει να εισαχθούν, αποτελούν μια κατηγορία παραμέτρων που δεν έχουν αναφερθεί στα αντίστοιχα κεφάλαια του αμερικανικού και του δανικού εργαλείου για τις οδούς δύο λωρίδων. Ο λόγος είναι πως οι παράμετροι της μηκοτομής δε θεωρούνται καθοριστικές παράμετροι σε κανένα από τα δύο εργαλεία που εξετάστηκαν. Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, που ως στόχο της έχει τη σύνθεση ενός «νέου» εργαλείου, που θα περιέχει συνολικά μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων ασφαλείας από τα επιμέρους εργαλεία που το συνθέτουν, έγινε η προσπάθεια να βρεθούν εξισώσεις, οι οποίες εισάγουν την επιρροή των κατακόρυφων καμπυλών στην εκτίμηση των ατυχημάτων.

Η έρευνα αυτή έγινε ανάμεσα στα στοιχεία που είναι διαθέσιμα στο Clearinghouse, έναν ιστότοπο του αμερικανικού Federal Highway Administration, ο οποίος διαθέτει μια ηλεκτρονική «βιβλιοθήκη» δεικτών CMF. Το Clearinghouse διαθέτει έναν πολύ μεγάλο αριθμό δεικτών από έρευνες που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς, οι οποίοι έχουν μελετηθεί για μια ποικιλία διαφορετικών καθοριστικών παραμέτρων και βελτιώσεων. Στον ιστότοπο, για τον κάθε δείκτη CMF, είναι διαθέσιμη η εξίσωση που τον υπολογίζει, το σύγγραμμα που περιέχει τη μελέτη που παρήγαγε την εξίσωση, καθώς και μια αξιολόγηση που δείχνει το επίπεδο της αξιοπιστίας του δείκτη (υπάρχουν κάποιοι δείκτες, για τους οποίους δεν έχει βρεθεί πόσο αξιόπιστοι είναι). Το σύστημα

αξιολόγησης βασίζεται σε ένα σύστημα πέντε αστεριών. Δείκτες, οι οποίοι έχουν περισσότερα από 3 αστέρια, θεωρούνται αξιόπιστοι.

Σε αυτή την κατηγορία (3 αστέρια και πάνω), αναζητήθηκαν CMF που αφορούν τις κατακόρυφες καμπύλες σε υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Οι δείκτες, που επιλέχθηκαν να εισαχθούν στο εργαλείο, προέρχονται από μια μελέτη για υπεραστικές οδούς που έγινε το 2014 με την ονομασία «Safety Effects of Horizontal Curve and Grade Combinations on Rural Two-Lane Highways» και έχει επίπεδο αξιοπιστίας 3 αστέρια. Στη μελέτη δημιουργήθηκαν εξισώσεις για να υπολογισθεί η επιρροή των κατακόρυφων καμπυλών στην οδική ασφάλεια. Οι εξισώσεις διαφέρουν ανάλογα με το αν η κατακόρυφη καμπύλη είναι κυρτή ή κοίλη. Οι εξισώσεις των δεικτών επίσης διαφέρουν ανάλογα με το αν ο δείκτης αφορά ατυχήματα με τραυματισμούς ή με υλικές ζημιές.

- Για τις κυρτές καμπύλες, οι εξισώσεις που δίνουν τους δείκτες για τα ατυχήματα με τραυματισμούς και υλικές ζημιές αντίστοιχα, δίνονται στα σχήματα 4.10.

$$CRF = 100 * (1 - e^{[0.0088(\frac{5730}{R})\frac{L_{VC}}{K}]})$$

Where R = curve radius (ft) (missing for tangents);
 L_{VC} = vertical curve length (ft);
 $K = L_{VC}/A$ (n/a for level tangents);
 $A = |G_1 - G_2|$ (%);
 G_1 = initial grade (% , + = upgrade, - = downgrade);
 G_2 = final grade (% , + = upgrade, - = downgrade)

$$CRF = 100 * (1 - e^{[0.0046(\frac{5730}{R})\frac{L_{VC}}{K}]})$$

Where R = curve radius (ft) (missing for tangents);
 L_{VC} = vertical curve length (ft);
 $K = L_{VC}/A$ (n/a for level tangents);
 $A = |G_1 - G_2|$ (%);
 G_1 = initial grade (% , + = upgrade, - = downgrade);
 G_2 = final grade (% , + = upgrade, - = downgrade)

Σχήμα 4. 10: Εξισώσεις για το δείκτη CMF για κυρτές κατακόρυφες καμπύλες από το Clearinghouse

Όπου, CRF: Δείκτης CMF κατακόρυφης καμπύλης, R: ακτίνα οριζόντιας καμπύλης που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη καμπύλη υπό εξέταση, L_{VC} : μήκος κατακόρυφης καμπύλης υπό εξέταση, G_1/G_2 : κλίση στην αρχή και στο τέλος της καμπύλης αντίστοιχα

- Για τις κοίλες καμπύλες, οι εξισώσεις που δίνουν τους δείκτες για τα ατυχήματα με τραυματισμούς και υλικές ζημιές αντίστοιχα, δίνονται στα σχήματα 4.11.

$$CRF = 100 * (1 - e^{[10.51\frac{1}{K} + 0.011(\frac{5730}{R})\frac{L_{VC}}{K}]})$$

Where R = curve radius (ft) (missing for tangents);
 L_{VC} = vertical curve length (ft);
 $K = L_{VC}/A$ (n/a for level tangents);
 $A = |G_1 - G_2|$ (%);
 G_1 = initial grade (% , + = upgrade, - = downgrade);
 G_2 = final grade (% , + = upgrade, - = downgrade)

$$CRF = 100 * (1 - e^{[8.62\frac{1}{K} + 0.010(\frac{5730}{R})\frac{L_{VC}}{K}]})$$

Where R = curve radius (ft) (missing for tangents);
 L_{VC} = vertical curve length (ft);
 $K = L_{VC}/A$ (n/a for level tangents);
 $A = |G_1 - G_2|$ (%);
 G_1 = initial grade (% , + = upgrade, - = downgrade);
 G_2 = final grade (% , + = upgrade, - = downgrade)

Σχήμα 4. 11: Εξισώσεις για το δείκτη CMF για κοίλες κατακόρυφες καμπύλες από το Clearinghouse

Όπου, *CRF*: Δείκτης *CMF* κατακόρυφης καμπύλης, *R*: ακτίνα οριζόντιας καμπύλης που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη υπό εξέταση, *L_{vc}*: μήκος κατακόρυφης καμπύλης υπό εξέταση, *G1/G2*: κλίση στην αρχή και στο τέλος της καμπύλης αντίστοιχα

Όπως φαίνεται από τις εξισώσεις, τα μεγέθη που πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης για την εφαρμογή αυτών των *CMF* είναι ο τύπος της κατακόρυφης καμπύλης (κυρτή ή κοίλη καμπύλη), το μήκος και η κλίση στην αρχή και στο τέλος της κατακόρυφης καμπύλης και η ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης, που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη καμπύλη που εξετάζεται. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν μια κατηγορία κελιών πορτοκαλί χρώματος.

Πίνακας 4. 31: Στοιχεία εισαγωγής για τη μηκοτομή για οδούς 2 λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ				
ΤΥΠΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (%)	ΚΛΙΣΗ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (%)

Όπως και για τις οριζοντιογραφικές καμπύλες, μια ενότητα μπορεί να περιέχει μέχρι και δύο κατακόρυφες καμπύλες στο μήκος της, για τις οποίες θα βρεθεί από ένας δείκτης *CMF*.

Η αντίστοιχη έρευνα στο Clearinghouse έγινε και για να ενταχθούν επιπλέον καθοριστικές παράμετροι και στο εργαλείο για τους υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους. Ωστόσο, για εκείνο το εργαλείο, δε βρέθηκαν εξισώσεις για παραμέτρους, οι οποίες δε περιλαμβάνονται ήδη σε κάποιο από τα υπάρχοντα εργαλεία, ή αν βρέθηκαν, δε συγκέντρωναν τον απαραίτητο αριθμό αστεριών (περισσότερα από 3), ώστε η μελέτη τους να θεωρείται αξιόπιστη. Συνεπώς, επιλέχθηκε να μη συμπεριληφθούν δείκτες για κάποια επιπλέον καθοριστική παράμετρο στο εργαλείο των αυτοκινητοδρόμων.

- Κάποια επιπλέον στοιχεία για το δρόμο που συμπληρώνει ο χρήστης (αριθμός προσβάσεων ανά χιλιόμετρο, μέγιστη κλίση ενότητας, παρουσία φωτισμού και ποδηλατοδρόμου και το όριο ταχύτητας) αποτελούν την κατηγορία κελιών μπλε χρώματος. Η τιμή για το όριο ταχύτητας εισάγεται με βάση το όριο που ορίζεται από τη σηματοδότηση του δρόμου.

Πίνακας 4. 32: Επιπλέον στοιχεία εισαγωγής για οδούς 2 λωρίδων

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΜ	ΚΛΙΣΗ (%)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ	ΥΠΑΡΞΗ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΥ	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (km/h)

- Ο συντελεστής βαθμονόμησης C_x (Calibration Factor) σημειώνεται σε ένα κελί ροζ χρώματος.

Πίνακας 4. 33: Εισαγωγής συντελεστή βαθμονόμησης για οδούς 2 λωρίδων

	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY
1	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ								
2	ΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ	ΚΛΙΣΗ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΚΛΙΣΗ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΥΠΑΡΞΗ	ΟΡΙΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ	
3	ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΜ	ΔΡΟΜΟΥ	ΔΡΟΜΟΥ	ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ		
4			2	5,50	Όχι	Όχι	50	1,00	
5			2	5,50	Όχι	Όχι	50	1,00	
6			2	5,50	Όχι	Όχι	50	1,00	
7			2	5,50	Όχι	Όχι	50	1,00	
8			2	5,50	Ναι	Όχι	50	1,00	
9									

Ο συντελεστής βαθμονόμησης υπολογίζεται με τον τρόπο που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.2.3, χρησιμοποιώντας ως δείγμα τα καταγεγραμμένα ατυχήματα. Χρησιμοποιείται στην αναγωγή της εκτίμησης των ατυχημάτων, ώστε η εκτίμηση να προσαρμόζεται καλύτερα στις μοναδικές συνθήκες της κάθε περιοχής μελέτης. Ο χρήστης πρέπει να έχει πραγματοποιήσει την απαραίτητη έρευνα, ώστε να εισάγει την τιμή του C_x που αντιστοιχεί στην περιοχή μελέτης του. Όταν δεν εισάγεται κάποιος συντελεστής βαθμονόμησης, η τιμή του τίθεται ίση με 1,0, συνεπώς τα αποτελέσματα που επιστρέφει το εργαλείο μπορεί να παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από την πραγματικότητα, ανάλογα με την περιοχή μελέτης. Για αυτό το λόγο, ο χρήστης παροτρύνεται να μην παραλείπει αυτό το βήμα.

Το **τρίτο φύλλο**, με την ονομασία «ΔΕΔΟΜΕΝΑ», είναι το φύλλο στο οποίο επιβεβαιώνονται οι τιμές των παραμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό.

Αρχικά, παρατηρείται πως στην ομάδα των κελιών που περιέχουν τις γενικές πληροφορίες για το δρόμο έχει προστεθεί μια καινούρια στήλη με την ένδειξη «Αποδοχή Ενότητας». Το κελί αυτό συμπληρώνεται αυτόματα από τον αλγόριθμο. Μια ενότητα χαρακτηρίζεται ως αποδεκτή, αν το μήκος που έχει εισάγει ο χρήστης είναι θετικός αριθμός και μικρότερο από 100 km και αν η ΕΜΗΚ είναι θετικός αριθμός και μικρότερη από 50000 οχήματα/ημέρα. Για τιμές πέρα από αυτά τα όρια, τα αποτελέσματα του εργαλείου παύουν να είναι αξιόπιστα.

Πίνακας 4. 34: Βασικά στοιχεία οδικής ενότητας οδού 2 λωρίδων

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ								
ΟΝΟΜΑ ΔΡΟΜΟΥ	ΟΝΟΜΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	Χ.Θ. (ΑΠΟ) (km)	(m)	Χ.Θ. (ΕΩΣ) (km)	(m)	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (km)	ΕΜΗΚ (οχήματα/ημέρα)	ΑΠΟΔΟΧΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

Στο φύλλο αυτό επισημαίνονται, επίσης, στο χρήστη οι παράμετροι, οι οποίες είναι ανεξάρτητες της ασφάλειας για την αξιολόγηση της κάθε ενότητας. Για παράδειγμα, αν στην ενότητα υπάρχει μόνο μία κατακόρυφη καμπύλη για την οποία θα υπολογισθεί CMF, τότε οι τιμές για τα μεγέθη της δεύτερης καμπύλης θα σημειωθούν με την ένδειξη «Ανεξάρτητο».

Πίνακας 4. 35: Απόσπασμα παραμέτρων που έχουν δηλωθεί ως ανεξάρτητες για μια οδική ενότητα οδού 2 λωρίδων

ΤΥΠΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (m)	ΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (%)	ΚΛΙΣΗ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (%)
Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο	Ανεξάρτητο

Αν η τιμή κάποιας παραμέτρου δεν έχει συμπληρωθεί από το χρήστη, είτε λόγω παράλειψης είτε λόγω άγνοιάς του, ο αλγόριθμος είναι ρυθμισμένος έτσι ώστε να θέτει ως τιμή της παραμέτρου την τιμή των Συνθηκών Βάσης. Κάτι τέτοιο, ωστόσο, μπορεί να οδηγήσει σε υπερ ή υπό-εκτίμηση των ατυχημάτων. Συνεπώς, ο χρήστης οφείλει να είναι προσεκτικός. Ενότητες για τις οποίες δεν είναι γνωστές οι τιμές όλων των παραμέτρων, είναι συνετό να μη συμμετέχουν σε μελέτες αξιολόγησης της ασφάλειας.

Στο **τέταρτο φύλλο**, με την ονομασία «**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**», υπολογίζονται οι δείκτες CMF για κάθε παράμετρο. Το φύλλο περιέχει τους CMF και του δανικού και του αμερικανικού εργαλείου. Οι αμερικανικοί δείκτες σημειώνονται με την ένδειξη HSM μετά το όνομά τους. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης μπορεί να κάνει το διαχωρισμό ανάμεσα στους δείκτες που είναι κοινοί στα δύο εργαλείδια.

Πίνακας 4. 36: Διαφορά συμβολισμού δεικτών CMF που είναι κοινοί στο αμερικανικό και στο δανικό εργαλείο για οδούς 2 λωρίδων

ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ HSM
----------------------------------	------------------------------

Για όλες τις παραμέτρους, οι αμερικανικοί CMF έχουν την ίδια τιμή για κάθε κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος. Αντιθέτως, κάποιοι από τους δανικούς δείκτες έχουν υπολογισθεί ξεχωριστά για κάθε κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος. Σε κάποιους, η διαφοροποίηση γίνεται για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές, ενώ σε κάποιους άλλους γίνεται μεγαλύτερη ανάλυση και υπολογίζονται χωριστοί δείκτες για νεκρούς, σοβαρά τραυματίες, και ελαφρά τραυματίες. Στην περίπτωση αυτή, το όνομα του δείκτη το συνοδεύει η κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος την οποία αφορά. Το πώς οι τιμές των χωριστών δεικτών υπεισέρχονται στον υπολογισμό για τον αριθμό των ατυχημάτων αναλύεται παρακάτω.

Πίνακας 4. 37: Δείκτης CMF για Ύπαρξη Διαχωριστικής Νησίδας που στο δανικό εργαλείο διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος για οδούς 2 λωρίδων

ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΥΠΑΡΞΗ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ HSM
--	---	--

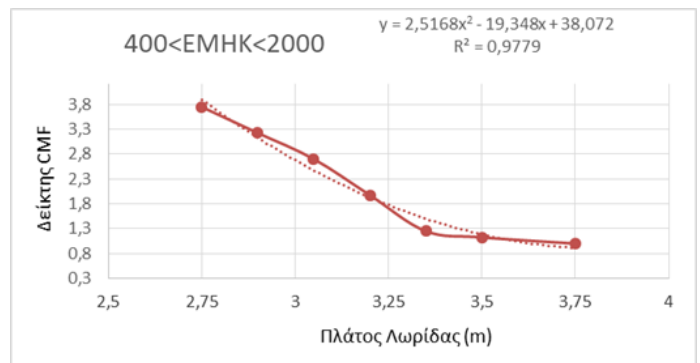
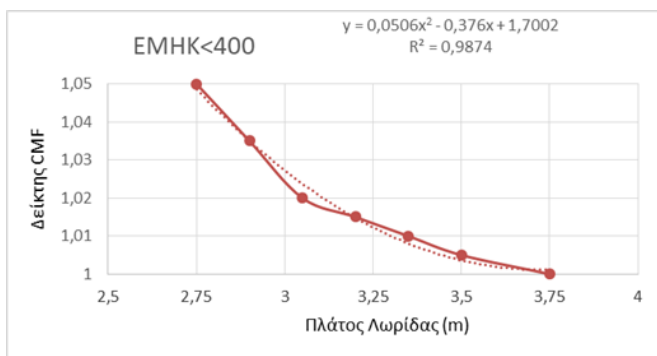
Πίνακας 4. 38: Δείκτης CMF για το Φωτισμό Οδού που στο δανικό εργαλείο διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος για οδούς 2 λωρίδων

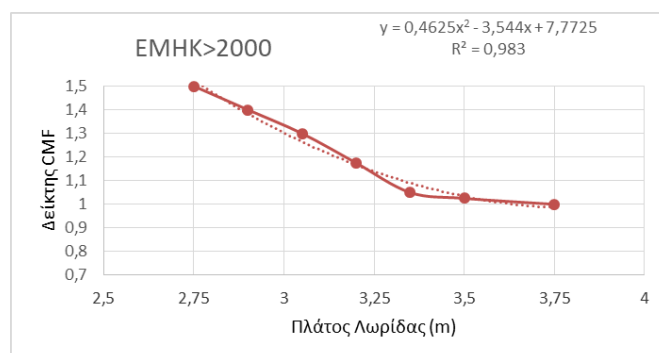
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΝΕΚΡΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)
-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------	--	--

Στο αμερικανικό εργαλείο οι δείκτες CMF για τις περισσότερες παραμέτρους προκύπτουν από πίνακες, οι οποίοι αντιστοιχούν μια τιμή της παραμέτρου σε μια τιμή του CMF. Υπάρχει όμως η πιθανότητα η τιμή της παραμέτρου να μην υπάρχει στον πίνακα, με συνέπεια ο αλγόριθμος να αδυνατεί να επιστρέψει τιμή για τον CMF. Για να αποφευχθεί αυτή η πιθανότητα, δημιουργήθηκαν, με βάση τους πίνακες των CMF που δίνονται από το αμερικανικό εργαλείο, διαγράμματα τάσης που υπολογίζουν μέσω της αντίστοιχης εξίσωσης την τιμή του CMF για οποιαδήποτε τιμή της παραμέτρου. Τα διαγράμματα και οι εξισώσεις, τα οποία χρησιμοποιούνται στο φύλλο για να υπολογίσουν τους αμερικανικούς CMF για κάθε παράμετρο παρατίθενται παρακάτω:

- Πλάτος Λωρίδας

Σε περίπτωση που η τιμή του πλάτους λωρίδας δεν αντιστοιχεί απόλυτα σε κάποια από τις τιμές του πίνακα που δίνει το αμερικανικό εργαλείο, τότε η τιμή του δείκτη βρίσκεται με γραμμική παρεμβολή. Εναλλακτικά, οι τιμές του δείκτη υπολογίζονται με μια μαθηματική σχέση. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τάσης καθενός από τους τρεις κλάδους, μαζί με την αντίστοιχη συνάρτηση και το συντελεστή προσδιορισμού που τις περιγράφει. Παρατηρείται πως η μορφή συνάρτησης που προσαρμόζεται καλύτερα στις γραφικές παραστάσεις των κλάδων (αυτή για την οποία το R^2 είναι αρκετά κοντά στη μονάδα) είναι η πολυωνυμική μορφή.

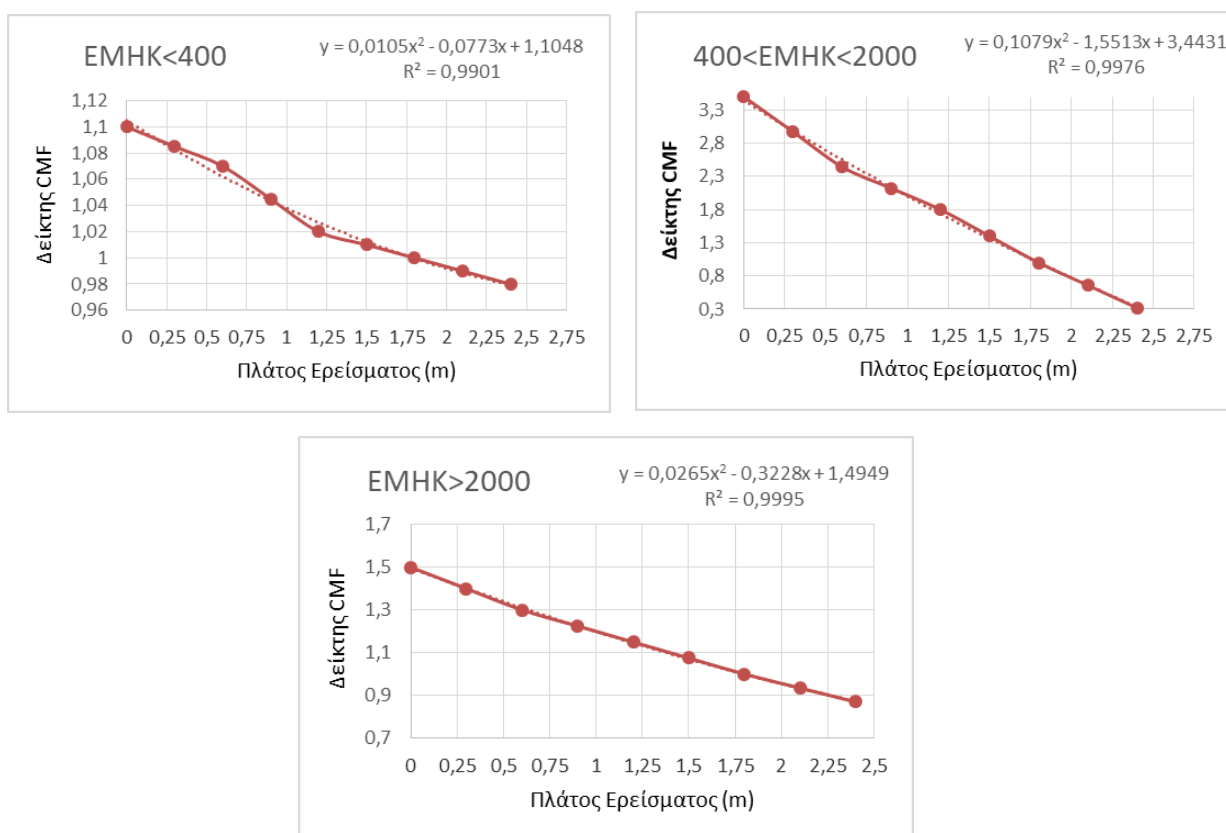




Σχήμα 4. 12: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Πλάτος Λωρίδας για όλους τους κλάδους της εξίσωσης για οδούς 2 λωρίδων

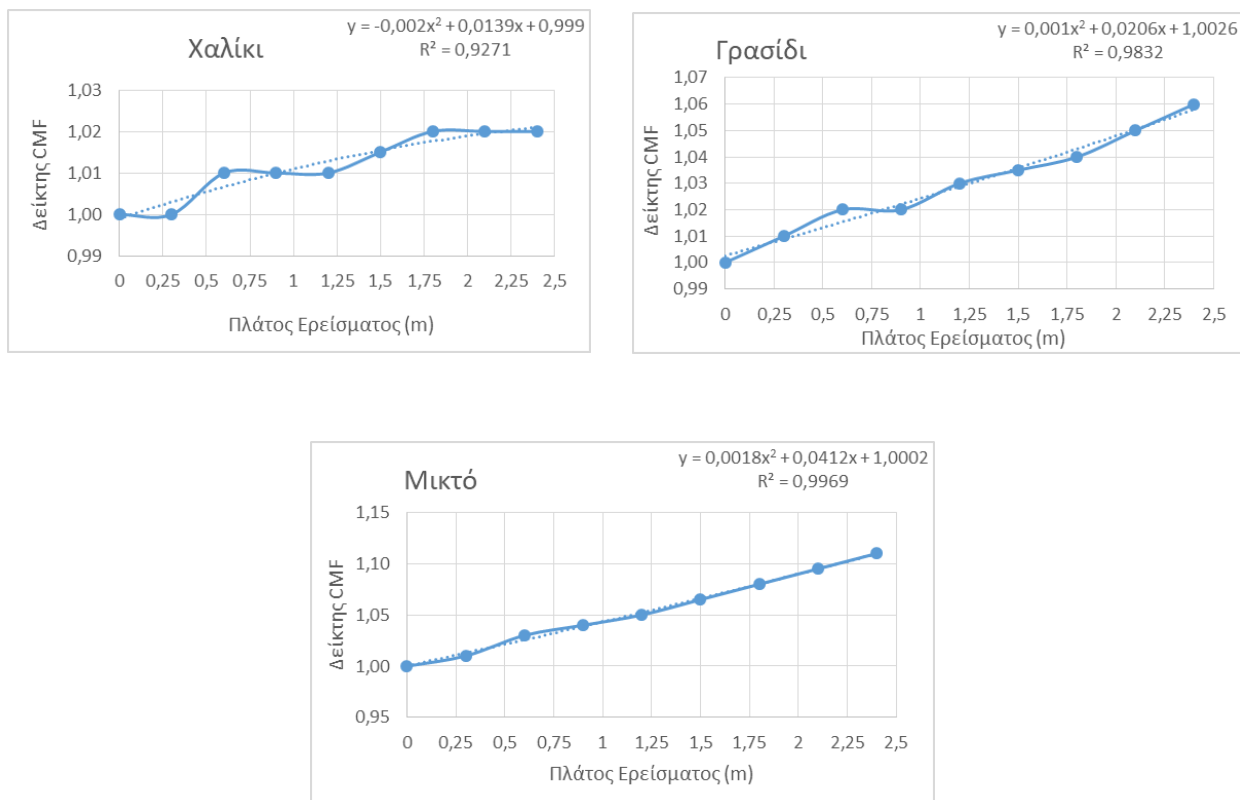
▪ Πλάτους και Υλικού Επίστρωσης Ερείσματος

Όπως και με το πλάτος λωρίδας, έχουν δημιουργηθεί για κάθε κλάδο τα διαγράμματα τάσης που δίνουν την αντίστοιχη εξίσωση, ώστε η τιμή του CMF να υπολογίζεται για οποιοδήποτε πλάτος ερείσματος. Παρατηρείται ότι η μορφή που προσεγγίζει καλύτερα τη γραμμή τάσης είναι η πολυωνμική μορφή.



Σχήμα 4. 13: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Πλάτος Ερείσματος για όλους τους κλάδους της εξίσωσης για οδούς 2 λωρίδων

Αντίστοιχα, για το υλικό επίστρωσης του ερείσματος, υπάρχει ο πίνακας που δίνει την τιμή του δείκτη ανάλογα με το υλικό επίστρωσης και το πλάτος του ερείσματος στο αμερικανικό εγχειρίδιο. Υπάρχουν, όμως, και τα διαγράμματα τάσης που αντιστοιχούν σε κάθε κλάδο της συνάρτησης. Ο δείκτης όταν το έρεισμα είναι ασφαλτοστρωμένο είναι πάντα 1,0, συνεπώς η εξίσωση είναι σταθερή και η γραφική παράσταση μια ευθεία. Για υλικό επίστρωσης χαλίκι, γρασίδι, και για μικτό υλικό, οι εξισώσεις είναι οι παρακάτω εξισώσεις πολυωνμικής μορφής.



Σχήμα 4. 14: Γραμμή τάσης της εξίσωσης του δείκτη CMF για το Υλικό Επίστρωσης Ερείσματος για όλους τους κλάδους της εξίσωσης για οδούς 2 λωρίδων

Το φύλλο περιέχει επίσης τον υπολογισμό των συναρτήσεων SPF, για κάθε ένα από τα δύο εργαλεία. Οι τιμές των συναρτήσεων αποτελούν μια πρώτη εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων, πριν ληφθούν υπόψη οι τιμές των CMF.

Πίνακας 4. 39: Αποτελέσματα συναρτήσεων SPF για το δανικό εργαλείο για οδούς 2 λωρίδων

SPFs ΔΑΝΙΚΟ					
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ

Πίνακας 4. 40: Αποτελέσματα συναρτήσεων SPF για το αμερικανικό εργαλείο για οδούς 2 λωρίδων

SPFs HSM			
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ

Από τις παραπάνω εικόνες, προκύπτει ότι στο δανικό εργαλείο έχουν βρεθεί οι συναρτήσεις SPF για περισσότερες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων από το αμερικανικό.

Το **πέμπτο φύλλο** υπολογισμού, με την ονομασία «**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**», περιλαμβάνει την τελική εκτίμηση για τα ατυχήματα. Η καρτέλα είναι χωρισμένη σε τρεις κατηγορίες κελιών.

- Η ομάδα κελιών πορτοκαλί χρώματος αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ατυχημάτων που προκύπτουν από το συνδυασμό των SPF και των CMF, όπως αυτά έχουν υπολογισθεί σύμφωνα με το δανικό εργαλείο. Οι κατηγορίες ατυχημάτων έχουν διαρθρωθεί με βάση τον πίνακα 4.41, επειδή οι συναρτήσεις SPF υπολογίστηκαν για κάθε κατηγορία ατυχήματος ξεχωριστά. Υπολογίστηκε ο αριθμός ατυχημάτων για ευρύτερες κατηγορίες σοβαρότητας, όπως ατυχήματα με τραυματίες, με υλικές ζημιές (καταγεγραμμένα και μη), και στη συνέχεια για υπο-κατηγορίες σοβαρότητας, όπως ατυχήματα με νεκρούς, με σοβαρά τραυματίες, και με ελαφρά τραυματίες.

Πίνακας 4. 41: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το δανικό εργαλείο για υπεραστικούς οδούς 2 λωρίδων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΔΑΝΙΚΟ								
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ	ΚΟΣΤΗ

Σύμφωνα με το δανικό εγχειρίδιο, ο αναμενόμενος αριθμός ατυχημάτων για κάθε κατηγορία και υπο-κατηγορία σοβαρότητας είναι το γινόμενο της εκτίμησης της SPF με όλους τους επιμέρους CMF που αφορούν την κατηγορία σοβαρότητας ατυχήματος. Το νούμερο που θα προκύψει από τον παραπάνω υπολογισμό αντιπροσωπεύει το μέσο αριθμό ατυχημάτων ανά χιλιόμετρο οδού, οπότε πολλαπλασιαζόμενο επί το συνολικό μήκος της ενότητας, δίνει το μέσο αριθμό των ατυχημάτων σε όλο το μήκος της.

Ένα στοιχείο που επίσης υπολογίζεται από αυτή τη διαδικασία είναι το κόστος των προβλεπόμενων ατυχημάτων. Η κοστολόγηση γίνεται με βάση τις τιμές που δίνει το ERSO (European Road Safety Observatory) για την Ελλάδα. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.17.

- Η ομάδα κελιών ροζ χρώματος αφορά την πρόβλεψη των ατυχημάτων σύμφωνα με το αμερικανικό εργαλείο.

Πίνακας 4. 42: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το αμερικανικό εργαλείο για υπεραστικούς οδούς 2 λωρίδων

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ HSM						
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΗ	
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ			

Η εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων σε μια ενότητα προκύπτει από το γινόμενο της τιμής του SPF της κάθε κατηγορίας σοβαρότητας με το συνολικό CMF, ο οποίος είναι το γινόμενο όλων των επιμέρους δεικτών, το συνολικό μήκος της ενότητας και το συντελεστή βαθμονόμησης. Σε αντίθεση με το δανικό, το αμερικανικό εγχειρίδιο δε προβαίνει στο διαχωρισμό μικρότερων υπο-κατηγοριών ατυχημάτων, αλλά υπολογίζει το πλήθος των συνολικών ατυχημάτων, των ατυχημάτων με τραυματίες και με υλικές ζημιές.

Για να γίνει η κοστολόγηση, χρειάστηκε να κατανεμηθούν τα ατυχήματα με τραυματισμούς στις τρεις υπο-κατηγορίες σοβαρότητας. Η κατανομή έγινε με τον τρόπο που ορίζεται από το HSM, παίρνοντας τις τιμές για τα ποσοστά κάθε υπο-κατηγορίας από τον πίνακα 3.8. Η κοστολόγηση έγινε με τις ίδιες τιμές για τα ατυχήματα που χρησιμοποιήθηκαν και για τον υπολογισμό του δανικού εργαλείου.

- Η ομάδα κελιών μπλε χρώματος αντιπροσωπεύει τις τιμές που προκύπτουν από τη «σύζευξη» των δύο μεθόδων. Ο πειραματικός συνδυασμός έγινε για να δημιουργηθεί ένα νέο εργαλείο στα πλαίσια της εργασίας, το οποίο ονομάστηκε «Ελληνικό Εργαλείο Αξιολόγησης Οδικής Ασφάλειας», όπως ονομάστηκε το «νέο» αυτό εργαλείο.

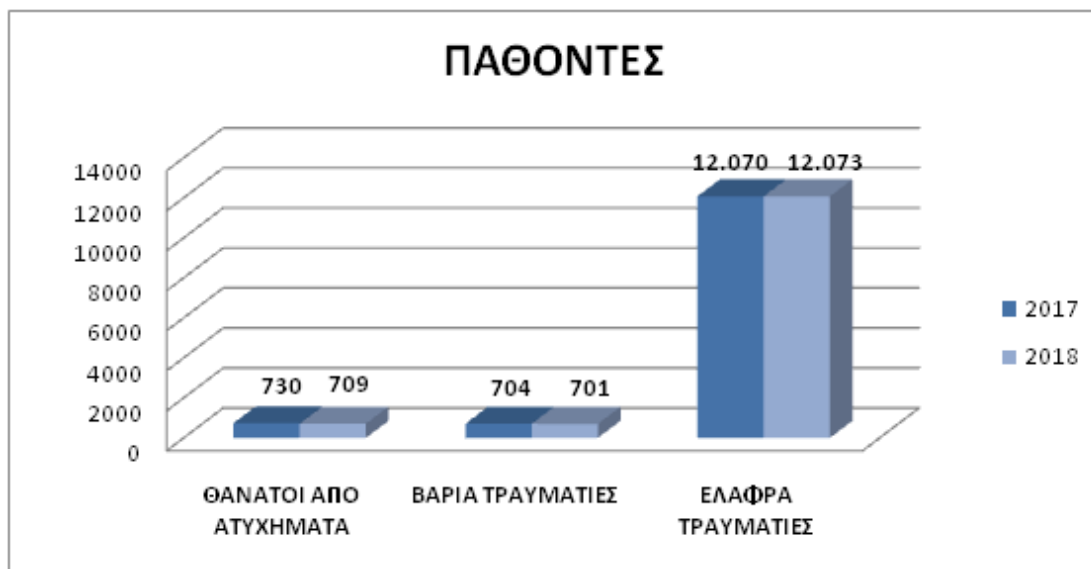
Το «νέο» εργαλείο περιλαμβάνει μια αρχική εκτίμηση του αριθμού των ατυχημάτων από τις SPF και τη μετέπειτα αναγωγή του μοντέλου μέσω των δεικτών CMF, έχει διατηρηθεί ως βάση του ελληνικού εργαλείου. Η «πρόοδος» σε σχέση με τα άλλα δύο εργαλεία έγκειται στο ότι, στο ελληνικό εργαλείο έχει γίνει υπέρθεση των καθοριστικών παραμέτρων του αμερικανικού και του δανικού εργαλείου, καθώς και παραμέτρων, με εξισώσεις που αντλήθηκαν από το Clearinghouse. Συνεπώς, το ελληνικό εργαλείο εμπεριέχει σχεδόν το διπλάσιο αριθμό παραμέτρων, με βάση τους οποίους αξιολογείται η οδική ασφάλεια.

Το συνδυαστικό μοντέλο κατέληξε στην τελική μορφή που υπάρχει στο excel μετά από δοκιμές, κατά τις οποίες έγιναν διάφοροι συνδυασμοί μεταξύ των παραγόντων του γινομένου που δίνει το μέσο αριθμό ατυχημάτων. Ο βέλτιστος συνδυασμός θεωρήθηκε πως είναι αυτός ο οποίος, για να υπολογίσει τον αριθμό των ατυχημάτων, χρησιμοποιεί τις SPF του αμερικανικού εργαλείου, το συντελεστή βαθμονόμησης που τις ανάγει στον ελληνικό χώρο και έναν συνολικό CMF, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις καθοριστικές παραμέτρους και των δύο επιμέρους εργαλείων. Η παρουσία του συντελεστή βαθμονόμησης στον υπολογισμό είναι σημαντική για το ελληνικό εργαλείο, αφού οι εξισώσεις που χρησιμοποιούνται έχουν παρθεί αυτούσιες από εργαλεία του εξωτερικού, χωρίς να γίνει κάποια μελέτη αναγωγής τους για την Ελλάδα.

Οι CMF για τις μη κοινές παραμέτρους συνυπολογίζονται όλοι στο συνολικό CMF, με τον περιορισμό πως κάποιοι από τους CMF του δανικού εργαλείου αφορούν καθορισμένες κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων (π.χ. ο CMF για πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι διαφορετικός για ατυχήματα με τραυματισμούς και διαφορετικός για ατυχήματα με υλικές ζημιές) και συνεπώς μπορούν να συμμετέχουν στον υπολογισμό ατυχημάτων μόνο για τη συγκεκριμένη κατηγορία.

Για τις παραμέτρους που είναι κοινές στα δύο εργαλεία, επειδή θα ήταν λάθος να εισαχθεί δυο φορές στον υπολογισμό ο δείκτης για την ίδια παράμετρο, επιλέχθηκε να λαμβάνονται υπόψη οι αμερικανικοί δείκτες έναντι των δανικών, καθώς παρατηρήθηκε στις δοκιμές πως αυτοί οδηγούν σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα από τους αντίστοιχους δανικούς.

Η κατανομή των τραυματισμών στις διάφορες υπο-κατηγορίες, ώστε να γίνει η κοστολόγηση, έγινε κάνοντας την παραδοχή πως οι νεκροί συγκροτούν το 5% των συνολικών τραυματισμών, οι σοβαρά τραυματίες το 5%, και οι ελαφρά τραυματίες το 90% (ΕΛΣΤΑΤ, 2018). Η κατανομή αυτή είναι διαφορετική από εκείνη που έγινε στο αμερικανικό εργαλείο, διότι αυτή η κατανομή αντιπροσωπεύει τα δεδομένα της Ελλάδας. Η κοστολόγηση έγινε με τις τιμές που χρησιμοποιήθηκαν στην κοστολόγηση και των άλλων δύο εργαλείων.



Σχήμα 4. 15: Αριθμός ατυχημάτων ανά κατηγορία σοβαρότητας στην Ελλάδα κατά την ΕΛΣΤΑΤ για το 2017 και το 2018

Πίνακας 4. 43: Αποτελέσματα αριθμού και κόστους ατυχημάτων για το ελληνικό εργαλείο για υπεραστικούς οδούς 2 λωρίδων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ					
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΗ
ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		

Το **τελευταίο φύλλο**, με την ονομασία «**ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ**», περιλαμβάνει στοιχεία που βοήθησαν στη δόμηση του αλγόριθμου στο excel και δε περιέχει πληροφορίες που ενδιαφέρουν το χρήστη. Αυτό το φύλλο δε πρέπει σε καμία περίπτωση να διαγραφεί, διότι θα αποδιοργανωθεί ο αλγόριθμος.

4.3.2 Γερμανικό εργαλείο

Με αντίστοιχο τρόπο θα παρουσιασθεί και το αρχείο excel που αφορά το γερμανικό εργαλείο αξιολόγησης οδικής ασφάλειας, για το οποίο χρειάστηκε να δημιουργηθεί ξεχωριστό αρχείο.

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση του φύλλου του excel όπου γίνεται η αξιολόγηση υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Αναφέρονται τα δεδομένα που ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει και δίνονται οδηγίες για το πώς πρέπει να συμπληρωθούν αυτά τα δεδομένα, για να λειτουργήσει σωστά ο αλγόριθμος.

Το αρχείο φέρει το όνομα «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Δρόμων (Γερμανικό Εργαλείο)».

Η καρτέλα που αφορά τους υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους έχει την ονομασία «ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟΙ ΟΔΟΙ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ».

Οι πρώτοι πίνακες που συναντά ο χρήστης είναι αυτοί που αφορούν τον υπολογισμό του Προσαρμοσμένου Κόστους ανά οδική ενότητα. Για τον υπολογισμό είναι απαραίτητο ο χρήστης να συμπληρώσει τα μεγέθη που φαίνονται στον πίνακα 4.44.

Πίνακας 4. 44: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος υπο-ενότητας υπεραστικής οδού 2 λωρίδων

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	g_{UKRT}	0
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	Bg_{UKRT}	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f,M	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	LT	

Τα μεγέθη αυτά δεν υπολογίζονται για μια ενότητα, αλλά για μια υπο-ενότητα. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση διαπιστώθηκε, πως για να εφαρμοσθεί η γερμανική μέθοδος, η ενότητα προς αξιολόγηση πρέπει να παρουσιάζει εσωτερική ομογένεια στις τιμές των παραμέτρων και να περιέχει μόνο μια οριζόντια καμπύλη (ή ευθεία). Αν η ενότητα προς μελέτη

πληροί την παραπάνω προϋπόθεση, δεν είναι απαραίτητο να διαιρεθεί, τότε συμπληρώνεται μόνο ο πίνακας για την υπο-ενότητα 1.

Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή η ενότητα πρέπει να χωρισθεί σε υπο-ενότητες, συμπληρώνεται ο ίδιος πίνακας για όλες τις επιμέρους υπο-ενότητες. Στο εργαλείο, δίνεται η δυνατότητα για διαίρεση της ενότητας σε έως 4 υπο-ενότητες.

Πίνακας 4. 45: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος υπο-ενοτήτων υπεραστικής οδού 2 λωρίδων

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1			ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	0	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	0
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T		ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T	0
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f _{,kh}		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f _{,kh}	0
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f _{,M}		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f _{,M}	0
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f _{,vzul}		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f _{,vzul}	0
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f _{,DTV}		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f _{,DTV}	0
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	L _T		ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 2 (m)	L _T	0

Τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν είναι οι τιμές του Κόστους Βάσης (BgUKR_T) (ανάλογα με τον τύπο του δρόμου) και των Συντελεστών Προσαρμογής για την ελικτότητα/κυμάτωση (f_{,kh}), τον άξονα της οδού ή μεσαίο σημείο (f_{,M}), τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα (f_{,vzul}) και την ΕΜΗΚ (f_{,DTV}). Το Κόστος Βάσης και οι Συντελεστές Προσαρμογής συμπληρώνονται σύμφωνα με τους αντίστοιχους πίνακες του κεφαλαίου 3.6. Επιπλέον, ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει το μήκος της κάθε υπο-ενότητας (L_T). Το γινόμενο των παραπάνω μεγεθών δίνει το Προσαρμοσμένο Κόστος της υπο-ενότητας (gUKR_T).

Όταν η ενότητα έχει χωρισθεί σε υπο-ενότητες, τότε τα στοιχεία για κάθε επιμέρους τμήμα του δρόμου πρέπει να συνδυασθούν και να δώσουν μια συνολική τιμή για το τμήμα. Οι τελικές τιμές από το συνδυασμό των στοιχείων δίνονται στον πίνακα 4.46.

Πίνακας 4. 46: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος ενότητας υπεραστικής οδού 2 λωρίδων

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (m)	LS	1
	ΕΜΗΚ	DTV _{Ri}	0
	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _s	0

Ο παραπάνω πίνακας περιέχει τις τιμές για το συνολικό μήκος της ενότητας υπο μελέτη (L_s) (δε συμπληρώνεται από το χρήστη σε αυτό το κελί, προκύπτει από το άθροισμα των μηκών των υπο-ενοτήτων που συμπληρώθηκαν προηγουμένως), την ΕΜΗΚ (DTV_{Ri}) (συμπληρώνεται από το χρήστη, σύμφωνα με τις μετρήσεις που διαθέτει για το φόρτο) και την τιμή του Προσαρμοσμένου Κόστους της Ενότητας (gUKR_s), το οποίο προκύπτει συνυπολογίζοντας το Προσαρμοσμένο Κόστος και το μήκος κάθε υπο-ενότητας μέσω της σχέσης.

Επόμενο βήμα της γερμανικής μεθόδου είναι η εύρεση του Βαθμού Επικινδυνότητας, ο οποίος απαιτεί τον υπολογισμό των Δεικτών Προσαρμογής. Οι δείκτες αυτοί είναι παρόμοιοι με τους CMF, επειδή είναι ενδεικτικοί του τρόπου με τον οποίο αυξάνεται ή μειώνεται η ασφάλεια ενός οδικού τμήματος όταν αυτό αποκλίνει από τις προδιαγραφές των κανονισμών. Οι Δείκτες Προσαρμογής μπορεί να αναφέρονται σε ένα μήκος στο οποίο παρατηρείται μια απόκλιση (γραμμικοί Δείκτες Απόκλισης) ή στη συχνότητα με την οποία παρατηρείται μια απόκλιση (σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής). Όλα τα γραμμικά και σημειακά κριτήρια που εξετάζονται για ύπαρξη αποκλίσεων σε μια υπο-ενότητα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.47 και 4.48.

Πίνακας 4. 47: Γραμμικοί Δείκτες Προσαρμογής υπεραστικής οδού δύο λωρίδων

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
		GWD	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΣ	ΟΧΙ ΟΔΟΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ			1,00
	ΟΧΙ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΣ			1,00
	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΟΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΠΩΣ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ RAL			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6 \leq B < 6,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,5 \leq B < 7$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,25 \leq B < 6,75$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $9,50 \leq B < 10,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 9,50$ m			1,00
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΕΣ $B > 1,0$ m			1,00
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ $B > 3,75$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $5,50 \leq B < 6$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $B < 5,50$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $B > 1,0$ m ΜΕ ΧΑΡΑΞΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $0,25 \leq B < 0,5$ m (ΟΧΙ ΓΙΑ ΠΛΑΤΗ ΛΩΡΙΔΑΣ < 3 m)			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,25$ m			1,00
	ΟΧΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ			1,00
	ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ			1,00
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ			1,00
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΣΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΕΣ ΜΟΝΟ ΜΕ ΑΠΛΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΠΕΔΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ $B < 1,0$ m			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ $S >$ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ $maxS$			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΣΕΙΡΑ ΔΕΝΤΡΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00

Πίνακας 4. 48: Σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής υπεραστικής οδού 2 λωρίδων

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1			
		fd	ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	ΤΕΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	fz
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ				1,00
	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗ ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ				1,00
	ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΜΩΣ ΜΕ $R < \min R$				1,00
	ΑΚΤΙΝΑ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΙΣΧΥΕΙ ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ RQ,9)				1,00
	ΑΚΤΙΝΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΜΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ				1,00
	ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΜΗ ΑΣΦΑΛΩΝ ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΧΑΜΗΛΟ				1,00
	ΜΗΚΟΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗ ($L < 1000$ m ΓΙΑ RQ 15,5 ΚΑΙ $L < 600$ m ΓΙΑ RQ 11,5+)				1,00
	ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ($R < 1,5^* \min R$)				1,00
	ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ				1,00
	ΜΙΚΡΟ ΜΗΚΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ($L < 180$ m ΓΙΑ RQ 15,5 ΚΑΙ $L < 120$ m ΓΙΑ RQ 11,5+)				1,00
	ΑΡΧΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΟΧΙ ΕΠΑΡΚΩΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΚΥΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΑ 16 ΤΩΝ RAL)				1,00
	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΜΕ $R \leq 3000$ m				1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ $q < 2,5\%$				1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ $<$ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ				1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) $s < 1,0\%$				1,00
	ΕΠΙΠΛΑΤΥΝΣΗ ΔΡΟΜΟΥ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ($R < 200$ m)				1,00
	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ $<$ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ				1,00
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ				1,00
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΜΙΑΣ ΛΩΡΙΔΑΣ				1,00
	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΔΡΟΜΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m)				1,00
ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ				1,00	
ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ				1,00	
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGT			0,00		

Στην πρώτη στήλη των πινάκων 4.47 και 4.48, ακριβώς δεξιά από τη στήλη με τα κριτήρια, συμπληρώνονται από το χρήστη οι τιμές GWD και fd , που αντιπροσωπεύουν τη βασική τιμή των γραμμικών και σημειακών αντίστοιχα Δεικτών Προσαρμογής στην κατάλληλη τυπική διατομή. Οι τιμές για αυτά τα μεγέθη αντλούνται από τους πίνακες του κεφαλαίου. Στην επόμενη στήλη, συμπληρώνεται το μήκος για το οποίο παρατηρείται η απόκλιση στα γραμμικά κριτήρια και η συχνότητα που παρατηρείται η απόκλιση στα σημειακά. Για τα σημειακά κριτήρια, αν ο λόγος της συχνότητας της απόκλισης προς το μήκος της υπο-ενότητας είναι

μεγαλύτερος από 0,3 σημεία/χιλιόμετρα, τότε η συχνότητα f_D λαμβάνεται ίση με 3. Σε αντίθετη περίπτωση χρησιμοποιείται η συχνότητα που εισήγαγε ο χρήστης.

Στην τελευταία στήλη, υπολογίζεται η τιμή του Δείκτη Προσαρμογής για το κάθε κριτήριο, μέσω των σχέσεων 3.26 και 3.27. Όταν δε παρατηρείται κάποια απόκλιση με βάση κάποιο κριτήριο, τότε ο Δείκτης Προσαρμογής για αυτό το κριτήριο τίθεται αυτόματα από το πρόγραμμα ίσως με 1,0 και δεν έχει κάποια ουσιαστική επίδραση στον τελικό υπολογισμό της οδικής ασφάλειας. Στην τελευταία γραμμή του πίνακα των Δεικτών Προσαρμογής υπολογίζεται ο Δείκτης Επικινδυνότητας της υπο-ενότητας (GG_T), ως το γινόμενο του Κόστους Βάσης κάθε υπο-ενότητας με όλους τους Δείκτες Προσαρμογής που έχουν βρεθεί για την υπο-ενότητα.

Η παραπάνω διαδικασία εύρεσης των Δεικτών Προσαρμογής και του Δείκτη Επικινδυνότητας γίνεται για κάθε επιμέρους υπο-ενότητα, στην οποία έχει διαιρεθεί το οδικό τμήμα. Ο συνδυασμός των επιμέρους Δεικτών Επικινδυνότητας σε έναν συνολικό Δείκτη Επικινδυνότητας GG_S γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το μήκος της κάθε υπο-ενότητας και εφαρμόζοντας τη σχέση 3.30.

Πίνακας 4. 49: Αποτελέσματα για τα βασικά μεγέθη υπεραστικής οδού 2 λωρίδων

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGS	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ I _{vs,s}	1,0000
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΝΑ ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ	0

Στον πίνακα επίσης περιλαμβάνονται οι τιμές για τον Δείκτη Ασφαλείας των Αυτοκινήτων (I_{vs,s}) και το συνολικό Κόστος της Ασφάλειας σε ένα τμήμα υπεραστικού αυτοκινητοδρόμου. Ο Δείκτης Ασφαλείας υπολογίζεται μέσω της σχέσης 3.31, λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των GG_S και gUKR_S, ενώ το Κόστος της Ασφάλειας υπολογίζεται μέσω της σχέσης 3.32. Τα δύο τελευταία μεγέθη είναι αυτά που χρησιμοποιεί ο χρήστης ως γνώμονα, για να αξιολογήσει την ασφάλεια ενός οδικού τμήματος. Ο τρόπος με τον οποίο αξιολογούνται αυτά τα μεγέθη έχει παρουσιαστεί στο κεφάλαιο 3.6.

5. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

5.1 Γενικά στοιχεία

Στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας διεξήχθη μια έρευνα, στην οποία μελετήθηκαν εργαλεία αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας που έχουν συνταχθεί σε τρεις χώρες του εξωτερικού. Η μεμονωμένη μελέτη του κάθε εργαλείου αποσκοπεί στο να κατανοηθεί σε βάθος η μέθοδος πρόβλεψης ατυχημάτων που ακολουθεί το καθένα και να αποκωδικοποιηθούν τα στατιστικά μοντέλα για τον υπολογισμό τους. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής, αποδόθηκαν στα ελληνικά τα εργαλεία και δομήθηκαν σε περιβάλλον excel οι αλγόριθμοι που υπολογίζουν τον αριθμό των ατυχημάτων ανά οδική ενότητα.

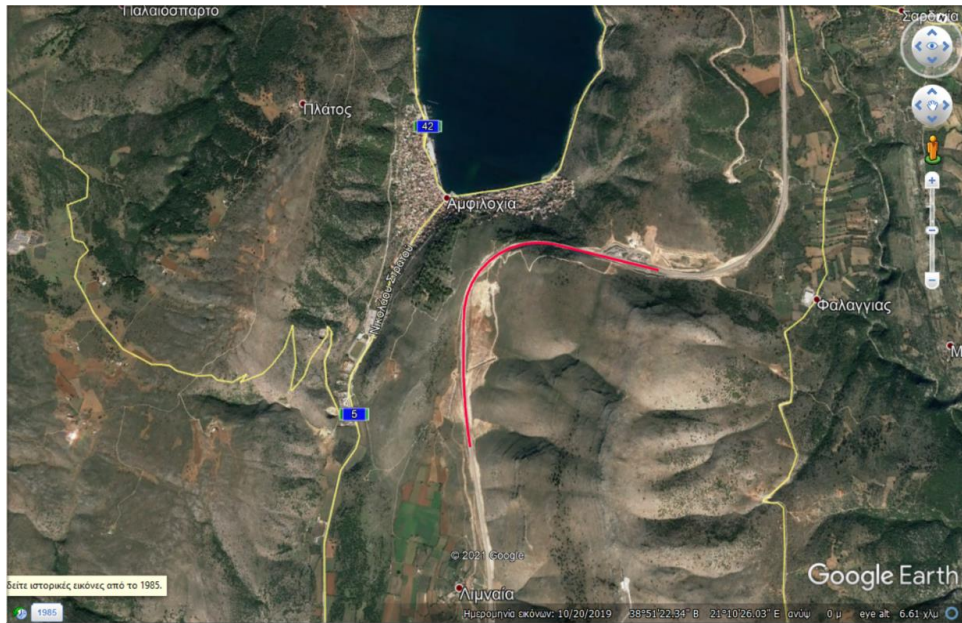
Σκοπός της εργασίας όμως δεν είναι μόνο το να αποδοθούν στα ελληνικά τα εργαλεία, αλλά και το να γίνει μια μεταξύ τους σύγκριση, ώστε να διαπιστωθεί ποιο από αυτά θα μπορούσε με μεγαλύτερη επιτυχία να χρησιμοποιηθεί σε κάποια μελέτη αξιολόγησης της ασφάλειας ενός ελληνικού δρόμου και να αποδώσει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση μεταξύ των εργαλείων, έγιναν δοκιμές με το κάθε εργαλείο στο excel. Οι δοκιμές αυτές (case studies) είναι ουσιαστικά η διαδοχική εφαρμογή της κάθε μεθόδου πρόβλεψης στο ίδιο οδικό τμήμα. Οι δοκιμές έγιναν χωριστά για τους υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους και για τους υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας, αφού οι μέθοδοι πρόβλεψης παρουσιάζουν διαφορές στους αλγόριθμους ανάλογα με την κατηγορία του δρόμου.

5.2 Δοκιμή αξιολόγησης της ασφάλειας σε τμήμα υπεραστικού αυτοκινητόδρομου

5.2.1 Γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία δοκιμαστικής ενότητας

Για τη δοκιμή ενός οδικού τμήματος αυτοκινητοδρόμου, επιλέχθηκε να αξιολογηθεί ένα τμήμα της Ιονίας Οδού και πιο συγκεκριμένα το τμήμα ανάντι της πόλης της Αμφιλοχίας. Δορυφορική απεικόνιση του τμήματος αυτού παρατίθεται στο σχήμα 5.1.



Σχήμα 5. 1: Δορυφορική απεικόνιση δοκιμαστικού οδικού τμήματος αυτοκινητοδρόμου Ιονίας Οδού

Το τμήμα του αυτοκινητόδρομου που αξιολογήθηκε έχει συνολικό μήκος 3000 m. Στο μήκος αυτό περιλαμβάνονται δύο ευθυγραμμίες και δύο καμπύλες. Στο αμερικανικό και στο δανικό εργαλείο, επειδή είναι δυνατό να υπολογισθούν συντελεστές ασφάλειας για πολλαπλές καμπύλες και ευθυγραμμίες, το μήκος αυτό εξετάζεται ως μια ενιαία ενότητα. Αντίθετο στο γερμανικό, όπου μπορεί να αξιολογηθεί μια ενότητα όταν περιέχει μόνο μια καμπύλη ή μια ευθυγραμμία, πρέπει να δημιουργηθούν τέσσερις υπο-ενότητες. Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση της κάθε υπο-ενότητας στη συνέχεια συνδυάζονται και προκύπτει η αξιολόγηση για την ενότητα συνολικά.

Με τη σειρά που συναντώνται, οι οριζοντιογραφικές καμπύλες της ενότητας και τα αντίστοιχα γεωμετρικά στοιχεία τους είναι:

- 1η καμπύλη: $R=4200$ m, $L=700$ m
- 2^η καμπύλη: $R=\infty$ (ευθεία – ακτίνα άπειρη), $L=280$ m
- 3^η καμπύλη: $R=600$ m, $L=1220$ m
- 4^η καμπύλη: $R=\infty$ (ευθεία – ακτίνα άπειρη), $L=800$ m

Όπου:

- R: η ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης
- L: το μήκος του κάθε οδικού στοιχείου

Τα στοιχεία της διατομής που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση, τα οποία παραμένουν σταθερά για όλο το μήκος της ενότητας (συνεπώς και όλων των υπο-ενότητων), είναι:

- Αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση 2 λωρίδες
- Πλάτος λωρίδας = 3,50 m
- Πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης (ΛΕΑ) = 2,50 m
- Πλάτος εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης = 0,95 m

- Πλάτος ερείσματος = 3,00 m
- Υλικό ερείσματος: Χαλίκι
- Πλάτος κεντρικής νησίδας = 0,60 m

Επιπλέον στοιχεία τα οποία ο χρήστης επίσης πρέπει να γνωρίζει για να διεξαγάγει μια αξιολόγηση της ασφάλειας με τα εργαλεία είναι:

- Απουσία φωτισμού σε όλο το μήκος
- Όριο ταχύτητας 100 km/h, όμως ο υπολογισμός γίνεται για τη λειτουργική ταχύτητα 120 km/h
- ΕΜΗΚ= 10000 οχήματα/ημέρα

Για το παραπάνω οδικό τμήμα, δε βρέθηκαν δεδομένα για τα καταγεγραμμένα ατυχήματα, συνεπώς δεν κατέστη δυνατό να γίνει ο υπολογισμός για το συντελεστή βαθμονόμησης που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3.1.3 και ο συντελεστής τέθηκε ίσος με 1,0. Τιμή συντελεστή βαθμονόμησης 1,0 συνεπάγεται πως δε γίνεται αναγωγή των αποτελεσμάτων, ώστε να προσαρμοσθούν στις ιδιαίτερες γεωγραφικές συνθήκες της Ελλάδας. Τα αποτελέσματα που επιστρέφει το λογισμικό είναι προσαρμοσμένα στην περιοχή των ΗΠΑ, όπου έγινε η αρχική στατιστική μελέτη του εργαλείου. Το γεγονός αυτό, όπως αποδεικνύεται και από το παράδειγμα της Ιταλίας όπου ο συντελεστής βαθμονόμησης ήταν κατά πολύ μικρότερος από τη μονάδα, σημαίνει πως το λογισμικό πιθανώς δε θα επιστρέφει αξιόπιστες τιμές για τα ατυχήματα σε ελληνικούς δρόμους, επειδή υπερ-εκτιμά τον αριθμό τους. Η πιθανή αυτή απόκλιση θα ληφθεί υπόψη κατά τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων.

5.2.2 Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο

Στο excel που περιλαμβάνει το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο, στο φύλλο «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ», εισήχθησαν οι τιμές των παραμέτρων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που δόθηκαν παραπάνω για την Ιονία Οδό. Ως όνομα δρόμου δόθηκε το «ionia test» και η ενότητα ονομάστηκε «92-95» .

Πριν γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων των εργαλείων, χρήσιμο είναι να γίνουν κάποιες παρατηρήσεις και επισημάνσεις για τα αποτελέσματα των δεικτών CMF και των συναρτήσεων SPF, οι οποίες εμφανίζονται στην καρτέλα «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ» του αρχείου excel «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Αυτοκινητοδρόμων (Αμερικανικό, Δανικό και Ελληνικό Εργαλείο)».

Οι δείκτες CMF που υπολογίζονται σε αυτό το φύλλο είναι αυτοί που, σε προηγούμενο κεφάλαιο, αναλύθηκαν για το κάθε εργαλείο. Είναι εύκολο ο χρήστης να διακρίνει ποιοι δείκτες αντιστοιχούν σε ποιο εργαλείο, ιδιαιτέρως αν γνωρίζει ποιες καθοριστικές παράμετροι συμπεριλαμβάνονται σε καθένα από αυτά. Για τους δείκτες για τις κοινές παραμέτρους (π.χ. πλάτος λωρίδας) είναι επίσης εύκολο να καταλάβει κάποιος σε ποιο εργαλείο ανήκουν, αφού τους αμερικανικούς δείκτες τους συνοδεύει η ένδειξη «HSM». Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα για όλους τους δείκτες που υπολογίζονται.

Πίνακας 5. 1: Δείκτες CMF για τα στοιχεία διατομής σε δοκιμαστικό αυτοκινητόδρομο

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ										
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ HSM	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ	ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΛΕΑ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΛΕΑ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΠΛΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ HSM
1,00	1,00	1,02	1,05	1,10	1,11	1,00	1,00	1,00	1,04	1,00

Πίνακας 5. 2: Δείκτες CMF για το φωτισμό σε δοκιμαστικό αυτοκινητόδρομο

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ+ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΟΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΝΕΚΡΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ HSM
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 5. 3: Δείκτες CMF για το όριο ταχύτητας σε δοκιμαστικό αυτοκινητόδρομο

ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΝΕΚΡΟΙ+ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)
0,86	0,97	0,72	0,89

Πίνακας 5. 4: Δείκτες CMF για την οριζοντιογραφία καμπυλών σε δοκιμαστικό αυτοκινητόδρομο

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ			
ΠΡΩΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΜΠΥΛΗ	ΤΡΙΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ
1,00	1,00	1,13	1,00

Πίνακας 5. 5: Δείκτες CMF για την οριζοντιογραφία κλάδων σε δοκιμαστικό αυτοκινητόδρομο

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΡΑΜΠΑΣ				
ΤΥΠΟΣ ΡΑΜΠΑΣ	ΠΡΩΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΡΩΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα, γίνονται κάποιες παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων.

Η πρώτη παρατήρηση είναι πως για αρκετές παραμέτρους, οι δείκτες CMF υπολογίζονται ίσοι με 1,0. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο ότι η τιμή αυτών των παραμέτρων για τη συγκεκριμένη ενότητα ταυτίζεται με την τιμή τους στις Συνθήκες Βάσης, είτε στο ότι οποιαδήποτε απόκλιση υπάρχει από τις Συνθήκες Βάσης, δεν έχει επίπτωση στην ασφάλεια, όπως στην περίπτωση κάποιων οριζοντιογραφικών καμπυλών. Οι παράμετροι, για τις οποίες οι CMF είναι μονάδα, είναι οι ακόλουθες.

- Στο **δανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - τον αριθμό λωρίδων (για 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση)
 - το μέσο πλάτος των λωρίδων (για πλάτος 3,50 m)

- το φωτισμό της οδού (για απουσία φωτισμού στο δρόμο, για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων)
 - την παραβίαση της ΛΕΑ (για ποσοστό παραβίασης ΛΕΑ 0%)
 - τις οριζοντιογραφικές καμπύλες 1, 2 και 4 (η καμπύλη 1 έχει ακτίνα μεγαλύτερη από 4000 m και οι καμπύλες 2 και 4 είναι ευθείες, άρα έχουν άπειρη ακτίνα)
 - τις οριζοντιογραφικές καμπύλες των κλάδων (διότι η οδική ενότητα που αξιολογείται είναι τμήμα ανοιχτής οδοποιίας)
- Στο **αμερικανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - το πλάτος ερείσματος (για πλάτος 3,0 m και για υλικό επίστρωσης χαλίκι)
 - το πλάτος της κεντρικής νησίδας (για πλάτος 0,60 m)
 - το φωτισμό της οδού (για απουσία φωτισμού στο δρόμο)

Για τα υπόλοιπα μεγέθη, οι CMF είναι διάφοροι του 1,0. Από την εξέταση των αποτελεσμάτων γίνονται οι ακόλουθες παρατηρήσεις για τους διάφορους δείκτες.

- Στο **δανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - το πλάτος της εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης (για πλάτος 2,50 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 3,0 m).
Η τιμή του δείκτη για ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 1,05 και με υλικές ζημιές 1,10, που σημαίνει πως για αυτή την τιμή της παραμέτρου τα ατυχήματα αυξάνονται κατά 5% και 10% αντίστοιχα για την κάθε κατηγορία σοβαρότητας.
 - το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης (για πλάτος 0,95 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 0,50 m).
Η τιμή του δείκτη είναι 1,11 για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, που σημαίνει πως, για αυτή την τιμή της παραμέτρου, τα ατυχήματα αυξάνονται κατά 11%.
 - το πλάτος της κεντρικής νησίδας (για πλάτος 0,60 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 5,50 m).
Η τιμή του δείκτη είναι 1,04 για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, που σημαίνει πως, για αυτή την τιμή της παραμέτρου, τα ατυχήματα αυξάνονται κατά 4%. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως, ενώ η απόκλιση από τις Συνθήκες Βάσης είναι σημαντική, ο CMF είναι σχετικά μικρός. Άρα, για το δανικό εγχειρίδιο, το πλάτος της κεντρικής νησίδας δεν είναι ιδιαίτερα καθοριστικό για την ασφάλεια ή ο συγκεκριμένος δείκτης δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστος. Πρέπει, συνεπώς, στην αξιολόγηση της ασφάλειας να ληφθεί υπόψη και η τιμή της τυπικής απόκλισης και τα αντίστοιχα διαστήματα εμπιστοσύνης του δείκτη (τα οποία όμως δε μπορούν να υπολογισθούν καθώς δεν είναι γνωστή η τιμή του τυπικού σφάλματος).
 - το όριο ταχύτητας (για ταχύτητα 120 km/h έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 130 km/h).
Η τιμή του δείκτη διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχημάτων. Για ατυχήματα με τραυματισμούς ο δείκτης είναι 0,86 (που σημαίνει μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 14%), για ατυχήματα με υλικές ζημιές είναι 0,97 (που σημαίνει μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 3%), για ατυχήματα

με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες είναι 0,72 (που σημαίνει μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά σχεδόν 30%) και για ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες είναι 0,89 (που συνεπάγεται μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 11%). Από αυτές τις τιμές των CMF, συμπεραίνεται πως η ταχύτητα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό καθοριστικό παράγοντα της ασφάλειας και η μείωση του ορίου ταχύτητας οδηγεί σε σημαντική μείωση των ατυχημάτων για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας.

- την οριζοντιογραφική καμπύλη 3 (η καμπύλη αυτή έχει ακτίνα μικρότερη από 4000 m).
Ο CMF έχει τιμή 1,13, που σημαίνει αύξηση των ατυχημάτων κατά 13%. Το ποσοστό αύξησης αυτό είναι αρκετά σημαντικό και συνάδει με το γεγονός ότι η οριζοντιογραφία επηρεάζει σημαντικά την ασφάλεια.
- Στο **αμερικανικό** εργαλείο, ο δείκτης που αφορούν:
 - το μέσο πλάτος των λωρίδων (για πλάτος 3,50 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 3,60 m).
Η τιμή του δείκτη είναι 1,02 για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, που σημαίνει πως για αυτή την τιμή της παραμέτρου τα ατυχήματα αυξάνονται κατά 2%, το οποίο είναι αναμενόμενο για μια τόσο μικρή απόκλιση από την τιμή Βάσης.

Στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αμερικανικών CMF που έγινε παραπάνω δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν τα διαστήματα εμπιστοσύνης που αντιστοιχούν σε κάθε δείκτη CMF, επειδή δεν κατέστη δυνατό να βρεθεί η τιμή του τυπικού σφάλματος για τους δείκτες στην βιβλιογραφία. Η εφαρμογή, ωστόσο, πραγματοποιήθηκε με σκοπό να γίνουν παρατηρήσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα για τον τρόπο λειτουργίας των εργαλείων, και όχι να αξιολογηθεί αξιόπιστα η ασφάλεια του οδικού τμήματος, συνεπώς, όποια απόκλιση υπάρχει εξαιτίας του τυπικού σφάλματος δε λήφθηκε υπόψη. Σε «πραγματικές» μελέτες αξιολόγησης ασφάλειας όμως, ο χρήστης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του την τυπική απόκλιση, ειδικά στις περιπτώσεις που η τιμή κάποιας παραμέτρου αποκλίνει σημαντικά από την τιμή αυτής της παραμέτρου σε Συνθήκες Βάσης.

Στην καρτέλα «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ» δίνονται επίσης οι τιμές των SPF για το δανικό και το αμερικανικό εργαλείο, όπως αυτές προκύπτουν από τις αντίστοιχες συναρτήσεις του κάθε εργαλείου για υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους. Οι πρώτες εκτιμήσεις για τα ατυχήματα, για τις διάφορες κατηγορίες σοβαρότητας, δίνονται στους πίνακες 5.6 και 5.7.

Πίνακας 5. 6: Αποτελέσματα από τις δανικές συναρτήσεις SPF για αυτοκινητόδρομο

SPFs ΔΑΝΙΚΟ						
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ (ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ (ΟΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ)	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
0,078	0,100	0,218	0,008	0,052	0,069	1999-2012

Πίνακας 5. 7: Αποτελέσματα από τις αμερικανικές συναρτήσεις SPF για αυτοκινητόδρομο

SPFs HSM										
ΣΥΝΟΛΟ					ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ					ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
a	b	c	SPF	k	a	b	c	SPF	k	ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ
-9,025	1,049	1,549	3,522	0,114	-8,837	0,958	1,687	1,838	0,099	1,00

Οι τιμές των SPF από το κάθε εργαλείο παρουσιάζουν ενδιαφέρον, καθώς τα αποτελέσματα που δίνουν τα δύο εργαλεία έχουν ένα σημαντικό αριθμητικό χάσμα. Η απόκλιση μεταφέρεται και στα τελικά αποτελέσματα για τα ατυχήματα, αυτά δηλαδή που προκύπτουν μετά την εφαρμογή των CMF και του συντελεστή βαθμονόμησης. Τα τελικά αποτελέσματα για το δανικό, το αμερικανικό και το ελληνικό εργαλείο από την καρτέλα «ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ» δίνονται στους πίνακες 5.8, 5.9 και 5.10.

Πίνακας 5. 8: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το δανικό εργαλείο για αυτοκινητόδρομο

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΔΑΝΙΚΟ								
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΚΑΤ/ΝΕΣ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ ΌΧΙ ΚΑΤ/ΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
0,264	0,415	0,906	1,585	0,023	0,148	0,239	0,410	69650

Πίνακας 5. 9: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το αμερικανικό εργαλείο για αυτοκινητόδρομο

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ HSM							
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ	
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ			
3,522	1,873	0,094	0,094	1,685	1,649	188627	

Πίνακας 5. 10: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το ελληνικό εργαλείο για αυτοκινητόδρομο

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ						
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		
4,030	2,103	0,105	0,105	1,893	1,926	211980

Οι παραπάνω πίνακες περιέχουν τις εκτιμήσεις του αριθμού των ατυχημάτων, αλλά και την αντίστοιχη κοστολόγηση τους, όπως προκύπτουν από το κάθε εργαλείο.

Τα αποτελέσματα από τα τρία εργαλεία μπορούν να συγκριθούν, σε κάποιο βαθμό, μεταξύ τους. Μπορεί δηλαδή να παρατηρηθεί πως το δανικό εργαλείο, αποκλίνει σημαντικά στον αριθμό των ατυχημάτων, και συνεπώς στο κόστος, από τα άλλα δύο. Το αμερικανικό και το ελληνικό εργαλείο βρίσκονται πιο κοντά σε τιμές, το οποίο είναι αναμενόμενο αφού

χρησιμοποιούν τις ίδιες συναρτήσεις SPF για να κάνουν την πρόβλεψη. Ο αριθμός των ατυχημάτων και το κόστος που υπολογίζουν είναι αριθμοί ίδιας τάξης. Το ελληνικό εργαλείο υπολογίζει μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων από το αμερικανικό, διότι χρησιμοποιεί μεγαλύτερο πλήθος παραμέτρων για να εξετάσει την οδική ασφάλεια του δρόμου, συνεπώς ο συνολικός συντελεστής CMF είναι μεγαλύτερος.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δε μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους, σε σχέση με το ποιο από αυτά προσεγγίζει καλύτερα τον πραγματικό αριθμό ατυχημάτων στο εξεταζόμενο τμήμα δρόμου. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός, δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία καταγραφής ατυχημάτων, πάνω στα οποία βασίζεται μια σύγκριση, και αφετέρου, διότι και να υπήρχαν αυτά τα στοιχεία, κανένα από τα τρία εργαλεία δεν είναι σωστά βαθμονομημένο στα ελληνικά δεδομένα. Το δανικό εργαλείο χρησιμοποιεί SPF που έχουν βαθμονομηθεί για τους δανικούς δρόμους, ενώ στο αμερικανικό και στο ελληνικό εργαλείο, όπου δίνεται η δυνατότητα βαθμονόμησης των αποτελεσμάτων, δε κατέστη δυνατό να βρεθεί κάποιος αξιόπιστος συντελεστής βαθμονόμησης για τον ελληνικό χώρο.

Στη συνέχεια, θα αναλυθούν και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το γερμανικό εργαλείο.

5.2.3 Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το γερμανικό εργαλείο

Στο γερμανικό εργαλείο, οι πίνακες για την εύρεση των βασικών μεγεθών της δοκιμαστικής ενότητας της Ιονίας Οδού συμπληρώθηκαν με βάση τους πίνακες του γερμανικού εγχειριδίου που δόθηκαν στο κεφάλαιο 3.5.

Ο δρόμος περιλαμβάνει δύο καμπύλες και δύο ευθυγραμμίες, συνεπώς χωρίστηκε σε τέσσερις υπο-ενότητες, ώστε κάθε υπο-ενότητα να περιλαμβάνει μόνο μια από τις καμπύλες – ευθείες. Οι πίνακες για το Προσαρμοσμένο Κόστος κάθε υπο-ενότητας συμπληρώθηκαν με τις τιμές που φαίνονται στους πίνακες 5.11 και 5.12.

Πίνακας 5. 11: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικής υπο-ενότητας αυτοκινητοδρόμου 1 και 2

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	g_{UKRT}	16,67
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	Bg_{UKRT}	13,20
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f, kh	1,22
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f, v_{zul}	0,90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f, DTV	1,15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f, psv	1,00
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	LT	700,00

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	g_{UKRT}	13,66
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	Bg_{UKRT}	13,20
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f, kh	1,00
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f, v_{zul}	0,90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f, DTV	1,15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f, psv	1,00
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 2 (m)	LT	280,00

Πίνακας 5. 12: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικής υπο-ενότητας αυτοκινητοδρόμου 3 και 4

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	16,67
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T	13,20
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1,22
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,dTV	1,15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f,psv	1,00
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 3 (m)	LT	1220,00

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 4		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKR _T	13,66
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKR _T	13,20
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1,00
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,dTV	1,15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ Β.Ο	f,psv	1,00
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 4 (m)	LT	800,00

Συνεπώς, το Προσαρμοσμένο Κόστος για την Ενότητα με βάση τα στοιχεία που συμπληρώθηκαν για την ΕΜΗΚ και το συνολικό μήκος προέκυψε ως:

Πίνακας 5. 13: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικής ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (m)	LS	3000
	ΕΜΗΚ (οχήματα/ημέρα)	DTVR _i	10000
	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (€/1000 οχηματοχλμ)	gUKR _s	15,586

Στη συνέχεια, συμπληρώθηκαν οι πίνακες με τους συντελεστές αναγωγής για τις διάφορες γραμμικές και σημειακές αποκλίσεις από τους κανονισμούς των RAA. Η Ιονία Οδός κατασκευάστηκε πολύ πρόσφατα, ακολουθώντας πιστά τα πρότυπα των κανονισμών, συνεπώς δεν είναι έκπληξη το ότι δε παρατηρείται καμία απόκλιση και ότι όλοι οι συντελεστές αναγωγής και στις 4 υπο-ενότητες έχουν τιμή 1,0.

Πίνακας 5. 14: Γραμμικοί Δείκτες Προσαρμογής δοκιμαστικής ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
		GWD	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $7 \leq B < 7,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 7$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,5 \leq B < 7$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,25 \leq B < 6,75$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $10 \leq B < 10,75$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 10$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $9,25 \leq B < 10$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 9,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $13,5 \leq B < 14,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 13,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $12,5 \leq B < 13,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 12,5$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,75$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,50$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $2,5 \leq B < 3$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 2,5$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $2,25 \leq B < 2,5$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 2,25$ m			1,00
ΑΠΟΥΣΙΑ ΠΛΑΓΙΩΝ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΩΝ			1,00	
ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00	
ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00	

Πίνακας 5. 15: Σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής δοκιμαστικής ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		fd	ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	fz
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΑΚΤΙΝΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ $R < \min R$			1,00
	ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΓΙΑ $R < \min R$ ΚΑΙ ΜΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ $V_{\text{επιτρ}}$ ΣΤΗ ΒΡΟΧΗ			1,00
	ΑΚΤΙΝΑ $R < 3000$ m ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ($L > 500$ m)			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ $S >$ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ $\max S$			1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ $q < 2,5\%$			1,00
	ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ < ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) $s < 1,0\%$			1,00
	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ < ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ			1,00
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00

Οι Δείκτες Επικινδυνότητας για τις υπο-ενότητες 1 έως 4 δίνονται στον πίνακα 5.16.

Πίνακας 5. 16: Αποτελέσματα για το Δείκτη Επικινδυνότητας των δοκιμαστικών υπο-ενότητων αυτοκινητοδρόμου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGT	16,66764	13,662	16,66764	13,662
--	----------	--------	----------	--------

Τα τελικά στοιχεία για το Δείκτη Επικινδυνότητας της όλης ενότητας, καθώς και ο Δείκτης Ασφαλείας των Αυτοκινήτων και το Κόστος των ατυχημάτων δίνονται στον πίνακα 5.17.

Πίνακας 5. 17: Αποτελέσματα για τα βασικά μεγέθη της δοκιμαστικής ενότητας αυτοκινητοδρόμου

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGS (€/1000 οχηματοχλμ)	15,59
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ivs,s	1
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΝΑ ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ (€)	247461

Για το γερμανικό εργαλείο, οι τιμές των αποτελεσμάτων που μπορούν να συγκριθούν με τα πραγματικά δεδομένα για τα ατυχήματα είναι ακόμα πιο περιορισμένες σε σχέση με τα άλλα εργαλεία. Ο Δείκτης Ασφάλειας Αυτοκινήτων αφορά το ποσοστό της ασφάλειας που παρέχει ο δρόμος που εξετάζεται σε σχέση με τον αντίστοιχο δρόμο που έχει κατασκευασθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές των RAA. Το τμήμα της οδού που εξετάζεται δεω παρουσιάζει καμία απόκλιση στις διάφορες παραμέτρους από τις προδιαγραφές των κανονισμών, συνεπώς είναι λογικό η τιμή του δείκτη Ivs,s να είναι ίση με 1,0.

Αντίστοιχα, ο Δείκτης Επικινδυνότητας της ενότητας δίνει το κόστος ατυχημάτων ανά 1000 οχηματοχιλιόμετρα, ωστόσο η τιμή του έχει υπολογισθεί χρησιμοποιώντας τις τιμές για τα ατυχήματα που ισχύουν στη Γερμανία, οι οποίες αποκλίνουν σημαντικά από τις αντίστοιχες ελληνικές τιμές. Παρομοίως, για το συνολικό κόστος ατυχημάτων για όλη την ενότητα, οι τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί αφορούν τη Γερμανία. Μια ποιοτική σύγκριση με το κόστος ατυχημάτων των άλλων εργαλείων, δείχνει πως η γερμανική κοστολόγηση αποκλίνει σημαντικά από τη δανική και πλησιάζει αρκετά την αμερικανική και την ελληνική. Ως απόλυτη τιμή, το συνολικό κόστος ατυχημάτων σύμφωνα με το γερμανικό εργαλείο είναι μικρότερο και από τα δύο, ανήκει όμως στην ίδια τάξη αριθμών.

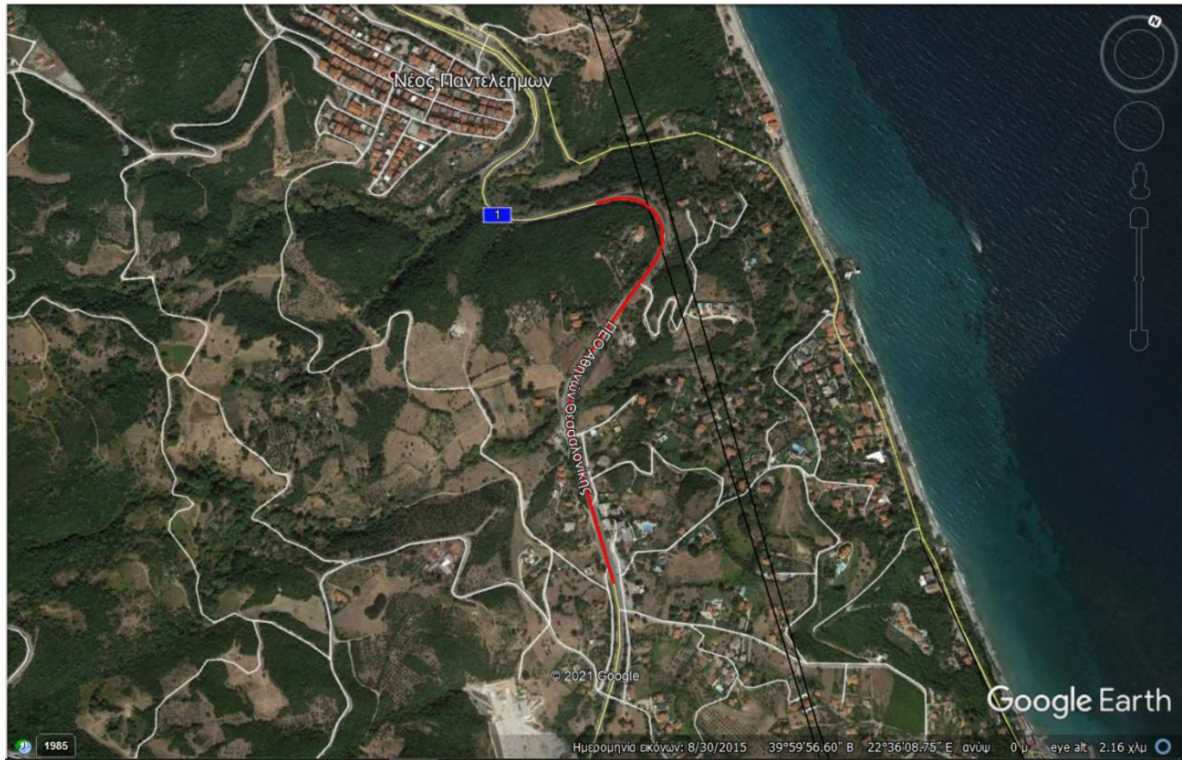
Από την τελευταία παρατήρηση για την κοστολόγηση, θα μπορούσε πιθανώς να θεωρηθεί πως το αμερικανικό, το γερμανικό και το ελληνικό εργαλείο, εφόσον φαίνονται να εξάγουν κοντινά αποτελέσματα, είναι πιο αξιόπιστο να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της οδικής ασφάλειας σε τμήματα υπεραστικών αυτοκινητοδρόμων του ελληνικού οδικού δικτύου.

Τα τελικά συμπεράσματα επί της αξιοπιστίας του κάθε εργαλείου για χρήση του στην αξιολόγηση της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου δίνονται στο επόμενο κεφάλαιο.

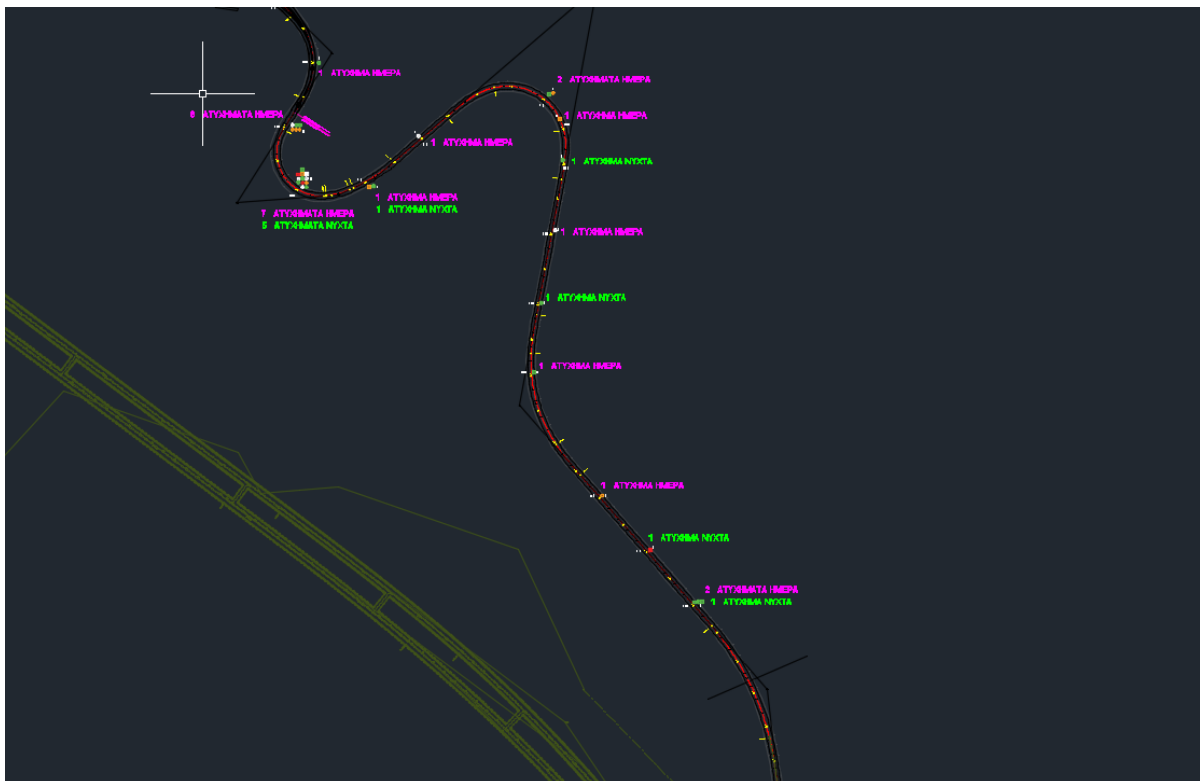
5.3 Δοκιμή αξιολόγησης της ασφάλειας σε τμήμα υπεραστικής οδού δύο λωρίδων

5.3.1 Γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία δοκιμαστικής ενότητας

Για τη δοκιμή οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας, επιλέχθηκε ένα τμήμα της Εθνικής Οδού Αθηνών – Θεσσαλονίκης στην περιοχή του Πλαταμώνα. Το οδικό τμήμα έχει μήκος 1000 m. Το τμήμα που αξιολογήθηκε φαίνεται σε δορυφορική εικόνα, καθώς και σε περιβάλλον AutoCAD, στα σχήματα 5.2 και 5.3.



Σχήμα 5. 2: Δορυφορική απεικόνιση υπεραστικού δοκιμαστικού οδικού τμήματος Εθνικής Οδού



Σχήμα 5. 3: Υπεραστικό δοκιμαστικό οδικό τμήμα Εθνικής Οδού σε AutoCAD

Το οδικό τμήμα περιέχει δύο τμήματα ευθυγραμμίας και δύο τμήματα με οριζόντιες καμπύλες.

Με τη σειρά που συναντώνται, οι οριζοντιογραφικές καμπύλες της ενότητας και τα αντίστοιχα γεωμετρικά στοιχεία τους είναι:

- 1η καμπύλη: $R=\infty$ (ευθεία – ακτίνα άπειρη), $L=280$ m, $\Delta q=0$
- 2η καμπύλη: $R=210$ m, $L=250$ m, $\Delta q=0$
- 3η καμπύλη: $R=\infty$ (ευθεία– ακτίνα άπειρη), $L=200$ m, $\Delta q=0$
- 4η καμπύλη: $R=81$ m, $L=270$ m, $\Delta q=0$

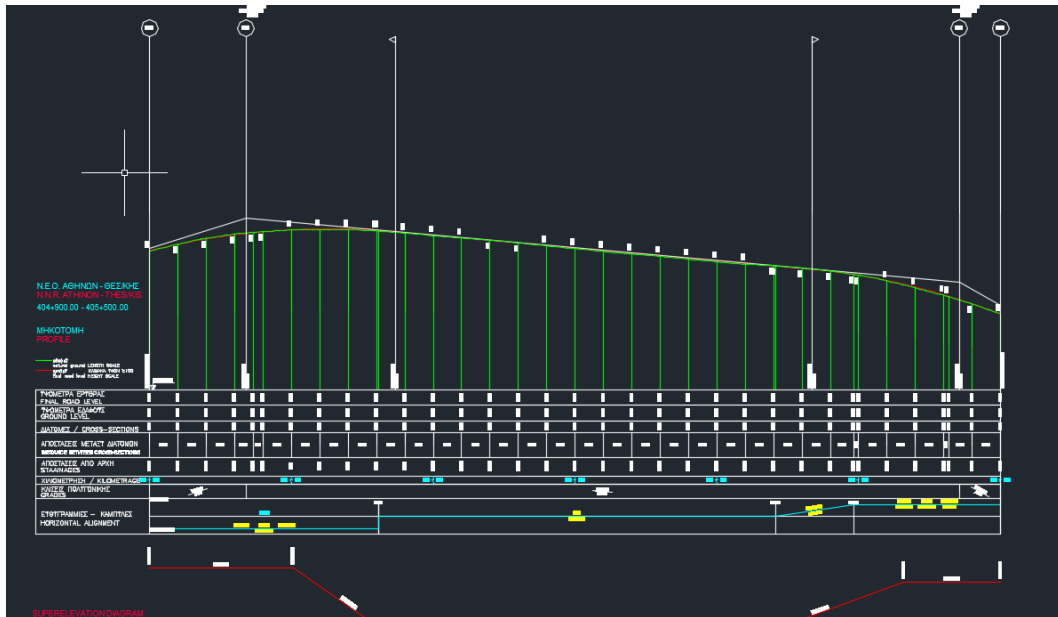
Όπου:

- R =η ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης
- L = το μήκος του κάθε οδικού στοιχείου
- Δq = είναι η διαφορά της εφαρμοσθείσας επίκλισης σε σχέση με την απαιτούμενη (σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις που η εφαρμοσθείσα επίκλιση είναι μεγαλύτερη ή ίση με την απαιτούμενη η τιμή Δq λαμβάνει την τιμή 0)

Τα στοιχεία της διατομής που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση, τα οποία παραμένουν σταθερά για όλο το μήκος της ενότητας είναι:

- Πλάτος λωρίδας = 3,50 m
- Πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης = 2,50 m (η λωρίδα αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται καταχρηστικά ως λωρίδα κυκλοφορίας, αλλά στην παρούσα ανάλυση θα θεωρηθεί πως δε χρησιμοποιείται για αυτό το σκοπό)
- Πλάτος ερείσματος = 2,00 m
- Υλικό ερείσματος: Χαλίκι
- Απουσία διαχωριστικής νησίδας ανάμεσα στις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας
- Απουσία λωρίδας προσπέρασης

Στοιχεία της μηκοτομής που επίσης χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης είναι μια κατακόρυφη καμπύλη που εντοπίζεται λίγο πριν τη Χ.Θ 405+900 m και φαίνεται στο σχήμα 5.4.



Σχήμα 5. 4: Στιγμιότυπο της μηκοτομής της οδού στη Χ.Θ 405+900 m

Η κατακόρυφη καμπύλη:

- Είναι κυρτή
- Έχει μήκος $2 \cdot T = 207$ m
- Ακτίνα της οριζόντιας καμπύλης στην οποία αντιστοιχεί είναι $R = 210$ m
- Η κλίση στην αρχή της κατακόρυφης καμπύλης είναι ίση με $S = -0,90\%$ και στο τέλος της $S = -5,50\%$

Επιπλέον στοιχεία τα οποία ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει για να γίνει η αξιολόγηση της ασφάλειας με τα εργαλεία είναι:

- Αριθμός προσβάσεων 2 προσβάσεις/km
- Μέγιστη κατά μήκος κλίση $S_{max} = 5,5\%$
- Απουσία ποδηλατοδρόμου
- Απουσία φωτισμού
- Όριο ταχύτητας 50 km/h, όμως θα ληφθεί υπόψη η λειτουργική ταχύτητα 70 km/h
- ΕΜΗΚ= 4000 οχήματα/ημέρα

Σημειώνεται πως ο συντελεστής βαθμονόμησης τέθηκε ίσος με 1,0. Για το εξεταζόμενο οδικό τμήμα δε βρέθηκαν δεδομένα για τα καταγεγραμμένα ατυχήματα, συνεπώς δεν κατέστη δυνατό να γίνει ο υπολογισμός που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3.2.3. Η τιμή 1,0 για το συντελεστή συνεπάγεται πως οι ιδιαίτερες γεωγραφικές συνθήκες που επικρατούν στην Εθνική Οδό είναι ίδιες με τις αμερικανικές, για τις οποίες υπολογίσθηκαν οι SPF. Κάτι τέτοιο φυσικά δεν είναι λογικό να συμβαίνει, λόγω των έντονων διαφορών (γεωγραφικών, κυκλοφοριακών, κλπ.) ανάμεσα στις ΗΠΑ και την Ελλάδα, ωστόσο η αδυναμία προσαρμογής των αποτελεσμάτων θα ληφθεί υπόψη στη διαδικασία αξιολόγησης των αποτελεσμάτων που θα γίνει στη συνέχεια.

5.3.2 Παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων για το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο

Στο excel που περιλαμβάνει το αμερικανικό, το δανικό και το ελληνικό εργαλείο, στο φύλλο «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ», εισήχθη οι τιμές των παραμέτρων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που δόθηκαν παραπάνω για την Εθνική Οδό. Ως όνομα δρόμου δόθηκε το «ethniki test» και η ενότητα ονομάστηκε «55-56» .

Πριν γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων των εργαλείων, χρήσιμο είναι να γίνουν κάποιες παρατηρήσεις και επισημάνσεις για τα αποτελέσματα των δεικτών CMF και των συναρτήσεων SPF, τα οποία εμφανίζονται στην καρτέλα «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ» του αρχείου «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Υπεραστικών Οδών Δύο Λωρίδων Κυκλοφορίας (Αμερικανικό, Δανικό και Ελληνικό Εργαλείο)».

Οι δείκτες CMF που υπολογίζονται σε αυτό το φύλλο είναι αυτοί που σε προηγούμενο κεφάλαιο αναλύθηκαν για το κάθε εργαλείο. Είναι εύκολο ο χρήστης να διακρίνει ποιό δείκτης αντιστοιχούν σε ποιό εργαλείο, ιδιαιτέρως αν γνωρίζει ποιές καθοριστικές παράμετροι συμπεριλαμβάνονται στο καθένα από αυτά. Για τους δείκτες των κοινών παραμέτρων (π.χ. πλάτος λωρίδας) είναι επίσης εύκολο να καταλάβει κάποιος σε ποιό εργαλείο ανήκουν, αφού τους αμερικανικούς δείκτες τους συνοδεύει η ένδειξη «HSM». Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα αποτελέσματα για όλους τους δείκτες που υπολογίζονται.

Πίνακας 5. 18: Δείκτες CMF για τα στοιχεία διατομής σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ									
ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ HSM	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ (ΛΕΑ) (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	ΥΛΙΚΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ	ΕΡΕΙΣΜΑ HSM	ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΥΠΑΡΞΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΥΠΑΡΞΗ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ HSM
1,00	1,02	0,81	1,00	0,96	1,02	0,98	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 5. 19: Δείκτες CMF για τα στοιχεία οριζοντιογραφίας σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ											
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ 1 HSM	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗΣ 1	ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ 1 (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ 2	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗΣ 2	ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ 2 (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ 3 HSM	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗΣ 3 HSM	ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ 3 (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ 4 HSM	ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗΣ 4 HSM	ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑ 4 (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)
1,00	1,00	1,10	1,43	1,00	1,40	1,00	1,00	1,10	2,12	1,00	1,40

Πίνακας 5. 20: Δείκτες CMF για τα στοιχεία μηκοτομής σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ			
ΠΡΩΤΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΝΕΚΡΟΙ+ΣΟΒΑΡΑ+ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΠΡΩΤΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΝΕΚΡΟΙ+ΣΟΒΑΡΑ+ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΔΕΥΤΕΡΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)
1,40	1,19	1,00	1,00

Πίνακας 5. 21: Δείκτες CMF για επιπλέον στοιχεία σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΜ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΒΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΜ HSM	ΚΛΙΣΗ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΚΛΙΣΗ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΚΛΙΣΗ HSM
1,16	1,05	1,19	1,07	1,10

Πίνακας 5. 22: Δείκτες CMF για το φωτισμό δρόμου σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ						
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΝΕΚΡΟΙ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΔΡΟΜΟΥ HSM	ΥΠΑΡΞΗ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΥ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 5. 23: Δείκτες CMF για το όριο ταχύτητας σε δοκιμαστική οδό δύο λωρίδων

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				
ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΝΕΚΡΟΙ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)	ΟΡΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ)
0,93	0,93	0,81	0,85	0,94

Εξετάζονται τα αποτελέσματα και γίνονται κάποιες παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων.

Η πρώτη παρατήρηση είναι πως για αρκετές παραμέτρους οι δείκτες CMF υπολογίζονται ίσοι με 1,0. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο ότι η τιμή αυτών των παραμέτρων για την εξεταζόμενη ενότητα ταυτίζεται με την τιμή τους στις Συνθήκες Βάσης, είτε στο ότι οποιαδήποτε απόκλιση από τις Συνθήκες Βάσης υπάρχει, δεν έχει κάποια επιρροή στην ασφάλεια (όπως στην περίπτωση της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης). Οι παράμετροι, για τις οποίες ο CMF είναι μονάδα, είναι οι ακόλουθες.

- Στο **δανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - το μέσο πλάτος των λωρίδων (για πλάτος 3,50 m)
 - το πλάτος της εξωτερικού ερείσματος (για πλάτος 2,00 m)
 - την ύπαρξη κεντρικής νησίδας (για απουσία διαχωριστικής κεντρικής νησίδας ανάμεσα στις δύο κατευθύνσεις), για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές
 - του φωτισμού της οδού (για απουσία φωτισμού στο δρόμο, για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων)
 - την ύπαρξη ποδηλατοδρόμου (για απουσία ποδηλατοδρόμου), για ατυχήματα με τραυματισμούς.
- Στο **αμερικανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - την ύπαρξη λωρίδας προσπέρασης (για απουσία λωρίδας προσπέρασης)
 - τις οριζοντιογραφικές καμπύλες 1 και 3 (και οι δύο καμπύλες είναι ευθείες)
 - την απόκλιση της επίκλισης και για τις 4 καμπύλες (δε παρατηρείται σε καμία καμπύλη απόκλιση από την τιμή της επίκλισης που ορίζεται από τους κανονισμούς)
 - το φωτισμό της οδού (για απουσία φωτισμού στο δρόμο).
- Στους δείκτες που αντλήθηκαν από το **Clearinghouse**, οι δείκτες που αφορούν:

- τη δεύτερη κατακόρυφη καμπύλη (στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα δεν υπάρχει δεύτερη κατακόρυφη καμπύλη, συνεπώς τα κελιά με τα στοιχεία της δεύτερης καμπύλης δε συμπληρώθηκαν).

Για τα υπόλοιπα μεγέθη, οι CMF είναι διάφοροι του 1,0. Διατρέχοντας τα αποτελέσματα γίνονται οι ακόλουθες παρατηρήσεις για τους διάφορους δείκτες.

- Στο **δανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - το πλάτος της εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης (για πλάτος 2,50 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 0,50 m).
Η τιμή του δείκτη για ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 0,81, που σημαίνει πως για αυτή την τιμή της παραμέτρου τα ατυχήματα μειώνονται κατά σχεδόν 20%, υπό την προϋπόθεση ότι η λωρίδα δε χρησιμοποιείται ως λωρίδα κυκλοφορίας οχημάτων, αλλά ως ΛΕΑ. Η σημαντική αυτή μείωση των ατυχημάτων οφείλεται στο ότι η τιμή του πλάτους στην ενότητα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής σε Συνθήκες Βάσης.
 - την ελικτότητα των οριζόντιων καμπυλών και για τις 4 οριζόντιες καμπύλες της ενότητας (για ελικτότητα 0,06 grad/m στις καμπύλες 1 και 3 και 303,3 grad/m στις καμπύλες 2 και 4 έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 10 grad/m).
Η τιμή του δείκτη για τα ευθεία τμήματα είναι 1,10, υποδηλώνοντας αύξηση ατυχημάτων κατά 10%, και για τις δύο καμπύλες είναι 1,40, υποδηλώνοντας αύξηση των ατυχημάτων κατά 40%. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν και πάλι το συμπέρασμα ότι η οριζοντιογραφία επηρεάζει έντονα την οδική ασφάλεια και συνάδουν με το γεγονός ότι οι ακτίνες των καμπυλών είναι αρκετά μικρές, συνεπώς λιγότερο ασφαλείς.
 - την πυκνότητα προσβάσεων ανά km (για 2 προσβάσεις/km έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 0 προσβάσεις/km).
Η τιμή του δείκτη CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 1,16, που συνεπάγεται αύξηση των ατυχημάτων κατά 16%. Εφόσον η τιμή Συνθηκών Βάσης είναι 0 προσβάσεις/km, οποιαδήποτε τιμή μεγαλύτερη από αυτή θα οδηγήσει σε αύξηση των ατυχημάτων.
 - τη μέγιστη κλίση (για κλίση 5,5% έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 2%).
Η τιμή του δείκτη CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 1,19 και με υλικές ζημιές είναι 1,07, που συνεπάγεται αύξηση των ατυχημάτων κατά 19% και 7% αντίστοιχα για τις δύο κατηγορίες σοβαρότητας. Εφόσον η τιμή Συνθηκών Βάσης είναι 2%, είναι αναμενόμενο οποιαδήποτε τιμή μεγαλύτερη από 2% να οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων.
 - το όριο ταχύτητας (λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργική ταχύτητα 70 km/h έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 80 km/h).
Η τιμή του δείκτη ποικίλει ανάλογα με την κατηγορία σοβαρότητας ατυχημάτων. Για ατυχήματα με τραυματισμούς και με υλικές ζημιές ο δείκτης είναι 0,93 (που συνεπάγεται μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 7%), για ατυχήματα με νεκρούς είναι 0,81 (που συνεπάγεται μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά σχεδόν 20%), για ατυχήματα με σοβαρά τραυματίες είναι 0,85 (που συνεπάγεται

μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 15%) και για ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες είναι 0,94 (που συνεπάγεται μείωση των ατυχημάτων με τραυματισμούς κατά 6%). Από αυτές τις τιμές για τους CMF, συμπεραίνεται πως η ταχύτητα αποτελεί έναν σημαντικό καθοριστικό παράγοντα της ασφάλειας και η μείωση του ορίου ταχύτητας οδηγεί σε σημαντική μείωση των ατυχημάτων σε όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας, ειδικά στα ατυχήματα με νεκρούς και σοβαρά τραυματίες.

- Στο **αμερικανικό** εργαλείο, οι δείκτες που αφορούν:
 - το πλάτος της λωρίδας (για πλάτος 3,50 m έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 3,60 m). Η τιμή του δείκτη είναι 1,02 για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, που σημαίνει πως για αυτή την τιμή της παραμέτρου τα ατυχήματα αυξάνονται κατά 2%, το οποίο είναι λογικό για μια τόσο μικρή απόκλιση από την τιμή Βάσης.
 - το πλάτος του ερείσματος (για πλάτος 2,0 m και όταν το υλικό επίστρωσης είναι χαλίκι έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης ερείσματος με πλάτος 1,80 m). Η τιμή του δείκτη είναι 0,98 για όλες τις κατηγορίες σοβαρότητας ατυχημάτων, που σημαίνει πως για αυτή την τιμή της παραμέτρου τα ατυχήματα μειώνονται κατά 2%, το οποίο είναι λογική απόρροια της μικρής διαπλάτυνσης που έγινε στο έρεισμα σε σχέση με τη Συνθήκη Βάσης.
 - τις οριζοντιογραφικές καμπύλες 2 και 4 από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω. Και οι δύο καμπύλες έχουν πολύ μικρή ακτίνα, συνεπώς θεωρούνται λιγότερο ασφαλείς από τις καμπύλες με μεγαλύτερες ακτίνες.
Οι δείκτες CMF έχουν τιμή 1,43 και 2,12 αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές είναι προφανώς πολύ μεγάλες. Ιδιαίτερα για την καμπύλη 4, η τιμή του CMF δείχνει μια αύξηση των ατυχημάτων κατά 110%, για μια καμπύλη με $R=81$ m. Η τιμή αυτή προφανώς θα επηρεάσει πολύ έντονα τις τελικές τιμές των ατυχημάτων.
 - την πυκνότητα προσβάσεων ανά km (για 2 προσβάσεις/km έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 3 προσβάσεις/km). Η τιμή του δείκτη CMF για ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 1,05, που συνεπάγεται αύξηση των ατυχημάτων κατά 5%. Εφόσον η τιμή Συνθηκών Βάσης είναι 3 προσβάσεις/km, η τιμή αυτή είναι η μόνη από όσες έχουν εξετασθεί μέχρι στιγμής η οποία βγάζει αποτελέσματα διαφορετικά από το αναμενόμενο. Η τιμή εισαγωγής για τις προσβάσεις είναι μικρότερη από την τιμή Συνθηκών Βάσης, συνεπώς το αναμενόμενο θα ήταν αυτό να προκαλέσει μείωση του αριθμού των ατυχημάτων και όχι αύξηση. Ωστόσο, επειδή η αύξηση αυτή δεν είναι έντονη, δεν επηρεάζει ιδιαίτερα τα τελικά αποτελέσματα.
 - τη μέγιστη κλίση (για κλίση 5,5% έναντι της τιμής Συνθηκών Βάσης 0%). Η τιμή του δείκτη CMF είναι 1,10, που συνεπάγεται αύξηση των ατυχημάτων κατά 10%. Εφόσον η τιμή Συνθηκών Βάσης είναι 0%, είναι λογικό οποιαδήποτε τιμή μεγαλύτερη από 0% να οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων.
- Στους δείκτες που αντλήθηκαν από το **Clearinghouse**, οι δείκτες που αφορούν:
 - την πρώτη κατακόρυφη κυρτή καμπύλη. Η τιμή του CMF για τα ατυχήματα με τραυματισμούς είναι 1,40 και με υλικές ζημιές 1,19, που υποδηλώνει αύξηση των

ατυχημάτων κατά 40% και 19% αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές είναι σχετικά μεγάλες και είναι βέβαιο ότι θα επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα. Από άλλες μελέτες που έχουν γίνει για την ασφάλεια, οι κατακόρυφες καμπύλες δεν θεωρούνται ιδιαίτερα καθοριστικές παράμετροι της ασφάλειας, συνεπώς οι τιμές που υπολογίστηκαν θεωρούνται ασυνήθιστα υψηλές. Πιθανολογείται ότι ο λόγος αυτής της ασυμφωνίας είναι η σχετικά μέτρια βαθμολογία που έχει η μελέτη από την οποία αντλήθηκαν οι εξισώσεις στο Clearinghouse.

Στην καρτέλα «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ» δίνονται και οι τιμές των SPF για το δανικό και το αμερικανικό εργαλείο, όπως αυτές προκύπτουν από τις αντίστοιχες συναρτήσεις του κάθε εργαλείου για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων. Οι πρώτες εκτιμήσεις για τα ατυχήματα για τις διάφορες κατηγορίας σοβαρότητας, δίνονται στους πίνακες 5.24 και 5.25.

Πίνακας 5. 24: Αποτελέσματα από τις δανικές συναρτήσεις SPF για οδό 2 λωρίδων

SPFs ΔΑΝΙΚΟ					
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ
0,0352	0,0479	0,0468	0,0054	0,0198	0,0189

Πίνακας 5. 25: Αποτελέσματα από τις αμερικανικές συναρτήσεις SPF για οδό 2 λωρίδων

SPFs HSM			
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ
0,6641	0,2132	0,4509	1,00

Οι τιμές των SPF για το κάθε εργαλείο παρουσιάζουν ενδιαφέρον, καθώς τα αποτελέσματα που δίνουν τα δύο εργαλεία εμφανίζουν ένα σημαντικό αριθμητικό χάσμα. Η απόκλιση μεταφέρεται και στα τελικά αποτελέσματα για τα ατυχήματα, αυτά δηλαδή που προκύπτουν μετά την εφαρμογή των CMF και του συντελεστή βαθμονόμησης. Τα τελικά αποτελέσματα για το δανικό, το αμερικανικό και το ελληνικό εργαλείο από την καρτέλα «ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ» παρουσιάζονται στους πίνακες 5.26, 5.27 και 5.28.

Πίνακας 5. 26: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το δανικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΔΑΝΙΚΟ								
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
0,0864	0,0479	0,0440	0,1784	0,0115	0,0445	0,0468	0,1027	27054

Πίνακας 5. 27: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το αμερικανικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ HSM						
ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		
2,3466	0,7533	0,0305	0,1267	0,5960	1,5934	82839

Πίνακας 5. 28: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το ελληνικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ					
ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ		ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ
		ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		
1,8855	0,0943	0,0943	1,6969	1,7729	190095

Οι παραπάνω πίνακες περιέχουν τις εκτιμήσεις του αριθμού των ατυχημάτων, αλλά και την αντίστοιχη κοστολόγηση τους, όπως προκύπτουν από το κάθε εργαλείο.

Τα αποτελέσματα από τα τρία εργαλεία μπορούν να συγκριθούν, σε κάποιο βαθμό, μεταξύ τους. Μπορεί δηλαδή να παρατηρηθεί πως, σε αντίθεση με τους αυτοκινητόδρομους, κανένα από τα τρία εργαλεία δε δίνει παρόμοιες τιμές για τον αριθμό των ατυχημάτων και το κόστος τους. Κάποια μεγέθη, όπως ο αριθμός των ατυχημάτων στο αμερικανικό και στο ελληνικό και το κόστος στο δανικό και στο αμερικανικό ανήκουν στην ίδια τάξη αριθμών, ωστόσο συνολικά κρινόμενα εμφανίζουν αρκετά μεγάλη απόκλιση.

Ταυτόχρονα, τα παραπάνω αποτελέσματα δε μπορούν να συγκριθούν και σε σχέση με το ποιο από αυτά προσεγγίζει καλύτερα τον πραγματικό αριθμό ατυχημάτων που έχουν συμβεί στο εξεταζόμενο τμήμα δρόμου. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός, δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία καταγραφής ατυχημάτων, πάνω στα οποία θα μπορούσε να βασιστεί μια τέτοια σύγκριση, και αφετέρου, διότι και να υπήρχαν αυτά τα στοιχεία, κανένα από τα τρία εργαλεία δεν είναι σωστά βαθμονομημένο στα ελληνικά δεδομένα. Το δανικό εργαλείο χρησιμοποιεί SPF που έχουν βαθμονομηθεί για τους δανικούς δρόμους, ενώ στο αμερικανικό και στο ελληνικό εργαλείο, όπου δίνεται η δυνατότητα βαθμονόμησης των αποτελεσμάτων, δεν κατέστη δυνατό να βρεθεί κάποιος αξιόπιστος συντελεστής βαθμονόμησης για τον ελληνικό χώρο. Λόγω αυτού, από την απλή παρατήρηση των αποτελεσμάτων δε μπορεί να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για την αξιοπιστία του κάθε εργαλείου, καθώς τα αποτελέσματά τους δεν είναι συγκρίσιμα.

Το μόνο που μπορεί να σημειωθεί από την παραπάνω σύγκριση είναι πως, όπως και στους αυτοκινητόδρομους, το δανικό είναι το εργαλείο που εκτιμά το μικρότερο αριθμό ατυχημάτων και το ελληνικό το μεγαλύτερο, με το HSM να βρίσκεται κάπου ανάμεσα. Αυτό οφείλεται στο ότι το ελληνικό εργαλείο υπολογίζει μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων από τα άλλα εργαλεία, διότι χρησιμοποιεί μεγαλύτερο πλήθος παραμέτρων για να εξετάσει την οδική ασφάλεια του δρόμου.

Για τη σύγκριση των εργαλείων της αξιολόγησης των δρόμων δύο λωρίδων, θα δοκιμασθεί μια άλλη προσέγγιση. Η Εθνική Οδός, στο τμήμα που εξετάζεται, είναι παλαιότερης κατασκευής δρόμος, συνεπώς ενδείκνυται για μια δοκιμαστική εφαρμογή βελτιώσεων, οι οποίες θα φέρουν το δρόμο πιο κοντά στα πρότυπα των κανονισμών, δηλαδή στα πρότυπα ασφαλείας. Οι

βελτιώσεις που θα εφαρμοσθούν δε θα είναι απαραίτητα υλοποιήσιμες (π.χ. σε ήδη υπάρχοντα δρόμο η αλλαγή στην οριζοντιογραφία είναι αδύνατη). Ωστόσο, η εφαρμογή των βελτιώσεων δεν αποσκοπεί στο να προτείνει λύσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας του συγκεκριμένου οδικού τμήματος, αλλά στο να διαπιστωθεί ποια από τα εργαλεία ανταποκρίνονται με πιο έντονο τρόπο σε αλλαγές τιμών των παραμέτρων. Πολλές φορές, για την εφαρμογή βελτιώσεων σε δρόμους (υφιστάμενους ή υπό μελέτη), οι μελετητές καλούνται να αποφασίσουν ποιες από τις πιθανές εναλλακτικές είναι προτιμότερο να εφαρμοσθούν, επειδή θα έχουν μεγαλύτερη θετική επιρροή στην ασφάλεια. Πιο «χρήσιμα» θα θεωρηθούν τα εργαλεία, των οποίων τα αποτελέσματα για τα ατυχήματα κατά την επιβολή των διαφόρων βελτιώσεων θα βοηθούσαν περισσότερο το μελετητή στο να λάβει αυτή την απόφαση.

Συνεπώς, τα αποτελέσματα της εφαρμογής των βελτιώσεων θα αποτελέσουν κριτήριο για να συγκριθούν ποιοτικά τα τρία εργαλεία. Για να γίνει η σύγκριση, δημιουργήθηκαν 4 εναλλακτικά σενάρια βελτιώσεων για το δρόμο.

- Στο πρώτο σενάριο (Σ1), έγιναν μικρές αλλαγές στα μεγέθη της διατομής. Συγκεκριμένα:
 - Το πλάτος της λωρίδας αυξήθηκε από 3,50 m σε 3,75 m
 - Το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης μειώθηκε από 1,00 m σε 0,50 m
 - Τοποθετήθηκε κεντρική διαχωριστική νησίδα στο χώρο που ελευθερώθηκε.
- Το δεύτερο σενάριο (Σ2), περιλαμβάνει αλλαγές στην οριζοντιογραφία. Συγκεκριμένα:
 - Μειώθηκε το μήκος της δεύτερης ευθυγραμμίας από 200 m σε 150 m
 - Αυξήθηκε το μήκος της δεύτερης καμπύλης από 270 m σε 320 m
 - Αυξήθηκε η ακτίνα της δεύτερης καμπύλης από 81 m σε 150 m.
- Το τρίτο σενάριο (Σ3), αποτελεί έναν συνδυασμό των προηγούμενων δύο σεναρίων, στον οποίο εφαρμόστηκαν όλες οι αλλαγές που αναφέρθηκαν παραπάνω.
- Το τέταρτο σενάριο (Σ4), αφορά τη διατήρηση όλων των αρχικών χαρακτηριστικών του δρόμου, με την ταυτόχρονη προσθήκη φωτισμού στο δρόμο.

Τα αποτελέσματα για τον αριθμό των ατυχημάτων και το κόστος τους σε κάθε σενάριο από κάθε εργαλείο εμφανίζονται στους πίνακες 5.29, 5.30 και 5.31.

Πίνακας 5. 29: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το δανικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων για τα 4 σενάρια βελτιώσεων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΔΑΝΙΚΟ									
ΣΕΝΑΡΙΑ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΩΝ	ΚΟΣΤΗ
Σ0	0,0687	0,0387	0,0355	0,1429	0,0059	0,0269	0,0383	0,0711	15006
Σ1	0,0485	0,0367	0,0317	0,1169	0,0042	0,0190	0,0270	0,0501	10593
Σ2	0,0687	0,0387	0,0355	0,1429	0,0059	0,0269	0,0383	0,0711	15006
Σ3	0,0485	0,0367	0,0317	0,1169	0,0042	0,0190	0,0270	0,0501	10593
Σ4	0,0625	0,0371	0,0341	0,1337	0,0049	0,0242	0,0356	0,0647	12804

Πίνακας 5. 30: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το αμερικανικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων για τα 4 σενάρια βελτιώσεων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ HSM							
ΣΕΝΑΡΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΗ
		ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		
Σ0	2,3466	0,7533	0,0305	0,1267	0,5960	1,5934	82839
Σ1	2,2836	0,7330	0,0297	0,1233	0,5800	1,5506	80614
Σ2	1,6525	0,5304	0,0215	0,0892	0,4197	1,1220	58335
Σ3	1,6081	0,5162	0,0209	0,0868	0,4085	1,0919	56768
Σ4	2,1589	0,6930	0,0281	0,1166	0,5484	1,4659	76212

Πίνακας 5. 31: Αποτελέσματα για αριθμό και κόστος ατυχημάτων από το ελληνικό εργαλείο για οδό 2 λωρίδων για τα 4 σενάρια βελτιώσεων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ						
ΣΕΝΑΡΙΑ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ				ΥΛΙΚΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	ΚΟΣΤΗ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΝΕΚΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ	ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ		
Σ0	1,4991	0,0750	0,0750	1,3492	1,4299	151171
Σ1	1,0941	0,0547	0,0547	0,9847	1,3219	110750
Σ2	1,0557	0,0528	0,0528	0,9501	1,0069	106454
Σ3	0,7705	0,0385	0,0385	0,6934	0,9309	77989
Σ4	1,3792	0,0690	0,0690	1,2413	1,3155	139077

Από την αποκωδικοποίηση των αποτελεσμάτων του κάθε εργαλείου, συμπεραίνονται τα παρακάτω:

- Το δανικό εργαλείο είναι αυτό στο οποίο παρατηρείται η μικρότερη διακύμανση στα αποτελέσματα των διαφόρων σεναρίων. Η μείωση των ατυχημάτων στο 1^ο, στο 3^ο και στο 4^ο σενάριο είναι πολλή μικρή, διότι τα μεγέθη της διατομής και του φωτισμού, αν και επιδρούν στην ασφάλεια, δεν την επηρεάζουν ιδιαίτερα έντονα. Μάλιστα, στο 2^ο σενάριο δε παρατηρείται καμία αλλαγή, διότι η οριζοντιογραφία δεν εισέρχεται στον υπολογισμό της ασφάλειας στο δανικό εργαλείο.
- Το αμερικανικό εργαλείο φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητο στις αλλαγές από το δανικό. Οι τιμές για τα ατυχήματα και για το κόστος παρουσιάζουν πιο έντονη διαφοροποίηση και η διαφοροποίηση αυτή φαίνεται να συμφωνεί με τα συμπεράσματα που εξήχθησαν νωρίτερα από την ανάλυση των τιμών των CMF. Στο 1^ο και το 4^ο σενάριο, η μείωση των ατυχημάτων δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη, διότι τα μεγέθη της διατομής και ο φωτισμός, αν και επιδρούν στην ασφάλεια, δεν την επηρεάζουν ιδιαίτερα έντονα. Για το 2^ο και το 3^ο σενάριο, όπου οι βελτιώσεις περιλαμβάνουν αλλαγή στην οριζοντιογραφία, η μείωση των ατυχημάτων είναι πολλή έντονη, διότι η οριζοντιογραφία ενός δρόμου είναι καθοριστικής σημασίας για την ασφάλεια.
- Για το ελληνικό εργαλείο, τα αποτελέσματα ακολουθούν σε γενικές γραμμές τις αλλαγές που παρατηρούνται και στο αμερικανικό (τα δυο εργαλεία χρησιμοποιούν άλλωστε τις ίδιες συναρτήσεις SPF). Ωστόσο, στο ελληνικό εργαλείο, το χάσμα ανάμεσα στις τιμές για τα ατυχήματα σε κάθε σενάριο είναι ακόμα πιο έντονο (π.χ. στο 3^ο σενάριο, όπου γίνονται αλλαγές στα μεγέθη της διατομής και της οριζοντιογραφίας,

το κόστος των ατυχημάτων μειώνεται σχεδόν στο μισό) και είναι ευκολότερο να διακριθεί ποιες βελτιώσεις είναι αυτές που επιδρούν περισσότερο θετικά στην οδική ασφάλεια. Το γεγονός αυτό, το καθιστά ίσως το πιο κατάλληλο από τα τρία για το σκοπό της εφαρμογής, που είναι η λήψη της πιο εργονομικής απόφασης για την αύξηση της ασφάλειας του δρόμου.

Στη συνέχεια, θα αναλυθούν και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το γερμανικό εργαλείο, τα οποία θα συνδυασθούν με τις παραπάνω παρατηρήσεις, ώστε να εξαχθούν σε επόμενο κεφάλαιο τα τελικά συμπεράσματα.

5.3.3 Παρατηρήσεις επί των τιμών των αποτελεσμάτων για το γερμανικό εργαλείο

Στο γερμανικό εργαλείο, οι πίνακες για την εύρεση των βασικών μεγεθών της δοκιμαστικής ενότητας της Εθνικής Οδού συμπληρώθηκαν με βάση τους πίνακες του γερμανικού εγχειριδίου που δόθηκαν στο κεφάλαιο 3.6.

Ο δρόμος περιλαμβάνει δύο καμπύλες και δύο ευθυγραμμίες, συνεπώς χωρίστηκε σε τέσσερις υπο-ενότητες, ώστε κάθε υπο-ενότητα να περιλαμβάνει μόνο μια από τις καμπύλες – ευθείες. Οι πίνακες για το Προσαρμοσμένο Κόστος κάθε υπο-ενότητας συμπληρώθηκαν με τις τιμές που φαίνονται στους πίνακες 5.32 και 5.33.

Πίνακας 5. 32: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικής υπο-ενότητας οδού 2 λωρίδων 1 και 2

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKRT	19,008
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKRT	19,2
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f,M	1,1
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,9
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	1
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 1 (m)	LT	280

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKRT	23,76
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKRT	19,2
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1,25
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f,M	1,1
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,9
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	1
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 2 (m)	LT	250

Πίνακας 5. 33: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικής υπο-ενότητας οδού 2 λωρίδων 3 και 4

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3			ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 4		
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKRt	19,008	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ	gUKRt	23,76
ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKRT	19,2	ΚΟΣΤΟΣ ΒΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΥΠΟ ΔΡΟΜΟΥ	BgUKRT	19,2
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΙΚΤΟΤΗΤΑΣ/ΚΥΜΑΤΩΣΗΣ	f,kh	1,25
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f,M	1,1	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	f,M	1,1
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,9	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	f,vzul	0,9
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	1	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΗΚ	f,DTV	1
ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 3 (m)	LT	200	ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑΣ 4 (m)	LT	270

Συνεπώς, το Προσαρμοσμένο Κόστος για την Ενότητα, με βάση τα στοιχεία που συμπληρώθηκαν για την ΕΜΗΚ και το συνολικό μήκος, προέκυψε ως:

Πίνακας 5. 34: Αποτελέσματα για Προσαρμοσμένο Κόστος δοκιμαστικών ενότητων οδού 2 λωρίδων

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ	ΜΗΚΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (m)	LS	1000
	ΕΜΗΚ (οχήματα/ημέρα)	DTVri	4000
	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ (€/1000 οχηματοχλμ)	gUKRs	21,479

Στη συνέχεια, συμπληρώθηκαν οι πίνακες με τους συντελεστές αναγωγής για τις διάφορες γραμμικές και σημειακές αποκλίσεις από τους κανονισμούς των RAL. Στην εξεταζόμενη οδική ενότητα της Εθνικής Οδού, παρουσιάζεται μια απόκλιση στο γραμμικό κριτήριο που αφορά τη διατήρηση σταθερού ερείσματος κατά μήκος της ενότητας και στο σημειακό κριτήριο που αφορά την παρουσία της οριζόντιας καμπύλης στην αποδεκτή από τους κανονισμούς περιοχή (στα τμήματα ευθυγραμμίας).

Οι Δείκτες Προσαρμογής των γραμμικών κριτηρίων για τις 4 υπο-ενότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 5.35. Οι τιμές για τους Δείκτες Προσαρμογής των 4 υπο-ενότητων του γραμμικού κριτηρίου που εμφανίζεται η απόκλιση δίνονται στον πίνακα 5.36 και 5.37.

Πίνακας 5. 35: Γραμμικοί Δείκτες Προσαρμογής δοκιμαστικών ενοτήτων οδού 2 λωρίδων

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1		
		GWd	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ	ΟΧΙ ΟΔΟΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ			1,00
	ΟΧΙ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΣ			1,00
	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΟΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΠΩΣ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ RAL			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6 \leq B < 6,5$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,5 \leq B < 7$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $6,25 \leq B < 6,75$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 6,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $9,50 \leq B < 10,25$ m			1,00
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ $B < 9,50$ m			1,00
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΕΣ $B > 1,0$ m			1,00
	ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ	0,05	280	1,05
	ΠΛΑΤΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ $B > 3,75$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $5,50 \leq B < 6$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $B < 5,50$ m			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ $B > 1,0$ m ΜΕ ΧΑΡΑΞΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $0,25 \leq B < 0,5$ m (ΟΧΙ ΠΙΑ ΠΛΑΤΗ ΛΩΡΙΔΑΣ < 3 m)			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ $B < 0,25$ m			1,00
	ΟΧΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΡΕΙΣΜΑ			1,00
	ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ			1,00
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ			1,00
	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΣΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΟ ΛΩΡΙΔΕΣ ΜΟΝΟ ΜΕ ΑΠΛΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ			1,00
	ΠΛΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΠΕΔΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ $B < 1,0$ m			1,00
	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ $S >$ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΛΙΣΗ $maxS$			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ($L > 100$ m) ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00
	ΣΕΙΡΑ ΔΕΝΤΡΩΝ ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ			1,00

Πίνακας 5. 36: Συντελεστές για το γραμμικό Δείκτη Προσαρμογής που εμφανίζει απόκλιση για δοκιμαστικές υπο-ενότητες 1 και 2 οδού 2 λωρίδων

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1			ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2		
GW _D	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz	GW _D	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
0,05	280	1,05	0,05	250	1,04

Πίνακας 5. 37: Συντελεστές για το γραμμικό Δείκτη Προσαρμογής που εμφανίζει απόκλιση για δοκιμαστικές υπο-ενότητες 3 και 4 οδού 2 λωρίδων

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3			ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 4		
GW _D	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz	GW _D	ΜΗΚΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (m)	fz
0,05	200	1,04	0,05	270	1,05

Αντίστοιχα, οι Δείκτες Προσαρμογής των σημειακών κριτηρίων για τις 4 υπο-ενότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 5.38.

Πίνακας 5. 38: Σημειακοί Δείκτες Προσαρμογής δοκιμαστικής ενότητας οδού 2 λωρίδων

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1			
	f _D	ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	ΤΕΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	fz
ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ				1,00
ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗ ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ				1,00
ΑΚΤΙΝΑ ΑΝΗΚΕΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΜΩΣ ΜΕ R<minR				1,00
ΑΚΤΙΝΑ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΙΣΧΥΕΙ ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ RQ 9)				1,00
ΑΚΤΙΝΑ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΤΗΣ ΜΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ				1,00
ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΜΗ ΑΣΦΑΛΩΝ ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΧΑΜΗΛΟ				1,00
ΜΗΚΟΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗ (L<1000 m ΠΑ RQ 15,5 ΚΑΙ L<600 m ΠΑ RQ 11,5+)				1,00
ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (R<1,5*minR)				1,00
ΤΕΛΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΛΩΡΙΔΑΣ				1,00
ΜΙΚΡΟ ΜΗΚΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ (L<180 m ΠΑ RQ 15,5 ΚΑΙ L<120 m ΠΑ RQ 11,5+)				1,00
ΑΡΧΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΟΧΙ ΕΠΑΡΚΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΚΥΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΑ 16 ΤΩΝ RAL)				1,00
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΜΕ R<3000 m				1,00
ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ α<2,5%				1,00
ΕΠΙΚΛΙΣΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ < ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ				1,00
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΚΛΙΣΕΩΝ (ΜΕΣΟ ΤΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ) s<1,0%				1,00
ΕΠΙΠΛΑΥΝΣΗ ΔΡΟΜΟΥ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (R<200 m)				1,00
ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ<ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΑΣΗΣ				1,00
ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ				1,00
ΑΠΟΥΣΙΑ ΛΕΑ ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΜΙΑΣ ΛΩΡΙΔΑΣ				1,00
ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΔΡΟΜΟ				1,00
ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ (L>100 m)				1,00
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΘΑΙΟ				1,00
ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ (L<100 m)				1,00
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΚΡΗ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΤΗΘΑΙΟ				1,00

Οι Δείκτες Επικινδυνότητας για τις υπο-ενότητες 1 έως 4 δίνονται στον πίνακα 5.39.

Πίνακας 5. 39: Αποτελέσματα για το Δείκτη Επικινδυνότητας των δοκιμαστικών υπο-ενότητων οδών 2 λωρίδων

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟ-ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGT	19,96	26,06	19,69	26,15
--	-------	-------	-------	-------

Τα τελικά στοιχεία για το Δείκτη Επικινδυνότητας της όλης ενότητας, καθώς και ο Δείκτης Ασφαλείας των Αυτοκινήτων και το κόστος των ατυχημάτων δίνονται στον πίνακα 5.41.

Πίνακας 5. 40: Αποτελέσματα για τα βασικά μεγέθη της δοκιμαστικής ενότητας οδού 2 λωρίδων

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ GGS (€/1000 οχηματοχλμ)	23,10
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ivs,s	0,93
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΝΑ ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ (€)	56664

Για το γερμανικό εργαλείο, οι τιμές των αποτελεσμάτων που μπορούν να συγκριθούν με τα πραγματικά δεδομένα για τα ατυχήματα είναι ακόμα πιο περιορισμένες σε σχέση με τα άλλα εργαλεία. Ο Δείκτης Ασφάλειας Αυτοκινήτων αφορά το ποσοστό της ασφάλειας που παρέχει ο δρόμος που εξετάζεται σε σχέση με τον αντίστοιχο δρόμο που έχει κατασκευασθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές των RAL. Το τμήμα της οδού που εξετάζεται παρουσιάζει κάποιες μικρές αποκλίσεις σε κάποιες παραμέτρους από τις προδιαγραφές των κανονισμών, συνεπώς είναι λογικό η τιμή του δείκτη Ivs,s να είναι διάφορη του 1,0. Υπολογίζεται ίση με 0,93, που σημαίνει πως το οδικό τμήμα διαθέτει το 93% της ασφάλειας που θα είχε αν δεν είχε παρεκκλίνει καθόλου από τις προδιαγραφές των κανονισμών (υπάρχει μείωση του επιπέδου ασφάλειας κατά 7%).

Ο Δείκτης Επικινδυνότητας της ενότητας δίνει το κόστος ατυχημάτων ανά 1000 οχηματοχιλιόμετρα, ωστόσο η τιμή του έχει υπολογισθεί χρησιμοποιώντας τις τιμές για τα ατυχήματα που ισχύουν στη Γερμανία, οι οποίες αποκλίνουν σημαντικά από τις αντίστοιχες ελληνικές τιμές. Παρομοίως, για το συνολικό κόστος ατυχημάτων για όλη την ενότητα, οι τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί αφορούν τη Γερμανία. Μια ποιοτική σύγκριση με τα κόστη ατυχημάτων των άλλων εργαλείων, δείχνει πως η γερμανική κοστολόγηση βρίσκεται στην ίδια τάξη αριθμών με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του δανικού και του αμερικανικού εργαλείου, με την τιμή της να βρίσκεται ανάμεσα στα δύο εργαλεία.

Ως απόλυτη τιμή, κανένα από τα τέσσερα εργαλεία δε φαίνεται να συμφωνεί, ούτε στον αριθμό των ατυχημάτων, ούτε στο κόστος τους. Συνεπώς, για τους υπεραστικούς δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας μια τέτοια ποσοτική σύγκριση δε θα οδηγούσε σε κάποιο αξιόπιστο συμπέρασμα. Τα τελικά συμπεράσματα επί της αξιοπιστίας του κάθε εργαλείου για χρήση του

στην αξιολόγηση της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου, πρέπει επομένως να βασιστούν στη συγκριτική μελέτη που έγινε στο κεφάλαιο 5.3.2.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα προηγούμενα κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας, παρουσιάστηκαν και μελετήθηκαν σε βάθος τρία υφιστάμενα εγχειρίδια αξιολόγησης οδικής ασφάλειας: το αμερικανικό, το δανικό και το γερμανικό. Στη συνέχεια, τα εργαλεία του κάθε εγχειριδίου δομήθηκαν σε περιβάλλον excel και αποκωδικοποιήθηκε ο τρόπος χρήσης τους. Στα αρχεία excel των εργαλείων φιλοξενείται και το Ελληνικό Εργαλείο Αξιολόγησης της Οδικής Ασφάλειας, το οποίο δομήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, στηριζόμενο πάνω στα υπόλοιπα τρία εργαλεία.

6.1 Συμπεράσματα από τις αριθμητικές εφαρμογές

Επειδή στόχος της εργασίας είναι το να διαπιστωθεί ποιο από τα εργαλεία που αναλύθηκαν είναι το πιο κατάλληλο για την αξιολόγηση οδικών τμημάτων του ελληνικού οδικού δικτύου, έγιναν δύο αριθμητικές εφαρμογές, μια για ένα τμήμα υπεραστικού αυτοκινητόδρομου και μια για ένα τμήμα υπεραστικής οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Με βάση τις παρατηρήσεις που προέκυψαν από τις εφαρμογές έγινε η προσπάθεια να προσδιορισθεί ποιο εργαλείο παρέχει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για τους ελληνικούς δρόμους. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

- Τα εργαλεία δε συγκρίθηκαν ως προς την απόλυτη τιμή αριθμού ατυχημάτων και κόστους που παρέχουν, με πραγματικά δεδομένα που έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα, διότι τέτοια στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα για τη χώρα. Άλλωστε, οι αριθμητικές εφαρμογές που έγιναν χρησιμοποιώντας τα εργαλεία, δε οδηγούν σε αποτελέσματα που προσεγγίζουν τις πραγματικές τιμές ατυχημάτων για λόγους που θα εξηγηθούν παρακάτω.
- Συνεπώς, η σύγκριση έγινε ανάμεσα στα εργαλεία, συγκρίνοντας το κατά πόσο τα αποτελέσματα από το καθένα από αυτά μοιάζει ή διαφέρει από τα υπόλοιπα.
- Για τους *υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους*, η εφαρμογή έδειξε πως, ενώ κανένα εργαλείο δεν έδωσε ίδια αριθμητικά αποτελέσματα με το άλλο, τρία από τα τέσσερα εργαλεία (το αμερικανικό, το γερμανικό και το ελληνικό), έδωσαν παραπλήσια τιμή κόστους ατυχημάτων ανά έτος για το δοκιμαστικό οδικό τμήμα που ανήκει στην ίδια τάξη αριθμών.
- Η τιμή που δίνεται από το δανικό παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από τα υπόλοιπα και άρα θεωρείται ως αυτή που είναι λιγότερο πιθανή να είναι αντιπροσωπευτική των πραγματικών δεδομένων.
- Από τα άλλα τρία εργαλεία, ο γερμανικός αλγόριθμος έχει δομηθεί βασιζόμενος στις τιμές για το κόστος ατυχημάτων που ισχύουν στη Γερμανία. Στο πλαίσιο της εργασίας, δεν ήταν δυνατό να γίνει κάποια διαδικασία, ώστε οι τιμές αυτές να αναχθούν στις ελληνικές, σε αντίθεση με τα άλλα τρία εργαλεία. Επομένως, οποιοδήποτε αποτέλεσμα εξαχθεί από αυτό το εργαλείο θα επιβαρύνεται από αυτή την απόκλιση.
- Το αμερικανικό και το ελληνικό είναι τα εργαλεία, των οποίων τα αποτελέσματα βρίσκονται πιο κοντά αριθμητικά. Το γεγονός αυτό εξηγείται από το ότι χρησιμοποιούν τις ίδιες συναρτήσεις SPF και το ότι έχουν πολλούς κοινούς CMF. Τα αποτελέσματά τους, ως απόλυτη αριθμητική τιμή, και πάλι δε μπορούν να θεωρηθούν πως προσεγγίζουν τις πραγματικές τιμές της Ελλάδας, διότι αν και τα εργαλεία δίνουν τη

δυνατότητα στο χρήστη να βαθμονομήσει τα αποτελέσματα, μια τέτοια βαθμονόμηση δεν ήταν δυνατό να γίνει στα πλαίσια της εργασίας.

- Εντούτοις, το γεγονός ότι παρέχουν τη δυνατότητα βαθμονόμησης στο χρήστη ο οποίος γνωρίζει το συντελεστή βαθμονόμησης της περιοχής που διεξάγει τη μελέτη του, αυτομάτως τους δίνει ένα προβάδισμα σε σχέση με το γερμανικό και το δανικό εργαλείο, που έχουν δομηθεί ώστε να αφορούν συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές.
- Ανάμεσα στα εργαλεία, αυτό το οποίο προτείνεται στο χρήστη είναι το ελληνικό, επειδή αυτό διαθέτει μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων σύμφωνα με τους οποίους αξιολογείται η ασφάλεια, συνεπώς προσφέρει μια πιο σφαιρική αξιολόγηση.
- Για τις *υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας*, τα αποτελέσματα της εφαρμογής και πάλι διέφεραν μεταξύ των τεσσάρων εργαλείων.
- Όμως σε αντίθεση με την εφαρμογή των αυτοκινητοδρόμων, η σύγκριση αυτών των αποτελεσμάτων δεν ήταν δυνατό να οδηγήσει σε κάποιο συμπέρασμα, επειδή καμία τιμή για το κόστος δε προσεγγίζει αρκετά την άλλη, έτσι ώστε να μπορεί να σημειωθεί κάποια τάση, ενώ όπως αναφέρθηκε, η σύγκριση με πραγματικά δεδομένα δεν είναι δυνατό να γίνει.
- Για να διαπιστωθεί ποιο από τα εργαλεία είναι το πιο αξιόπιστο διεξάχθηκε μια δεύτερη εφαρμογή σύγκρισης. Κατά την εφαρμογή αυτή δημιουργήθηκαν 4 διαφορετικά σενάρια βελτιώσεων για το δοκιμαστικό οδικό τμήμα.
- Το γερμανικό εργαλείο δεν εντάχθηκε σε αυτή τη δεύτερη εφαρμογή. Ο τύπος της πληροφορίας που επιστρέφει στο χρήστη για την ασφάλεια διαφέρει σημαντικά από τα άλλα χειρίδια, συνεπώς δεν έγινε κάποια περαιτέρω προσπάθεια σύγκρισής του, επειδή για τους λόγους που αναφέρθηκαν και πριν, θεωρείται πως δεν είναι ιδιαίτερα πιθανό να έχει αποδώσει αξιόπιστα αποτελέσματα για έναν δρόμο του ελληνικού οδικού δικτύου.
- Από τα αποτελέσματα των σεναρίων, διαπιστώθηκε πως το εργαλείο του οποίου τα αποτελέσματα ήταν πιο «ευαίσθητα» σε αλλαγές στις τιμές των παραμέτρων είναι το ελληνικό εργαλείο. Η ευαισθησία αυτή οφείλεται στο ότι το ελληνικό εργαλείο χρησιμοποιεί μεγαλύτερο πλήθος παραμέτρων για να αξιολογήσει την ασφάλεια.
- Εκτιμάται πως το εργαλείο που θα προσφέρει τη μεγαλύτερη αξιοπιστία στο χρήστη και θα τον βοηθήσει περισσότερο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την ασφάλεια είναι το ελληνικό εργαλείο. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιεί μεγάλο πλήθος παραμέτρων για να εξετάσει την ασφάλεια ενός οδικού τμήματος υπεραστικής οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας, συνεπώς προσφέρει την πιο σφαιρική αξιολόγηση σε σχέση με τα άλλα εργαλεία.

6.2 Συμπεράσματα για τα εργαλεία

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν για τα χαρακτηριστικά και τη χρησιμότητα καθενός από τα εργαλεία είναι τα εξής:

- Το γερμανικό εργαλείο είναι πολύ σύγχρονο και αξιόπιστο για τους γερμανικούς δρόμους. Εντούτοις, δύσκολα θα μπορούσε να παράγει αντίστοιχης ακρίβειας αποτελέσματα για τους ελληνικούς δρόμους, αφού είναι περίπλοκη η προσαρμογή του στα ελληνικά δεδομένα, ιδιαίτερα για δρόμους που δεν είναι αυτοκινητόδρομοι και έχουν φτιαχτεί με πολύ μεγάλες αποκλίσεις από τα γερμανικά πρότυπα. Επίσης, δεν επιστρέφει τον αριθμό των ατυχημάτων, παρά μόνο το συνολικό κόστος τους και ένα

χαρακτηρισμό για το επίπεδο ασφάλειας του δρόμου, συγκρίνοντάς το με τα πρότυπα των κανονισμών. Μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθεί επικουρικά σε μελέτες, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα από τις συγκρίσεις των αποτελεσμάτων του με αποτελέσματα από άλλα εργαλεία.

- Αντίστοιχα, συμπεράσματα προκύπτουν για το δανικό εργαλείο. Οι εξισώσεις του δανικού εργαλείου έχουν βαθμονομηθεί ειδικά για να προσαρμόζονται στα δεδομένα της Δανίας. Και στις δύο εφαρμογές που διεξάχθηκαν, παρατηρήθηκε πως το δανικό εργαλείο έδωσε το μικρότερο αριθμό ατυχημάτων και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα εργαλεία. Συνεπώς, θεωρήθηκε ότι τείνει να υποεκτιμά τη συχνότητα των ατυχημάτων των ελληνικών δρόμων και άρα ότι δεν είναι ικανό να βοηθήσει ένα μελετητή να λάβει τις σωστές αποφάσεις σε θέματα που αφορούν την ασφάλεια, αφού δε του παρέχει αξιόπιστα δεδομένα. Για το λόγο αυτό, το συγκεκριμένο εργαλείο δε προτείνεται στους χρήστες που επιθυμούν να διεξάγουν κάποια αξιολόγηση της ασφάλειας των ελληνικών δρόμων. Το ότι το εργαλείο δε δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει ένα συντελεστή βαθμονόμησης αποτελεί βασικό μειονέκτημα του εργαλείου, διότι τα αποτελέσματα είναι αδύνατο να αναχθούν σε χώρες εκτός της Δανίας. Το μειονέκτημα αυτό θα μπορούσε να επιλυθεί με την εισαγωγή του συντελεστή βαθμονόμησης στη διαδικασία. Παρά το μειονέκτημα αυτό, το δανικό εργαλείο χρησιμοποιεί και για τις δύο κατηγορίες δρόμων μια μεγάλη ποικιλία παραμέτρων για να εξετάσει το επίπεδο της οδικής ασφάλειας, συνεπώς τα αποτελέσματά του αποδίδουν μια αξιόπιστη εκτίμηση του αριθμού ατυχημάτων, όταν το εργαλείο είναι σωστά βαθμονομημένο. Ως δομή, επίσης, είναι πιο φιλικό προς το χρήστη, επειδή του δίνει τη δυνατότητα να αξιολογήσει στο ίδιο αρχείο μεγάλο αριθμό οδικών ενοτήτων, ενώ εμφανίζει τα αποτελέσματα με τρόπο τέτοιο, που καθιστά εύκολη τη μεταξύ τους σύγκριση. Αυτός είναι και ο λόγος, που η δομή του ελληνικού εργαλείου βασίστηκε πάνω στη δομή του δανικού εργαλείου.
- Στο αμερικανικό εργαλείο, ο συντελεστής βαθμονόμησης είναι μέρος του αλγορίθμου, άρα το εργαλείο είναι απαλλαγμένο από το πρόβλημα αναγωγής των δεδομένων που διέπει τα προηγούμενα δύο εργαλεία. Ένα μειονέκτημά του, σε σχέση με το δανικό και κατ' επέκταση το ελληνικό εργαλείο, είναι το ότι χρησιμοποιεί μικρότερο πλήθος παραμέτρων για να αξιολογήσει την ασφάλεια. Αυτό είναι πιο έντονο στην αξιολόγηση αυτοκινητοδρόμων, όπου δε λαμβάνει υπόψη του την οριζοντιογραφία, έναν από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της ασφάλειας. Ωστόσο, η προσαρμοστικότητα του σε οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή μελέτης το καθιστά κατάλληλο για μελέτες αξιολόγησης της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου, με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης έχει υπολογίσει σωστά την τιμή του συντελεστή βαθμονόμησης για την Ελλάδα και έχει λάβει υπόψη του ότι τα πρότυπα κατασκευής των αμερικανικών δρόμων διαφέρουν σημαντικά από τα ελληνικά πρότυπα. Στην περίπτωση αυτή, το εργαλείο εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα.
- Το ελληνικό εργαλείο, με τον τρόπο που έχει δομηθεί, διαθέτει την «προσαρμοστικότητα» του αμερικανικού εργαλείου, μέσω του συντελεστή βαθμονόμησης, ενώ ταυτόχρονα συμπληρώνει τα «κενά» που το αμερικανικό εργαλείο αφήνει σε κάποιες καθοριστικές παραμέτρους της ασφάλειας, εισάγοντας στον αλγόριθμο επιπλέον δείκτες που δανείστηκε από το δανικό εργαλείο και από το Clearinghouse. Επομένως, συνθέτει μια πιο ολοκληρωμένη πρόταση, που αξιολογεί με πιο σφαιρικό τρόπο την οδική ασφάλεια. Στο πλαίσιο της εργασίας, είναι αυτό που

προτείνεται στους χρήστες που διεξαγάγουν οποιαδήποτε μελέτη αφορά την ασφάλεια σε υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους και σε δρόμους δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω συμπεράσματα είναι αυτά που προέκυψαν από την έρευνα που διεξάχθηκε στο πλαίσιο αυτή της εργασίας. Ο τρόπος με τον οποίο το κάθε εργαλείο χαρακτηρίστηκε ως αξιόπιστο ή μη αξιόπιστο δεν είναι απόλυτος. Τα συμπεράσματα εξήχθησαν βασιζόμενα σε μικρό δείγμα αποτελεσμάτων, οπότε θα ήταν συνετό κανένα από τα τρία εργαλεία να μην αποκλεισθεί εντελώς ως εναλλακτική για την αξιολόγηση της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου.

Η τελική επιλογή του εργαλείου που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να γίνει αποκλειστικά από τον ίδιο το χρήστη, σύμφωνα με τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά στοιχεία που γνωρίζει για το δρόμο και τον τύπο της πληροφορίας που επιθυμεί να λάβει. Για παράδειγμα, ο χρήστης που επιθυμεί να εκτιμήσει τον αριθμό των ατυχημάτων και το κόστος τους, πρέπει να χρησιμοποιήσει το αμερικανικό, το δανικό εργαλείο ή το ελληνικό εργαλείο. Αντίστοιχα, ο χρήστης που ενδιαφέρεται περισσότερο να χαρακτηρίσει το επίπεδο ασφαλείας του οδικού δικτύου με κάποιον δείκτη και να το συγκρίνει με άλλα δίκτυα, πρέπει να χρησιμοποιήσει το γερμανικό εργαλείο.

6.3 Προτάσεις για επέκταση της μελέτης

Παρακάτω ακολουθούν προτάσεις, που θα επέτρεπαν να επεκταθεί η παρούσα εργασία, ώστε να προσεγγισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια το ιδανικό εργαλείο αξιολόγησης της οδικής ασφάλειας για τους ελληνικούς δρόμους.

- Προτείνεται να διεξαχθούν αριθμητικές εφαρμογές και σε άλλα οδικά τμήματα του δικτύου, ώστε να παραχθεί ένα μεγαλύτερο δείγμα αποτελεσμάτων, πάνω στο οποίο θα βασιστεί η σύγκριση των εργαλείων.
- Σε συνέχεια του προηγούμενου, προτείνεται να διεξαχθεί η αντίστοιχη μελέτη και σε περιοχές κόμβων, ώστε να διαπιστωθεί αν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις αξιολογήσεις των κόμβων συνάδουν με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αξιολόγηση των μεταξύ των κόμβων οδικών τμημάτων.
- Πρόταση αποτελεί και η καθιέρωση της πρακτικής της καταγραφής των ατυχημάτων, με σκοπό τη δημιουργία ενός πλήρους μητρώου οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα. Η ύπαρξη μιας ανοιχτής βάσης δεδομένων για τα καταγεγραμμένα ατυχήματα, πέραν του ότι θα διευκολύνει τους χρήστες στον υπολογισμό του συντελεστή βαθμονόμησης για την περιοχή μελέτης τους, θα δώσει και τη δυνατότητα στους μελετητές να συγκρίνουν τα αποτελέσματα των αριθμητικών εφαρμογών με πραγματικά δεδομένα, προσδίδοντας μεγαλύτερη ακρίβεια στη σύγκριση των εργαλείων.
- Σε επόμενο στάδιο, ακολουθώντας το παράδειγμα της Δανίας και της Γερμανίας, σημαντική πρόοδο θα αποτελούσε να γίνουν οι απαραίτητες μελέτες, ώστε να δημιουργηθεί ένα πρωτότυπο ελληνικό εργαλείο, το οποίο θα στηρίζεται σε έναν αλγόριθμο που θα προσαρμόζεται με βέλτιστο τρόπο στην ελληνική πραγματικότητα.
- Τέλος, θα ήταν ωφέλιμο, σε μελλοντικό χρόνο, να ενταθούν οι προσπάθειες ποσοτικοποίησης της επιρροής στην οδική ασφάλεια άλλων, καθοριστικών παραμέτρων. Οι κυριότερες από αυτές τις παραμέτρους είναι αυτές που αφορούν τον άνθρωπο (ηλικία, αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, αποφάσεις, κ.ά.). Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι κορυφαίας σημασίας για την οδική ασφάλεια, ιδιαίτερα στο ζήτημα των ατυχημάτων. Παράμετροι, όπως ο αιφνιδιασμός, η απόσπαση προσοχής, η αμέλεια,

η κούραση ή και η παράβαση των κανόνων του Κ.Ο.Κ από τους οδηγούς, επηρεάζουν άμεσα τον αριθμό των ατυχημάτων. Συνεπώς, ο αποκλεισμός τους από τη διαδικασία αξιολόγησής της ασφάλειας είναι λανθασμένος, επειδή έτσι απλοποιείται ο περίπλοκος τρόπος που η οδική ασφάλεια αλληλοεπιδρά με τις διάφορες καθοριστικές παραμέτρους της.

Στο μέλλον, θα επιδρούσε θετικά στην ασφάλεια να μελετηθεί ενδελεχώς ο τρόπος με τον οποίο η επαρκής ενημέρωση από τη σήμανση, η καλή ορατότητα, η τήρηση του ορίου ταχύτητας και ο γρήγορος χρόνος αντίδρασης μπορούν να ποσοτικοποιηθούν σε στατιστικές μελέτες και η γνώση αυτή να οδηγήσει στην κατασκευή πιο ασφαλών δρόμων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, 2010. *Highway Safety Manual, 1st Edition*. AASHTO, Washington, DC.
2. Baier, R., 2019. *Handbuch der Verkehrssicherheit von Straßen (Entwurf)*.
3. Bauer, K.M. and Harwood, D.W., 2014. Safety Effects of Horizontal Curve and Grade Combinations on Rural Two-Lane Highways. Federal Highway Administration, Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center McLean, Virginia.
4. Farnam Street, <https://fs.blog/2015/07/regression-to-the-mean/>. Δεκέμβριος 2020.
5. Harwood, D.W., Council, F.M., Hauer, E., Hughes, W.E., and Vogt, A., 2000. Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways. Federal Highway Administration, Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center McLean, Virginia.
6. Jensen, S.U., 2018. *Road safety on motorways*. Trafitec, Copenhagen.
7. Sacchi, E. and Bassani, M., 2012. Assessing International Transferability of Highway Safety Manual Crash Prediction Algorithm and Its Components. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2279, pp. 90–98.
8. Κάλλιπος, https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5035/1/02_chapter_6.pdf. Ιανουάριος 2021.