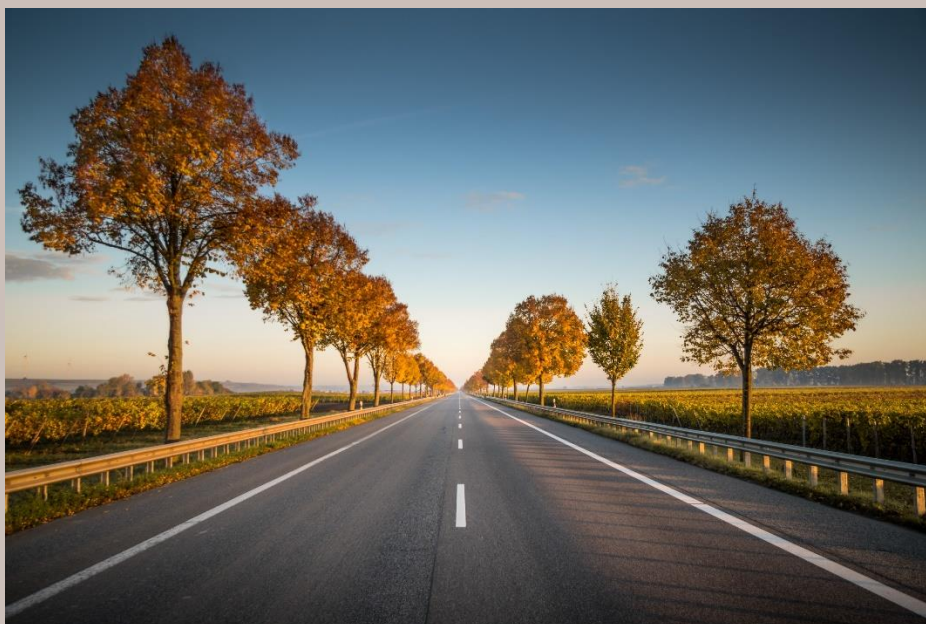




Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Μεθοδολογία Αξιολόγησης του Βαθμού Επικινδυνότητας
Υπεραστικών Οδών Δύο Λωρίδων Κυκλοφορίας
Με βάση Στοιχεία του Παρόδιου Χώρου

Διπλωματική Εργασία



Λουκάς Ι. Στρογγύλης

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2019



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Μεθοδολογία Αξιολόγησης του Βαθμού Επικινδυνότητας
Υπεραστικών Οδών Δύο Λωρίδων Κυκλοφορίας
Με βάση Στοιχεία του Παρόδιου Χώρου

Διπλωματική Εργασία

Λουκάς Ι. Στρογγύλης

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2019



National Technical University of Athens
School of Civil Engineering
Department of Transportation Planning and Engineering

Methodology of Evaluating the Hazard Level
of Two-Lane Rural Roads
Regarding the Roadside Area

Diploma Thesis

Loukas I. Strongylis

Supervisor: Stergios Mavromatis, Assistant Professor NTUA

Athens, October 2019

Δήλωση αναγνώρισης πνευματικών δικαιωμάτων

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.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Λουκάς Ι. Στρογγύλης

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

© Copyright 2019 – All rights reserved

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, κύριο Στέργιο Μαυρομάτη, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου να αναλάβω την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας υπό την καθοδήγησή του.

Επίσης, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Κωνσταντίνο Αποστολέρη για την αμέριστη βοήθειά του σε όλη τη διάρκεια της ενασχόλησής μου με την έρευνα και τη συγγραφή της εργασίας αυτής. Οι συμβουλές και οι κατευθύνσεις που μου έδωσε ήταν ιδιαίτερα κρίσιμες για την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Θέλω ακόμη να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Βασίλειο Ματράγκο για την πολύτιμη βοήθειά του και τη συνεργατική διάθεση που επέδειξε στη διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής βαθμολόγησης.

Οφείλω ακόμη ένα ευχαριστώ στον κύριο Φώτη Μερτζάνη τόσο για την υποστήριξή του στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, όσο και για τις κατευθύνσεις που μου έδωσε σε κρίσιμα ακαδημαϊκά ζητήματα.

Τέλος, κρίνω απαραίτητο να ευχαριστήσω τους γονείς και τους φίλους μου, οι οποίοι αποτέλεσαν το στήριγμά μου καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

Λουκάς Ι. Στρογγύλης

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

Μεθοδολογία Αξιολόγησης του Βαθμού Επικινδυνότητας Υπεραστικών Οδών Δύο Λωρίδων Κυκλοφορίας Με βάση Στοιχεία του Παρόδιου Χώρου

Λουκάς Ι. Στρογγύλης

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Σύνοψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η αναζήτηση μίας μεθόδου, η οποία αξιολογεί, βαθμολογεί και κατατάσσει την επικινδυνότητα του παρόδιου χώρου ενός υπεραστικού οδικού δικτύου δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Προκειμένου να υλοποιηθεί η μέθοδος αυτή έγινε ανασκόπηση σε οδηγίες και έρευνες, έτσι ώστε να εντοπιστούν οι παράμετροι του παρόδιου χώρου που επιδρούν στην οδική ασφάλεια και συλλέχθηκαν τα απαραίτητα θεωρητικά στοιχεία. Ακολούθησε η διαδικασία μαθηματικοποίησης της μεθόδου και δημιουργήθηκε ένα λογισμικό σε προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αξιολογεί την επικινδυνότητα του παρόδιου χώρου εξάγοντας μια βαθμολογία επικινδυνότητας. Η μεθοδολογία χαρακτηρίζεται από ταχύτητα και ευελιξία, αφού απαιτεί ελάχιστα και όχι δυσεύρετα δεδομένα, με αποτέλεσμα ο χρήστης να είναι σε θέση να αξιολογήσει την παρόδια ασφάλεια μιας οδού, σε γρήγορο χρόνο και κατόπιν εύκολης επιτόπιας ή διαδικτυακής έρευνας. Ως κύριο μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων, αφού καμία αριθμητική μέθοδος δεν δύναται να εκφράσει ικανοποιητικά τον ανθρώπινο παράγοντα. Προκειμένου να διατυπωθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα, απαιτείται η διεξαγωγή περαιτέρω επιστημονικής έρευνας.

Λέξεις - κλειδιά: Υπεραστική Οδός, Οδική Ασφάλεια, Παρόδιος Χώρος, Βαθμολογία Παρόδιου Χώρου, Λογισμικό Βαθμολόγησης Επικινδυνότητας

Methodology of Evaluating the Hazard Level of Two-Lane Rural Roads Regarding the Roadside Area

Loukas I. Strongylis

Supervisor: Stergios Mavromatis, Assistant Professor NTUA

Abstract

The subject of this diploma thesis is the research of a method, which evaluates, ranks and classifies the road safety of the roadside area for a two-lane rural road network. To implement this method, regulations and researches were investigated and theoretical data were collected, in order all the parameters that influence roadside safety to be found. Then the procedure to mathematize the method was followed and a software application that has the ability to evaluate roadside area by extracting a score indicating the risk rating was created. The key features of this method are its speed and flexibility, since little and no hard to collect data are required. As a result, the user will be able to make conclusions about the safety of the roadside area, quickly and easily, either through field research, or via internet research. The main disadvantage of the method is accuracy, since no numerical method is able to express the human factor. In order to make safer conclusions, further research is required.

Keywords: Rural Road, Road Safety, Roadside Area, Roadside Risk Rating, Software Application

Περίληψη

Δεδομένου του μεγάλου αριθμού **οδικών ατυχημάτων** που λαμβάνουν χώρα σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας της χώρας μας, η οδική ασφάλεια αποτελεί μεγάλο στοίχημα της σημερινής κοινωνίας.

Ένας από τους κρισιμότερους παράγοντες που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα είναι ο **παρόδιος χώρος**, δηλαδή η περιοχή της οδού που βρίσκεται πέρα από το οδόστρωμα και περιλαμβάνει πληθώρα στοιχείων. Ο χώρος αυτός αποτελεί μία παράμετρο της οδού, η οποία λειτουργεί συμπληρωματικά στην ασφάλειά της, υπό την έννοια ότι δεν καθορίζει κυρίως την πιθανότητα να συμβεί ένα ατύχημα, αλλά τις επιπτώσεις που αυτό θα έχει όταν συμβεί. Τα ατυχήματα που συμβαίνουν στις παρόδιες περιοχές αποτελούν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα αφού κυμαίνονται γύρω στο 40% του συνόλου των ατυχημάτων. Τα οχήματα δύνανται να εκτραπούν από την οδό, οπότε δημιουργούνται κίνδυνοι ανατροπής ή πρόσκρουσης σε σταθερά παρόδια αντικείμενα. Επίσης, οι συνθήκες του παρόδιου χώρου υπό προϋποθέσεις μπορούν να οδηγήσουν σε κατολισθήσεις, γεγονός που δυσχεραίνει την ασφάλεια του ίδιου του οδοστρώματος.

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η αναζήτηση μίας **μεθόδου**, η οποία θα είναι σε θέση να αξιολογεί, βαθμολογεί και κατατάσσει την επικινδυνότητα του παρόδιου χώρου ενός υπεραστικού οδικού δικτύου δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Η άνωθι διαδικασία θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία **λογισμικού** σε προγραμματιστικό περιβάλλον που θα εξάγει βαθμολογία επικινδυνότητας, σύμφωνα με στοιχεία του παρόδιου χώρου, τα οποία θα δηλώνει ο χρήστης.

Προκειμένου να υλοποιηθεί η μέθοδος αυτή, έγινε αρχικά **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σε οδηγίες και έρευνες συναφείς με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, έτσι ώστε να εντοπιστούν οι παράμετροι του παρόδιου χώρου που επιδρούν στην οδική ασφάλεια. Αποτέλεσμα της ανασκόπησης ήταν η συλλογή των απαραίτητων θεωρητικών στοιχείων με τον προσδιορισμό των κρίσιμων παραμέτρων, αλλά και η διαπίστωση ερευνητικού κενού σχετικά με την βαθμολόγηση του παρόδιου χώρου.

Ακολούθησε η διαδικασία **μαθηματικοποίησης** της μεθόδου, με την διαμόρφωση μαθηματικών σχέσεων που σχετίζουν την κάθε παράμετρο του πλευρικού χώρου με την επικινδυνότητα της οδού. Ως κρίσιμες παράμετροι λήφθηκαν η διαμόρφωση της ακμής του οδοστρώματος, το πλάτος του ερείσματος, η απόσταση των πλευρικών εμποδίων, η διαμόρφωση του πλευρικού χώρου, τα στηθαία ασφαλείας και η κατάπτωση βράχων. Στη διαμόρφωση της Σχέσης Συνολικής Βαθμολογίας προσμετρώνται οι ως άνω συντελεστές, με το αντίστοιχο ποσοστό επιρροής, καθώς επίσης και ένας συντελεστής που αφορά την πιθανότητα τραυματισμών.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το **λογισμικό** σε προγραμματιστικό περιβάλλον, με τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού *Fortran77* και *Visual Basic for Applications*, καθώς και με τη συνεργασία των προγραμμάτων *Excel* της Microsoft και *AutoCAD* της Autodesk. Μέσω του λογισμικού αυτού ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αξιολογεί την επικινδυνότητα του παρόδιου χώρου, αφού θα εξάγεται μία βαθμολογία επικινδυνότητας για κάθε τμήμα ελέγχου και θα απεικονίζεται σε σχέδιο η οριζοντιογραφία της οδού, χρωματισμένη κατάλληλα, βάσει των διαστημάτων βαθμολογίας που καθορίστηκαν.

Τέλος, έγινε **δοκιμή** του λογισμικού με εφαρμογή της μεθοδολογίας σε υφιστάμενα οδικά τμήματα της Ελλάδας, για τα οποία έχει γίνει επιτόπια γεωμετρική αποτύπωση. Τα αποτελέσματα της μεθόδου καταδεικνύουν σημαντικές ελλείψεις της υποδομής των υπεραστικών δικτύων σε στοιχεία που βρίσκονται παρά την οδό.

Συμπερασματικά, η μεθοδολογία χαρακτηρίζεται από ταχύτητα και ευελιξία, αφού απαιτεί ελάχιστα και όχι δυσεύρετα δεδομένα, με αποτέλεσμα ο χρήστης να είναι σε θέση να αξιολογήσει την παρόδια ασφάλεια μιας οδού, γρήγορα και κατόπιν εύκολης επιτόπιας ή διαδικτυακής έρευνας. Ως κύριο μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων, αφού ο ανθρώπινος παράγοντας δεν δύναται να εκφραστεί ικανοποιητικά από καμία αριθμητική μέθοδο. Επισημαίνεται πως λόγω του ερευνητικού κενού που υπάρχει στο αντικείμενο της παρούσας εργασίας, τα στοιχεία της βιβλιογραφίας συνδυάστηκαν με την κρίση του μηχανικού, και συνεπώς απαιτείται περαιτέρω επιστημονική έρευνα προκειμένου να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.1.1 Οδικά Ατυχήματα	1
1.1.2 Παρόδιος Χώρος.....	2
1.1.3 Μέθοδοι Αξιολόγησης	3
1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	3
1.3 Στάδια Διπλωματικής Εργασίας.....	4
1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	6
Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	7
2.1 Γενικά.....	7
2.2 Συναφείς Έρευνες, Οδηγίες και Μέθοδοι	7
2.3 Σύνοψη – Κριτική Αξιολόγηση Βιβλιογραφίας.....	10
Κεφάλαιο 3. Θεωρητικό Υπόβαθρο	11
3.1 Γενικά.....	11
3.2 Δείκτες Ατυχημάτων.....	11
3.2.1 Δείκτες AMF.....	12
3.2.2 Δείκτες CMF.....	12
3.3 Εισαγωγικές Έννοιες.....	13
3.3.1 Κατηγορίες Οδού.....	13
3.3.2 Ελκτικότητα	14

3.3.3	Καθοριστικές Ταχύτητες.....	15
3.3.4	Συντελεστής Τριβής.....	18
3.3.5	Κυκλοφοριακός Φόρτος.....	19
3.4	Παράμετροι Παρόδιου Χώρου.....	19
3.4.1	Ακμή Οδοστρώματος.....	20
3.4.2	Έρεισμα.....	22
3.4.3	Πλευρικά Εμπόδια	24
3.4.4	Πλευρικός Χώρος	25
3.4.5	Στηθαία Ασφαλείας	27
3.4.6	Κατολισθήσεις	33
Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογία Βαθμολόγησης.....		45
4.1	Επιλογή Μεθοδολογίας Βαθμολόγησης.....	45
4.2	Υπολογισμός Θεμελιωδών Μεγεθών	45
4.3	Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας	46
4.3.1	Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος.....	46
4.3.2	Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος	50
4.3.3	Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων	53
4.3.4	Συντελεστής Πλευρικού Χώρου	57
4.3.5	Συντελεστής Στηθαίων Ασφαλείας.....	58
4.3.6	Συντελεστής Κατάπτωσης Βράχων	61
4.4	Υπολογισμός Συντελεστή Τραυματισμών	67
4.5	Συνολική Βαθμολογία Άξονα	70
Κεφάλαιο 5. Βαθμολόγηση μέσω H/Y		71
5.1	Λογισμικό GUS4 & FM-GUS	71

5.1.1	Δημιουργία Λογισμικού.....	71
5.1.2	Περιγραφή Βημάτων.....	72
5.2	Δομή του Λογισμικού GUS4	73
5.2.1	Κεντρικό Μενού	73
5.2.2	Δεδομένα.....	75
5.2.3	Προγράμματα.....	81
5.2.4	Σχέδια.....	83
5.2.5	Αρχεία Εργασίας.....	85
5.3	Βαθμολόγηση μέσω του Λογισμικού GUS4.....	86
5.3.1	Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων	86
5.3.2	Παραδείγματα Βαθμολόγησης.....	88
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα		95
6.1	Γενικά.....	95
6.2	Συμπεράσματα της Αξιολόγησης.....	96
6.3	Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	97
Βιβλιογραφία		99
Παραρτήματα		I
Παράρτημα Α. Κώδικας Προγραμματισμού Εφαρμογής GUS4 «Fortran77»		III
Παράρτημα Β. Κώδικας Δημιουργίας Περιβάλλοντος FM-GUS «Visual Basic for Applications»		LIX

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 2.1. Κατάταξη των εθνικών οδών στην Κρήτη, σύμφωνα με τη μεθοδολογία iRAP (Bellos, et al. 2014).....	8
Εικόνα 2.2. Highway Safety Manual	9
Εικόνα 3.1. Απεικόνιση πιθανής σύγκρουσης λόγω απώλειας ελέγχου του	20
Εικόνα 3.2. Συμπεριφορά οχήματος ανάλογα με τη διαμόρφωση της παρειάς ασφαλικού τάπητα (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ).....	21
Εικόνα 3.3. Στοιχεία διατομής υπεραστικής οδού με ενιαία επιφάνεια (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015)	23
Εικόνα 3.4. Οπτική επισκόπηση κατηγοριών επικινδυνότητας πλευρικής διαμόρφωσης (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ).....	26
Εικόνα 3.5. Πτώση βραχοτεμαχίων (Σουνδία 2009)	35
Εικόνα 5.1. Μορφή κεντρικού μενού λογισμικού FM-GUS (καρτέλα MENU)	73
Εικόνα 5.2. Παράθυρο γραμμής εντολών που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος GUS4.....	82
Εικόνα 5.3. Παράθυρο του Excel με μήνυμα ενημέρωσης.	83
Εικόνα 5.4. Παράθυρο της Microsoft Visual Basic με μήνυμα σφάλματος.....	83
Εικόνα 5.5. Αποτυπωμένο οδικό δίκτυο της Ελλάδας	86
Εικόνα 5.6. Φωτογραφία 1 του Άξονα 6	89
Εικόνα 5.7. Φωτογραφία 2 του Άξονα 6	89
Εικόνα 5.8. Φωτογραφία 1 του Άξονα 7Α.....	89
Εικόνα 5.9. Φωτογραφία 2 του Άξονα 7Α.....	89
Εικόνα 5.10. Οπτική επισκόπηση Άξονα 6 μέσω Google Earth Pro	90
Εικόνα 5.11. Οπτική επισκόπηση Άξονα 7Α μέσω Google Earth Pro	90
Εικόνα 5.12. Χρωματική διαβάθμιση οριζοντιογραφίας Άξονα 6	92
Εικόνα 5.13. Χρωματική διαβάθμιση οριζοντιογραφίας Άξονα 7Α	94

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1.1. Αίτια θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων (Ελληνική Αστυνομία 2018).....	1
Σχήμα 1.2. Διάγραμμα ροής των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας.....	5
Σχήμα 3.1. Οριζοντιογραφία οδικού τμήματος ΑΒ για υπολογισμό ελκτότητας (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015).....	14
Σχήμα 3.2. Γωνίες αλλαγής διεύθυνσης στην κορυφή K_i της πολυγωνικής (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015).....	14
Σχήμα 3.3. Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε συνάρτηση με την ελκτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας Α Ι έως Α ΙV (ΟΜΟΕ-Χ)	17
Σχήμα 3.4. Παράμετροι παρόδιου χώρου που επηρεάζουν την οδική ασφάλεια	19
Σχήμα 3.5. Βαθμός κινδυνότητας από τη διαμόρφωση παρειάς οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ).....	21
Σχήμα 3.6. Συστήματα αναχαίτισης οχημάτων, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1317 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ).....	27
Σχήμα 3.7. Διάγραμμα ροής των κριτηρίων εφαρμογής στηθαίων ασφαλείας στην εξωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)	28
Σχήμα 3.8. Διάταξη των στηθαίων ασφαλείας σε συνάρτηση με το λειτουργικό πλάτος και τον κυκλοφοριακό χώρο (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)	29
Σχήμα 3.9. Μάζα και ταχύτητα αντοχής των νέου τύπου στηθαίων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317 (European Union Road Federation χ.χ.).....	32
Σχήμα 3.10. Απορροφούμενη ενέργεια των νέου τύπου στηθαίων με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317 (European Union Road Federation χ.χ.)	33
Σχήμα 3.11. Μεταβολή του συντελεστή b συναρτήσει της κλίσης του πρανούς ψ (Σουνδία 2009).....	38
Σχήμα 3.12. Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας 2003).....	39
Σχήμα 3.13. Γεωγραφική κατανομή του μέσου όρου των μεγίστων οριζοντίων επιταχύνσεων (σε cm/sec^2) στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές (Σταυρακάκης, και συν. 2002)	40

Σχήμα 3.14. Βροχομετρικός χάρτης της Ελλάδας (Βολιώτη 2009)	41
Σχήμα 3.15. Τεκτονικογεωλογικός χάρτης της Ελλάδας (Βολιώτη 2009).....	42
Σχήμα 4.1. Βαθμός κινδυνότητας συναρτήσει υψομετρικής διαφοράς για τις πιθανές τιμές κλίσης ακμής οδοστρώματος.....	47
Σχήμα 4.2. Σχέση μεταξύ συντελεστών α_i και κλίσης ακμής οδοστρώματος	48
Σχήμα 4.3. AMF συναρτήσει πλάτους ερείσματος και ΕΜΗΚ.....	51
Σχήμα 4.4. Σχέση μεταξύ συντελεστών α_i και ΕΜΗΚ.....	52
Σχήμα 4.5. Σχέση μεταξύ σταθερών όρων β_i και ΕΜΗΚ.....	52
Σχήμα 4.6. AMF συναρτήσει αύξησης απόστασης εμποδίων, για τις διάφορες κατηγορίες εμποδίων	54
Σχήμα 4.7. Εξισώσεις συντελεστή απόστασης εμποδίων.....	55
Σχήμα 4.8. Εξίσωση επικινδυνότητας συναρτήσει ύψους πρανούς	62
Σχήμα 4.9. Συντελεστής υλικού για έδαφος	65
Σχήμα 4.10. Συντελεστής υλικού για βράχο.....	65
Σχήμα 4.11. Πιθανότητα Τραυματισμού	69

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 3.1. Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (ΟΜΟΕ-X)	13
Πίνακας 3.2. AMF για πλάτος ερείσματος σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας (AASHTO 2010).....	23
Πίνακας 3.3. AMF για μετακίνηση/απομάκρυνση εμποδίων δίπλα από την οδό, σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας (AASHTO 2010)	24
Πίνακας 3.4. Κατηγορίες επικινδυνότητας διαμόρφωσης παράπλευρων επιφανειών οδού (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ).....	25
Πίνακας 3.5. Κατηγορίες λειτουργικού πλάτους κατά ΕΛΟΤ EN 1317-2 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)	30
Πίνακας 3.6. Κατηγορίες σφοδρότητας σύγκρουσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317-2 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)	31
Πίνακας 3.7. Ταξινόμηση κατολισθήσεων κατά Varnes (Κυρατζή 2017).....	34
Πίνακας 3.8. Ταχύτητες κατάπτωσης βράχων	36
Πίνακας 3.9. Συγκεντρωτικά στοιχεία του συστήματος αξιολόγησης κατάπτωσης βράχων (Federal Highway Administration, Rockfall Hazard Rating System - Participant's Manual 1993)	37
Πίνακας 3.10. Κατηγοριοποίηση βραχωδών υλικών (Romana , Tomás and Serón 2015)	43
Πίνακας 3.11. Χαρακτηριστικά μη συνεκτικών εδαφών (άμμοι, χάλικες)	43
Πίνακας 3.12. Χαρακτηριστικά συνεκτικών εδαφών (άργιλοι, ιλύες)	44
Πίνακας 3.13. Διαστάσεις τάφρου αναχαίτισης καταπτώσεων βραχωδών ορυγμάτων (ΟΜΟΕ-Δ)	44
Πίνακας 4.1. Βαθμός κινδυνότητας συναρτήσει υψομετρικής διαφοράς και κλίσης ακμής οδοστρώματος.....	47
Πίνακας 4.2. Τιμές AMF για πλάτος ερείσματος και ΕΜΗΚ	50
Πίνακας 4.3. Τιμές AMF για αύξηση απόστασης πλευρικών εμποδίων, για τις διάφορες κατηγορίες εμποδίων	53
Πίνακας 4.4. Τιμές AMF για αύξηση απόστασης πλευρικών εμποδίων	54
Πίνακας 4.5. Τιμές AMF για τις επτά κατηγορίες πλευρικής επικινδυνότητας	57

Πίνακας 4.6. Βαθμολογία νέου τύπου στηθαίων	58
Πίνακας 4.7. Βαθμολογία υφιστάμενου στηθαίου βάσει του τύπου στηθαίου	59
Πίνακας 4.8. Τροποποιημένη βαθμολογία υφιστάμενου στηθαίου βάσει της κατάστασης του στηθαίου	60
Πίνακας 4.9 Επικινδυνότητα κατάπτωσης βράχων συναρτήσει του ύψους πρανούς .	61
Πίνακας 4.10. Διαβάθμιση βαθμολογίας	70
Πίνακας 5.1. Φύλλα εισαγωγής δεδομένων	75
Πίνακας 5.2. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΑΚΜΗ ΟΔΟΣΤ.	77
Πίνακας 5.3. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΕΡΕΙΣΜΑ.....	78
Πίνακας 5.4. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΕΜΠΟΔΙΑ	78
Πίνακας 5.5. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΛΕΥΡ. ΧΩΡΟΣ	78
Πίνακας 5.6. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΣΤΗΘΑΙΑ	79
Πίνακας 5.7. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΚΑΤ. ΒΡΑΧΩΝ	80
Πίνακας 5.8. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛ.	80
Πίνακας 5.9. Προγράμματα	81
Πίνακας 5.10. Σχέδια	84
Πίνακας 5.11. Αρχεία Εργασίας	85
Πίνακας 5.12. Χαρακτηριστικά οδικών αξόνων εφαρμογής	88
Πίνακας 5.13. Χρωματική διαβάθμιση βαθμολογίας	88

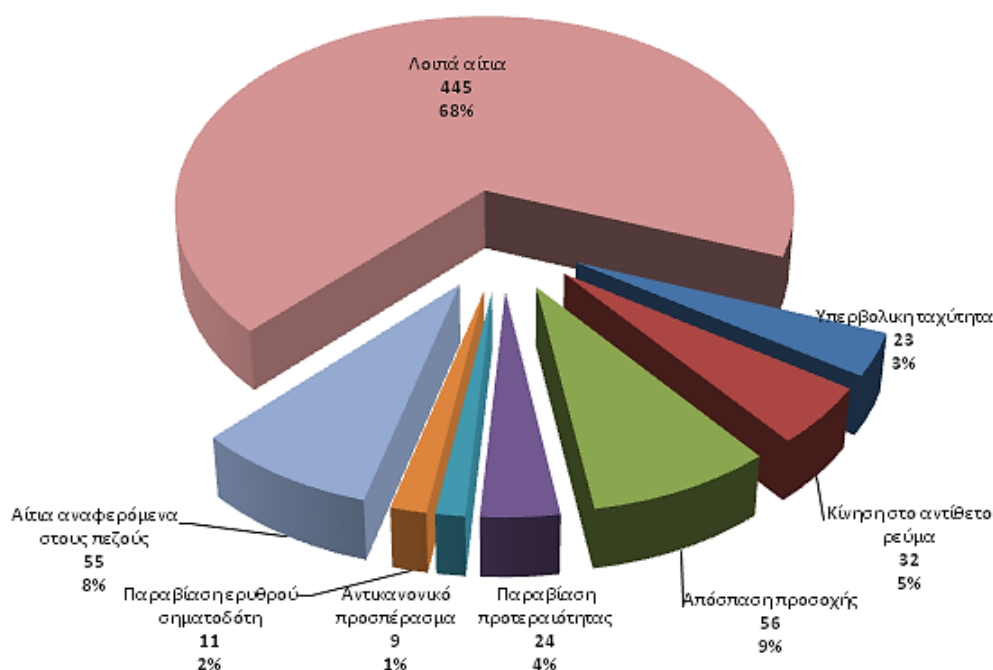
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

1.1.1 Οδικά Ατυχήματα

Η οδική ασφάλεια αποτελεί μεγάλο στοίχημα της σημερινής κοινωνίας, δεδομένου του μεγάλου αριθμού **οδικών ατυχημάτων** που λαμβάνουν χώρα στους οδικούς άξονες και αποτελούν μία από τις πλέον κυριότερες αιτίες θανάτου και πρόκλησης σωματικών βλαβών παγκοσμίως.

Σύμφωνα με τα επίσημα **στατιστικά στοιχεία** για τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα, το έτος 2018 επήλθαν 709 θάνατοι (655 θανατηφόρα ατυχήματα), 701 βαρείς τραυματισμοί και 12.073 ελαφρείς τραυματισμοί. Ως αιτίες των ατυχημάτων παρουσιάζονται η υπερβολική ταχύτητα, το αντικανονικό προσπέρασμα, η κίνηση στο αντίθετο ρεύμα, η παραβίαση προτεραιότητας ή σηματοδότη, η απόσπαση προσοχής οδηγού κ.α.



Σχήμα 1.1. Αίτια θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων (Ελληνική Αστυνομία 2018)

Αποτελεί επομένως αδήριτη ανάγκη ο εντοπισμός των παραμέτρων που προκαλούν τα οδικά ατυχήματα έτσι ώστε να γίνουν οι κατάλληλες παρεμβάσεις. Οι **παράμετροι** αυτές μπορούν να καταταχθούν στις εξής κατηγορίες με σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας:

- **Το όχημα:** Ελλιπής συντήρηση, παλαιότητα οχημάτων, κ.α.
- **Η οδός:** Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά, χαμηλά πρότυπα κατασκευής, κακή οργάνωση της κυκλοφορίας, κ.α.
- **Το περιβάλλον:** Ομίχλη, βροχή, χιόνι, άνεμος, καπνός, κ.α.
- **Οι χρήστες:** Μέθη, μη τήρηση ορίων ταχύτητας, μη συμμόρφωση σε σήμανση, κ.α.

Όπως γίνεται κατανοητό, το ζήτημα της οδικής ασφάλειας είναι πολύπλευρο και η λύση του απαιτεί μεγάλη επιστημονική έρευνα.

1.1.2 Παρόδιος Χώρος

Ένας από τους κρισιμότερους παράγοντες που επηρεάζουν τα οδικά ατυχήματα είναι ο **παρόδιος χώρος**. Αποτελεί μία παράμετρο της οδού, η οποία λειτουργεί συμπληρωματικά στην ασφάλειά της, υπό την έννοια ότι δεν καθορίζει κυρίως την πιθανότητα να συμβεί ένα ατύχημα, αλλά τις επιπτώσεις που αυτό θα έχει όταν συμβεί.

Ως παρόδιος χώρος **ορίζεται** η περιοχή που βρίσκεται πέρα από το οδόστρωμα και περιλαμβάνει στοιχεία όπως το έρεισμα, το στηθαίο ασφαλείας που πιθανώς υπάρχει, την ελεύθερη ζώνη, τα εμπόδια, τη φυσική ή τεχνητή διαμόρφωση του πρανούς κ.α.

Τα **ατυχήματα** που συμβαίνουν στις παρόδιες περιοχές αποτελούν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα αφού κυμαίνονται γύρω στο 40% του συνόλου των ατυχημάτων. Τα οχήματα δύνανται να εκτραπούν από την οδό, οπότε δημιουργούνται κίνδυνοι ανατροπής ή πρόσκρουσης σε σταθερά παρόδια αντικείμενα. Επίσης, η διαμόρφωση του παρόδιου χώρου υπό προϋποθέσεις μπορεί να επιφέρει κατολισθήσεις, γεγονός που δυσχεραίνει την ασφάλεια του ίδιου του οδοστρώματος.

1.1.3 Μέθοδοι Αξιολόγησης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα από τους ερευνητές προκειμένου να αξιολογούν τις οδικές υποδομές ως προς το παρεχόμενο επίπεδο οδικής ασφάλειας, μπορούν να καταταχτούν σε τρεις κατηγορίες:

- **Αριθμητική μέθοδος**
Δημιουργούνται λογισμικά σε προγραμματιστικό περιβάλλον, τα οποία δύνανται να εκτελούν σύνθετους υπολογισμούς για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.
- **Μέθοδος οπτικοποίησης**
Γίνεται αναπαράσταση δεδομένων με χρήση γραφικών, μέσω κατάλληλων συσκευών, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές.
- **Μέθοδος προσομοίωσης**
Αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου της οπτικοποίησης, αφού γίνεται χρήση προσομοιωτή οδήγησης, για την προσμέτρηση και του ανθρώπινου παράγοντα.

Οι προαναφερθείσες μέθοδοι παρουσιάζουν η καθεμιά τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και θα μπορούσαν συνδυαστικά να προσφέρουν το βέλτιστο αποτέλεσμα. Παρά το γεγονός αυτό όμως, η **αριθμητική μέθοδος**, ούσα περισσότερο ευέλικτη, είναι ικανή να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα στα πρώτα στάδια μιας έρευνας, όπως αυτή που γίνεται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η δημιουργία μίας **μεθοδολογίας** η οποία θα αξιολογεί και θα βαθμολογεί ένα υφιστάμενο υπεραστικό οδικό δίκτυο δύο λωρίδων κυκλοφορίας με ενιαίο οδόστρωμα, με βάση την **επικινδυνότητα** του **παρόδιου χώρου**. Προκειμένου να εφαρμοστεί αποτελεσματικά η μεθοδολογία αυτή, θα αναπτυχθεί ένα **λογισμικό** σε προγραμματιστικό περιβάλλον. Ζητούμενο είναι να μην απαιτείται συλλογή πολύπλοκων στοιχείων, αλλά ως πηγές πληροφόρησης να χρησιμοποιούνται επιτόπιες έρευνες αλλά και παρατήρηση διαδικτυακών χαρτών.

Προϋπόθεση, και συνεπώς πρώτο στόχο, για τη δημιουργία της μεθόδου αυτής, αποτελεί η εύρεση των **παραμέτρων** του παρόδιου χώρου που επιδρούν στην οδική ασφάλεια, η συσχέτισή τους με αυτή και η δημιουργία κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου.

1.3 Στάδια Διπλωματικής Εργασίας

Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκε μέσω μίας σειράς **βημάτων** για την ολοκληρωμένη προσέγγιση του στόχου. Τα βήματα αυτά αναλύονται ακολούθως.

Αρχικά, οριστικοποιήθηκε ο **στόχος** της έρευνας, δηλαδή η δημιουργία ενός λογισμικού αξιολόγησης επικινδυνότητας οδικών δικτύων αναφορικά με τον παρόδιο χώρο.

Ακολούθησε η ανασκόπηση της **βιβλιογραφίας** έτσι ώστε να εντοπιστούν οι **παράμετροι** του παρόδιου χώρου που επηρεάζουν την ασφάλεια της οδού. Εντοπίστηκαν έτσι όλα τα στοιχεία, όπως γραφήματα, πίνακες, δείκτες ή σχέσεις, δεδομένα δηλαδή που θα μπορούσαν στη συνέχεια να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της βαθμολόγησης.

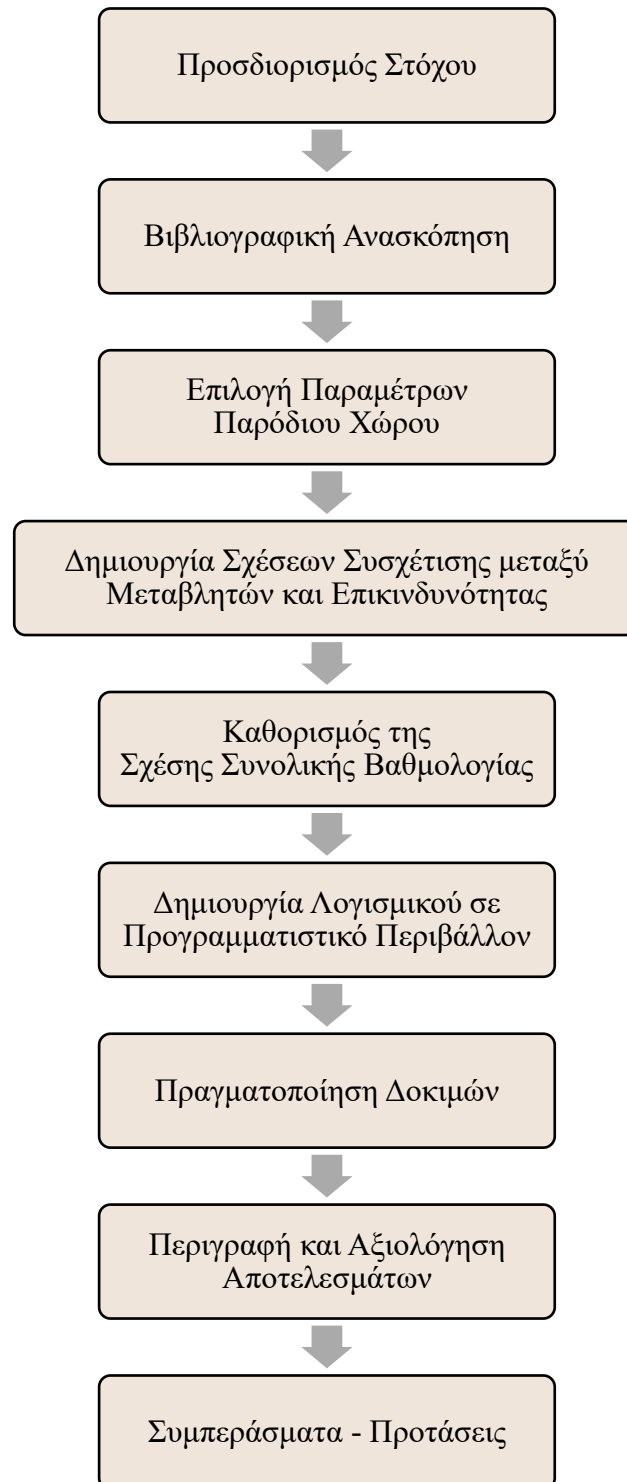
Έπειτα, δημιουργήθηκαν για κάθε παράμετρο **σχέσεις** οι οποίες να περιγράφουν την επίδραση της παραμέτρου στην επικινδυνότητα της οδού, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα στοιχεία της βιβλιογραφίας. Κατόπιν αυτού προσδιορίστηκε η **Σχέση Συνολικής Βαθμολογίας** της οδού με βάση τον παρόδιο χώρο, λαμβάνοντας υπόψη το ποσοστό επιρροής κάθε παραμέτρου.

Στο επόμενο στάδιο δημιουργήθηκε το **λογισμικό GUS4** σε προγραμματιστικό περιβάλλον *Fortran77* και *Visual Basic for Applications*, το οποίο δέχεται ως δεδομένα εισόδου τα στοιχεία που απαιτεί η μεθοδολογία και δίνει ως αποτέλεσμα τη Βαθμολογία Επικινδυνότητας της οδού, καθώς και την οριζοντιογραφία της με κατάλληλη χρωματική διαβάθμιση.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν **δοκιμές** του λογισμικού, με την εισαγωγή δεδομένων για υφιστάμενα οδικά δίκτυα και έγινε η περιγραφή και **αξιολόγηση των αποτελεσμάτων**.

Τέλος, προέκυψαν σημαντικά **συμπεράσματα** και διατυπώθηκαν **προτάσεις** για περαιτέρω έρευνα.

Για την καλύτερη αντίληψη των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας, αυτά παρουσιάζονται και με τη μορφή γραφήματος ροής στη συνέχεια.



Σχήμα 1.2. Διάγραμμα ροής των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αναπτύσσεται σε κεφάλαια, όπως αυτά παρουσιάζονται και αναλύονται στη συνέχεια.

Κεφάλαιο 1: Παρουσιάζεται το γενικότερο **αντικείμενο** της Διπλωματικής Εργασίας αναλύοντας τις βασικές έννοιες των οδικών ατυχημάτων και του παρόδιου χώρου. Στη συνέχεια αναλύεται ο **στόχος** της έρευνας, καθώς και τα βήματα-**στάδια** που ακολουθήθηκαν. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη **δομή** της Εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**. Αναλύονται συναφείς έρευνες, οδηγίες και μέθοδοι, εντοπίζονται χρήσιμα στοιχεία για αξιοποίηση καθώς και ελλείψεις που απαιτούν περαιτέρω έρευνα.

Κεφάλαιο 3: Γίνεται η ανάλυση του **θεωρητικού υποβάθρου** της Διπλωματικής Εργασίας. Παρουσιάζονται τα στοιχεία εκείνα που είναι απαραίτητα για την κατανόηση των εννοιών σχετικά με τον παρόδιο χώρο και την οδική ασφάλεια.

Κεφάλαιο 4: Αναπτύσσεται η **μεθοδολογία βαθμολόγησης**. Γίνεται αναφορά στις σχέσεις και τα δεδομένα από την Επιστημονική Βιβλιογραφία και προσδιορίζονται αναλυτικά οι μαθηματικές σχέσεις που προκύπτουν για κάθε μία παράμετρο. Τέλος καθορίζεται η Σχέση Συνολικής Βαθμολογίας του οδικού άξονα.

Κεφάλαιο 5: Αναλύεται η δημιουργία του **λογισμικού βαθμολόγησης** της επικινδυνότητας του παρόδιου χώρου. Καταγράφονται όλα τα βήματα για την υλοποίηση του προγράμματος, ενώ παρουσιάζονται και παραδείγματα-δοκιμές.

Κεφάλαιο 6: Αναφέρονται τα **συμπεράσματα** που προέκυψαν από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς επίσης διατυπώνονται **προτάσεις** για περαιτέρω έρευνα.

Βιβλιογραφία: Καταγράφονται όλες οι βιβλιογραφικές πηγές, από τις οποίες αντλήθηκαν δεδομένα για την Εργασία.

Παράρτημα: Παρατίθεται ο κώδικας της εφαρμογής βαθμολόγησης σε περιβάλλον *Fortran77* και *Visual Basic for Applications*.

Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Γενικά

Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού οδικών ατυχημάτων που συμβαίνουν στις υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, θεωρείται πως αυτές αποτελούν τις πλέον επικίνδυνες οδούς από άποψη οδικής ασφάλειας. Στη χώρα μας μάλιστα, τα χαρακτηριστικά των οδών αυτών παρουσιάζουν σημαντικές ελλείψεις, οπότε κρίνεται αναγκαία η **αξιολόγηση** του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

Στο παρόν κεφάλαιο, αναλύονται οδηγίες, έρευνες και μέθοδοι συναφείς με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, με σκοπό τον εντοπισμό του υπάρχοντος ερευνητικού κενού και περαιτέρω, τον επιτυχή προσδιορισμό του περιεχομένου της εργασίας.

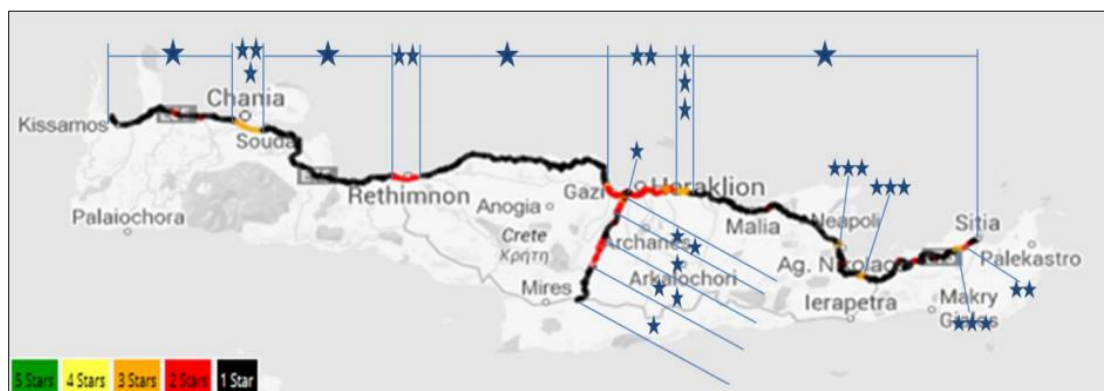
2.2 Συναφείς Έρευνες, Οδηγίες και Μέθοδοι

Στη σύγχρονη και τεχνολογικά εξελιγμένη εποχή έχουν δημιουργηθεί και χρησιμοποιούνται **λογισμικά** που αξιολογούν την οδική ασφάλεια, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους της οδού συνδυαστικά. Τα λογισμικά έχουν αναπτυχθεί τόσο σε διεθνές επίπεδο με το International Road Assessment Programme (**iRAP**), όσο και σε ευρωπαϊκό με το European Road Assessment Programme (**EuroRAP**), με στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Τα λογισμικά αυτά βαθμολογούν και κατατάσσουν τους οδικούς άξονες ως προς την ασφάλεια τους σε πέντε κατηγορίες, με κλίμακα από 5 έως 1, από το βέλτιστο στο χειρότερο επίπεδο ασφαλείας αντίστοιχα. Η βαθμολόγηση των οδών γίνεται ύστερα από την γεωμετρική αποτύπωση της οδού και κατόπιν εισαγωγής διαφόρων παραμέτρων στο πρόγραμμα, όπως η ταχύτητα των οχημάτων στο δίκτυο, ο κυκλοφοριακός φόρτος, η σήμανση, ο φωτισμός και άλλα.

Επισημαίνεται πως αυτά τα λογισμικά έχουν χρησιμοποιηθεί και στον ελλαδικό χώρο από μελετητικά γραφεία, τα οποία έχουν βαθμολογηθεί αρκετούς οδικούς άξονες της Χώρας μας. Ένα τέτοιο παράδειγμα παρουσιάζεται και στην εικόνα που ακολουθεί,

Κεφάλαιο 2

στην οποία απεικονίζεται η κατάταξη του εθνικού δικτύου της Κρήτης, μέσω της χρωματικής διαβάθμισης για τις 5 κατηγορίες.



Εικόνα 2.1. Κατάταξη των εθνικών οδών στην Κρήτη, σύμφωνα με τη μεθοδολογία iRAP (Bellos, et al. 2014)

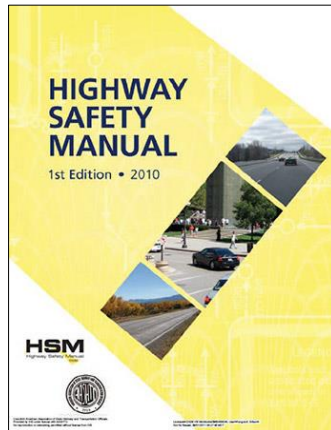
Το κύριο μειονέκτημα των λογισμικών αυτών είναι ότι δεν διατίθενται ελεύθερα, και συνεπώς απαιτείται πληρωμή για την χρήση τους. Επιπλέον, μειονεκτούν και στο γεγονός ότι δεν παρουσιάζουν στον χρήστη την ακριβή μεθοδολογία και τις μαθηματικές σχέσεις που λαμβάνονται υπόψη.

Επίσης, το **Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)** που έχει δημιουργηθεί από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αυτοκινητοδρόμων των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Federal Highway Administration – FHWA), είναι μια σειρά από εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών αυτοκινητοδρόμων, όσον αφορά την οδική ασφάλεια. Είναι ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που παρέχει εκτιμήσεις για την αναμενόμενη ασφάλεια και επιχειρησιακή απόδοση του σχεδιασμού του αυτοκινητόδρομου. Ελέγχει τα υπάρχοντα ή προτεινόμενα σχέδια αυτοκινητοδρόμων με τις σχετικές αξίες της πολιτικής σχεδιασμού και περιλαμβάνει εμπειρικές μεθόδους για τον προσδιορισμό δεικτών ατυχημάτων. Στους χρήστες του λογισμικού μπορούν να περιληφθούν διαχειριστές έργων οδικών έργων, σχεδιαστές και αξιολογητές της κυκλοφορίας και της ασφάλειας σε κρατικούς και τοπικούς οργανισμούς οδικής υποδομής και σε εταιρείες παροχής συμβουλών στον κλάδο των μηχανικών.

Ακόμη, ο FHWA εκδίδει το τεύχος **Roadway Safety Information Analysis: A Manual for Local Road Owners**, στο οποίο γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού της

συχνότητας εμφάνισης των ατυχημάτων, της βαρύτητας τους και των δεικτών μεταβολής οδικών ατυχημάτων (CMF).

Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί το Εγχειρίδιο Οδικής Ασφάλειας (**Highway Safety Manual - HSM**), το οποίο είναι το πρωταρχικό έγγραφο καθοδήγησης για την ενσωμάτωση της ποσοτικής ανάλυσης ασφάλειας στις διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης έργων οδικών μεταφορών. Αναπτύχθηκε από την AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), και δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 2010 με συμπλήρωμα για αυτοκινητόδρομους που δημοσιεύθηκε το 2014. Παρουσιάζει σύγχρονες επιστημονικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση των επιδόσεων ασφαλείας των αυτοκινητοδρόμων και των οδών έτσι ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις για τις οδικές μεταφορές.



Εικόνα 2.2. Highway Safety Manual

Το HSM περιλαμβάνει οδηγίες σχετικά με ανθρώπινους παράγοντες και βασικά στοιχεία της ασφάλειας της κυκλοφορίας, διαδικασία διαχείρισης της οδικής ασφάλειας, ελέγχους δικτύου, αξιολογήσεις ασφαλείας, δείκτες AMF, δείκτες CMF κ.α.

Επιπλέον, ο οργανισμός **Crash Modification Factors (CMF) Clearinghouse** ιδρύθηκε για να παρέχει σε επαγγελματίες σχετικούς με τον κλάδο των μεταφορών τα ακόλουθα:

- Έναν τακτικά ενημερωμένο ηλεκτρονικό χώρο αποθήκευσης δεικτών CMF
- Έναν μηχανισμό κοινοποίησης των νέων δεικτών CMF
- Εκπαιδευτικές πληροφορίες σχετικά με την ορθή εφαρμογή των δεικτών CMF

Ο σκοπός του CMF Clearinghouse είναι να συγκεντρώσει όλα τα τεκμηριωμένα CMF σε μια κεντρική τοποθεσία, παρέχοντας έτσι μια βάση δεδομένων που μπορεί να αναζητηθεί εύκολα από τους χρήστες, σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Συνοψίζονται όλες οι δημοσιευμένες πληροφορίες για κάθε CMF, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο αναπτύχθηκε (π.χ. σχεδιασμός μελέτης, μέγεθος δείγματος και πηγή δεδομένων) καθώς και τα στατιστικά του στοιχεία (π.χ. τυπικό σφάλμα).

Οι δείκτες CMF που περιλαμβάνονται στο Εγχειρίδιο Οδικής Ασφάλειας HSM (AASHTO 2010) έχουν συνήθως καλύτερη αντιπροσωπευτικότητα, αφού λαμβάνουν υπόψη αυστηρότερα κριτήρια. Το CMF Clearinghouse περιλαμβάνει κάθε τεκμηριωμένο CMF, δηλαδή περιλαμβάνει CMF που δεν εμφανίζονται στο HSM είτε επειδή δεν πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης του HSM, είτε γιατί τεκμηριώθηκαν μετά την ολοκλήρωση του Εγχειριδίου. Ως αποτέλεσμα, το Clearinghouse περιλαμβάνει περισσότερους δείκτες CMF για περισσότερα αντίμετρα από ότι το HSM.

Τέλος, όσον αφορά τον **παρόδιο χώρο** ως μεμονωμένου στοιχείου οδικής ασφάλειας, έχει γίνει προσπάθεια κατηγοριοποίησής του με βάση τη γενική διαμόρφωση, από τις αμερικανικές οδηγίες HSM (AASHTO 2010), πράξη η οποία τα τελευταία χρόνια υιοθετείται και από τις ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ).

2.3 Σύνοψη – Κριτική Αξιολόγηση Βιβλιογραφίας

Κατόπιν διεξοδικής μελέτης της βιβλιογραφίας σχετικά με τις μεθοδολογίες βαθμολόγησης οδικής ασφάλειας, τόσο σε γενικότερο πλαίσιο, όσο και για τον παρόδιο χώρο συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν έρευνες και μέθοδοι που είναι σχετικές με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επισημάνθηκαν **στοιχεία** τα οποία κρίνονται σημαντικά για την οδική ασφάλεια και θα λειτουργήσουν ως ερεθίσματα για την αναζήτηση του θεωρητικού υποβάθρου που απαιτείται στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

Επισημαίνεται πως διαπιστώθηκε **ερευνητικό κενό** όσον αφορά την αξιολόγηση του παρόδιου χώρου, και συνεπώς η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στην πορεία της εργασίας θα λάβει υπόψη τη βιβλιογραφία συμβουλευτικά, σε συνδυασμό με την κρίση του συγκοινωνιολόγου μηχανικού.

Κεφάλαιο 3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Γενικά

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιούνται δεδομένα κυρίως από τις **ελληνικές οδηγίες** (Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων) που αφορούν:

- τις Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)
- την Επιθεώρηση Οδικής Ασφάλειας (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ)
- και τα Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ).

Επιπλέον, ιδιαίτερα χρήσιμες για την έρευνα είναι και οι **αμερικανικές οδηγίες** από το εγχειρίδιο Highway Safety Manual (AASHTO 2010), και κυρίως οι δείκτες ατυχημάτων AMF και CMF.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση των εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

3.2 Δείκτες Ατυχημάτων

Οι δείκτες **AMF** και **CMF** βασίζονται σε μετρήσεις που γίνονται σε οδικά τμήματα πριν και μετά από θεραπείες που αφορούν την βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Ένα από τα βασικά ερωτήματα που δημιουργούνται όταν εξετάζεται η εφαρμογή μιας θεραπείας (treatment), είναι αν εκείνη θα βελτιώσει την οδική ασφάλεια. Έτσι, μία λύση θεωρείται αποτελεσματική, αν αποφέρει **βελτίωση** στην **παρεχόμενη ασφάλεια**. Με τον όρο θεραπεία, λύση, αντίμετρο, παρέμβαση ή δράση εννοούμε οποιαδήποτε τροποποίηση από μηχανικό ή παρέμβαση σε μία τοποθεσία ή οδό που μπορεί να εφαρμοστεί με στόχο τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Οι δείκτες AMF και CMF παρουσιάζουν **ομοιογένεια** τόσο ως προς τις μεθόδους εξαγωγής τους, όσο και ως προς τη σημασία τους, αφού αναφέρονται στην επίδραση, που έχει μια θεραπεία στην ασφάλεια.

3.2.1 Δείκτες AMF

Οι δείκτες AMF (Accident Modification Factors) ποσοτικοποιούν την αλλαγή της αναμενόμενης μέσης συχνότητας σύγκρουσης σε μια τοποθεσία που προκαλείται από την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης **θεραπείας** (treatment), γεωμετρικής τροποποίησης ή αλλαγής των λειτουργιών.

Πρακτικά ο δείκτης AMF είναι η αναλογία μεταξύ της συχνότητας των **ατυχημάτων** ανά μονάδα χρόνου που αναμένεται μετά την εφαρμογή μιας θεραπείας και της συχνότητας των ατυχημάτων ανά μονάδα χρόνου που υπολογίζεται αν δεν πραγματοποιηθεί η θεραπεία. Επομένως η σχέση που περιγράφει τον δείκτη είναι η εξής.

$$AMF = \frac{\text{συχνότητα ατυχημάτων μετά τη θεραπεία}}{\text{συχνότητα ατυχημάτων πριν τη θεραπεία}} \quad (3.1)$$

Ο δείκτης AMF προσδιορίζεται από τον μελετητή με μελέτες αξιολόγησης πριν και μετά την τροποποίηση.

3.2.2 Δείκτες CMF

Οι δείκτες CMF (Crash Modification Factors) είναι δείκτες αντίστοιχης φιλοσοφίας με τους δείκτες CMF που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η διαφορά αυτών είναι στη “μονάδα μέτρησης” της ασφάλειας, αφού οι δείκτες CMF αναφέρονται στις **συγκρούσεις** πριν και μετά την εφαρμογή μιας θεραπείας. Έτσι η σχέση που περιγράφει τον δείκτη CMF είναι η εξής.

$$CMF = \frac{\text{συχνότητα συγκρούσεων μετά τη θεραπεία}}{\text{συχνότητα συγκρούσεων πριν τη θεραπεία}} \quad (3.2)$$

Ο δείκτης μπορεί να αναφερθεί με τους εξής τρόπους: είτε ως Δείκτης CMF, είτε ως ποσοστιαία μείωση των συγκρούσεων, είτε ως Δείκτης CRF (Crash Reduction Factor). Για παράδειγμα, αν με μία μεταβολή στο πλάτος του ερείσματος επιτυγχάνεται βελτίωση των ατυχημάτων κατά 30%, τότε μπορούμε να πούμε ότι έχουμε: είτε $CMF = 0,7$, είτε ποσοστιαία μείωση 30%, είτε $CRF = 0,3$.

3.3 Εισαγωγικές Έννοιες

Ξεκινώντας με την ανάλυση του θεωρητικού υποβάθρου της εργασίας, κρίνεται σκόπιμο να διασαφηνιστούν οι εισαγωγικές έννοιες που είναι απαραίτητες για τις μεταβλητές τις σχετικές με τον παρόδιο χώρο μιας υπεραστικής οδού.

3.3.1 Κατηγορίες Οδού

Η κατάταξη των οδών σε **κατηγορίες** γίνεται ανάλογα με την έκταση και τη σημασία που αποδίδεται σε κάθε μία οδό, σε σχέση με τις λειτουργίες της σύνδεσης, της πρόσβασης, και της παραμονής. Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι παράμετροι μελέτης όλων των κατηγοριών οδών, σύμφωνα με τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων για τις Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ), αναφέρονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.1. Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (ΟΜΟΕ-Χ)

Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών		Παράμετροι μελέτης και λειτουργίας οδών				
Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού Χαρακτηρισμός οδού	Είδος οχημάτων	Επιτρεπόμενη ταχύτητα V_{lim} [km/h]	Χαρακτηριστικά επιφάνειας κυκλοφορίας	Κόμβοι	Ταχύτητα Μελέτης V_m [km/h]
1	2	3	4	5	6	7
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παρόδιων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 120	διαχωρισμένη	ανισοπ.	(130) 120 110 100
	A II Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών	μηχ. γεν.	≤ 90 (100)	διαχωρισμένη / ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ.	(100) 90 (80)
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/οικισμών	μηχ. γεν.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ισοπ.)	(120) 110 100 90 (80) (100) 90 80 (70)
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών	γεν.	≤ 80	διαχωρισμένη ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ.	90 80 70 (60) (90) 80 70 (60)
	A V Δευτερεύουσα οδός	γεν.	≤ 80	ενιαία	ισοπ.	(90) 80 70 60 (50)
	A VI Τριτεύουσα οδός	γεν.	≤ 60 (70)	ενιαία	ισοπ.	(70) 60 50 40 καμία*
	A VI Δασική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	50 40 καμία*
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παρόδιων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστική αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 100	διαχωρισμένη	ανισοπ.	100 90 80 70
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ισοπ.)	(100) 90 80 70 (60) 90 80 70 60
	B III Αστική αρτηρία	μηχ. γεν.	≤ 70 ≤ 70	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ.	(80) 70 60 (50) 70 60 (50)
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 60	ενιαία	ισοπ.	60 50
Γ οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παρόδιων ιδιοκτησιών	Γ III Αστική αρτηρία	γεν.	50 (≤ 70) 50 (≤ 60)	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ.	(70) (60) 50 (40) (60) 50 (40)
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50 (≤ 60)	ενιαία	ισοπ.	(60) 50 (40)
Δ οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την πρόσβαση	Δ IV Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Δ V Τοπική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
Ε οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την παραμονή	Ε V Τοπική οδός	γεν.	≤ 30 ταχύτητα βηματομετρου	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Ε VI Τοπική οδός κατοικιών	γεν.	ταχύτητα βηματομετρου	ενιαία	ισοπ.	καμία*

μηχ. = οχήματα με μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα > 60 km/h
γεν. = οχήματα παντός είδους (....) = εξαίρεση

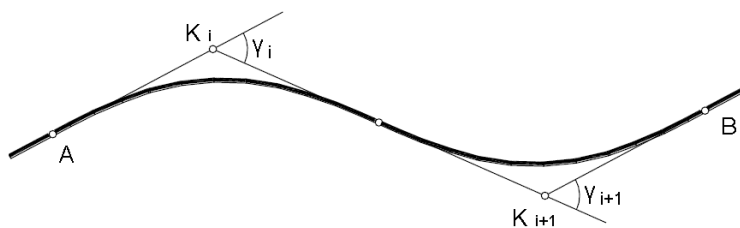
* δεν απαιτείται καθορισμός ταχύτητας μελέτης V_m

** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η έρευνα αφορά υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, συνεπώς θα γίνει αναφορά σε οδούς που ανήκουν στην **Κατηγορία Α** και ειδικότερα στις υποκατηγορίες ΑΙΙ έως ΑVI.

3.3.2 Ελικτότητα

Η ελικτότητα K_E μεμονωμένης καμπύλης, κατά τις Οδηγίες μελετών Οδικών Έργων για τις Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ), εκφράζει την αλλαγή κατεύθυνσης της οδού στη μονάδα του μήκους και είναι συνάρτηση της **γωνίας αλλαγής κατεύθυνσης** και του συνολικού **μήκους** της καμπύλης, που αποτελείται από το μήκος του κυκλικού τόξου και τα μήκη των εκατέρωθεν τόξων συναρμογής.

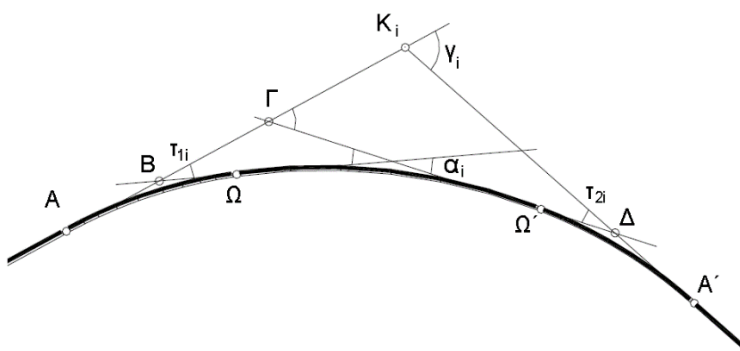


Σχήμα 3.1. Οριζοντιογραφία οδικού τμήματος AB για υπολογισμό ελικτότητας (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015)

Η ελικτότητα K_E ενός οδικού τμήματος ορίζεται ως το άθροισμα των απόλυτων τιμών των αλλαγών κατεύθυνσης (γ) του άξονα της οδού στην μονάδα του μήκους και μετριέται σε βαθμούς ανά χιλιόμετρο. Η τιμή της ελικτότητας K_E για κάθε μεμονωμένη καμπύλη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_E = \frac{\sum |\gamma_i|}{L} \quad (3.3)$$

όπου: γ_i : οι γωνίες αλλαγής κατεύθυνσης σε grad
 L : το μήκος του οδικού τμήματος σε χλμ.



Σχήμα 3.2. Γωνίες αλλαγής διεύθυνσης στην κορυφή K_i της πολυγωνικής (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015)

3.3.3 Καθοριστικές Ταχύτητες

Σύμφωνα με τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων για τις Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ) διακρίνονται τρία είδη καθοριστικών ταχυτήτων:

- $V_{\text{επιτρ}}$: επιτρεπόμενη ταχύτητα
- V_e : ταχύτητα μελέτης
- V_{85} : λειτουργική ταχύτητα

3.3.3.1 Επιτρεπόμενη ταχύτητα

Η επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$ είναι το τοπικό ή γενικά ισχύον **μέγιστο όριο ταχύτητας**. Παρ' ότι τα στοιχεία μελέτης της οδού δεν προσδιορίζονται με βάση την επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$, η ταχύτητα αυτή θεωρείται καθοριστική, δεδομένου ότι η ταχύτητα μελέτης που σχετίζεται άμεσα με τα στοιχεία μελέτης της οδού, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από την επιτρεπόμενη ταχύτητα. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα καθορίζεται βάσει της Κατηγορίας της οδού.

3.3.3.2 Ταχύτητα μελέτης

Η ταχύτητα μελέτης V_e προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια, που ανταποκρίνονται στον προβλεπόμενο **λειτουργικό χαρακτήρα** της οδού στο οδικό δίκτυο και την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφοριακής ροής.

3.3.3.3 Λειτουργική ταχύτητα

Η λειτουργική ταχύτητα V_{85} χρησιμοποιείται στο γεωμετρικό υπολογισμό μεμονωμένων στοιχείων μελέτης της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής και της διατομής και έχει άμεση σχέση με τη **δυναμική της κίνησης των οχημάτων**. Στις οδούς της ομάδας Α η ταχύτητα V_{85} αντιστοιχεί στη ταχύτητα, με την οποία θα κινηθεί ανεμπόδιστα το 85% των επιβατηγών οχημάτων σε καθαρό και υγρό οδόστρωμα. Στις οδούς της ομάδας Β η ταχύτητα V_{85} συνδέεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα.

Με τη λειτουργική ταχύτητα V_{85} καθορίζονται στοιχεία της οδού όπως: οι επικλίσεις στις οριζόντιες καμπύλες, τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση και κατά συνέπεια οι ακτίνες των κυρτών κατακόρυφων καμπυλών, τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση, οι ελάχιστες οριζόντιες ακτίνες σε περίπτωση εφαρμογής αρνητικής επίκλισης, τα στοιχεία για την απορροή των ομβρίων.

Η ταχύτητα V_{85} μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τα **γεωμετρικά χαρακτηριστικά** της οδού και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού των οδών όσον αφορά την ασφάλεια. Προσδιορίζεται για κάθε μεμονωμένο γεωμετρικό στοιχείο (καμπύλη ή ευθυγραμμία) όπως και για ένα οδικό τμήμα με ενιαία χαρακτηριστικά.

Οι καθοριστικοί **παράγοντες** που επηρεάζουν τη τιμή της ταχύτητας V_{85} , είναι η ελκτικότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b . Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται χωριστά για κάθε μία καμπύλη της χάραξης της οδού ως συνάρτηση της τιμής της ελκτικότητας K_E της κάθε μεμονωμένης καμπύλης, καθώς επίσης και για κάθε “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ($K_E = 0$).

Η ταχύτητα V_{85} σε **οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας** της ομάδας Α προσδιορίζεται ως η μέση τιμή των ταχυτήτων και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας σε συνάρτηση με το τεταμένο της καμπύλης από τις ακόλουθες σχέσεις ανάλογα με τα χαρακτηριστικά (κατά μήκος κλίση, μήκος εφαρμογής της κλίσης και πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας) του οδικού τμήματος :

- για κατά μήκος κλίση $s \leq 5\%$ ή $s > 5\%$ εφόσον το μήκος της είναι $< 250\text{m}$:

$$V_{85} = \frac{10^6}{10150,10 + 8.529 \cdot K_E} + (b - 3,5) \cdot 20 \quad (3.4)$$

όπου b το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας

- για κατά μήκος κλίση $s > 5\%$ επί μήκους $\geq 250\text{m}$, ανεξαρτήτως του πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας:

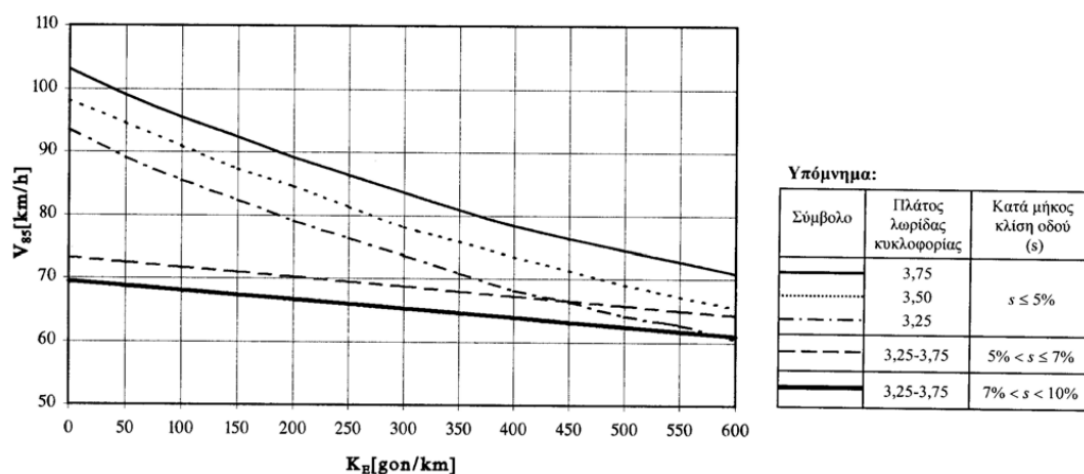
- για $5\% < s \leq 7\%$:

$$V_{85} = 73,260 - 0,015 \cdot K_E \quad (3.5)$$

- για $7\% < s \leq 10\%$

$$V_{85} = 69,456 - 0,014 \cdot K_E \quad (3.6)$$

Οι σχέσεις που προηγούνται παρουσιάζονται γραφικά στο ακόλουθο διάγραμμα από τις ελληνικές οδηγίες (OMOE-X).



Σχήμα 3.3. Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε συνάρτηση με την ελκτικότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A I έως A IV (OMOE-X)

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η σχέση για την λειτουργική ταχύτητα V_{85} που έχει προκύψει από επεξεργασία νεότερων μετρήσεων στο πλαίσιο πτυχιακής εργασίας και είναι σε συμφωνία με τη σχέση που δίνεται στις OMOE-X για κατά μήκος κλίσεις κάτω από 5%, ενσωματώνοντας την επιρροή τόσο της **κατά μήκος κλίσης** όσο και του **πλάτους** της οδού. Έτσι η λειτουργική ταχύτητα V_{85} που αναμένεται να αναπτύξουν τα οχήματα σε κάθε ένα από τα οδικά τμήματα υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{85} = \frac{10^6}{10150,10 + 8,529 \cdot K_E} + 5 \cdot (b - 3,75) + 25 \cdot \bar{s} \quad (3.7)$$

όπου: K_E : η ελκτικότητα του εξεταζόμενου οδικού τμήματος
 b : το ημιπλάτος της οδού
 $\bar{s}$: η μέση κατά μήκος κλίση του εξεταζόμενου οδικού τμήματος

Επισημαίνεται πως η λειτουργική ταχύτητα είναι διαφορετική για τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας, λόγω της αλλαγής γωνίας κατεύθυνσης και πως στους υπολογισμούς για λόγους απλοποίησης μπορεί να γίνει χρήση της μέγιστης λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε κάθε σημείο.

3.3.4 Συντελεστής Τριβής

Μία από τις βασικές παραμέτρους της ασφάλειας κατά την κυκλοφορία των οχημάτων αποτελεί η **ολισθηρότητα** της υγρής επιφανείας της οδού (πρόσφυση).

Ως **πρόσφυση** του οδοστρώματος χαρακτηρίζεται η φυσική κατάσταση που εμφανίζεται στην κοινή επιφάνεια ελαστικού και οδοστρώματος και η οποία οφείλεται στη συνάφεια, στη στατική τριβή και στην αντίσταση λόγω τραχύτητας. Με αυτή την θεώρηση οι δύο επιφάνειες ελαστικού και οδοστρώματος θεωρούνται ισοδύναμες. Ο συντελεστής τριβής παρουσιάζει διακυμάνσεις λόγω των πολλών παραγόντων που τον επηρεάζουν όπως: πίεση, σύνθεση, μορφή και βάθος ραβδώσεων των ελαστικών, τύπος και κατάσταση οδοστρώματος, ύπαρξη υγρασίας, λάσπης, χιονιού, πάγου κλπ.

Ο συντελεστής τριβής αναλύεται σε δύο **συνιστώσες**, τον συντελεστή εφαπτομενικής τριβής (παράλληλος με τον άξονα του δρόμου) και τον συντελεστή εγκάρσιας τριβής (κάθετος με τον άξονα του δρόμου).

3.3.4.1 Συντελεστής εφαπτομενικής τριβής f_T

Λαμβάνοντας υπόψη κατά την ανάλυση την ασφάλεια, την οικονομικότητα και τα περιβαλλοντικά δεδομένα προκύπτει η ακόλουθη σχέση, ως πολυώνυμο 2^{ου} βαθμού.

$$f_{T\text{επιρ}} = 0,59 - 4,85 \cdot 10^{-3} \cdot V + 1,51 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (3.8)$$

όπου: V : η ταχύτητα της οδού (km/h)

3.3.4.2 Συντελεστής εγκάρσιας τριβής f_R

Ο συντελεστής εγκάρσιας τριβής f_R για την εξισορρόπηση της φυγοκέντρου δύναμης υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$f_R = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - q_{\text{καμπ}} \quad (3.9)$$

όπου: V_{85} : η λειτουργική ταχύτητα V_{85} της οδού

R : η οριζοντιογραφική ακτίνα της οδού

$q_{\text{καμπ}}$: η τιμή της εφαρμοσμένης επίκλισης στην καμπύλη της οδού

3.3.5 Κυκλοφοριακός Φόρτος

Ως κυκλοφοριακός φόρτος ορίζεται ο συνολικός **αριθμός οχημάτων** που περνούν από ένα σημείο ή μία διατομή της οδού στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε “οχήματα ανά μονάδα χρόνου”.

Ιδιαίτερη σημασία στο σχεδιασμό και τη μελέτη οδικών τμημάτων έχει η Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία – **ΜΗΚ** που ισούται με το συνολικό αριθμό των οχημάτων που περνούν από ένα δεδομένο σημείο ή διατομή της οδού σε μία χρονική περίοδο ορισμένων ημερών διαιρεμένο με τον αριθμό των ημερών της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Αν η χρονική διάρκεια είναι το ένα έτος, τότε έχουμε το μέγεθος Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία – **ΕΜΗΚ**.

3.4 Παράμετροι Παρόδιου Χώρου

Ο παρόδιος χώρος αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα της οδικής ασφάλειας. Οι βασικές συνιστώσες που αποτελούν τον παρόδιο χώρο που θα εξεταστούν και θα αναλυθούν στην παρούσα έρευνα είναι οι εξής: ακμή οδοστρώματος, έρεισμα, πλευρικά εμπόδια, πλευρικός χώρος, στηθαία ασφαλείας και κατολισθήσεις. Οι **παράμετροι** αυτές, παρουσιάζονται στο κάτωθι σχήμα.

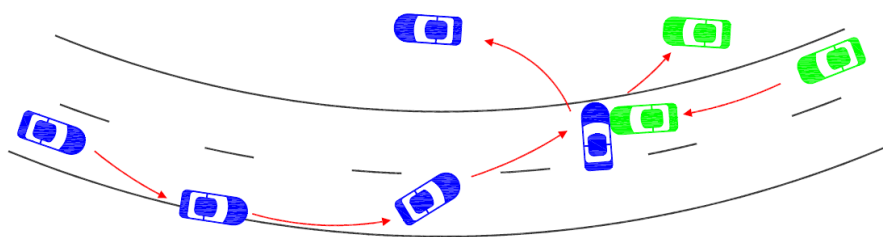


Σχήμα 3.4. Παράμετροι παρόδιου χώρου που επηρεάζουν την οδική ασφάλεια

3.4.1 Ακμή Οδοστρώματος

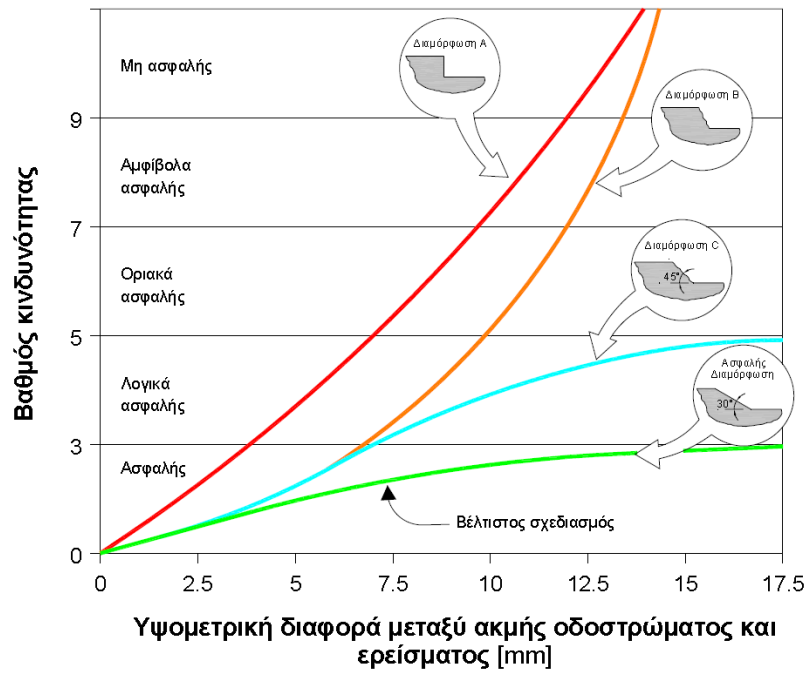
Στην επικινδυνότητα των παράπλευρων επιφανειών οδού υπάγεται και η διαμόρφωση που υπάρχει κατά μήκος της **ακμής του οδοστρώματος**, σε σχέση με την παράπλευρη επιφάνεια (φυσικό έδαφος, κατασκευασμένο έρεισμα από διαβαθμισμένα αδρανή υλικά, ή κατασκευασμένο φυτικό έρεισμα).

Η εν λόγω **επικινδυνότητα** οφείλεται στο γεγονός ότι, για ένα πλήθος αιτιών ένα όχημα μπορεί να εκτραπεί από την πορεία του επί της λωρίδας κυκλοφορίας, λόγω λάθους του οδηγού, λόγω κακής κατάστασης της επιφάνειας του οδοστρώματος, ή στην προσπάθεια του οδηγού να αποφύγει ενδεχόμενη σύγκρουση με άλλο όχημα επί της λωρίδας κυκλοφορίας στην οποία πορεύεται. Όταν το όχημα εγκαταλείπει τη λωρίδα κυκλοφορίας, η πτώση κατά μήκος της ακμής του οδοστρώματος δημιουργεί ένα πιθανό κίνδυνο, επειδή μια σημαντική υψομετρική διαφορά μεταξύ ακμής οδοστρώματος και παρακείμενης επιφάνειας επηρεάζει την ευστάθεια του οχήματος και μειώνει την ικανότητα του οδηγού να ελέγξει το όχημα, ειδικά όταν πρόκειται για δίκυκλο όχημα. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αποκολληθεί το ελαστικό, λόγω της έντονης τριβής στην περίπτωση σχεδόν κατακόρυφης παρειάς του ασφαλτικού, με συνέπεια να χαθεί ο έλεγχος του οχήματος και να συμβεί ατύχημα, όπως αυτό που απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα.



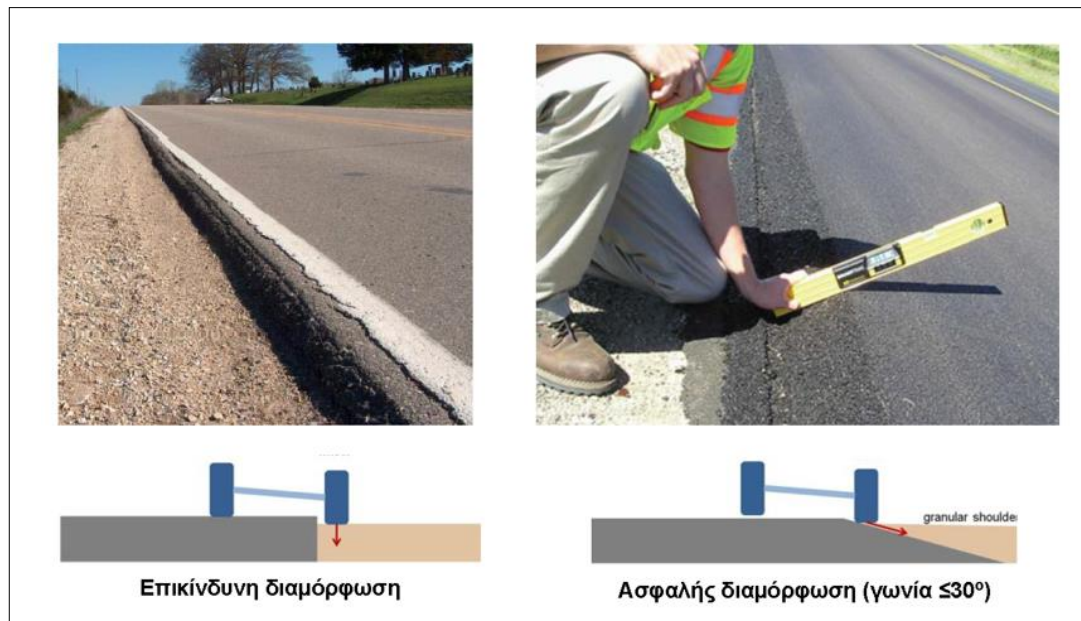
Εικόνα 3.1. Απεικόνιση πιθανής σύγκρουσης λόγω απώλειας ελέγχου του οχήματος, μετά από πτώση των τροχών εκτός οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ)

Ο **βαθμός της επικινδυνότητας** ορίζεται στο επόμενο διάγραμμα, ανάλογα με την υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης της κατά μήκος ακμής του οδοστρώματος και της στάθμης του φυσικού εδάφους ή τεχνητού ερείσματος, καθώς και της εγκάρσιας κλίσης της παρειάς των ασφαλικών στρώσεων.



Σχήμα 3.5. Βαθμός κινδυνότητας από τη διαμόρφωση παρειάς οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ)

Οι δύο ακραίες **περιπτώσεις** που αφορούν σε ασφαλή και μη ασφαλή διαμόρφωση της παρειάς του οδοστρώματος παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί, μαζί με τη θέση του ελαστικού κατά την πτώση από το οδόστρωμα.



Εικόνα 3.2. Συμπεριφορά οχήματος ανάλογα με τη διαμόρφωση της παρειάς ασφαλτικού τάπητα (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ)

3.4.2 Έρεισμα

Το έρεισμα μιας οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

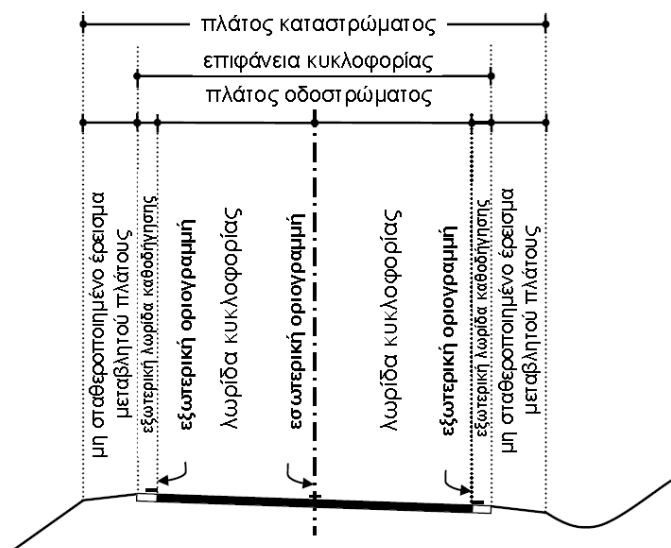
Σταθεροποιημένο έρεισμα. Το σταθεροποιημένο έρεισμα διακρίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Λωρίδα Έκτακτης Ανάγκης (ΛΕΑ). Είναι η λωρίδα που εξυπηρετεί μόνο έκτακτη ανάγκη στάσης των οχημάτων ή τη δυνατότητα ελιγμών παράκαμψης (με πλευρική διαφυγή) από οχήματα επείγουσας ανάγκης (ασθενοφόρα, αστυνομικά, πυροσβεστικά, κλπ.) σε τμήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η συνεχής κίνηση επί της ΛΕΑ απαγορεύεται για κάθε είδους όχημα.
- Λωρίδα Πολλαπλής Χρήσης (ΛΠΧ). Είναι η λωρίδα που ορίζεται από το εξωτερικό άκρο της λωρίδας καθοδήγησης μέχρι το άκρο του οδοστρώματος στη διατομή τύπου β2σ και εξυπηρετεί:
 - α. οχήματα βραδυπορούντα, προκειμένου να διευκολύνονται ελιγμοί προσπέρασης οχημάτων που κινούνται παράλληλα ή αντίθετα
 - β. οχήματα συντήρησης
 - γ. στάση έκτακτης ανάγκης

Μη σταθεροποιημένο έρεισμα. Είναι το πλάτος που ορίζεται από το άκρο του οδοστρώματος μέχρι τη στέψη των πρανών επιχωμάτων ή του πόδα των πρανών ορυγμάτων. Ισχύουν τα ακόλουθα:

- στο πλάτος του ερείσματος επιτρέπεται να τοποθετούνται βατά από όχημα ρείθρα αποχέτευσης
- το υπερυψωμένο έρεισμα που διαχωρίζεται με κράσπεδο από την επιφάνεια κυκλοφορίας, ονομάζεται πεζοδρόμιο

Το τμήμα του ερείσματος που θα αξιοποιηθεί στην παρούσα εργασία είναι το **μη σταθεροποιημένο έρεισμα**, το οποίο βρίσκεται εκτός οδοστρώματος και αποτελεί παράμετρο παρόδιου χώρου. Η τυπική διατομή στην οποία απεικονίζεται το έρεισμα παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.3. Στοιχεία διατομής υπεραστικής οδού με ενιαία επιφάνεια (Κανελλαΐδης, και συν. Δεκέμβριος 2015)

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται το απαιτούμενο πλάτος του ερείσματος κατά τις αμερικάνικες οδηγίες HSM (AASHTO 2010).

Πίνακας 3.2. AMF για πλάτος ερείσματος σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας (AASHTO 2010)

Πλάτος ερείσματος σε m (Shoulder Width)	AMF για ΕΜΗΚ (AMF for Average Annual Daily Traffic)		
	< 400	400 έως 2000	> 2000
0 (0 ft)	1,10	$1,10 + 2,5 \cdot 10^{-4}(\text{ΕΜΗΚ-400})$	1,50
0,6096 (2 ft)	1,07	$1,07 + 1,43 \cdot 10^{-4}(\text{ΕΜΗΚ-400})$	1,30
1,2192 (4 ft)	1,02	$1,02 + 8,125 \cdot 10^{-5}(\text{ΕΜΗΚ-400})$	1,15
1,8288 (6 ft)	1,00	1,00	1,00
> 2,4384 (8 ft)	0,98	$0,98 + 6,875 \cdot 10^{-5}(\text{ΕΜΗΚ-400})$	0,87

3.4.3 Πλευρικά Εμπόδια

Στον παρόδιο χώρο περιλαμβάνονται στοιχεία που μπορούν να αποτελέσουν **εμπόδιο** για ένα όχημα, όπως: πινακίδες, στύλοι φωτισμού, πυλώνες παροχών κοινής ωφελείας, δέντρα, κουτιά τηλεφωνικής βοήθειας, συστήματα προειδοποίησης διέλευσης σιδηροδρόμων, πυροσβεστικοί κρουνοί, γραμματοκιβώτια, τοίχοι αντιστήριξης, βάθρα γεφυρών και άλλα.

Γίνεται επομένως φανερό ότι υπάρχουν πολυάριθμα σταθερά στοιχεία σε παρόδιες ζώνες, η σύγκρουση με τα οποία μπορεί να οδηγήσει σε θανατηφόρο ατύχημα. Η **απομάκρυνση** των στοιχείων αυτών από τις ζώνες αυτές αποτελεί βασική επιδίωξη.

Όταν πάντως κάποιο από τα στοιχεία αυτά δεν μπορεί να απομακρυνθεί, τότε πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά και να **χωροθετείται κατάλληλα** έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται κατά το δυνατόν η πιθανότητα σύγκρουσης με αυτό σε περίπτωση εκτροπής του οχήματος, ενώ σε περίπτωση σύγκρουσης να ελαχιστοποιείται η σοβαρότητα του ατυχήματος.

Οι αμερικανικές οδηγίες HSM (AASHTO 2010) περιέχουν πληροφορίες σχετικά με την τοποθέτηση αυτών των χαρακτηριστικών στοιχείων.

Πίνακας 3.3. AMF για μετακίνηση/απομάκρυνση εμποδίων δίπλα από την οδό, σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας (AASHTO 2010)

Αύξηση απόστασης εμποδίου σε m (Increase in obstacle distance)	AMF			
	Δέντρα (Trees)	Ταχ.κυβώτια, αγωγοί, πινακίδες (Mailboxes, culverts, signs)	Στηθαία ασφαλείας (Guardrails)	Περιφράξεις, πύλες (Fences, gates)
0,9 (3 ft)	0,78	0,86	0,64	0,80
1,5 (5 ft)	0,66	0,77	0,47	0,70
2,4 (8 ft)	0,51	0,66	0,30	0,56
3,1 (10 ft)	0,43	0,60	0,22	0,48
4,0 (13 ft)	0,34	-	-	-
4,6 (15 ft)	0,29	-	-	-

3.4.4 Πλευρικός Χώρος

Σύμφωνα με τις αμερικανικές οδηγίες HSM (AASHTO 2010) αλλά και με τις πρόσφατες ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ), η επικινδυνότητα της παράπλευρης επιφάνειας οδών κατατάσσεται σε **επτά κατηγορίες** από 1 έως 7, με την επικινδυνότητα να αυξάνει με την αύξηση της κατηγορίας.

Η εν λόγω κατάταξη προσφέρει την εκτίμηση της εφικτότητας **εφαρμογής επεμβάσεων** που μπορεί να μετατάξουν τμήματα του οδικού δικτύου από τις κατηγορίες επικινδυνότητας 7 έως 4 τουλάχιστον στην κατηγορία 3, εφόσον πρόκειται για οδούς με επιτρεπόμενο ανώτατο όριο ταχύτητας 70 km/h.

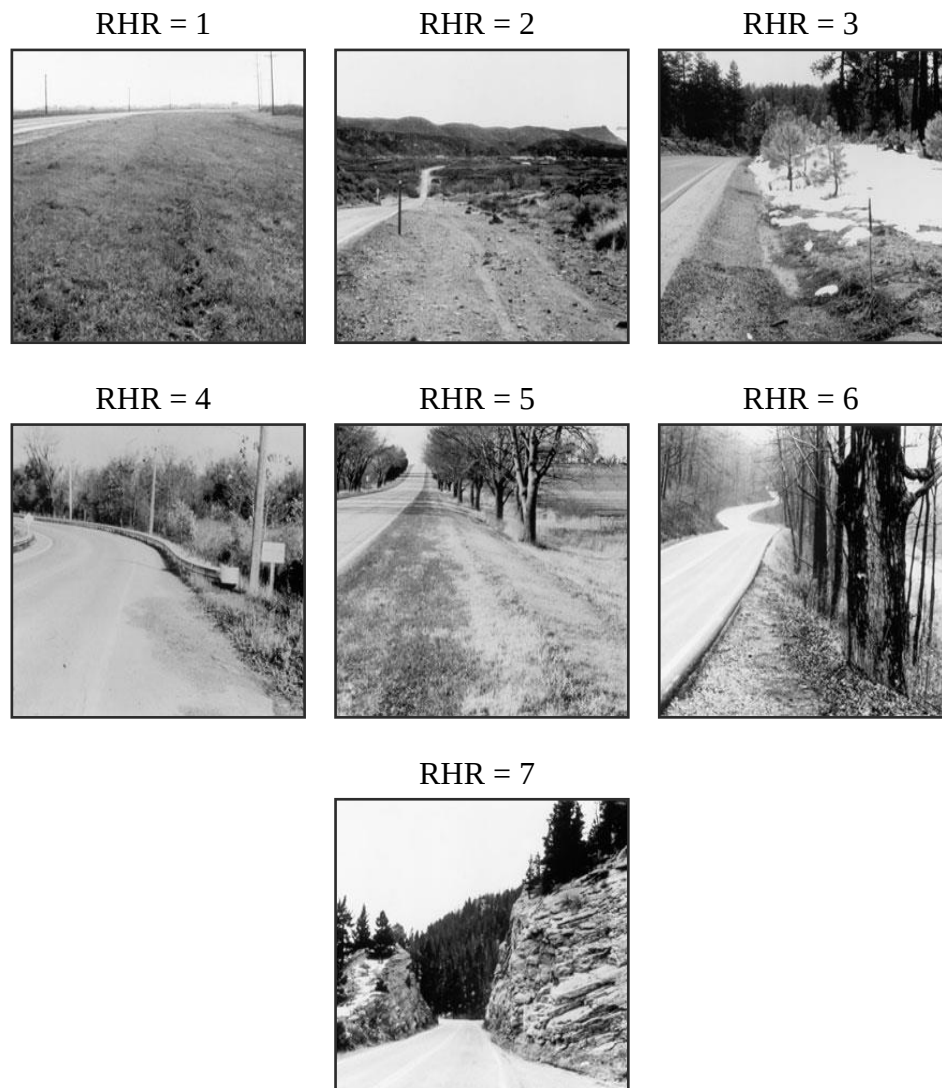
Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα **κριτήρια** εκείνα σύμφωνα με τα οποία γίνεται η κατάταξη της παράπλευρης επιφάνειας στις επτά κατηγορίες RHR (Roadside Hazard Rating). Παρατηρούμε ότι για μεγάλα πλάτη ελεύθερης ζώνης και μικρές κλίσεις ελαχιστοποιείται η επικινδυνότητα της παράπλευρης διαμόρφωσης, ενώ μεγάλη επικινδυνότητα παρουσιάζουν οι διαμορφώσεις με μικρά ελεύθερα πλάτη, μεγάλες κλίσεις, μη διελεύσιμη επιφάνεια και απουσία στηθαίου ασφαλείας.

Πίνακας 3.4. Κατηγορίες επικινδυνότητας διαμόρφωσης παράπλευρων επιφανειών οδού (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ)

RHR	Πλάτος ελεύθερης ζώνης (m)	Κλίση πλευρικής επιφάνειας υ:β	Πλευρική Επιφάνεια	Λοιπά Στοιχεία
1	≥ 9	$< 1:4$	διελεύσιμη	-
2	6,0 - 7,5	$\sim 1:4$	διελεύσιμη	-
3	~ 3	1:3 - 1:4	οριακά διελεύσιμη (ανώμαλη διαμόρφωση)	-
4	1,5 - 3,0	1:3 - 1:4	οριακά συγχωρητικό περιβάλλον (αυξημένη πιθανότητα ατυχημάτων κατά την εκτροπή από το οδόστρωμα)	πιθανό στηθαίο ασφαλείας σε απόσταση 1,5 - 2,0 m --- πιθανά εμπόδια (δέντρα, ιστοί ή άλλα) σε απόσταση $\sim 3,0$ m
5	1,5 - 3,0	1:3	θεωρητικά μη διελεύσιμη	πιθανό στηθαίο ασφαλείας σε απόσταση $\leq 1,5$ m --- πιθανά εμπόδια (εμπόδια ή πρανές) σε απόσταση 2,0 - 3,0 m
6	$\leq 1,5$	$\sim 1:2$	μη διελεύσιμη	απουσία στηθαίου ασφαλείας --- εκτεθειμένα ακλόνητα εμπόδια σε απόσταση $\leq 2,0$ m
7	$\leq 1,5$	$\geq 1:2$	μη διελεύσιμη (πιθανότητα σοβαρών τραυματισμών από σύγκρουση με το πρανές)	απουσία στηθαίου ασφαλείας --- πρανές βραχώδες, σχεδόν κατακόρυφο

Κεφάλαιο 3

Οι κατηγορίες πλευρικής επικινδυνότητας RHR (Roadside Hazard Rating) δίνονται και με **οπτική επισκόπηση** στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 3.4. Οπτική επισκόπηση κατηγοριών επικινδυνότητας πλευρικής διαμόρφωσης (OMOE-ΕπΟΑ)

Από τη βιβλιογραφία (AASHTO 2010) για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας της πλευρικής διαμόρφωσης δίνεται **σχέση υπολογισμού** του δείκτη AMF ανάλογα με την κατηγορία επικινδυνότητας, και είναι η εξής.

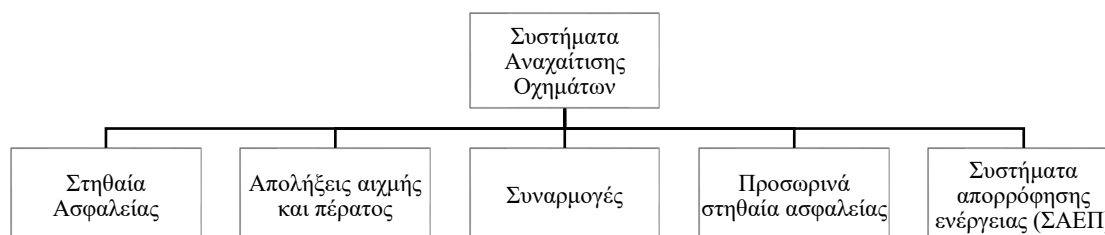
$$AMF = \frac{e^{-0.6869+0.0668 \cdot RHR}}{e^{-0.4865}} \quad (3.10)$$

όπου: RHR : Κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας (Roadside Hazard Rating)

3.4.5 Στηθαία Ασφαλείας

3.4.5.1 Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων

Σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ) με την έννοια "Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων" νοούνται τα συστήματα παθητικής ασφάλειας που πληρούν τις **απαιτήσεις** του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN 1317. Τα είδη των συστημάτων αναχαίτισης οχημάτων απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 3.6. Συστήματα αναχαίτισης οχημάτων, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1317 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

Με τα συστήματα αναχαίτισης οχημάτων πρέπει να επιδιώκονται τα ακόλουθα:

- η **προστασία τρίτων**, δηλαδή ατόμων που δεν συμμετέχουν άμεσα σε οδικά ατυχήματα, ή των περιοχών εκατέρωθεν της οδού που χρήζουν προστασίας ή του αντίθετου ρεύματος κυκλοφορίας σε οδούς με διαχωρισμένα οδοστρώματα
- η **προστασία των επιβαινόντων** από τις συνέπειες λόγω της εκτροπής του οχήματος από το οδόστρωμα, π.χ. λόγω πτώσης ή πρόσκρουσης σε εμπόδιο παραπλεύρως της οδού

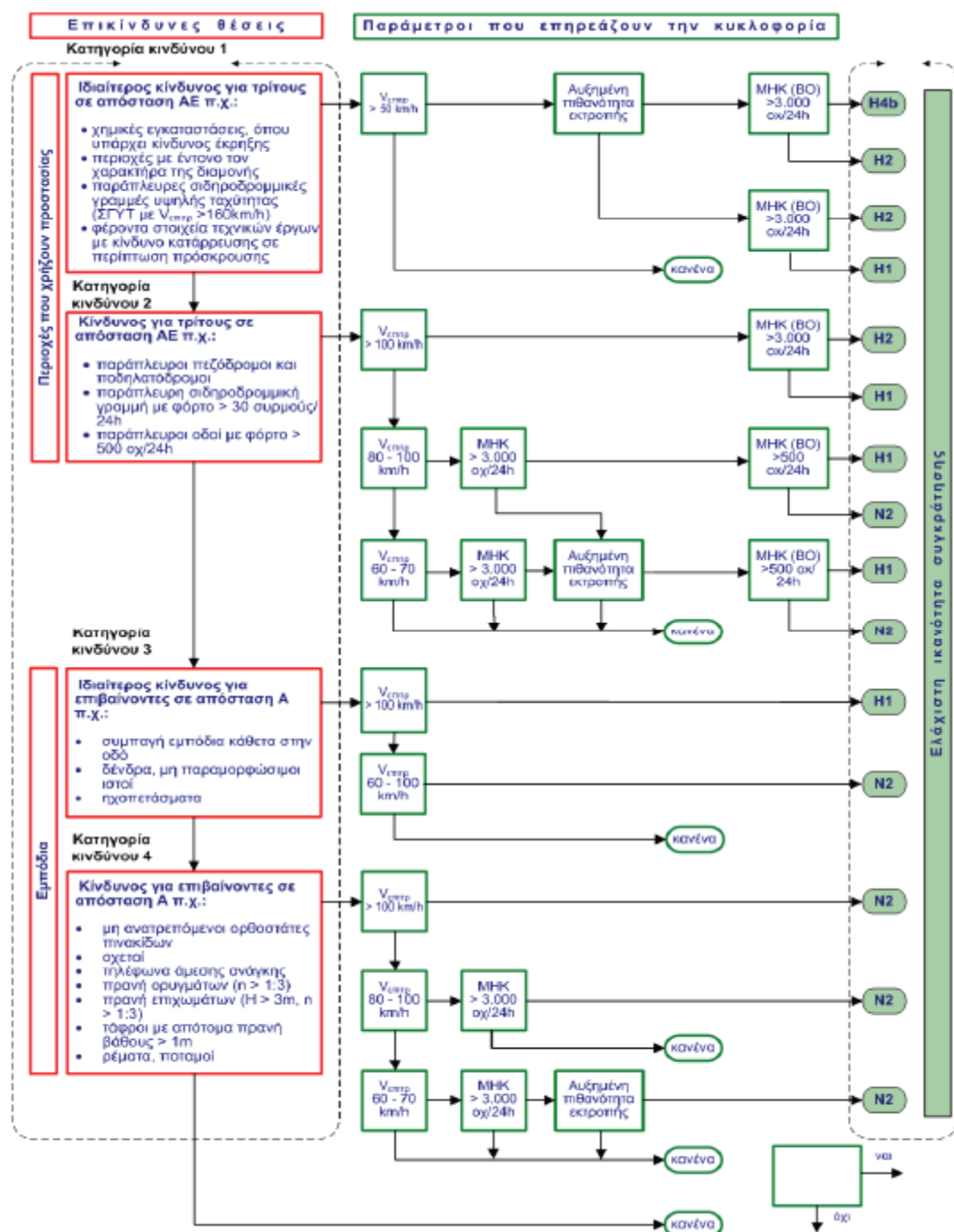
Το σημαντικότερο είδος των “Συστημάτων Αναχαίτισης Οχημάτων” είναι τα **στηθαία ασφαλείας** και χρησιμοποιούνται ευρέως στους οδικούς άξονες, για τον περιορισμό των επιπτώσεων ενός τροχαίου ατυχήματος, σε επικίνδυνες θέσεις οδών.

Με τον όρο **επικίνδυνη θέση** νοείται ένα συμπαγές πλευρικό εμπόδιο π.χ. δέντρο, ιστοί ή βάθρο γέφυρας, καθώς επίσης και περιοχές όπου υφίσταται κίνδυνος εκτροπής ενός οχήματος από την πορεία του και των οποίων η ύπαρξη συνεπάγεται κίνδυνο για τρίτους ή μόνο για τους επιβαίνοντες.

Οι επιδόσεις των στηθαίων ασφαλείας καθορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317-2 από τρία βασικά **κριτήρια**: την ικανότητα συγκράτησης, το λειτουργικό πλάτος και την κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης.

3.4.5.2 Ικανότητα συγκράτησης

Στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ) παρουσιάζεται η διαδικασία προσδιορισμού **του απαιτούμενου στηθαίου ασφαλείας** στην εξωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος, βάσει της ικανότητας συγκράτησης, ανάλογα με την κατηγορία κινδύνου, την επιτρεπόμενη ταχύτητα, τη γεωμετρία της οδού και κατ' επέκταση την πιθανότητα εκτροπής οχημάτων, αλλά και την κυκλοφορία.

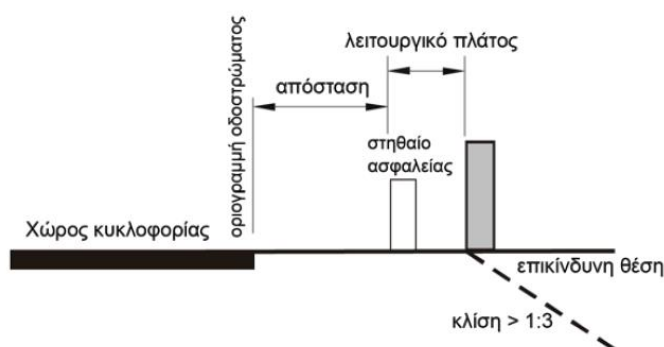


Σχήμα 3.7. Διάγραμμα ροής των κριτηρίων εφαρμογής στηθαίων ασφαλείας στην εξωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

3.4.5.3 Λειτουργικό πλάτος

Ως λειτουργικό πλάτος W ενός συστήματος ορίζεται το άθροισμα της δυναμικής παραμόρφωσης και του κατασκευαστικού πλάτους του συστήματος. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος αναχαίτισης οχημάτων εξαρτάται και από την **διαθέσιμη απόσταση** αυτού από τα πλευρικά εμπόδια, ώστε να εξασφαλίζεται το λειτουργικό του πλάτος.

Όσο μικρότερος είναι ο διατιθέμενος χώρος τόσο άκαμπτο πρέπει να είναι το σύστημα που θα τοποθετηθεί, κι έτσι υπάρχει μία άμεση αλληλεξάρτηση μεταξύ της σφοδρότητας πρόσκρουσης και του διατιθέμενου χώρου για παραμόρφωση, η οποία και καθορίζει την ικανότητα συγκράτησης.



Σχήμα 3.8. Διάταξη των στηθαίων ασφαλείας σε συνάρτηση με το λειτουργικό πλάτος και τον κυκλοφοριακό χώρο (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

Όπως απεικονίζεται και στο προηγούμενο σχήμα τα συστήματα αναχαίτισης οχημάτων πρέπει να επιλέγονται έτσι, ώστε το λειτουργικό τους πλάτος να είναι μικρότερο ή ίσο με την **απόσταση** μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του **στηθαίου ασφαλείας** και της εμπρόσθιας όψης του **εμποδίου**.

Για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου λειτουργικού πλάτους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Η απόσταση της εμπρόσθιας όψης του στηθαίου ασφαλείας από την οριογραμμή του οδοστρώματος πρέπει να είναι **τουλάχιστον ίση με 0,50m**. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις (ύπαρξη καλωδίων ή αποχετευτικών αγωγών κλπ.) η απόσταση μπορεί να είναι και μικρότερη.

- Η απόσταση της εμπρόσθιας όψης του στηθαίου ασφαλείας από την οριογραμμή του οδοστρώματος μπορεί να αυξηθεί σε 1,00m έως 1,50m σε συνάρτηση με τις συνθήκες χώρου και τις κυκλοφοριακές συνθήκες, με επαρκή σταθεροποίηση του στηθαίου.
- Σε επικίνδυνες περιοχές, όπως πρανή ή υδάτινα κωλύματα πρέπει να εξετάζεται, αν μπορεί να επιλεγεί η αμέσως μεγαλύτερη κατηγορία λειτουργικού πλάτους.
- Τα στηθαία ασφαλείας με κατηγορία λειτουργικού πλάτους, που είναι μεγαλύτερη από την απόσταση μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του στηθαίου ασφαλείας και της εμπρόσθιας όψης του εμποδίου, μπορούν να εγκατασταθούν, όταν προκύπτει από δοκιμές ότι είναι δυνατή η συγκράτηση των οχημάτων.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι κατηγορίες λειτουργικού πλάτους.

Πίνακας 3.5. Κατηγορίες λειτουργικού πλάτους κατά ΕΛΟΤ EN 1317-2 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

Κατηγορία	Λειτουργικό πλάτος [m]
W1	$W_N \leq 0,6$
W2	$W_N \leq 0,8$
W3	$W_N \leq 1,0$
W4	$W_N \leq 1,3$
W5	$W_N \leq 1,7$
W6	$W_N \leq 2,1$
W7	$W_N \leq 2,5$
W8	$W_N \leq 3,5$
Σημειώσεις: 1. Σε ειδικές περιπτώσεις επιτρέπεται ο προσδιορισμός της κατηγορίας λειτουργικού πλάτους μικρότερης από W1. 2. Η δυναμική μετατόπιση, το λειτουργικό πλάτος και η διεύθυνση του οχήματος επιτρέπουν τον προσδιορισμό των συνθηκών για την τοποθέτηση κάθε στηθαίου ασφαλείας καθώς και τον προσδιορισμό των αποστάσεων από τα επικίνδυνα εμπόδια, ώστε το σύστημα να λειτουργήσει ικανοποιητικά. 3. Η παραμόρφωση εξαρτάται τόσο από το είδος του συστήματος όσο και από τα χαρακτηριστικά της δοκιμής πρόσκρουσης.	

3.4.5.4 Σφοδρότητα πρόσκρουσης

Με την σφοδρότητα πρόσκρουσης προσδιορίζεται η φυσική καταπόνηση, η **σοβαρότητα** των **τραυματισμών** ή ο κίνδυνος απώλειας της ζωής των επιβαίνοντων σε επιβατικά οχήματα. Όσο πιο συμπαγές ή άκαμπτο είναι ένα σύστημα τόσο μεγαλύτερη είναι η επιβράδυνση που επενεργεί στους επιβαίνοντες στο όχημα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι κατηγορίες σφοδρότητας σύγκρουσης σύμφωνα με τους αντίστοιχους δείκτες κατά ΕΛΟΤ EN 1317-2.

Πίνακας 3.6. Κατηγορίες σφοδρότητας σύγκρουσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317-2 (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης	Επιτρεπόμενες τιμές δεικτών		
A	ASI $\leq$ 1,0	και	THIV $\leq$ 33km/h
B	ASI $\leq$ 1,4		
C	ASI $\leq$ 1,9		

Έτσι προτιμώνται τα συστήματα με:

- **Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης A:**
Παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στους επιβαίνοντες ενός οχήματος που παρεκκλίνει της πορείας του από ότι εκείνα με κατηγορία B και πρέπει να προτιμώνται, όταν τα υπόλοιπα δεδομένα είναι ίδια για λόγους ασφάλειας.
- **Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης B:**
Πρέπει να προτιμώνται από εκείνα με κατηγορία C, όταν τα υπόλοιπα δεδομένα είναι ίδια.
- **Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης C:**
Επιλέγονται μόνον εφόσον οι απαιτούμενες κατηγορίες επίδοσης δεν πληρούνται από συστήματα κατηγορίας A ή έστω B.

3.4.5.4.1 Υλικά κατασκευής στηθαίων ασφαλείας

Όσον αφορά στο υλικό κατασκευής τους, τα στηθαία ασφαλείας διακρίνονται σε:

- **Χαλύβδινα** στηθαία ασφαλείας (εύκαμπτα στηθαία ασφαλείας)
- Στηθαία ασφαλείας από **σκυρόδεμα** τύπου NEW JERSEY (άκαμπτα στηθαία ασφαλείας)
- **Συναρμογές** μεταξύ διαφόρων τύπων στηθαίων (συνδυασμός στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα με μεταλλικά στηθαία)
- **Άλλοι τύποι**, π.χ. συρματόσχοινο αντί της χαλύβδινης αυλακοειδούς λεπίδας

3.4.5.5 Τύποι στηθαίων ασφαλείας

Οι τύποι των στηθαίων ασφαλείας που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι οι εξής:

– **Παλαιού τύπου στηθαία**

Με τον Κ.Μ.Ε. (Κανονισμός Μελετών - Ερευνών) και τα Π.Κ.Ε. (Πρότυπα Κατασκευών Έργων) υιοθετούνται διάφοροι τύποι στηθαίων ασφαλείας που διαχωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες :

1. Μονόπλευρα Στηθαία Οδού (Μ.Σ.Ο.)
2. Αμφίπλευρα Στηθαία Οδού (Α.Σ.Ο.)
3. Στηθαία Τεχνικών Έργων (Σ.Τ.Ε.)

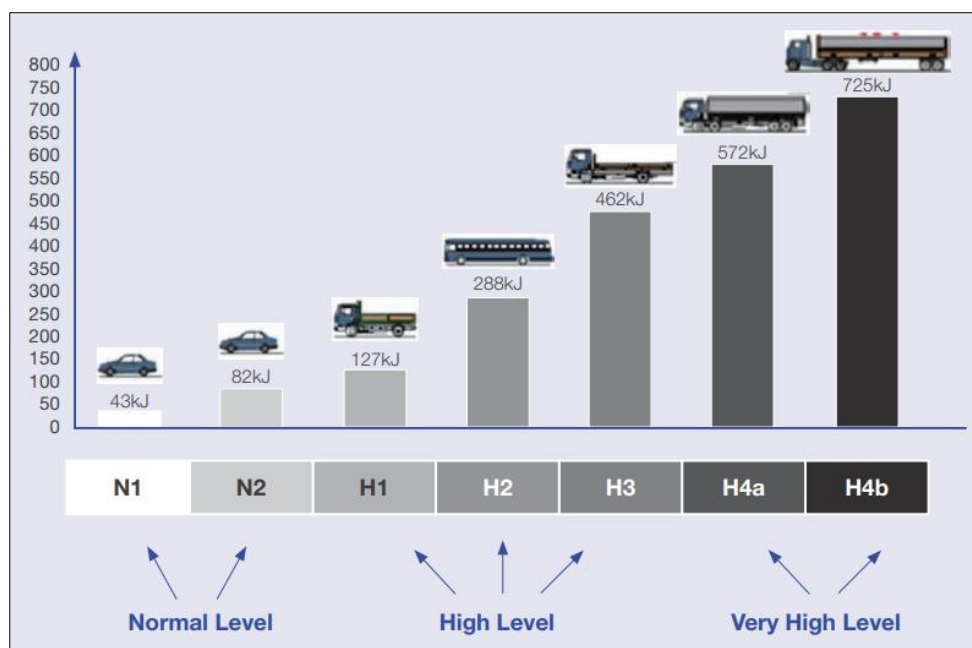
– **Νέου τύπου στηθαία**

Η εφαρμογή του προτύπου EN 1317 μετά την έγκριση και την υιοθέτησή του από τον ΕΛΟΤ καθίσταται υποχρεωτική και στην Ελλάδα, σύμφωνα με τις δεσμεύσεις της χώρας μας ως μέλος της Ευρωπαϊκής Τυποποίησης (CEN). Οι ΟΜΟΕ-ΣΑΟ αντικαθιστούν τις έως σήμερα εφαρμοζόμενες οδηγίες που αφορούν τα στηθαία ασφαλείας οι οποίες δεν εναρμονίζονται με το ευρωπαϊκό πρότυπο. Οι νέοι τύποι στηθαίων είναι οι εξής: N1, N2, H1, H2, H3, H4a και H4b.

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται η ταχύτητα και η μάζα στις οποίες κάθε τύπος στηθαίου είναι ανθεκτικός, καθώς επίσης και η αντίστοιχη ενέργεια που μπορεί να απορροφηθεί.

N1  1.500 kg 80 km/h	N2  1.500 kg 110 km/h	H1  10. 000 kg 70 km/h
H2  16. 000 kg 80 km/h	H3  13. 000 kg 70 km/h	H4b  38. 000 kg 65 km/h

Σχήμα 3.9. Μάζα και ταχύτητα αντοχής των νέου τύπου στηθαίων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317 (European Union Road Federation χ.χ.)



Σχήμα 3.10. Απορροφούμενη ενέργεια των νέου τύπου στηθαίων με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317 (European Union Road Federation χ.χ.)

3.4.6 Κατολισθήσεις

3.4.6.1 Ορισμός και ταξινόμηση κατολισθήσεων

Με τον όρο κατολίσθηση ορίζεται η γρήγορη **κίνηση μάζας πετρώματος**, υπολειμματικού εδάφους ή ιζήματος ενός πρανούς, της οποίας το κέντρο βάρους μετακινείται προς τα κάτω και έξω. Είναι η φυσιολογική αντίδραση των γεωλογικών υλικών να επανακτήσουν την ισορροπία τους. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί μια φυσική γεωλογική εξέλιξη που αρχίζει με πρόδρομα φαινόμενα και εκδηλώνεται στην τελική φάση με γενικώς πολύ μεγάλες ταχύτητες.

Οι κατολισθήσεις ταξινομούνται ως προς τον τύπο της μετακίνησης και τον τύπο του υλικού όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.7. Ταξινόμηση κατολισθήσεων κατά Varnes (Κυρατζή 2017)

Τύπος Μετακίνησης		Τύπος υλικού (πριν τη μετακίνηση)		
		Βράχος	Έδαφος	
			Κορήματα	Γαίες
Πτώσεις		Πτώσεις βράχων	Πτώσεις κορημάτων	Πτώσεις γαιών
Ανατροπές		Ανατροπές βράχων	Ανατροπές κορημάτων	Ανατροπές γαιών
Ολισθήσεις	Περιστροφική	Περιστροφική ολίσθηση βράχων	Περιστροφική ολίσθηση κορημάτων	Περιστροφική ολίσθηση γαιών
	Μεταθετική	Μεταθετική ολίσθηση βράχων	Μεταθετική ολίσθηση κορημάτων	Μεταθετική ολίσθηση γαιών
Πλευρικές εξάπλωσεις		Πλευρική εξάπλωση βράχων	Πλευρική εξάπλωση κορημάτων	Πλευρική εξάπλωση γαιών
Ροές		Ροή - Ερπυσμός βράχων	Ροή - Ερπυσμός κορημάτων	Ροή - Ερπυσμός γαιών
Σύνθετες		Συνδυασμός δύο ή περισσότερων τύπων μετακίνησης		

3.4.6.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τις κατολισθήσεις

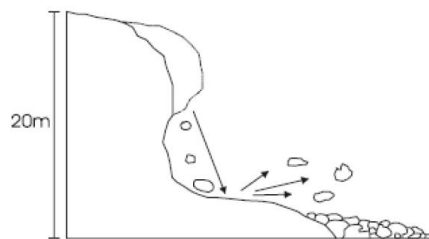
Το φαινόμενο των κατολισθήσεων προκαλείται από την συνδυασμένη δράση πολλών και διαφορετικών μεταξύ τους παραγόντων που επιδρούν είτε για μεγάλο χρονικό διάστημα είτε περιοδικά και αποτελούν την αφορμή για την εκδήλωση του φαινομένου. Ειδικότερα οι παράγοντες που ελέγχουν το φαινόμενο της κατολίσθησης είναι οι εξής:

- **Γεωλογικοί:** φύση του εδάφους ή βραχομάζας, δομή, γεωμετρία και σχέσεις με το υπόλοιπο γεωλογικό περιβάλλον
- **Γεωμορφολογικοί:** φυσικοί και χημικοί παράγοντες με τους οποίους μεταβάλλεται η αρχική σύσταση και δομή των πετρωμάτων λόγω της δράσης του νερού, του ανέμου, του πάγου, της αποσάθρωσης, της διάβρωσης, της απολέπισης και της ηφαιστειότητας
- **Τοπογραφικοί:** εξωτερική γεωμετρία
- **Υδρολογικοί:** επιφανειακά και υπόγεια νερά και φυσική υγρασία
- **Κλιματολογικοί:** κλιματολογικές συνθήκες, μικροκλίμα, εναλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας, καθεστώς κατακρημνισμάτων
- **Μηχανικοί:** μηχανικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών, τεκτονικά επεισόδια, διαμορφωμένες ή σε εξέλιξη εντατικές καταστάσεις
- **Ανθρωπογενείς:** κατασκευή τεχνικών έργων, υδραυλικές διευθετήσεις, εκμετάλλευση υπογείων νερών και ορυκτών πόρων, υλοτομία, πυρκαγιές

3.4.6.3 Καταπτώσεις βράχων

Με τον όρο κατάπτωση βραχοτεμαχίου ή βραχόπτωση, χαρακτηρίζεται η **αποκόλληση** τμήματος **εδάφους ή βράχου** από απότομο πρανές κατά μήκος μιας επιφάνειας με μικρή ή σχεδόν μηδενική διατμητική αντοχή. Το μέγεθος των βραχοτεμαχίων ποικίλει, από μικρές κροκάλες μέχρι και μεγάλους ογκόλιθους με όγκο εκατοντάδων κυβικών μέτρων, και η ταχύτητα με την οποία κινούνται κυμαίνεται από λίγα έως και δεκάδες μέτρα το δευτερόλεπτο.

Το φαινόμενο αυτό όταν παρατηρείται στην επιφάνεια κυκλοφορίας των **συγκοινωνιακών έργων**, αποτελεί ένα συνήθη πρόξενο προβλημάτων στην κανονική λειτουργία τους. Οι καταπτώσεις βραχοτεμαχίων μπορούν να προκαλέσουν τεράστια διακοπή στις συγκοινωνίες και να απειλήσουν ανθρώπινες ζωές, συγκοινωνιακά έργα, οικισμούς, εξοπλισμούς και εγκαταστάσεις. Η μεγάλη αυτή καταστροφική τους ιδιότητα οφείλεται στο ότι χαρακτηρίζονται από υψηλή ενέργεια και κινητικότητα, παρά τους μικρούς όγκους βραχοτεμαχίων.



Εικόνα 3.5. Πτώση βραχοτεμαχίων (Σουνδία 2009)

Μετά την αποκόλληση, η **τροχιά** που θα ακολουθήσει το βραχοτεμάχιο είναι συνδυασμός τεσσάρων κύριων διαδικασιών, και συγκεκριμένα:

- ολίσθηση ή/και ανατροπή
- ελεύθερη πτώση
- αναπήδηση (κρούση)
- κύλιση

Οι καταπτώσεις βράχων ταξινομούνται σε 7 **τάξεις** βάσει της ταχύτητας μετακίνησης της βραχομάζας, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.8. Ταχύτητες κατάπτωσης βράχων

Τάξη	Περιγραφή μετακίνησης	Ταχύτητα μετακίνησης
1	Εξαιρετικά αργή	$< 1.8 \cdot 10^{-3}$ mm/h
2	Πολύ αργή	$1,8 \cdot 10^{-3}$ mm/h
3	Αργή	$> 0,18$ mm/h
4	Μέτρια	$> 1,8$ cm/h
5	Γρήγορη	$> 1,8$ m/h
6	Πολύ γρήγορη	> 3 m/sec
7	Εξαιρετικά γρήγορη	> 5 m/sec

Οι πιθανές **βλάβες** που μπορούν να προκύψουν για τις δύο τελευταίες τάξεις είναι οι εξής:

- Στην 6^η τάξη: μερικοί θάνατοι, περιορισμένος χρόνος για ασφαλή φυγή όλων των κατοίκων.
- Στην 7^η τάξη: καταστροφές κτιρίων λόγω έντονων μετακινήσεων ή πρόσκρουσης της μετακινούμενης μάζας, πολλοί θάνατοι, απίθανη η ύπαρξη επιζώντων.

Το πρόβλημα των βραχοπτώσεων εντοπίζεται κυρίως σε ορεινές περιοχές, και είναι αρκετά διαδεδομένο στον **ελλαδικό χώρο**. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί προκύπτει ότι στον ελλαδικό χώρο η αστοχία υπό την μορφή των καταπτώσεων βράχων αποτελεί τον συχνότερο τύπο κατολισθήσεων σε βραχώδεις σχηματισμούς με συχνότητα 56% .

Συνήθως η χαλάρωση των βράχων οφείλεται στην ύπαρξη ασυνεχειών (διακλάσεις). Η άμεση **αιτία** χαλάρωσης είναι μία αλλοίωση, συνήθως αποσάθρωση στο υλικό των επιπέδων της πιθανής κίνησης.

Τα “ερεθίσματα” - **συμβάντα** που δύνανται να προκαλέσουν καταπτώσεις βραχοτεμαχίων σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, είναι τα εξής:

- η αύξηση της πίεσης του ύδατος στις διακλάσεις λόγω βροχόπτωσης
- η συστολή - διαστολή του βράχου σε ήπια και ψυχρά κλίματα
- η χημική αποσύνθεση του βράχου σε υγρά τροπικά κλίματα
- το ριζικό σύστημα βλάστησης
- οι δονήσεις λόγω σεισμού ή κατασκευαστικής δραστηριότητας

3.4.6.4 Ύψος πρανούς

Το ύψος πρανούς παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατάπτωση βράχων. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Federal Highway Administration, Rockfall Hazard Rating System - Participant's Manual 1993) τα συγκεντρωτικά στοιχεία για την αξιολόγηση της κατάπτωσης βράχων, μεταξύ των οποίων το ύψος του πρανούς, τα μεγέθη των αποκολλημένων βράχων, κα. .

Πίνακας 3.9. Συγκεντρωτικά στοιχεία του συστήματος αξιολόγησης κατάπτωσης βράχων (Federal Highway Administration, Rockfall Hazard Rating System - Participant's Manual 1993)

CATEGORY			RATING CRITERIA AND SCORE				
			POINTS 3	POINTS 9	POINTS 27	POINTS 81	
SLOPE HEIGHT			25 FEET	50 FEET	75 FEET	100 FEET	
DITCH EFFECTIVENESS			Good catchment	Moderate catchment	Limited catchment	No catchment	
AVERAGE VEHICLE RISK			25% of the time	50% of the time	75% of the time	100% of the time	
PERCENT OF DECISION SIGHT DISTANCE			Adequate sight distance, 100% of low design value	Moderate sight distance, 80% of low design value	Limited sight distance, 60% of low design value	Very limited sight distance, 40% of low design value	
ROADWAY WIDTH INCLUDING PAVED SHOULDERS			44 feet	36 feet	28 feet	20 feet	
G E O L O G I C C H A R A C T E R	C A S E 1	STRUCTURAL CONDITION	Discontinuous joints, favorable orientation	Discontinuous joints, random orientation	Discontinuous joints, adverse orientation	Continuous joints, adverse orientation	
		ROCK FRICTION	Rough, Irregular	Undulating	Planar	Clay infilling, or slickensided	
	C A S E 2	STRUCTURAL CONDITION	Few differential erosion features	Occasional differential erosion features	Many differential erosion features	Major differential erosion features	
		DIFFERENCE IN EROSION RATES	Small difference	Moderate difference	Large difference	Extreme difference	
	BLOCK SIZE			1 Foot	2 Feet	3 Feet	4 Feet
	VOLUME OF ROCKFALL/EVENT			3 cubic yards	6 cubic yards	9 cubic yards	12 cubic yards
CLIMATE AND PRESENCE OF WATER ON SLOPE			Low to moderate precipitation; no freezing periods; no water on slope	Moderate precipitation or short freezing periods or intermittent water on slope	High precipitation or long freezing periods or continual water on slope	High precipitation and long freezing periods or continual water on slope and long freezing periods	
ROCKFALL HISTORY			Few falls	Occasional falls	Many falls	Constant falls	

3.4.6.5 Κλίση πρανούς

Σύμφωνα με τη μέθοδο υπολογισμού ευστάθειας των πρανών κατά τους Sarma και Bhawe (1975), οι οποίοι συγκέντρωσαν στοιχεία από εκατοντάδες περιπτώσεις φραγμάτων και επιχωμάτων, ο στατικός συντελεστής ασφαλείας του πρανούς F.S. εκφράζεται γραμμικά μέσω της κρίσιμης επιτάχυνσης k_c με την ακόλουθη σχέση.

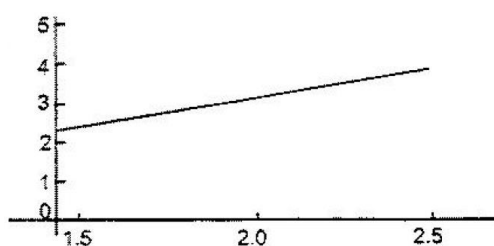
$$F.S. = 1.0 + b \cdot k_c \quad (3.11)$$

όπου: b : συντελεστής που εξαρτάται από την κλίση του πρανούς

k_c : κρίσιμη επιτάχυνση

Η τιμή του συντελεστή b δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τη **γεωμετρία** του **πρανούς** και σε μικρότερο βαθμό, από τις εδαφικές ιδιότητες. Γενικά, όσο πιο απότομο είναι το πρανές, τόσο μικρότερη είναι η τιμή του b και επομένως μικρότερη και η τιμή του στατικού συντελεστή ασφαλείας F.S. .

Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η γραμμική σχέση μεταξύ του συντελεστή b και του πηλίκου $1/\tan\psi$, όπου ψ είναι η κλίση του πρανούς.



Σχήμα 3.11. Μεταβολή του συντελεστή b συναρτήσει της κλίσης του πρανούς ψ (Σουνδία 2009)

Έτσι, έχοντας ως δεδομένα αποτελέσματα μεγάλου αριθμού αναλύσεων, έχει προσδιοριστεί με τη μέθοδο της παλινδρόμησης ο συντελεστής b , σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

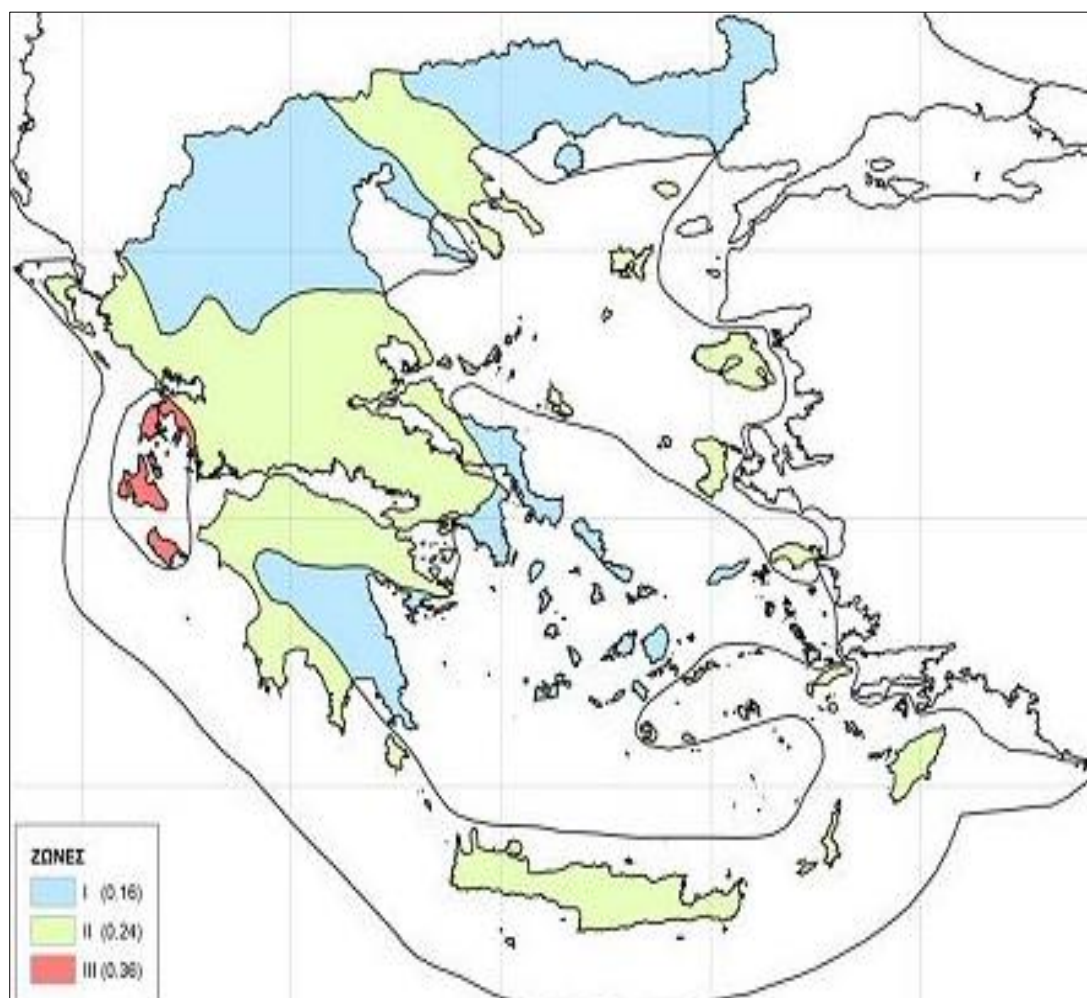
$$b = 1.18 + \frac{0.66}{\tan\psi} \quad (3.12)$$

όπου: ψ : η κλίση του πρανούς (μοίρες)

3.4.6.6 Σεισμικότητα

Οι δονήσεις που προκαλούνται από σεισμούς δημιουργούν εντατική κατάσταση στα πρανή και ιδιαίτερα τα βραχώδη με ισχυρές κλίσεις και δυσμενή προσανατολισμό των επίπεδων ασυνεχειών. Η τάση του πρανούς να κατολισθήσει κατά τη διάρκεια του σεισμού εξαρτάται από χαρακτηριστικά όπως η αντοχή του εδάφους, η διάταξη του πρανούς και η κίνηση της ευρύτερης περιοχής.

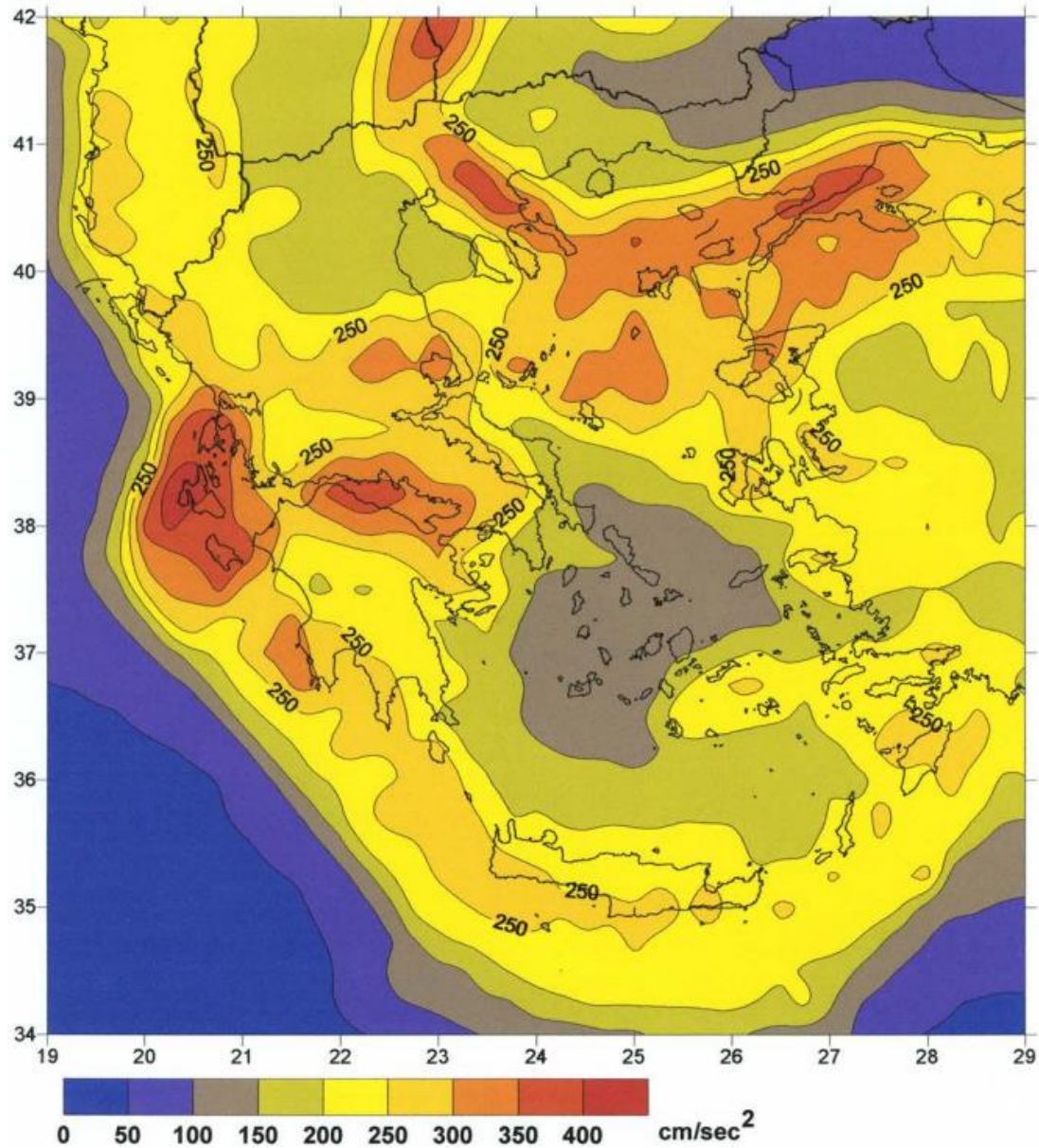
Ο **χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας** της Ελλάδας, που βρίσκεται σε ισχύ από το 2002 έως σήμερα, χωρίζει την Ελλάδα σε τρεις ζώνες με τιμές του σεισμικού συντελεστή 0.16g, 0.24g και 0.36g, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε πιθανότητα υπέρβασης 10% για χρονική διάρκεια 50 ετών (ή περίοδο επαναλήψεως της τάξεως των 500 ετών). Ο χάρτης παρουσιάζεται ακολούθως.



Σχήμα 3.12. Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας 2003)

Κεφάλαιο 3

Ο χάρτης του αντισεισμικού κανονισμού που προηγείται αποτελεί μία απλοποίηση του χάρτη που ακολουθεί. Στον χάρτη αυτόν απεικονίζεται με τη μορφή ισομετρικών καμπυλών, και με μεγαλύτερη ακρίβεια από τον χάρτη του κανονισμού, η αναμενόμενη τιμή της μέγιστης κορυφαίας **οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης** για πιθανότητα υπερβάσεως 10 % σε 50 έτη .



Σχήμα 3.13. Γεωγραφική κατανομή του μέσου όρου των μεγίστων οριζοντίων επιταχύνσεων (σε cm/sec^2) στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές (Σταυρακάκης, και συν. 2002)

3.4.6.7 Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση κατολισθήσεων αφού προκαλούν κορεσμό και φόρτιση των υλικών, δημιουργούνται **υδροστατικές πιέσεις**, αυξομειώνεται η πίεση των πόρων, προκαλούνται διαβρωτικές – αποσαθρωτικές διεργασίες, χαλαρώνουν τα πετρώματα κατά μήκος των επιφανειών ασυνέχειας με τη συνεχή διεύρυνση και μεταβολή του όγκου στην περίπτωση δημιουργίας παγετού κλπ. Σε μεγάλο ποσοστό οι έντονες βροχοπτώσεις δίνουν το έναυσμα κατολισθήσεων.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο βροχομετρικός χάρτης της Ελλάδας.



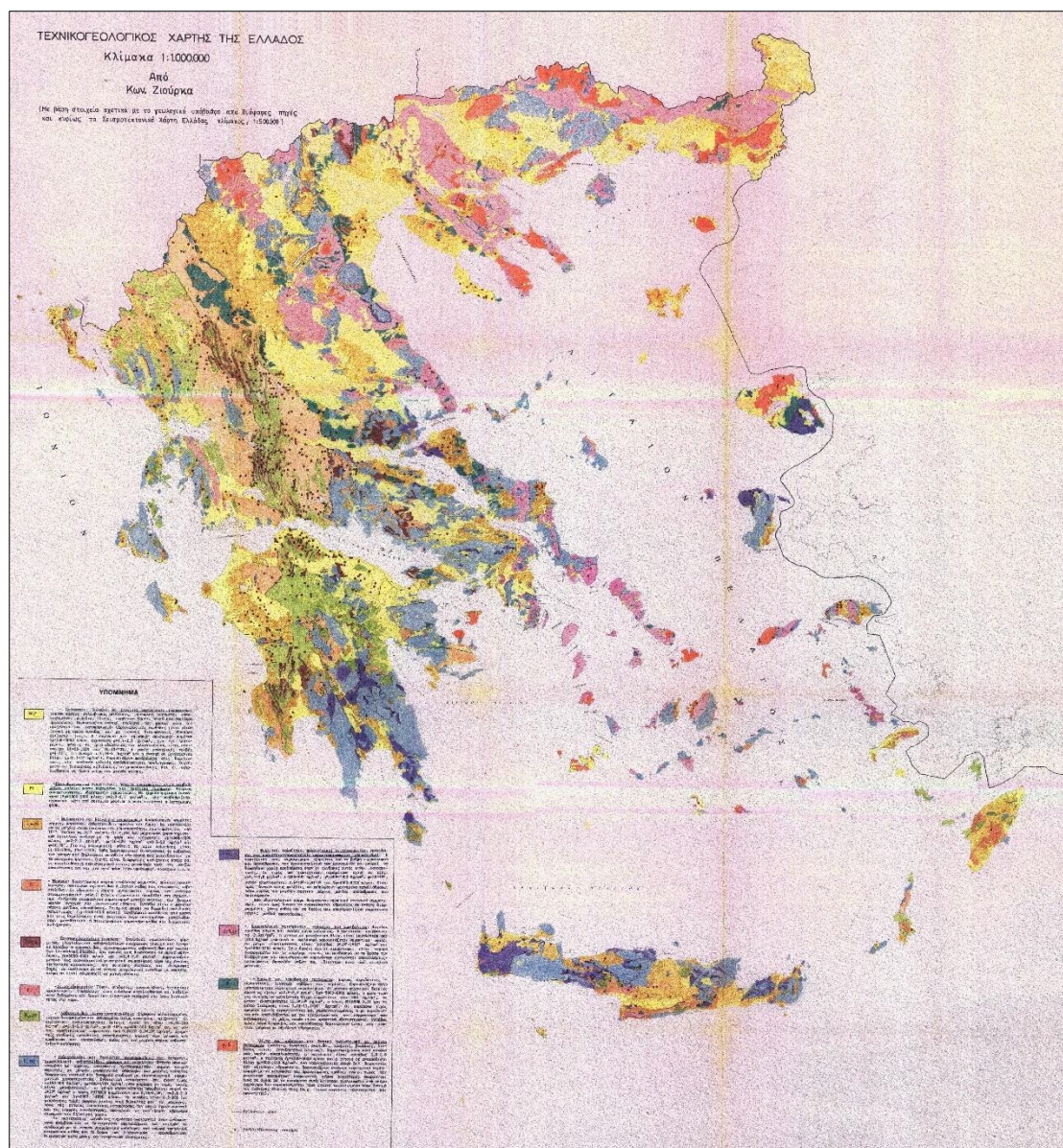
Σχήμα 3.14. Βροχομετρικός χάρτης της Ελλάδας (Βολιώτη 2009)

3.4.6.8 Γεωλογικό υλικό

Οι γεωλογικές τεκτονικές δομές στον ελληνικό χώρο που κατά κύριο λόγο ευνοούν την εκδήλωση κατολισθήσεων είναι οι εξής (Βολιώτη 2009):

- Μάζες πετρωμάτων μεγαλύτερης αντοχής που καλύπτουν σχηματισμούς με μικρότερη αντοχή.
- Στρώματα με διαφορετικές φυσικές – μηχανικές ιδιότητες σε εναλλαγές
- Ζώνες που χαρακτηρίζονται για την έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα

Στη συνέχεια ακολουθεί ο τεκτονικογεωλογικός χάρτης της Ελλάδας στον οποίο παρουσιάζονται όλα τα γεωλογικά υλικά που υπάρχουν στη χώρα μας.



Σχήμα 3.15. Τεκτονικογεωλογικός χάρτης της Ελλάδας (Βολιώτη 2009)

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, τα γεωλογικά υλικά διακρίνονται σε βράχους και εδάφη, χαρακτηριστικά των οποίων αναλύονται στη συνέχεια.

Τα **βραχώδη υλικά** ταξινομούνται σε 5 κατηγορίες (I έως V) βάσει του δείκτη SMR, με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας να παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.10. Κατηγοριοποίηση βραχωδών υλικών (Romana , Tomás and Serón 2015)

	Κατηγορία βραχώδους υλικού				
	V	IV	III	II	I
SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Περιγραφή ποιότητας	Πολύ πτωχή	Πτωχή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Ευστάθεια	Πολύ ασταθής	Ασταθής	Μερικώς σταθερή	Σταθερή	Απολύτως σταθερή
Αστοχίες	Μεγάλη μεταθετική ή κυκλική	Μεταθετική ή μεγάλες σφήνες	Μερικές ασυνέχειες ή πολλές σφήνες	Μερικά τεμάχια βραχομάζας	Καμία
Πιθανότητα αστοχίας	0,9	0,6	0,4	0,2	0

Στα **εδαφικά υλικά** χρησιμοποιείται η δοκιμή πρότυπης διείσδυσης (S.P.T. – Terzaghi) για ποιοτική ένδειξη των επιτόπου ιδιοτήτων των εδαφών καθώς και για τον προσδιορισμό μηχανικών παραμέτρων. Η δοκιμή πρότυπης διείσδυσης εκτελείται με τη βοήθεια του γεωτρητικού συγκροτήματος και προσδιορίζεται ο αριθμός των κρούσεων N_{SPT} με την πτώση αντίβαρου 63,5kg από ύψος 76,2cm, κατά 45cm. Έτσι στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των μη συνεκτικών (άμμοι, χάλικες) των συνεκτικών εδαφών (άργιλοι, ιλύες) αντίστοιχα.

Πίνακας 3.11. Χαρακτηριστικά μη συνεκτικών εδαφών (άμμοι, χάλικες)

N_{SPT}	Πυκνότητα μη συνεκτικού εδάφους	Γωνία τριβής ϕ°
≤ 4	Πολύ χαλαρή	28 - 29
4 - 10	Χαλαρή	29 - 30
10 - 30	Μέσης Πυκνότητας	30 - 36
30 - 50	Πυκνή	36 - 41
> 50	Πολύ πυκνή	41 - 44

Πίνακας 3.12. Χαρακτηριστικά συνεκτικών εδαφών (άργιλοι, ιλύες)

N_{SPT}	Συνεκτικότητα εδάφους	Διατμητική αντοχή q_u (kPa)
≤ 2	Πολύ μαλακή	< 25
2 - 4	Μαλακή	25 - 50
4 - 8	Μέσης συνεκτικότητας	50 - 100
8 - 15	Στιρφή	100 - 200
15 - 30	Πολύ στιρφή	200 - 400
> 30	Σκληρή	400 - 800

3.4.6.9 Μέτρα προστασίας

Για την **προστασία** των οδών από τις καταπτώσεις βράχων στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται μέτρα όπως:

- αγκύρωση μεγάλων βραχοτεμαχίων
- επένδυση των πρανών με χαλύβδινα δίχτυα τα οποία περιορίζουν την ορμή των βράχων
- κατασκευή τάφρων, στο δάπεδο των οποίων καλό είναι να υπάρχουν χαλίκια ή άμμος για την απορρόφηση της ενέργειας κατά την κρούση
- φράχτες με στύλους
- τοίχοι από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα

Οι ελληνικές οδηγίες για τις διατομές (ΟΜΟΕ-Δ) αναφέρουν τις απαραίτητες διαστάσεις της προστατευτικής **τάφρου** για τη συγκράτηση των βράχων.

Πίνακας 3.13. Διαστάσεις τάφρου αναχαίτισης καταπτώσεων βραχωδών ορυγμάτων (ΟΜΟΕ-Δ)

Κλίση πρηνούς ορύγματος $\alpha: \beta$ (α°)	Ύψος ορύγματος h [m]	Πλάτος τάφρου αναχαίτισης W [m]	Βάθος τάφρου αναχαίτισης d [m]
1	2	3	4
$\geq 5,7:1$ ($80^\circ-90^\circ$)	5-10 10-20 > 20	3 5 6,5	1 1,5 1,5
3,7:1 (75°)	5-10 10-20 20-35 >35	3 5 6,5 8	1 1,5 2 ⁽¹⁾ 2 ⁽¹⁾
2:1 (65°)	5-10 10-20 20-35 >35	3 5 6,5 8	1,5 2 2 ⁽¹⁾ 3 ⁽¹⁾
1,4:1 (55°)	0-10 10-20 >35	3 5 5	1 1,5 2 ⁽¹⁾
1:1 (45°)	0-10 10-20 >20	3 3 5	1 1,5 2 ⁽¹⁾

Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογία Βαθμολόγησης

4.1 Επιλογή Μεθοδολογίας Βαθμολόγησης

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναπτυχθεί η **μέθοδος** που επιλέχθηκε για τη **βαθμολόγηση** υπεραστικών οδών σύμφωνα με τα στοιχεία του παρόδιου χώρου. Η βαθμολογία θα είναι μία αριθμητική τιμή, η οποία θα εξάγεται ως άθροισμα επιμέρους συντελεστών βαρύτητας, που θα προκύπτουν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον, κατόπιν κατάλληλης αριθμητικής επεξεργασίας. Μεγάλη βαθμολογία θα σημαίνει μεγάλη επικινδυνότητα, ενώ δεν θα υπάρχουν αρνητικές τιμές, αφού δεν έχουν φυσική ερμηνεία.

Οι **συντελεστές βαρύτητας**, ύστερα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, είναι οι ακόλουθοι:

1. Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος
2. Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος
3. Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων
4. Συντελεστής Πλευρικού Χώρου
5. Συντελεστής Σηθαιών Ασφαλείας
6. Συντελεστής Κατάπτωσης Βράχων

Ακόμη, οι συντελεστές θα τροποποιηθούν κατάλληλα έτσι ώστε να είναι ισοδύναμοι μεταξύ τους, και στην τελική βαθμολογία θα προσμετρηθούν με το αντίστοιχο ποσοστό επιρροής του καθενός. Στην τελική βαθμολογία θα λαμβάνεται επίσης υπόψη και η επιρροή της πιθανότητας τραυματισμού, αφού ο **συντελεστής τραυματισμών** θα πολλαπλασιάζει τους επιμέρους συντελεστές βαρύτητας.

4.2 Υπολογισμός Θεμελιωδών Μεγεθών

Προκειμένου να εφαρμοστεί η προτεινόμενη μεθοδολογία, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί ο υπολογισμός των τιμών συγκεκριμένων θεμελιωδών μεγεθών.

Αρχικά, ο οδικός άξονας διαιρείται σε μικρότερα τμήματα κάθε ένα από τα οποία παρουσιάζει σταθερή σχετικά ελκτικότητα και ομοιογένεια. Στη συνέχεια για κάθε ένα από τα οδικά αυτά τμήματα υπολογίζονται τα ακόλουθα μεγέθη, σύμφωνα με τις σχέσεις που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3 - Θεωρητικό Υπόβαθρο:

- **Ελκτικότητα K_E**
Υπολογισμός μέσω της Σχέσης (3.3)
- **Λειτουργική Ταχύτητα V_{85}**
Υπολογισμός μέσω της Σχέσης (3.7) που ενσωματώνει την επιρροή της κατά μήκος κλίσης και του πλάτους της οδού
- **Συντελεστής Εγκάρσιας Τριβής f_r**
Υπολογισμός μέσω της Σχέσης (3.9)

4.3 Υπολογισμός Συντελεστών Βαρύτητας

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα παρουσιαστεί η διαδικασία για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας που θα χρησιμοποιηθούν στη βαθμολόγηση της επικινδυνότητας του παρόδιου χώρου.

4.3.1 Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος

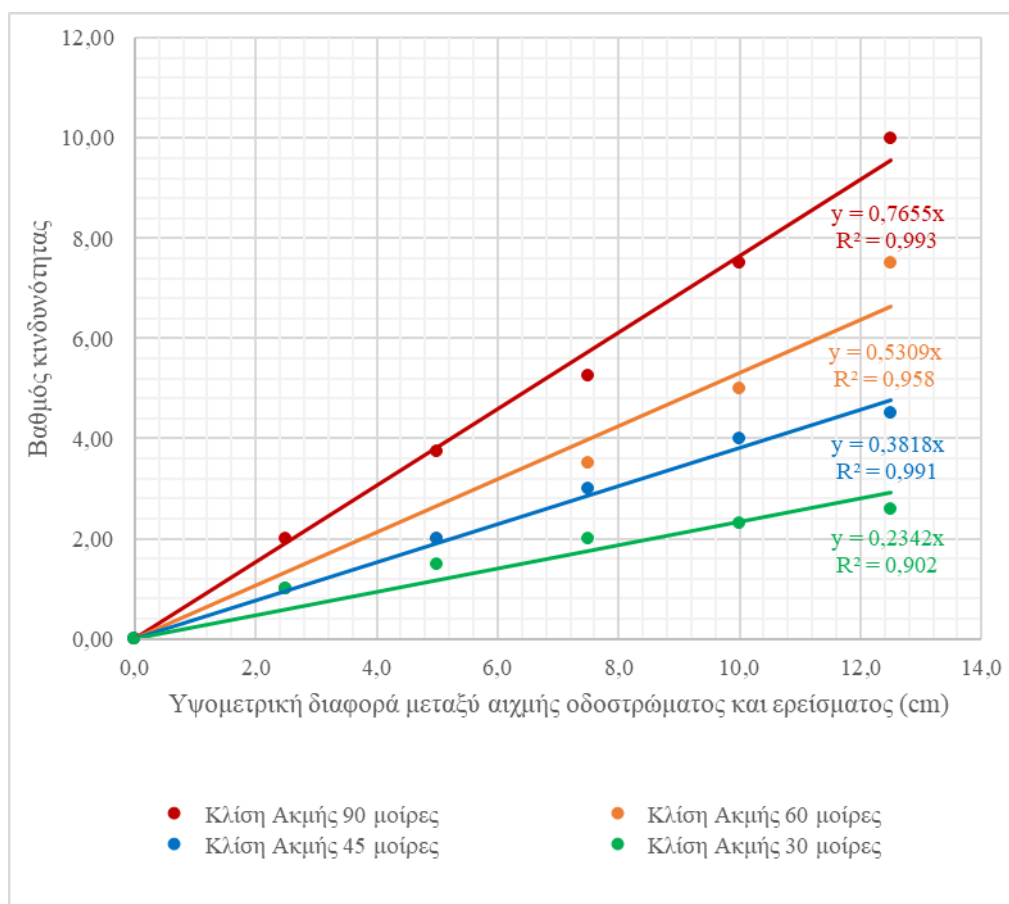
Η ακμή του οδοστρώματος αποτελεί τον πρώτο κρίσιμο παράγοντα του παρόδιου χώρου που θα μελετηθεί στη μεθοδολογία. Από τη βιβλιογραφία (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ) δίνεται σε διάγραμμα (Σχήμα 3.5) ο βαθμός κινδυνότητας της ακμής οδοστρώματος ως συνάρτηση της κλίσης ακμής και της υψομετρικής διαφοράς οδοστρώματος και ερείσματος.

Προκειμένου οι σχέσεις που θα προκύψουν να είναι διαχειρίσιμες, θα τροποποιηθούν οι καμπύλες εκθετικής μορφής σε **γραμμικής μορφής**. Έτσι, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται μεμονωμένες τιμές του δεδομένου γραφήματος για κάθε καμπύλη.

Πίνακας 4.1. Βαθμός κινδυνότητας συναρτήσει υψομετρικής διαφοράς και κλίσης ακμής οδοστρώματος

Υψομετρική διαφορά μεταξύ ακμής οδοστρώματος και ερείσματος (cm)	Βαθμός κινδυνότητας			
	Κλίση Ακμής 90 μοίρες	Κλίση Ακμής 60 μοίρες	Κλίση Ακμής 45 μοίρες	Κλίση Ακμής 30 μοίρες
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2,5	2,00	1,00	1,00	1,00
5,0	3,75	2,00	2,00	1,50
7,5	5,25	3,50	3,00	2,00
10,0	7,50	5,00	4,00	2,30
12,5	10,00	7,50	4,50	2,60

Έπειτα, οι τιμές του πίνακα εισάγονται στο ακόλουθο γράφημα και σχεδιάζονται οι γραμμές τάσης με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης. Παρατηρούμε ότι η συσχέτιση των γραμμικών σχέσεων με τα σημεία είναι καλή, οπότε δεν εντοπίζονται μεγάλου μεγέθους σφάλματα στις εξισώσεις.



Σχήμα 4.1. Βαθμός κινδυνότητας συναρτήσει υψομετρικής διαφοράς για τις πιθανές τιμές κλίσης ακμής οδοστρώματος

Στο προηγούμενο διάγραμμα ο **βαθμός κινδυνότητας** εκφράζεται με γραμμική σχέση σε συνάρτηση με την υψομετρική διαφορά αιχμής οδοστρώματος και ερείσματος, για κάθε μία κλίση ακμής. Η σχέση αυτή είναι η εξής:

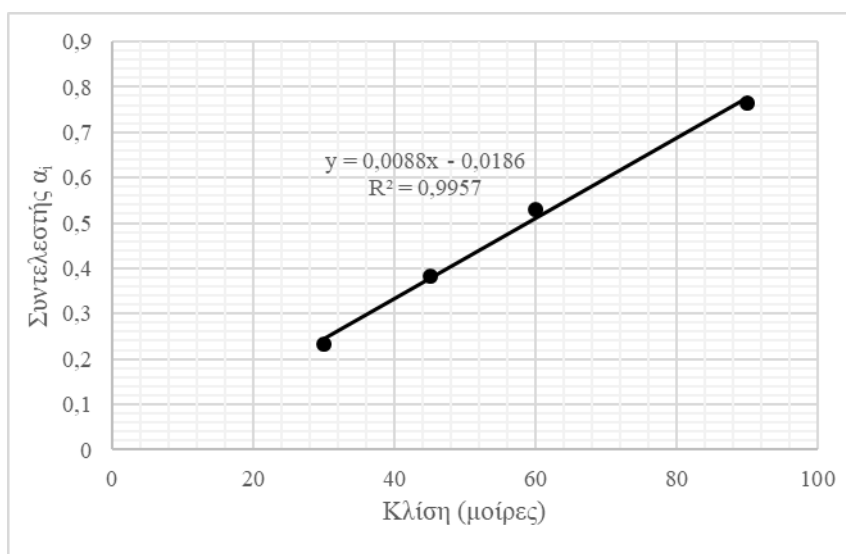
$$\text{Βαθμός κινδυνότητας} = a_i \cdot \text{Υψομετρική διαφορά} \quad (4.1)$$

όπου: a_i : συντελεστής για κάθε κλίση $i = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$

Στόχος είναι να εκφραστεί ο **συντελεστής a_i** ως προς την κλίση της ακμής και έτσι να προκύψει μία ενιαία σχέση κινδυνότητας, για οποιαδήποτε κλίση. Σύμφωνα με τις εξισώσεις που προέκυψαν, για τις τέσσερις πιθανές κλίσεις ακμής έχουμε τους εξής συντελεστές:

$$a_{30} = 0,2342 ; a_{45} = 0,3818 ; a_{60} = 0,5309 ; a_{90} = 0,7655$$

Στο διάγραμμα που ακολουθεί εισάγονται τα τέσσερα σημεία που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ συντελεστή a_i και κλίσης ακμής, οπότε προκύπτει η μεταξύ τους γραμμική σχέση, με μεγάλο συντελεστή συσχέτισης R^2 .



Σχήμα 4.2. Σχέση μεταξύ συντελεστών a_i και κλίσης ακμής οδοστρώματος

Από το διάγραμμα που προηγείται προκύπτει ότι η σχέση που εκφράζει τον συντελεστή a_i με την κλίση της ακμής είναι η ακόλουθη:

$$\alpha_i = 0.0088 \cdot \text{Κλίση} - 0.0186 \quad (4.2)$$

όπου: α_i : συντελεστής για κάθε κλίση i

Συνεπώς, συνδυάζοντας τις δύο προηγούμενες σχέσεις (4.1) και (4.2) προκύπτει η εξής συνδυαστική σχέση για τον βαθμό κινδυνότητας της ακμής:

$$\begin{aligned} &\text{Βαθμός κινδυνότητας} \\ &= (0,0088 \cdot \text{Κλίση} - 0,0186) \cdot \text{Υψομετρική διαφορά} \end{aligned} \quad (4.3)$$

όπου: Κλίση (μοίρες)

Υψομετρική Διαφορά (cm)

Η σχέση για την κινδυνότητα της ακμής εκφράζει το επιθυμητό για τη μεθοδολογία μέγεθος, οπότε και αποτελεί την κατάλληλη έκφραση του συντελεστή. Επομένως θα έχουμε:

$$\text{Συντελεστής} = (0,0088 \cdot \text{Κλίση} - 0,0186) \cdot \text{Υψομετρική διαφορά} \quad (4.4)$$

όπου: Κλίση (μοίρες)

Υψομετρική διαφορά (cm)

Στόχος είναι η μέγιστη τιμή κάθε συντελεστή να ισούται με 30, έτσι ώστε όλοι οι συντελεστές να δίνουν ισοδύναμα αποτελέσματα. Σύμφωνα με την προηγούμενη σχέση ο **Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος** μεγιστοποιείται στην τιμή 10, για υψομετρική διαφορά 12 cm και κλίση ακμής 90°, και συνεπώς η σχέση πρέπει να πολλαπλασιαστεί με τον αριθμό 3. Επομένως θα έχουμε:

$$\begin{aligned} &\text{Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος} \\ &= 3 \cdot (0,0088 \cdot \text{Κλίση} - 0,0186) \cdot \text{Υψομ. διαφορά} \end{aligned} \quad (4.5)$$

όπου: Κλίση (μοίρες)

Υψομετρική διαφορά (cm)

4.3.2 Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος

Δεύτερη παράμετρος του παρόδιου χώρου που θα χρησιμοποιηθεί στη μεθοδολογία είναι το πλάτος ερείσματος της οδού. Στη βιβλιογραφία δίνεται ο Πίνακας 3.2 ο οποίος παρουσιάζει τιμές του δείκτη AMF για συνδυασμό πλάτους στηθαίου και κυκλοφοριακού φόρτου.

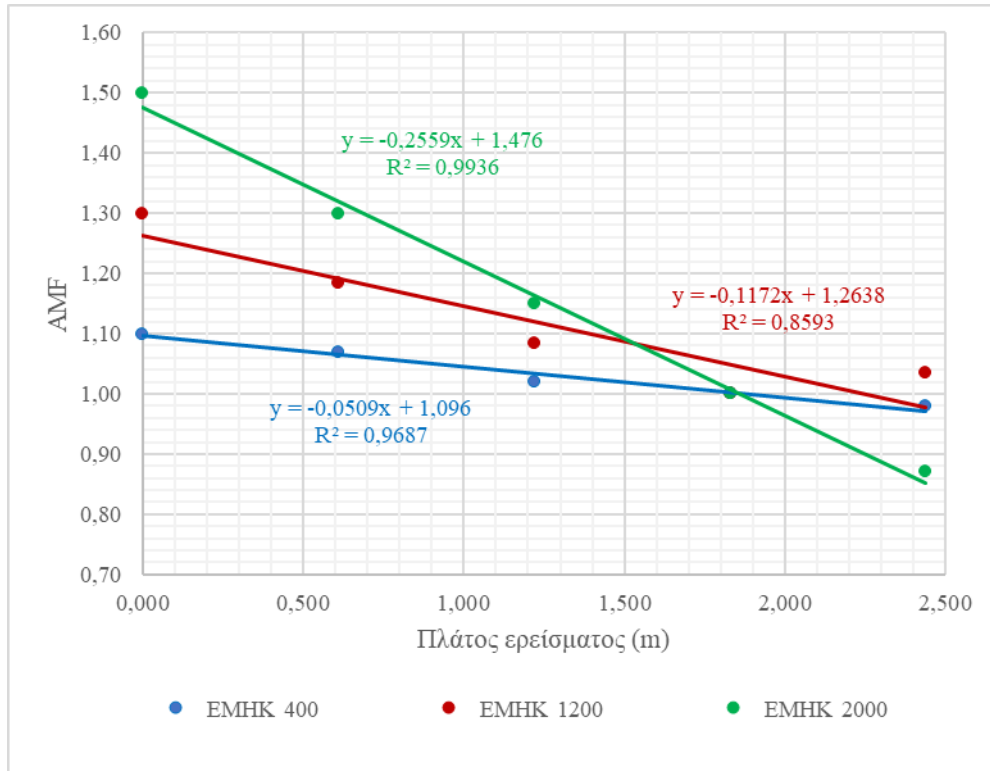
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στοιχεία του δεδομένου πίνακα, τροποποιημένα στο διεθνές σύστημα μονάδων ($1\text{ft} = 0.3048\text{m}$) και με τον φόρτο να δέχεται μεμονωμένες τιμές και όχι εύρη τιμών, με στόχο την κατάλληλη αριθμητική επεξεργασία.

Πίνακας 4.2. Τιμές AMF για πλάτος ερείσματος και ΕΜΗΚ

Πλάτος ερείσματος (m)	AMF για ΕΜΗΚ		
	400	1200	2000
0,000	1,10	1,30	1,50
0,610	1,07	1,18	1,30
1,219	1,02	1,09	1,15
1,829	1,00	1,00	1,00
2,438	0,98	1,04	0,87

Επισημαίνεται ότι οι δείκτες AMF ισούνται με τη μονάδα για πλάτος ερείσματος 6 ft (1,829m), γεγονός που σημαίνει ότι σε αυτό το πλάτος το έρεισμα παύει να αποτελεί κίνδυνο για την οδό.

Οι τιμές του πίνακα εισάγονται στο ακόλουθο γράφημα, σχεδιάζονται οι γραμμές τάσης με τη μέθοδο της **γραμμικής παλινδρόμησης**, ενώ παρατηρούμε καλή συσχέτιση των γραμμικών σχέσεων με τα σημεία.



Σχήμα 4.3. AMF συναρτήσει πλάτους ερείσματος και EMHK

Στο προηγούμενο διάγραμμα ο δείκτης AMF εκφράζεται με γραμμική σχέση σε συνάρτηση με το πλάτος ερείσματος, για κάθε EMHK. Η σχέση αυτή είναι η εξής:

$$AMF = a_i \cdot EMHK + \beta_i \quad (4.6)$$

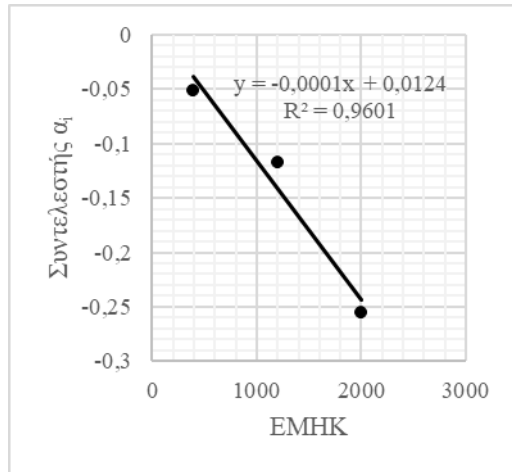
όπου: a_i : συντελεστής για κάθε EMHK = 400, 1200, 2000

β_i : σταθερός όρος για κάθε EMHK = 400, 1200, 2000

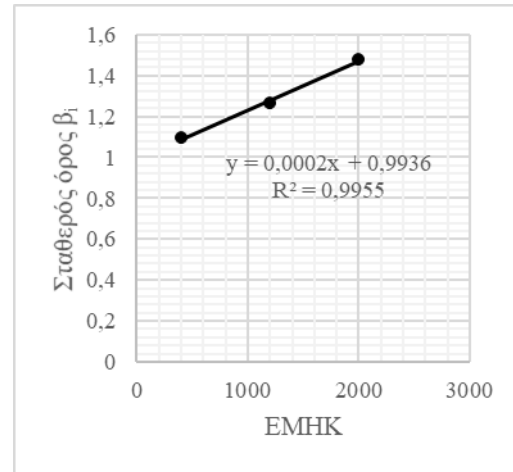
Επιδίωξη είναι να εκφραστούν ο **συντελεστής a_i** και ο **σταθερός όρος β_i** ως προς την EMHK και έτσι να προκύψει μία ενιαία σχέση για τον δείκτη AMF, για οποιονδήποτε φόρτο. Σύμφωνα με τις εξισώσεις που προέκυψαν έχουμε τους εξής όρους:

- $\alpha_{400} = -0,0509$; $\beta_{400} = 1,096$
- $\alpha_{1200} = -0,1172$; $\beta_{1200} = 1,2638$
- $\alpha_{2000} = -0,2559$; $\beta_{2000} = 1,476$

Στα διαγράμματα που έπονται εισάγονται τα έξι σημεία που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ συντελεστή a_i και της EMHK, καθώς και τη σχέση μεταξύ του όρου β_i και της EMHK, οπότε προκύπτει η μεταξύ τους γραμμική σχέση, με καλή συσχέτιση R^2 .



Σχήμα 4.4. Σχέση μεταξύ συντελεστών α_i και ΕΜΗΚ



Σχήμα 4.5. Σχέση μεταξύ σταθερών όρων β_i και ΕΜΗΚ

Από τα προηγούμενα διαγράμματα προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις για τον συντελεστή α_i και τον σταθερό όρο β_i , για κάθε ΕΜΗΚ:

$$\alpha_i = -0,0001 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,0124 \quad (4.7)$$

$$\beta_i = 0,0002 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,9936 \quad (4.8)$$

Συνεπώς, συνδυάζοντας τις προηγούμενες σχέσεις (4.6), (4.7) και (4.8) προκύπτει η εξής συνδυαστική σχέση για δείκτη AMF του πλάτους ερείσματος:

AMF πλάτους ερείσματος

$$\begin{aligned} &= (-0,0001 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,0124) \cdot \text{Πλάτος ερείσματος} \\ &+ 0,0002 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,9936 \end{aligned} \quad (4.9)$$

όπου: Πλάτος ερείσματος (m)

Κατόπιν αριθμητικών δοκιμών γίνεται κατάλληλη τροποποίηση στη σχέση (4.9) έτσι ώστε να δίνει AMF=1 για πλάτος ερείσματος 2m (~ 6ft). Οπότε ο συντελεστής γίνεται:

$$\begin{aligned} \text{Συντελεστής} &= (-0,0001 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,0124) \cdot \text{Πλάτος ερείσματος} \\ &+ 0,0002 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,9752 \end{aligned} \quad (4.10)$$

όπου: Πλάτος ερείσματος (m)

Για να μεγιστοποιείται ο συντελεστής στην τιμή 30, θα πρέπει η προηγούμενη σχέση να πολλαπλασιαστεί με τον αριθμό 20, εφόσον τώρα μεγιστοποιείται στην τιμή 1,37 για ΕΜΗΚ 20.000 και μηδενικό πλάτος ερείσματος. Έτσι ο **Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος** θα είναι:

$$\begin{aligned} & \text{Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος} \\ &= 20 \cdot (-0,0001 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 0,0124) \quad (4.11) \\ & \cdot \text{Πλάτος ερείσματος} + 0,004 \cdot \text{ΕΜΗΚ} + 19,504 \end{aligned}$$

όπου: Πλάτος ερείσματος (m)

4.3.3 Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων

Επόμενη παράμετρος του παρόδιου χώρου που θα μελετηθεί είναι η απόσταση των πλευρικών εμποδίων. Στη βιβλιογραφία (AASHTO 2010) δίνεται ο Πίνακας 3.3 ο οποίος παρουσιάζει τιμές του δείκτη AMF για αύξηση απόστασης εμποδίων (δέντρα, ταχυδρομικά κιβώτια, στηθαία ασφαλείας, αγωγοί, πινακίδες, φράχτες).

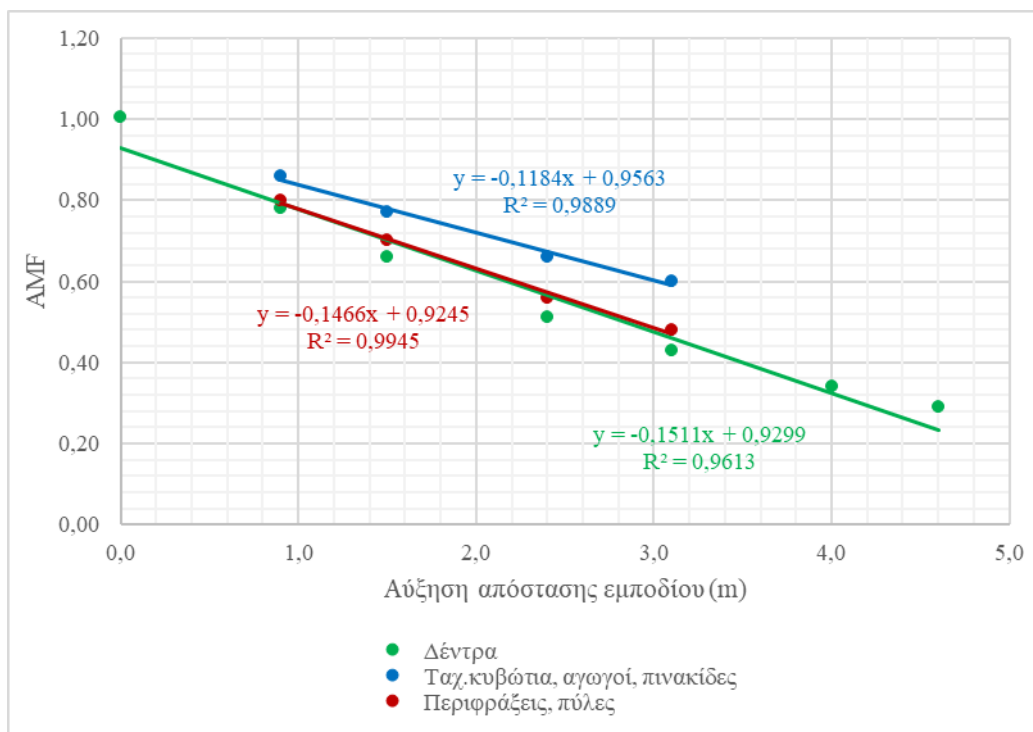
Δεδομένου του γεγονότος ότι τα στηθαία ασφαλείας θα παρουσιαστούν σε ξεχωριστή ενότητα της μεθοδολογίας, στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές AMF του δεδομένου πίνακα, χωρίς την αναφορά στα στηθαία ασφαλείας.

Πίνακας 4.3. Τιμές AMF για αύξηση απόστασης πλευρικών εμποδίων, για τις διάφορες κατηγορίες εμποδίων

Αύξηση απόστασης εμποδίου (m)	AMF		
	Δέντρα	Ταχ.κυβώτια, αγωγοί, πινακίδες	Περιφράξεις, πύλες
0,0	1,00	1,00	1,00
0,9	0,78	0,86	0,80
1,5	0,66	0,77	0,70
2,4	0,51	0,66	0,56
3,1	0,43	0,60	0,48
4,0	0,34	-	-
4,6	0,29	-	-

Κεφάλαιο 4

Οι τιμές του πίνακα εισάγονται στο επόμενο γράφημα, με τη **μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης** σχεδιάζονται οι γραμμές τάσης, ενώ παρατηρείται καλή συσχέτιση των γραμμικών σχέσεων με τα αντίστοιχα σημεία.



Σχήμα 4.6. AMF συναρτήσει αύξησης απόστασης εμποδίων, για τις διάφορες κατηγορίες εμποδίων

Προκειμένου να **ομαδοποιηθούν** τα είδη των εμποδίων, και με δεδομένη την παρόμοια γραμμική σχέση των τριών κατηγοριών, σχηματίζεται μία γενική κατηγορία που περιλαμβάνει όλα τα είδη εμποδίων, με AMF τη μέση τιμή των επιμέρους δεικτών.

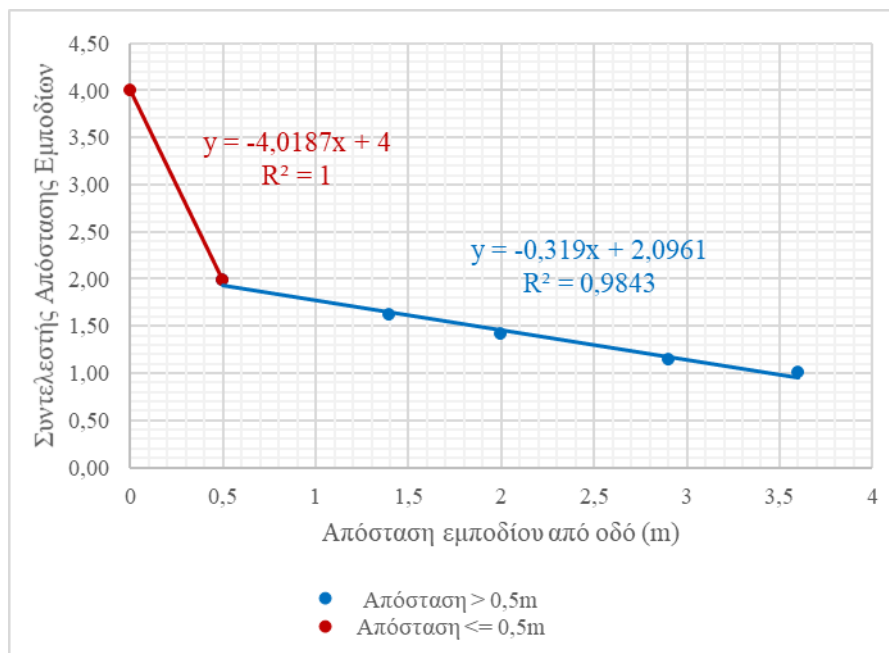
Πίνακας 4.4. Τιμές AMF για αύξηση απόστασης πλευρικών εμποδίων

Αύξηση απόστασης εμποδίου (m)	AMF Εμποδίων
0,0	1,00
0,9	0,81
1,5	0,71
2,4	0,58
3,1	0,50

Ο συντελεστής επικινδυνότητας αφορά απόσταση από την οδό, και όχι αύξηση απόστασης, οπότε θα πρέπει να γίνει κατάλληλη τροποποίηση του παραπάνω πίνακα. Γίνονται έτσι οι εξής θεωρήσεις:

- στα 3,6m (3,1m + 0,5m έρεισμα) ένα εμπόδιο παύει να αποτελεί κίνδυνο για την οδό, οπότε εκεί ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα
- για απόσταση μικρότερη του 0,5m η επικινδυνότητα αυξάνεται με μεγαλύτερο ρυθμό, και μάλιστα σε μηδενική απόσταση ο συντελεστής παίρνει την τιμή 4

Συνεπώς, με τις θεωρήσεις και τις τιμές AMF προκύπτει το ακόλουθο γράφημα.



Σχήμα 4.7. Εξισώσεις συντελεστή απόστασης εμποδίων

Ο συντελεστής επομένως υπολογίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

- Για Απόσταση Εμποδίου $\leq 0,5m$:

$$\text{Συντελεστής} = - 4,0187 \cdot \text{Απόσταση εμποδίου} + 4 \quad (4.12)$$

- Για $0,5m < \text{Απόσταση Εμποδίου} \leq 6,5m$:

$$\text{Συντελεστής} = - 0,319 \cdot \text{Απόσταση εμποδίου} + 2,0961 \quad (4.13)$$

- Για Απόσταση Εμποδίου $> 6,5\text{m}$:

$$\text{Συντελεστής} = 0 \quad (4.14)$$

όπου: Απόσταση εμποδίου (m)

Για να μεγιστοποιείται ο συντελεστής στην τιμή 30, θα πρέπει οι προηγούμενες σχέσεις να πολλαπλασιαστούν με τον αριθμό 7, εφόσον τώρα η μέγιστη τιμή είναι η τιμή 4 για μηδενική απόσταση εμποδίου. Έτσι ο **Συντελεστής Απόστασης Εμποδίου** θα είναι:

- Για Απόσταση Εμποδίου $\leq 0,5\text{m}$:

$$\begin{aligned} \text{Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων} \\ = - 28,1309 \cdot \text{Απόσταση εμποδίου} + 28 \end{aligned} \quad (4.15)$$

- Για $0,5\text{m} < \text{Απόσταση Εμποδίου} \leq 6,5\text{m}$:

$$\begin{aligned} \text{Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων} \\ = - 2,233 \cdot \text{Απόσταση εμποδίου} + 14,6727 \end{aligned} \quad (4.16)$$

- Για Απόσταση Εμποδίου $> 6,5\text{m}$:

$$\text{Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων} = 0 \quad (4.17)$$

όπου: Απόσταση εμποδίου (m)

Επισημαίνεται ότι τα **στηθαία ασφαλείας**, η ανάλυση των οποίων θα γίνει σε επόμενη παράγραφο, αποτρέπουν την απομάκρυνση του οχήματος από το οδόστρωμα σε περίπτωση ατυχήματος, και άρα τα όποια πιθανά πλευρικά εμπόδια δεν αποτελούν κίνδυνο. Έτσι, στην παρούσα μεθοδολογία, στην περίπτωση που υπάρχει στηθαίο ασφαλείας, τότε τα πλευρικά εμπόδια δεν θα λαμβάνονται υπόψη, ακόμη και αν υπάρχουν, και άρα ο συντελεστής εμποδίων θα μηδενίζεται. Το ίδιο θα συμβαίνει και στις θέσεις όπου δεν υπάρχουν εμπόδια σε ικανή απόσταση. Τότε δηλαδή:

$$\text{Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων} = 0 \quad (4.18)$$

4.3.4 Συντελεστής Πλευρικού Χώρου

Η διαμόρφωση του πλευρικού χώρου αποτελεί την επόμενη παράμετρο που θα ληφθεί υπόψη στην παρούσα μεθοδολογία. Στο 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι επτά **κατηγορίες πλευρικής επικινδυνότητας** σύμφωνα με τις ελληνικές (ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ) και τις αμερικανικές (AASHTO 2010) οδηγίες.

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή πλευρικής επικινδυνότητας κάνουμε χρήση της σχέσης (3.10), η οποία δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Πίνακας 4.5. Τιμές AMF για τις επτά κατηγορίες πλευρικής επικινδυνότητας

Κατηγορία Πλευρικής Επικινδυνότητας RHR	AMF
1	0,87
2	0,94
3	1,00
4	1,07
5	1,14
6	1,22
7	1,31

Παρατηρούμε ότι ο δείκτης AMF ισούται με τη μονάδα στην κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας RHR 3, γεγονός που δηλώνει ότι για μεγαλύτερη RHR η επικινδυνότητα είναι κρίσιμη, ενώ δεν υπάρχει κίνδυνος για τις κατηγορίες 1 και 2.

Δεδομένου του γεγονότος ότι η κατηγορία 3 αποτελεί μία συνήθη πλευρική διαμόρφωση, εξάγεται το συμπέρασμα πως η σχέση (3.10) για την πλευρική επικινδυνότητα εκφράζει το επιθυμητό για τη μεθοδολογία μέγεθος, οπότε και αποτελεί την κατάλληλη έκφραση του συντελεστή. Επομένως θα έχουμε:

$$\text{Συντελεστής} = \frac{e^{-0.6869+0.0668 \cdot RHR}}{e^{-0.4865}} \quad (4.19)$$

όπου: RHR : Κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας (Roadside Hazard Rating)

Ακέραιος αριθμός 1 έως 7

Για να μεγιστοποιείται ο συντελεστής στην τιμή 30, θα πρέπει η προηγούμενη σχέση να πολλαπλασιαστεί με τον αριθμό 23, εφόσον τώρα η μέγιστη τιμή είναι η τιμή 1,31 για RHR=7. Έτσι ο **Συντελεστής Πλευρικής Επικινδυνότητας** θα είναι:

Συντελεστής Πλευρικής Επικινδυνότητας

$$= 23 \cdot \frac{e^{-0.6869+0.0668 \cdot RHR}}{e^{-0.4865}} \quad (4.20)$$

όπου: RHR : Κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας (Roadside Hazard Rating)

Ακέραιος αριθμός 1 έως 7

4.3.5 Συντελεστής Στηθαίων Ασφαλείας

Επόμενη παράμετρος παρόδιου χώρου που θα χρησιμοποιηθεί για τη βαθμολόγηση της επικινδυνότητας της οδού είναι τα στηθαία ασφαλείας. Αποτελούν έναν από τους κρισιμότερους παράγοντες, αφού η ύπαρξη ή μη ενός στηθαίου ασφαλείας καθορίζει ουσιαστικά την επικινδυνότητα του παρόδιου χώρου.

Αρχικά, θα δοθεί **βαθμολογία** στα νέου τύπου στηθαία σύμφωνα με την ενέργεια που μπορεί να απορροφήσει κάθε τύπος (βλ. Σχήμα 3.10). Ως μονάδα θα θεωρηθεί ο τύπος N2 που χρησιμοποιείται κυρίως στους ελληνικούς οδικούς άξονες, και η βαθμολογία των λοιπών θα προκύψει αναλογικά, βάσει της αντίστοιχης απορροφούμενης ενέργειας.

Πίνακας 4.6. Βαθμολογία νέου τύπου στηθαίων

Τύπος Στηθαίου	Απορροφούμενη Ενέργεια (kJ)	Βαθμολογία
N1	43	0,52
N2	82	1,00
H1	127	1,55
H2	288	3,51
H3	462	5,63
H4a	572	6,98
H4b	725	8,84

Ο προσδιορισμός του συντελεστή των στηθαίων απαιτεί τον καθορισμό των **επιμέρους συντελεστών ασφαλείας** υφιστάμενου και απαιτούμενου στηθαίου.

4.3.5.1 Συντελεστής Ασφαλείας Απαιτούμενου Στηθαίου Ασφαλείας

Προκειμένου να καθορισθεί ο συντελεστής απαιτούμενου στηθαίου ασφαλείας γίνεται αρχικά ο υπολογισμός του συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_R , ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με τη γεωμετρία της οδού. Γίνεται έτσι συσχέτιση της **πιθανότητας εκτροπής** με τον συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_R , με τη θεώρηση αυξημένης πιθανότητας εκτροπής για τιμές $f_R > 0,3$.

Λαμβάνουμε επίσης υπ' όψη την **κατηγορία κινδύνου** (1 έως 4), ανάλογα με τον περιβάλλοντα χώρο, την επιτρεπόμενη **ταχύτητα**, καθώς και τη Μέση Ημερήσια **Κυκλοφορία** της οδού.

Με βάση όσα καθορίστηκαν προηγουμένως, γίνεται χρήση του διαγράμματος (Σχήμα 3.7) των ΟΜΟΕ-ΣΑΟ έτσι ώστε να προσδιοριστεί το απαιτούμενο στηθαίο ασφαλείας, η βαθμολογία του οποίου λαμβάνεται από τον πίνακα που προηγήθηκε (Πίνακας 4.6). Έτσι ο συντελεστής ασφαλείας του απαιτούμενου στηθαίου ασφαλείας ισούται με:

$$ΣΑ_{\text{απαιτ}} = \text{Βαθμολογία Απαιτούμενου Στηθαίου} \quad (4.21)$$

4.3.5.2 Συντελεστής Ασφαλείας Υφιστάμενου Στηθαίου Ασφαλείας

Για τον καθορισμό του συντελεστή υφιστάμενου στηθαίου απαιτείται ο προσδιορισμός του **τύπου** του υφιστάμενου στηθαίου - αν αυτό υπάρχει - όπως και η **κατάστασή** του.

Η βαθμολογία του υφιστάμενου στηθαίου ως προς τον τύπο του, παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα, με τη βασική θεώρηση πως τα στηθαία παλαιού τύπου αξιολογούνται με βαθμολογία λίγο μικρότερη της μονάδας.

Πίνακας 4.7. Βαθμολογία υφιστάμενου στηθαίου βάσει του τύπου στηθαίου

Τύπος Υφιστάμενου Στηθαίου	Βαθμολογία
Απουσία Στηθαίου	0,00
Παλαιού τύπου στηθαίο	0,75
Νέου τύπου στηθαίο	όπως Πίνακας 4.6

Κατόπιν, γίνεται η κατάλληλη τροποποίηση της βαθμολογίας που προέκυψε προηγουμένως, σύμφωνα με την κατάσταση του υφιστάμενου στηθαίου, όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.8. Τροποποιημένη βαθμολογία υφιστάμενου στηθαίου βάσει της κατάστασης του στηθαίου

Κατάσταση Υφιστάμενου Στηθαίου	Τελική Βαθμολογία
Καλή κατάσταση	1,0 · Βαθμολογία
Μέτρια κατάσταση	0,7 · Βαθμολογία
Κακή κατάσταση	0,4 · Βαθμολογία
Κατεστραμμένο	0,0 · Βαθμολογία

Έτσι ο συντελεστής ασφαλείας για το υφιστάμενο στηθαίο ασφαλείας είναι ο εξής:

$$\Sigma A_{\text{υφιστ}} = \text{Τελική Βαθμολογία Υφιστάμενου Στηθαίου} \quad (4.22)$$

4.3.5.3 Τελικός Συντελεστής Στηθαίου Ασφαλείας

Ανάλογα με τους επιμέρους συντελεστές απαιτούμενων ($\Sigma A_{\text{απαιτ}}$) και υφιστάμενων ($\Sigma A_{\text{υφιστ}}$) στηθαίων ασφαλείας προκύπτει ο συντελεστής για τα στηθαία για κάθε τμήμα της οδού μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$\text{Συντελεστής} = \frac{15 \cdot \Sigma A_{\text{απαιτ}}^2}{14 \cdot \Sigma A_{\text{υφιστ}} + \Sigma A_{\text{απαιτ}}} \quad (4.23)$$

όπου: $\Sigma A_{\text{απαιτ}}$: Συντελεστής ασφαλείας απαιτούμενου στηθαίου

$\Sigma A_{\text{υφιστ}}$: Συντελεστής ασφαλείας υφιστάμενου στηθαίου

Για να μεγιστοποιείται ο συντελεστής στην τιμή 30, θα πρέπει η προηγούμενη σχέση να πολλαπλασιαστεί με τον αριθμό 1,35, εφόσον τώρα η μέγιστη τιμή είναι η τιμή 23 για κατηγορία επικινδυνότητας 3 και απουσία στηθαίου. Έτσι ο **Συντελεστής Στηθαίων Ασφαλείας** θα είναι:

$$\text{Συντελεστής Στηθαίων Ασφαλείας} = 1,35 \cdot \frac{15 \cdot \Sigma A_{\text{απαιτ}}^2}{14 \cdot \Sigma A_{\text{υφιστ}} + \Sigma A_{\text{απαιτ}}} \quad (4.24)$$

όπου: $\Sigma A_{\text{απαιτ}}$: Συντελεστής ασφαλείας απαιτούμενου στηθαίου

$\Sigma A_{\text{υφιστ}}$: Συντελεστής ασφαλείας υφιστάμενου στηθαίου

4.3.6 Συντελεστής Κατάπτωσης Βράχων

Η κατάπτωση βράχων αποτελεί τον τελευταίο παράγοντα παρόδιου χώρου που θα χρησιμοποιηθεί στη μεθοδολογία ως συντελεστής βαρύτητας. Θα ληφθούν μάλιστα οι εξής κρίσιμες **παράμετροι** της περιοχής του οδικού δικτύου, που παίζουν καταλυτικό ρόλο στην κατάπτωση βράχων: ύψος πρανούς, κλίση πρανούς, σεισμική επικινδυνότητα, βροχοπτώσεις, εδαφικό υλικό. Η ανάλυση των παραμέτρων αυτών παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

4.3.6.1 Ύψος πρανούς

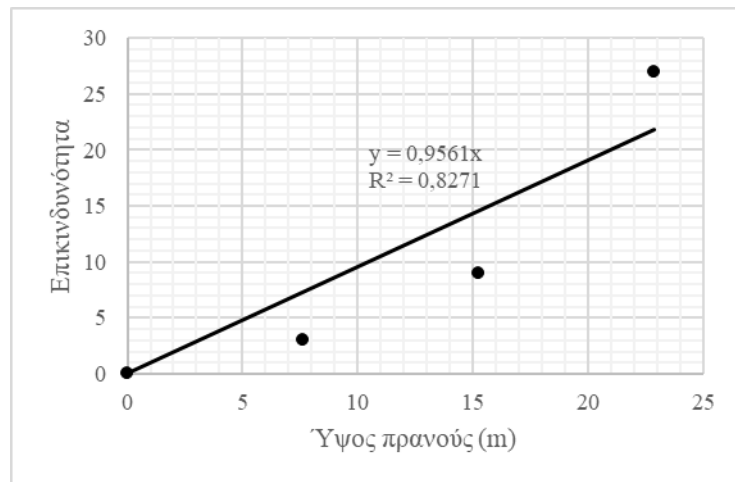
Στη βιβλιογραφία (Federal Highway Administration, Rockfall Hazard Rating System - Participant's Manual 1993) αναφέρονται τα στοιχεία εκείνα που επηρεάζουν την επικινδυνότητα της κατάπτωσης βράχων και παρουσιάζονται λεπτομερώς σε πίνακα, μαζί με την αντίστοιχη κατηγοριοποίηση βραχοπτώσεων (Πίνακας 3.9). Για το ύψος πρανούς έχουμε:

Πίνακας 4.9 Επικινδυνότητα κατάπτωσης βράχων συναρτήσει του ύψους πρανούς

Ύψος Πρανούς (m)	Επικινδυνότητα
0	0
8	3
15	9
23	27

Επισημαίνεται πως δεν λαμβάνεται υπόψη το ύψος του τεχνητού πρανούς που κατασκευάζεται στον περιβάλλοντα χώρο της οδού, αλλά το μέγιστο ύψος εδάφους (φυσικού ή τεχνητού) πλησίον του δρόμου, από το οποίο δύναται να ξεκινήσει η κατάπτωση βραχοτεμαχίων.

Τα δεδομένα του πίνακα που προηγείται εισάγονται στο ακόλουθο γράφημα, και προσδιορίζεται η βέλτιστη γραμμική σχέση που τα περιγράφει.



Σχήμα 4.8. Εξίσωση επικινδυνότητας συναρτήσει ύψους πρανούς

Από το γράφημα έχουμε την ακόλουθη σχέση:

$$\text{Επικινδυνότητα} = 0,9561 \cdot \text{Υψος πρανούς} \quad (4.25)$$

όπου: Υψος πρανούς (m)

Λαμβάνοντας όμως ως καθοριστικό ύψος πρανούς τα 10 m, με την έννοια ότι από την τιμή αυτή και πάνω η επικινδυνότητα γίνεται κρίσιμη, τροποποιείται κατάλληλα η προηγούμενη σχέση, ούτως ώστε ο **Συντελεστής Υψους Πρανούς (Σύψους)** να ισούται με τη μονάδα, για ύψος 10 m. Προκύπτει επομένως η ακόλουθη σχέση:

$$\Sigma\psi\sigma\upsilon\varsigma = 0,1 \cdot \text{Υψος πρανούς} \quad (4.26)$$

όπου: Υψος πρανούς (m)

4.3.6.2 Κλίση πρανούς

Όσον αφορά την κλίση πρανούς, μπορεί να ληφθεί υπόψη μέσω της Σχέσης (3.12), στην οποία υπολογίζεται ο συντελεστής β συναρτήσει της κλίσης πρανούς ψ . Ο συντελεστής αυτός περιγράφει την επιθυμητή σχέση επικινδυνότητας - κλίσης.

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο **Συντελεστής Κλίσης Πρανούς (Σκλίσης)** θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής δύο σημεία:

- Ο συντελεστής β μειώνεται με την αύξηση της γωνίας του πρανούς ψ, συνεπώς θα έχει **αντιστρόφως ανάλογη** σχέση με τον συντελεστή κλίσης πρανούς, ο οποίος θα πρέπει να αυξάνεται.
- Λαμβάνεται ως **καθοριστική κλίση** πρανούς η γωνία 18,5° (κλίση 1:3) , με την έννοια ότι από την τιμή αυτή και πάνω η επικινδυνότητα γίνεται κρίσιμη. Για τη γωνία αυτή ο συντελεστής κλίσης θα ισούται με τη μονάδα.

Συνεπώς, ο συντελεστής υπολογίζεται από τη σχέση:

- Για Κλίση Πρανούς ≤ 0 :

$$\Sigma_{κλίσης} = 0 \quad (4.27)$$

- Για Κλίση Πρανούς > 0 :

$$\Sigma_{κλίσης} = \left(1,18 + \frac{0,66}{\tan(Κλίση \text{ πρανούς})} \right)^{-1} \cdot \frac{1}{0,317} \quad (4.28)$$

όπου: Κλίση πρανούς (μοίρες)

4.3.6.3 Σεισμική Επικινδυνότητα

Στη μεθοδολογία θα ληφθεί επίσης υπόψη η επίδραση του σεισμού στην κατάπτωση βράχων, ως βασική παράμετρος επικινδυνότητας πλευρικού χώρου.

Με μία πρώτη προσέγγιση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας (Σχήμα 3.12), ο οποίος χωρίζει την Ελλάδα σε τρεις ζώνες. Προκειμένου όμως να γίνει ακριβέστερη αποτύπωση της σεισμικότητας της περιοχής του οδικού άξονα, επιλέγεται η χρήση του χάρτη μεγίστων σεισμικών επιταχύνσεων (Σχήμα 3.13). Από τον χάρτη αυτόν ο χρήστης θα μπορεί να εντοπίσει τη **σεισμική επιτάχυνση** της περιοχής του υπό μελέτη οδικού άξονα και να την εισάγει στο πρόγραμμα.

Ως κρίσιμη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση θα ληφθεί η τιμή **160 cm/sec²**, η οποία είναι και η τιμή της μικρότερης κατηγορίας στον αντισεισμικό κανονισμό (0,16g). Στην επιτάχυνση αυτή ο **Συντελεστής Σεισμού (Σσεισμού)** θα γίνεται ίσος με τη μονάδα. Έτσι, ο συντελεστής προκύπτει από τη σχέση:

$$\Sigma_{\text{σεισμού}} = \frac{\text{Μέγιστη σεισμική επιτάχυνση περιοχής}}{160} \quad (4.29)$$

όπου: Μέγιστη σεισμική επιτάχυνση περιοχής (cm/sec²)

4.3.6.4 Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις θα χρησιμοποιηθούν στη μεθοδολογία με τρόπο παρόμοιο με τη σεισμική επικινδυνότητα, εφόσον αποτελούν επίσης γεγονός πρόκλησης καταπτώσεων βράχων και μπορούν να απεικονιστούν σε χάρτη.

Ως δεδομένο στο πρόγραμμα θα εισάγεται από το χρήστη το **μέσο ετήσιο ύψος βροχής**, το οποίο μπορεί να ληφθεί από την ανάγνωση των βροχομετρικών καμπυλών που απεικονίζονται σε χάρτες, όπως αυτός που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Σχήμα 3.14). Εναλλακτικά, μπορεί να γίνει χρήση του διαδικτυακού Κλιματικού Άτλαντα της Ελλάδας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία χ.χ.) για τον υετό, ο οποίος παρουσιάζει επικαιροποιημένα υδρολογικά στοιχεία και στον οποίο μπορεί να γίνει ανάγνωση των τιμών στην ακριβή γεωγραφική θέση.

Με τη θεώρηση ως κρίσιμου μέσου ετήσιου ύψους βροχής τα **800 mm**, τιμή στην οποία ο **Συντελεστής Βροχόπτωσης (Σβροχοπτ)** θα γίνεται ίσος με τη μονάδα, προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$\Sigma_{\text{βροχοπτ}} = \frac{\text{Μέσο ετήσιο ύψος βροχής περιοχής}}{800} \quad (4.30)$$

όπου: Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)

4.3.6.5 Εδαφικό υλικό

Το εδαφικό υλικό, όπως αναλύθηκε στο 3^ο Κεφάλαιο, μπορεί να καταταχτεί σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες:

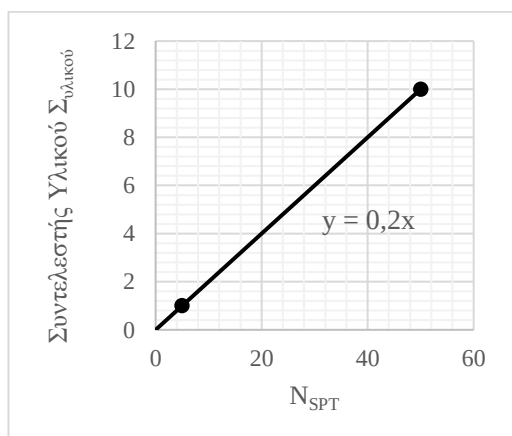
- Έδαφος
 - α. Μη συνεκτικό (Άμμοι, χάλικες)
 - β. Συνεκτικό (Αργίλοι, ιλύς)
- Βράχος

Τα χαρακτηριστικά των υλικών αυτών καθορίζονται από τη βιβλιογραφία (Πίνακας 3.10, Πίνακας 3.11 και Πίνακας 3.12) ανάλογα με τις κατηγοριοποιήσεις τους, ενώ ως δείκτες χρησιμοποιούνται το N_{SPT} για τα εδάφη και το SMR για τους βράχους.

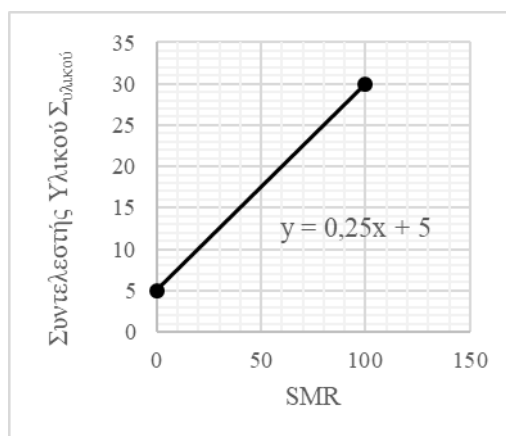
Προκειμένου να προκύψει ένας **Συντελεστής Υλικού** ($\Sigma_{υλικού}$) ανεξάρτητα από το είδος του εδαφικού υλικού, ορίζονται τα εξής:

- Για έδαφος : $\Sigma_{υλικού} = 1$ για $N_{SPT} = 5$
 $\Sigma_{υλικού} = 10$ για $N_{SPT} = 50$
- Για βράχο : $\Sigma_{υλικού} = 5$ για $SMR = 0$
 $\Sigma_{υλικού} = 30$ για $SMR = 100$

Για τις ενδιάμεσες τιμές των δεικτών, υπολογίζεται ο συντελεστής υλικού $\Sigma_{υλικού}$, με γραμμική παρεμβολή, ανάλογα με το υλικό. Οι γραφικές παραστάσεις παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



Σχήμα 4.9. Συντελεστής υλικού για έδαφος



Σχήμα 4.10. Συντελεστής υλικού για βράχο

Συνεπώς ο συντελεστής υλικού υπολογίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

- Για έδαφος :

$$\Sigma_{υλικού} = 0,2 \cdot N_{SPT} \quad (4.31)$$

- Για βράχο :

$$\Sigma_{υλικού} = 0,25 \cdot SMR + 5 \quad (4.32)$$

4.3.6.6 Τελικός συντελεστής κατάπτωσης βράχων

Για τον προσδιορισμό του τελικού συντελεστή κατάπτωσης βράχων λαμβάνουμε υπόψη τα ακόλουθα:

- Ο $\Sigma_{υλικού}$ είναι **αντιστρόφως ανάλογος** του Συντελεστή Κατάπτωσης βράχων, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους συντελεστές που έχουν σχέση αναλογίας
- Το γεγονός που προκαλεί την κατάπτωση βράχων είναι είτε ο **σεισμός**, είτε οι **βροχοπτώσεις**. Από στατιστικά δεδομένα προκύπτει ότι στο σεισμό οφείλεται το 30% των καταπτώσεων, ενώ στις βροχοπτώσεις το 70%.

Με συνεκτίμηση των παραπάνω, ο συντελεστής προσδιορίζεται από την εξής σχέση:

$$\text{Συντελεστής} = \frac{\Sigma_{ύψους} \cdot \Sigma_{κλίσης} \cdot (0,3 \cdot \Sigma_{σεισμού} + 0,7 \cdot \Sigma_{βροχοπτ})}{\Sigma_{υλικού}} \quad (4.33)$$

Εφόσον από την προηγούμενη σχέση ο συντελεστής μεγιστοποιείται στην τιμή 30 για ύψος πρανούς 100, κλίση πρανούς 30°, επιτάχυνση 450 cm/sec², ύψος βροχής 1600 mm, και υλικό έδαφος με N_{SPT}=5, τότε εκφράζει τον **Συντελεστή Κατάπτωσης Βράχων**, ο οποίος θα ισούται με:

$$\begin{aligned} &\text{Συντελεστής Κατάπτωσης Βράχων} \\ &= \frac{\Sigma_{ύψους} \cdot \Sigma_{κλίσης} \cdot (0,3 \cdot \Sigma_{σεισμού} + 0,7 \cdot \Sigma_{βροχοπτ})}{\Sigma_{υλικού}} \quad (4.34) \end{aligned}$$

4.4 Υπολογισμός Συντελεστή Τραυματισμών

Εκτός από τα στοιχεία του παρόδιου χώρου κρίνεται απαραίτητο, για την αξιολόγηση του βαθμού επικινδυνότητας κάθε οδικού άξονα, να συμπεριληφθούν ως παράμετροι οι **συνέπειες** που ενδέχεται να προκαλέσει ένα τροχαίο ατύχημα στους χρήστες.

Λόγω πολυπλοκότητας των παραμέτρων που επηρεάζουν την πιθανότητα τραυματισμού, αυτή θα προσδιοριστεί βάσει της **λειτουργικής ταχύτητας V_{85}** , με τη θεώρηση πώς ένα ατύχημα που λαμβάνει χώρα σε μικρές ταχύτητες μπορεί να προκαλέσει μόνο υλικές ζημιές ενώ ένα ατύχημα που προκαλείται σε υψηλές ταχύτητες ενδέχεται να οδηγήσει ακόμη και σε απώλεια ανθρώπινης ζωής.

Προσδιορίζονται επομένως οι **πιθανότητες** για μη τραυματισμό, ελαφρύ τραυματισμό, βαρύ τραυματισμό και θάνατο, και στη συνέχεια υπολογίζεται ένας τελικός συντελεστής προσαύξησης με βάση αυτές.

Με βασική παραδοχή ότι το άθροισμα όλων των πιθανοτήτων πρέπει να ισούται πάντα με την μονάδα, δηλαδή $P_{ολ}=1$, καθορίζονται κατόπιν δοκιμών τρεις **αρχές**:

- I. Η ταχύτητα πάνω από την οποία η πιθανότητα θανάτου ισούται με 100 %, δηλαδή $P_t=1$, είναι τα 160 km/h.
- II. Η ταχύτητα στην οποία εμφανίζεται η μέγιστη πιθανότητα βαρύ τραυματισμού P_b είναι τα 100 km/h και η τιμή που λαμβάνει είναι επίσης $P_b=0,6$.
- III. Η ταχύτητα στην οποία εμφανίζεται η μέγιστη πιθανότητα ελαφρύ τραυματισμού P_e είναι τα 60 km/h και η τιμή που λαμβάνει είναι $P_e=0,6$.

Το διάγραμμα που παρουσιάζει τις πιθανότητες αυτές πρέπει να είναι **κανονικής κατανομής (Gauss)** ενώ έγινε επιλογή διαφόρων εκθετών ανάλογα με τον επιθυμητό ρυθμό μεταβολής κάθε πιθανότητας. Σημειώνεται πως οι πιθανότητες αυτές προκύπτουν εμπειρικά μέσω συλλεχθέντων στοιχείων και βρίσκονται σε συμφωνία με τα καταγεγραμμένα ατυχήματα και τα κριτήρια ασφαλείας που αφορούν τις υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, τις οποίες εξετάζει και η προτεινόμενη μεθοδολογία.

Με βάση τις παραδοχές αυτές προκύπτουν οι ακόλουθες πιθανότητες:

1. Πιθανότητα Ελαφρύ Τραυματισμού

Προσδιορίζεται η πιθανότητα ελαφρύ τραυματισμού από τη σχέση:

$$p_e = 0.6 \cdot e^{-\frac{(V_{85}-60)^2}{1000}} \quad (4.35)$$

2. Πιθανότητα Βαρύ Τραυματισμού

Προσδιορίζεται η πιθανότητα βαρύ τραυματισμού από τη σχέση:

$$p_b = 0.6 \cdot e^{-\frac{(V_{85}-100)^2}{1000}} \quad (4.36)$$

3. Πιθανότητα Μη Τραυματισμού

Προσδιορίζεται η πιθανότητα μη τραυματισμού από τη σχέση:

$$p_m = \left(1 - \frac{V_{85}^4}{V_{85}^4 + (160 - V_{85})^4}\right) \cdot (1 - p_e - p_b) \quad (4.37)$$

4. Πιθανότητα Θανάτου

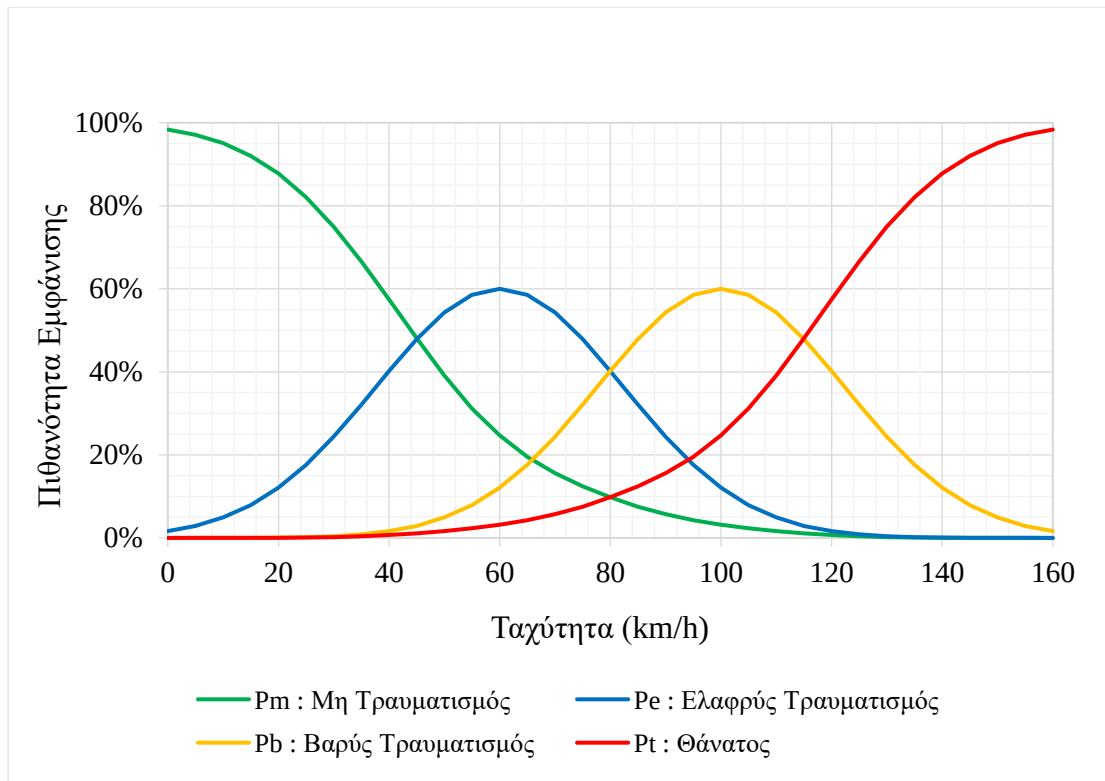
Προσδιορίζεται η πιθανότητα θανάτου από τη σχέση:

$$p_t = \left(1 - \frac{(160 - V_{85})^4}{V_{85}^4 + (160 - V_{85})^4}\right) \cdot (1 - p_e - p_b) \quad (4.38)$$

ή από τη σχέση:

$$p_t = 1 - p_e - p_b - p_m \quad (4.39)$$

Η γραφική απεικόνιση των παραπάνω πιθανοτήτων γίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Σχήμα 4.11. Πιθανότητα Τραυματισμού

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία (European Road Safety Observatory 2015) προκύπτει μία **αναλογία κόστους** μεταξύ ελαφρύ τραυματισμού, βαρύ τραυματισμού και θανάτου 1 προς 14 προς 100. Για την παρούσα αξιολόγηση λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι συντελεστές:

– Συντελεστής μη τραυματισμού	0,0
– Συντελεστής ελαφρύ τραυματισμού	1,0
– Συντελεστής βαρύ τραυματισμού	14,0
– Συντελεστής θανάτου	100,0

Συνεπώς προκύπτει ένας τελικός συντελεστής τραυματισμών ίσος με:

$$\text{Συντελεστής Τραυματισμών} = p_e + 14 \cdot p_b + 100 \cdot p_t \quad (4.40)$$

όπου: p_e : Πιθανότητα ελαφρύ τραυματισμού
 p_b : Πιθανότητα βαρύ τραυματισμού
 p_t : Πιθανότητα θανάτου

4.5 Συνολική Βαθμολογία Άξονα

Έχοντας ολοκληρώσει τον υπολογισμό όλων των απαραίτητων συντελεστών βαρύτητας, είναι πλέον εφικτή η εξαγωγή της συνολικής βαθμολογίας του οδικού άξονα. Για τον προσδιορισμό της βαθμολογίας αυτής θα αθροιστούν οι συντελεστές βαρύτητας, λαμβάνοντας υπόψη τα **ποσοστά επιρροής** κάθε παραμέτρου, εφόσον οι σχέσεις δίνουν ισοδύναμα αποτελέσματα. Έτσι η ακμή οδοστρώματος θα ληφθεί υπόψη κατά 5%, το πλάτος ερείσματος κατά 5%, η απόσταση εμποδίων κατά 25%, ο πλευρικός χώρος κατά 15%, τα στηθαία ασφαλείας κατά 30% και η κατάπτωση βράχων κατά 20%. Ο συντελεστής τραυματισμών πολλαπλασιάζεται με το παραπάνω άθροισμα, και συνεπώς προκύπτει η συνολική βαθμολογία από τον ακόλουθο τύπο:

Συνολική Βαθμολογία Άξονα

$$= (0,05 \cdot \Sigma AO + 0,05 \cdot \Sigma ΠΕ + 0,25 \cdot \Sigma ΑΕ + 0,15 \cdot \Sigma ΠΧ + 0,30 \cdot \Sigma ΣΑ + 0,20 \cdot \Sigma ΚΒ) \cdot \Sigma Τ \quad (4.41)$$

όπου: ΣAO : Συντελεστής Ακμής Οδοστρώματος

$\Sigma ΠΕ$: Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος

$\Sigma ΑΕ$: Συντελεστής Απόστασης Εμποδίων

$\Sigma ΠΧ$: Συντελεστής Πλευρικού Χώρου

$\Sigma ΣΑ$: Συντελεστής Στηθαίων Ασφαλείας

$\Sigma ΚΒ$: Συντελεστής Κατάπτωσης Βράχων

$\Sigma Τ$: Συντελεστής Τραυματισμών

Οι εξαγόμενες βαθμολογίες τελικά ταξινομούνται και κατατάσσονται σε διαφορετικά επίπεδα, προσδιορίζοντας με αυτό τον τρόπο το παρεχόμενο **επίπεδο ασφαλείας** κάθε τμήματος του οδικού άξονα στα οποία έχει διαιρεθεί. Τα όρια των επιπέδων αυτών προκύπτουν δειγματοληπτικά ώστε να ταιριάζουν καλύτερα με τα καταγεγραμμένα ατυχήματα και τις συσχετίσεις, όπως παρουσιάζονται ακολούθως:

Πίνακας 4.10. Διαβάθμιση βαθμολογίας

Εύρος βαθμολογίας	Επίπεδο Ασφαλείας
0-150	Υψηλό
150-300	Μέτριο
300-450	Χαμηλό
> 450	Απαράδεκτο

Κεφάλαιο 5. Βαθμολόγηση μέσω H/Y

5.1 Λογισμικό GUS4 & FM-GUS

5.1.1 Δημιουργία Λογισμικού

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο απαιτεί χρονοβόρους υπολογισμούς, λόγω πολυπλοκότητας των υπολογιστικών σχέσεων και του πλήθους των παραμέτρων που απαιτούνται. Συνεπώς, η εφαρμογή της μεθοδολογίας απαιτεί τη δημιουργία ενός λογισμικού που να αξιοποιεί την ταχύτητα και τις δυνατότητες των σύγχρονων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το λογισμικό αυτό έχει την ονομασία FM-GUS και τμήμα αυτού θα είναι η εφαρμογή **GUS4**, μέσω της οποίας θα προκύπτει η βαθμολογία του παρόδιου χώρου.

Το **FM-GUS** βασίζεται στο λογισμικό FM17 όσον αφορά τη λογική της λειτουργίας του, όμως παρουσιάζει ποικίλες διαφοροποιήσεις. Αποτελείται από ένα πακέτο εφαρμογών, κάθε μία από τις οποίες συνδέεται με την εκτέλεση μιας αυτοτελούς διαδικασίας και λειτουργεί ενημερώνοντας μία κοινή βάση δεδομένων.

Για την ανάπτυξη του λογισμικού γίνεται χρήση της **γλώσσας προγραμματισμού Fortran77** για τη δημιουργία του κύριου κορμού του λογισμικού, σε συνδυασμό με τη γλώσσα προγραμματισμού *Visual Basic for Applications (VBA)* της εταιρείας Microsoft, η οποία παρουσιάζει το πλεονέκτημα της παροχής γραφικού περιβάλλοντος εργασίας στον χρήστη και επιπλέον μπορεί να συνεργαστεί με διάφορες εφαρμογές ηλεκτρονικού υπολογιστή. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε και το σχεδιαστικό πρόγραμμα *AutoCAD 2017* της εταιρείας Autodesk, μέσω του οποίου γίνεται η σχεδίαση της οδού και η οπτικοποίηση της βαθμολόγησης. Επίσης, τα διάφορα δεδομένα που προκύπτουν κατά την εκτέλεση της διαδικασίας της χάραξης και της βαθμολόγησης αποθηκεύονται είτε ως δεδομένα που περιέχονται σε φύλλα εργασίας του προγράμματος *Excel 2016* της Microsoft, είτε ως κείμενο που μπορεί να προβληθεί κάνοντας χρήση της εφαρμογής *Σημειωματάριο (Notepad)* των Windows.

5.1.2 Περιγραφή Βημάτων

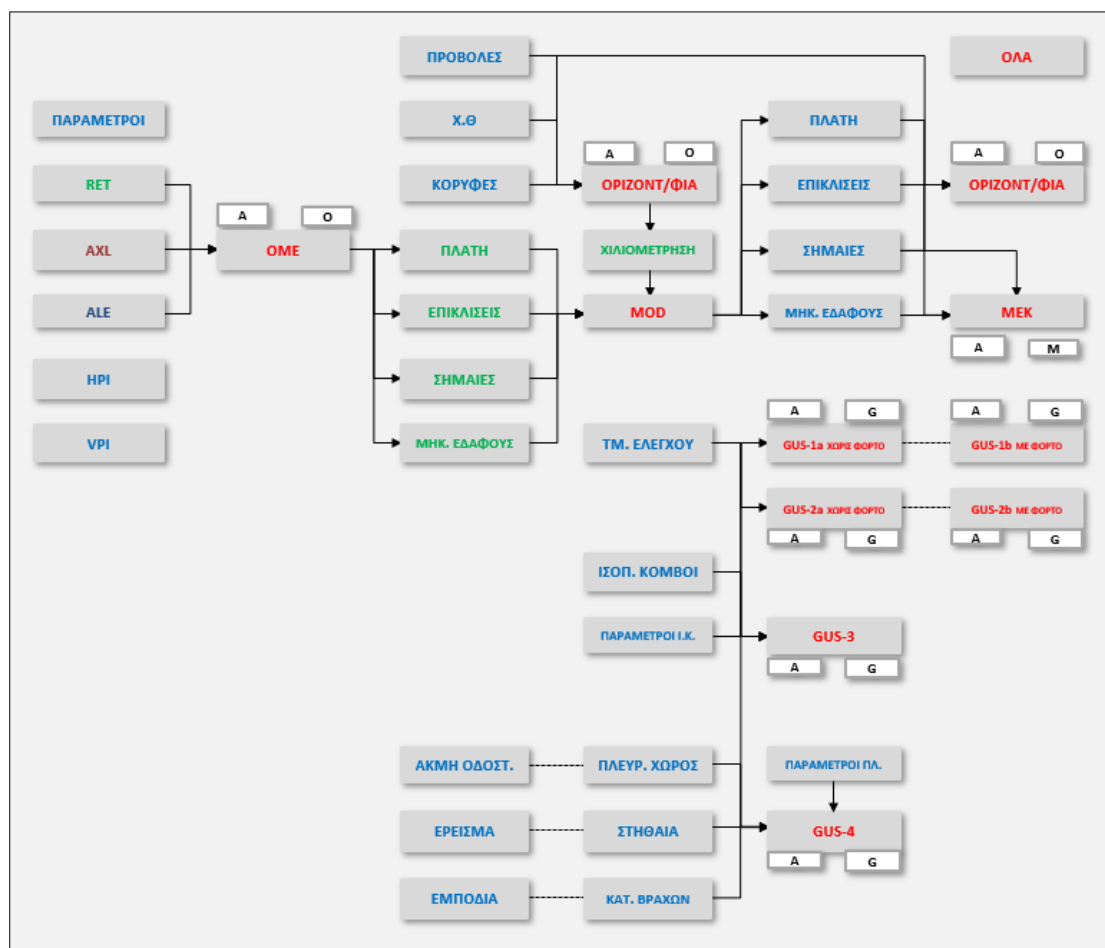
Η χρήση του προγράμματος FM-GUS προϋποθέτει την πραγματοποίηση μίας **ακολουθίας ενεργειών**, ταξινομημένες με σειρά προτεραιότητας, για την ορθή εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Τα βήματα περιγράφονται ακολούθως.

1. Εισάγονται στο πρόγραμμα οι συντεταγμένες X, Y, Z της αριστερής και της δεξιάς οριογραμμής της οδού, όπως αυτές έχουν ληφθεί από την τοπογραφική αποτύπωση. Στην περίπτωση που έχει γίνει αποτύπωση και του άξονα της οδού, τότε εισάγονται ταυτόχρονα και αυτές οι συντεταγμένες.
2. Εφόσον δεν έχει εισαχθεί τοπογραφική πληροφορία για τον άξονα τότε αυτός παράγεται ως ο γεωμετρικός μέσος των δύο οριογραμμών.
3. Γίνεται αυτόματη επεξεργασία των συντεταγμένων και εξάγονται σε αρχεία DXF (AutoCAD) η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή της οδού όπως προκύπτουν από την αποτύπωση.
4. Γίνεται επεξεργασία από το χρήστη του αρχείου DXF με σκοπό να δημιουργηθεί σε μία πρώτη προσέγγιση η πολυγωνική της οριζοντιογραφίας και η πολυγωνική της μηκοτομής. Τελικά οι τεθλασμένες αυτές γραμμές εισάγονται στο πρόγραμμα.
5. Γίνεται αυτόματη επεξεργασία και διόρθωση των τεθλασμένων γραμμών, με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, προκειμένου να προσεγγίζουν όσο το δυνατό καλύτερα την τοπογραφική αποτύπωση.
6. Προσεγγίζονται οι ακτίνες της οριζοντιογραφίας από την πολυγωνική της με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων προκειμένου τα παραγόμενα κυκλικά τόξα να έχουν όσο το δυνατό μικρότερη απόκλιση από την τοπογραφική αποτύπωση. Με τον ίδιο τρόπο προσεγγίζονται και οι ακτίνες στις καμπύλες συναρμογής της μηκοτομής.
7. Το πρόγραμμα παράγει μία προσέγγιση της οριζοντιογραφίας μέσω της πολυγωνικής και με βάση το συνολικό μήκος της οδού αναπροσαρμόζεται και δημιουργείται η τελική μηκοτομή της οδού.
8. Με δεδομένα τα παραπάνω στοιχεία της οδού σε συνδυασμό με τη βοήθεια ορθοφωτοχαρτών και διαδικτυακών προγραμμάτων γραφικής απεικόνισης της Γης, όπως το *Google Earth* εξάγονται τα απαραίτητα στοιχεία που θα συμβάλλουν στην βαθμολόγηση του παρόδιου χώρου.
9. Τελικά το πρόγραμμα παράγει ένα σχέδιο με την οριζοντιογραφία της οδού χρωματισμένη ανάλογα με τη βαθμολογία του παρόδιου χώρου.

5.2 Δομή του Λογισμικού GUS4

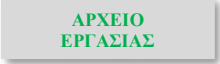
5.2.1 Κεντρικό Μενού

Κατά την εκκίνηση του προγράμματος FM-19, παρουσιάζεται στον χρήστη το κεντρικό μενού του λογισμικού (MENU), το οποίο βρίσκεται στην αρχική του οθόνη. Το μενού αυτό δομείται από ορθογώνια εικονίδια καθένα από τα οποία φέρει διαφορετικό χρώμα και τίτλο, και η εκτέλεση τους αποφέρει τα αποτελέσματα μιας διαφορετικής εργασίας. Όπως απεικονίζεται και στην εικόνα που ακολουθεί, στο κεντρικό μενού παρουσιάζεται με τη μορφή διαγράμματος ροής και καθίσταται σαφής η αλληλουχία των επιμέρους σταδίων που συνθέτουν την μελέτη μίας οδού.



Εικόνα 5.1. Μορφή κεντρικού μενού λογισμικού FM-GUS (καρτέλα MENU)

Η λειτουργία του κάθε εικονιδίου του κεντρικού μενού εξαρτάται από το χρώμα του κειμένου του, σύμφωνα με όσα περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Εικονίδιο	Λειτουργία
	Δεδομένα της υπό μελέτη οδού, τα οποία εισάγονται από τον χρήστη, σε φύλλα του αρχείου Excel. Με το πάτημα του εικονιδίου, ο χρήστης μεταφέρεται στο αντίστοιχο φύλλο εισαγωγής δεδομένων.
	Προγράμματα του FM17. Με το πάτημα του εικονιδίου, εκτελείται το αντίστοιχο πρόγραμμα. Μετά την εκτέλεση του προγράμματος ανοίγει αυτόματα το αντίστοιχο σχέδιο.
	Αρχεία με τα υπολογιζόμενα στοιχεία της οδού, που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω της εφαρμογής Σημειωματάριο (Notepad).
	Σχέδια της οδού, που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω του AutoCAD. Τα σχέδια ανοίγουν αυτόματα μετά από την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων.

Η **ροή εργασίας** που ακολουθείται από τον χρήστη για την μελέτη μίας οδού παρουσιάζεται συνοπτικά στη συνέχεια.

1. Τα απαιτούμενα δεδομένα σχεδιασμού της οδού εισάγονται σε φύλλα του αρχείου Excel, αφού πρώτα ο χρήστης πατήσει το αντίστοιχο εικονίδιο με μπλε κείμενο και μεταφερθεί αυτόματα στο αντίστοιχο φύλλο εισαγωγής δεδομένων. Η επιστροφή στο κεντρικό μενού γίνεται με την επιλογή του εικονιδίου MENU που βρίσκεται στο επάνω μέρος κάθε φύλλου δεδομένων.
2. Στη συνέχεια, εκτελείται το αντίστοιχο πρόγραμμα, με πάτημα του εικονιδίου με κόκκινο κείμενο. Η εκτέλεση πρέπει να πραγματοποιηθεί όταν για το πρόγραμμα έχουν εισαχθεί όλα τα απαιτούμενα δεδομένα, σύμφωνα με το διάγραμμα ροής.
3. Μόλις ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος, το αντίστοιχο σχέδιο ανοίγει είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα, ανάλογα με την επιλογή του χρήστη. Ο χρήστης επίσης έχει τη δυνατότητα να ανοίξει τα αντίστοιχα αρχεία εργασίας, πατώντας τα αντίστοιχα εικονίδια με πράσινο κείμενο.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται ανά στάδιο μελέτης (π.χ. οριζοντιογραφία, μηκοτομή, στοιχεία παρόδιου χώρου κ.λπ.).

5.2.2 Δεδομένα

Μετά την εκκίνηση του προγράμματος απαιτείται η εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων σε αυτό, από τον χρήστη, έτσι ώστε να ξεκινήσει η μελέτη της οδού.

Τα εικονίδια που εμφανίζονται στο κεντρικό μενού του FM-GUS με μπλε κείμενο, αντιστοιχούν στις καρτέλες που πρέπει να συμπληρωθούν από τον χρήστη με τα απαραίτητα **δεδομένα** για την μελέτη.

Στα φύλλα όπου πρέπει να εισαχθούν τα δεδομένα, υπάρχει, όπως προαναφέρθηκε, το **εικονίδιο MENU**, με τη βοήθεια του οποίου ο χρήστης επιστρέφει στο κεντρικό μενού του FM-GUS. Κάθε φορά που επιλέγεται το συγκεκριμένο εικονίδιο, δημιουργείται ένα αρχείο δεδομένων, το οποίο αποθηκεύεται στον φάκελο FM-GUS, και το οποίο θα χρησιμοποιηθεί κατά την εκτέλεση του αντίστοιχου προγράμματος. Επισημαίνεται ότι αφού συμπληρωθούν τα απαιτούμενα δεδομένα στην αντίστοιχη καρτέλα, η επιστροφή στο κεντρικό μενού θα πρέπει να γίνεται κάθε φορά με την χρήση του εικονιδίου MENU και όχι με απλή εναλλαγή ανάμεσα στις καρτέλες, έτσι ώστε να δημιουργηθούν/ενημερωθούν τα αντίστοιχα αρχεία.

Τα **φύλλα εισαγωγής δεδομένων**, καθώς και τα αντίστοιχα αρχεία δεδομένων που δημιουργούνται, παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα, μαζί με σύντομη περιγραφή τους.

Πίνακας 5.1. Φύλλα εισαγωγής δεδομένων

Φύλλο δεδομένων	Περιγραφή	Αρχείο
	Εισάγονται γενικά δεδομένα για την υπό μελέτη οδό (ταχύτητα μελέτης, κατηγορία οδού, μορφολογία εδάφους της περιοχής μελέτης, κλίμακες σχεδίων κ.λπ.), καθώς και παράμετροι που αφορούν στα επιμέρους στάδια μελέτης της οδού (οριζοντιογραφία, μηκοτομή, διατομές κ.λπ.).	<i>fm.prm</i>
	Εισάγονται οι συντεταγμένες της αριστερής οριογραμμής της οδού, όπως αυτές έχουν καταγραφεί από τοπογραφική αποτύπωση. Σημείωση: Το συγκεκριμένο εικονίδιο δεν είναι χρώματος μπλε, παρόλο που ανήκει στα δεδομένα, για οπτική διευκόλυνση του χρήστη.	<i>fm.ret</i>
	Εισάγονται οι συντεταγμένες του άξονα της οδού, όπως αυτές έχουν καταγραφεί από τοπογραφική αποτύπωση. Σημείωση: Το συγκεκριμένο εικονίδιο δεν είναι χρώματος μπλε, παρόλο που ανήκει στα δεδομένα, για οπτική διευκόλυνση του χρήστη.	<i>fm.axl</i>

Φύλλο δεδομένων	Περιγραφή	Αρχείο
ALE	Εισάγονται οι συντεταγμένες της δεξιάς οριογραμμής της οδού, όπως αυτές έχουν καταγραφεί από τοπογραφική αποτύπωση. Σημείωση: Το συγκεκριμένο εικονίδιο δεν είναι χρώματος μπλε, παρόλο που ανήκει στα δεδομένα, για οπτική διευκόλυνση του χρήστη.	fm.ale
HPI	Εισάγονται οι συντεταγμένες των κορυφών της πολυγωνικής της οριζοντιογραφίας, με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει ταύτιση με την υπάρχουσα οδό. Σημείωση: Το συγκεκριμένο δεδομένο διευκολύνει την έκβαση της διαδικασίας, καθώς μειώνεται ο όγκος των υπό επεξεργασία δεδομένων.	fm.hpi
VPI	Εισάγονται οι χιλιομετρικές θέσεις και το υψόμετρο των σημαιών της μηκοτομής με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει ταύτιση με την υπάρχουσα οδό. Σημείωση: Το συγκεκριμένο δεδομένο διευκολύνει την έκβαση της διαδικασίας, καθώς μειώνεται ο όγκος των υπό επεξεργασία δεδομένων.	fm.vpi
ΠΡΟΒΟΛΕΣ	Εισάγονται οι συντεταγμένες τυχόν σημείων εκτός της οδού, σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η σχεδίαση διατομών στις προβολές των σημείων αυτών επί της οδού.	fm.prv
Χ.Θ	Εισάγονται οι χιλιομετρικές θέσεις και τα ονόματα τυχόν επιπλέον διατομών που απαιτείται να σχεδιαστούν, πέραν των χαρακτηριστικών διατομών οριζοντιογραφίας/μηκοτομής και των διατομών που σχεδιάζονται με συγκεκριμένο βήμα (το οποίο καθορίζεται από τον χρήστη) κατά μήκος της οδού.	fm.klm
ΚΟΡΥΦΕΣ	Καταχωρούνται οι συντεταγμένες των κορυφών της πολυγωνικής γραμμής της χάραξης και καθορίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπυλών της οριζοντιογραφίας (ακτίνες κυκλικών τόξων, μήκη τόξων συναρμογής, επικλίσεις).	fm.hor
ΠΛΑΤΗ	Καταχωρούνται τα πλάτη των οδογραμμών της υπό μελέτη οδού. Σημείωση: Οι οδογραμμές ορίζονται ως γραμμές οι οποίες διατρέχουν την οδό κατά τη διαμήκη έννοια και χωρίζουν τη διατομή της σε τμήματα με ομοιόμορφες ή γραμμικά μεταβαλλόμενες επικλίσεις (κατάστρωμα της οδού) και εγκάρσιες κλίσεις (λοιπά στοιχεία διατομής).	fm.pla
ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ	Καταχωρούνται οι επικλίσεις μεταξύ των οδογραμμών της υπό μελέτη οδού.	fm.epi
ΣΗΜΑΙΕΣ	Καταχωρούνται οι χιλιομετρικές θέσεις και τα υψόμετρα των θάσεων της χάραξης της μηκοτομής («σημαίες») και οι ακτίνες των τόξων στρογγύλευσης.	fm.mhk
ΜΗΚ. ΕΔΑΦΟΥΣ	Καταχωρούνται τα υψόμετρα του εδάφους κατά μήκος της υπό μελέτης οδού.	fm.prf
ΤΜ. ΕΛΕΓΧΟΥ	Εισάγονται τα τμήματα ελέγχου της οδού, τα οποία έχουν εκλεγεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να υπάρχει στα διαστήματα αυτά παραπλήσια ελκτικότητα. Σημείωση: Τα τμήματα αυτά έχουν μήκος περίπου 1 έως 2 χιλιόμετρα.	fm.day

Φύλλο δεδομένων	Περιγραφή	Αρχείο
ΙΣΟΠ. ΚΟΜΒΟΙ	Εισάγονται οι ισόπεδοι κόμβοι που βρέθηκαν στην υπό μελέτη οδό, καθώς και τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τους.	<i>fm.iko</i>
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Ι.Κ.	Εισάγονται γενικά δεδομένα για τους ισόπεδους κόμβους της υπό μελέτης οδού.	<i>fm.pik</i>
ΑΚΜΗ ΟΔΟΣΤ.	Καταχωρούνται η υψομετρική διαφορά και η κλίση της ακμής του οδοστρώματος, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.axm</i>
ΕΡΕΙΣΜΑ	Καταχωρείται το πλάτος του ερείσματος της οδού, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.ers</i>
ΕΜΠΟΔΙΑ	Καταχωρούνται οι αποστάσεις των πλευρικών εμποδίων της οδού από την οριογραμμή της οδού, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.emp</i>
ΠΛΕΥΡ. ΧΩΡΟΣ	Καταχωρείται η κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας της οδού, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.ple</i>
ΣΤΗΘΑΙΑ	Καταχωρούνται τα στοιχεία των στηθαίων ασφαλείας της οδού, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.sti</i>
ΚΑΤ. ΒΡΑΧΩΝ	Καταχωρούνται τα στοιχεία της κατάπτωσης βράχων, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν προηγουμένως.	<i>fm.bra</i>
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛ.	Εισάγονται γενικά δεδομένα για τον πλευρικό χώρο της υπό μελέτης οδού.	<i>fm.ppl</i>

Στη συνέχεια, περιγράφονται αναλυτικά τα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν στα φύλλα εισαγωγής δεδομένων, τα οποία δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αφορούν την αξιολόγηση του παρόδιου χώρου.

Πίνακας 5.2. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΑΚΜΗ ΟΔΟΣΤ.

ΑΚΜΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χιλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Υψομετρική Διαφορά (cm)	Υψομετρική διαφορά οδοστρώματος από το έρεισμα στην ακμή του οδοστρώματος, μετρημένη σε cm.
	Κλίση Ακμής (μοίρες)	Κλίση της διαμόρφωσης ακμής, μετρημένη σε μοίρες.

Πίνακας 5.3. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΕΡΕΙΣΜΑ

ΕΡΕΙΣΜΑ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χιλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Πλάτος Ερείσματος (m)	Πλάτος ερείσματος, μετρημένο σε m.

Πίνακας 5.4. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΕΜΠΟΔΙΑ

ΕΜΠΟΔΙΑ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χιλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Απόσταση Εμποδίου (m)	Απόσταση πλευρικού εμποδίου από το άκρο του οδοστρώματος, μετρημένη σε m. Σημείωση 1: Στα χιλιομετρικά διαστήματα δεν υπάρχει εμπόδιο, ως απόσταση εμποδίου δηλώνεται η τιμή -1. Σημείωση 2: Το χιλιομετρικό εύρος το οποίο επηρεάζει κάθε εμπόδιο δηλώνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς, κατά την κρίση του χρήστη.

Πίνακας 5.5. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΛΕΥΡ. ΧΩΡΟΣ

ΠΛΕΥΡΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χιλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Κατηγορία Πλευρικής Επικινδυνότητας (RHR)	Κατηγορία πλευρικής επικινδυνότητας, σύμφωνα με τους ΟΜΟΕ-ΕπΟΑ. Η τιμή της RHR είναι ακέραιος αριθμός από 1 έως 7, σύμφωνα με όσα αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο (Πίνακας 3.4, Εικόνα 3.4).

Πίνακας 5.6. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΣΤΗΘΑΙΑ

ΣΤΗΘΑΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Κατηγορία Επικινδυνότητας για Στηθαία	Κατηγορία Επικινδυνότητας. Η τιμή της είναι ακέραιος αριθμός από 1 έως 4, σύμφωνα με όσα αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο (Σχήμα 3.7).
	Τύπος Υφιστάμενου Στηθαίου	Τύπος του υφιστάμενου στηθαίου. Δεκτές ονομασίες είναι οι εξής: 0 (για απουσία στηθαίου), OLD (για ύπαρξη παλαιού τύπου στηθαίου), N1, N2, H1, H2, H4a, H4b.
	Κατάσταση Υφιστάμενου Στηθαίου	Κατάσταση του υφιστάμενου στηθαίου. Δεκτές ονομασίες είναι οι εξής: ΚΑΛΗ, ΜΕΤΡΙΑ, ΚΑΚΗ, ΚΑΤΕΣΤΡ, ανάλογα με την αντίστοιχη περίπτωση.
	Επιτρεπόμενη Ταχύτητα $V_{\text{επιτ}}$	Επιτρεπόμενη ταχύτητα του οδικού τμήματος.

Πίνακας 5.7. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΚΑΤ. ΒΡΑΧΩΝ

ΚΑΤΑΠΤΩΣΗ ΒΡΑΧΩΝ		
Εισάγονται:	Οδογραμμή	Αριθμός οδογραμμής. Οι οδογραμμές της δεξιάς πλευράς της οδού κατά τη φορά της χιλιομέτρησης, ορίζονται με αύξουσα αρίθμηση (1, 2, 3, ..., 10), από τον άξονα προς τα έξω, ενώ οι αντίστοιχες οδογραμμές της αριστερής πλευράς της οδού ορίζονται με την ίδια αρίθμηση, αλλά με αρνητικό πρόσημο (-1, -2, -3, ..., -10).
	Από ΧΘ	Έναρξη οδικού τμήματος.
	Έως ΧΘ	Τέλος οδικού τμήματος.
	Ύψος πρανούς (m)	Ύψος πρανούς μετρημένο σε m. Σημείωση: Δεν λαμβάνεται υπόψη το ύψος του τεχνητού πρανούς που κατασκευάζεται στον περιβάλλοντα χώρο της οδού, αλλά το μέγιστο ύψος εδάφους (φυσικού ή τεχνητού) πλησίον του δρόμου, από το οποίο δύναται να ξεκινήσει η κατάπτωση.
	Κλίση πρανούς (μοίρες)	Κλίση πρανούς σε μοίρες.
	Οριζόντια σεισμική επιτάχυνση (cm/sec²)	Οριζόντια σεισμική επιτάχυνση σε cm/sec ² . Η τιμή μπορεί να ληφθεί από χάρτη (Σχήμα 3.13).
	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε mm. Η τιμή μπορεί να ληφθεί από χάρτη (Σχήμα 3.14).
	Γεωλογικό υλικό	Γεωλογικό υλικό του οδικού τμήματος. Δεκτές τιμές είναι οι εξής: R (για βράχο) και S (για έδαφος).
	Τιμή SMR για βράχο ή Τιμή N_{SPT} για έδαφος	Τιμή SMR για βράχο ή Τιμή N _{SPT} για έδαφος, σύμφωνα με όσα αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο (Πίνακας 3.10, Πίνακας 3.11, Πίνακας 3.12).

Πίνακας 5.8. Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛ.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	Παράμετρος & Σύντομη Επεξήγηση	Πρόγραμμα
1	Όνομα έργου: Μπορεί να περιλαμβάνει οποιαδήποτε ονομασία.	Γενικά
2	Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ): Η ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία των οχημάτων της υπό μελέτη οδού.	GUS-4
3	Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία Βαρέων Οχημάτων (ΕΜΗΚ_ΒΟ): Η μέση ημερήσια κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων της υπό μελέτη οδού.	GUS-4

5.2.3 Προγράμματα

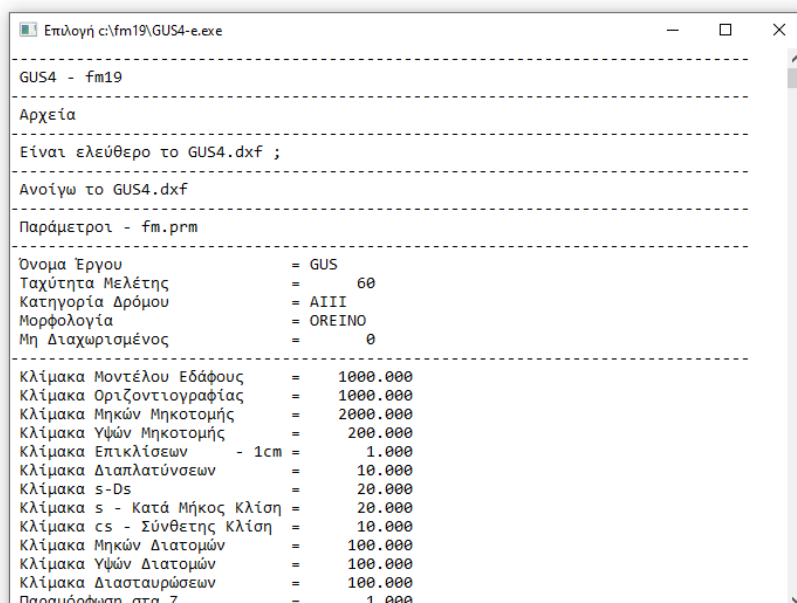
Τα προγράμματα αποτελούν τις λειτουργίες εκείνες, μέσω των οποίων σχεδιάζεται η οδός, αφού πρώτα έχουν εισαχθεί από τον χρήστη τα κατάλληλα δεδομένα, ενώ αντιστοιχούν στα εικονίδια με κόκκινους τίτλους στο κεντρικού μενού.

Στη συνέχεια παρατίθενται όλα τα προγράμματα που περιλαμβάνονται στο λογισμικό FM-GUS, καθώς και μια συνοπτική περιγραφή τους.

Πίνακας 5.9. Προγράμματα

Πρόγραμμα	Περιγραφή
OME	(= Οριζοντιογραφία – Μηκοτομή – Επικλίσεις) Δημιουργείται η οριζοντιογραφία, η μηκοτομή της οδού και το διάγραμμα επικλίσεων, σύμφωνα με τις δεδομένες συντεταγμένες της οδού που συλλέχθηκαν.
ORIZONT/ΦΙΑ	Δημιουργείται η οριζοντιογραφία της οδού, η οποία περιλαμβάνει τον άξονα της οδού και τις οδογραμμές που έχουν οριστεί (οι οποίες περιλαμβάνουν π.χ. τις οριογραμμές του οδοστρώματος).
MOD	(= Modification) Γίνεται ανακατάταξη της χιλιομέτρησης, των πλατών, των επικλίσεων και της μηκοτομής του εδάφους στις δεδομένες θέσεις, σε περίπτωση που διορθωθεί κάποιο στοιχείο στην οριζοντιογραφία της οδού.
MEK	(= Μηκοτομή – Επικλίσεις – Κανονισμοί) Δημιουργείται η μηκοτομή της οδού και το διάγραμμα επικλίσεων, και πραγματοποιείται ο έλεγχος της χάραξης σύμφωνα με τις οδηγίες μελέτης οδών («κανονισμούς») που έχουν επιλεγεί [συνήθως πρόκειται για τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (O-MOE-X, 2001)].
GUS-1 GUS-2	Δημιουργείται η οριζοντιογραφία της οδού χρωματισμένη ανάλογα με τη βαθμολογία της γεωμετρίας του κάθε τμήματος του άξονα καθώς και κάθε μεμονωμένη ακτίνα ως black spot.
GUS-3	Δημιουργείται η οριζοντιογραφία της οδού χρωματισμένη ανάλογα με τη βαθμολογία του κόμβου ανά χιλιόμετρο σε κάθε τμήμα ελέγχου, καθώς και κάθε ισόπεδος κόμβος μεμονωμένα σαν black spot.
GUS-4	Δημιουργείται η οριζοντιογραφία της οδού χρωματισμένη ανάλογα με τη βαθμολογία του παρόδιου χώρου ανά χιλιόμετρο σε κάθε τμήμα ελέγχου.

Όταν ο χρήστης επιλέξει την εκτέλεση κάποιου προγράμματος, εμφανίζεται στην οθόνη ένα **παράθυρο γραμμής εντολών** των Windows, στο οποίο εμφανίζονται στοιχεία σχετικά με την εξέλιξη της εκτέλεσης, όπως παρουσιάζεται ενδεικτικά στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 5.2. Παράθυρο γραμμής εντολών που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος GUS4

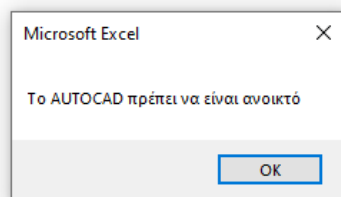
Η **εκτέλεση** ενός προγράμματος ολοκληρώνεται επιτυχώς όταν στο τέλος του παράθυρου γραμμής εντολών εμφανιστεί το μήνυμα «Άντε γεια». Σε αντίθετη περίπτωση, εμφανίζεται το μήνυμα «Λάθος – Το σχέδιο δεν ολοκληρώθηκε – Πατήστε Enter» και αναφέρεται το **σφάλμα** που εμποδίζει την επιτυχή ολοκλήρωση της εκτέλεσης. Με το πάτημα του πλήκτρου Enter, εμφανίζεται το αντίστοιχο σχέδιο το οποίο περιλαμβάνει μόνο τα στοιχεία που υπολογίστηκαν μέχρι να διακοπεί η εκτέλεση του προγράμματος. Έτσι, ο χρήστης είναι σε θέση να πραγματοποιήσει άμεσα τις απαιτούμενες διορθώσεις και να εκτελέσει εκ νέου το πρόγραμμα. Με την ολοκλήρωση της εκτέλεσης, το παράθυρο γραμμής εντολών κλείνει αυτόματα.

Επισημαίνεται ότι σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί είτε να κάνει **παύση** της διαδικασίας εκτέλεσης, είτε να μην κλείσει το παράθυρο γραμμής εντολών όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος, θα πρέπει να πατήσει εγκαίρως τα πλήκτρα Ctrl + S στο πληκτρολόγιο. Για τη συνέχεια της εκτέλεσης, θα πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο Enter.

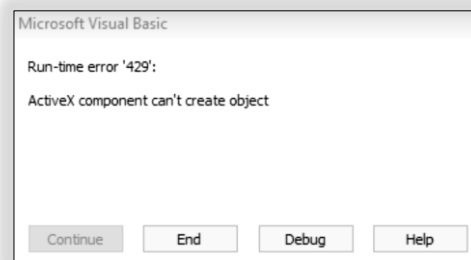
5.2.4 Σχέδια

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, με την εκτέλεση των προγραμμάτων δημιουργούνται και ανοίγουν αυτόματα τα **σχέδια** στο AutoCAD. Τα αρχεία των σχεδίων αποθηκεύονται στον φάκελο που βρίσκεται το αρχείο Excel, ως αρχεία τύπου AutoCAD DXF (αρχεία με επέκταση .dxf), επομένως είναι δυνατή η χρήση διαφόρων λογισμικών σχεδίασης. Επίσης, αν τα σχέδια έχουν ήδη δημιουργηθεί, μπορούν να προβληθούν με χειροκίνητο τρόπο μέσω του λογισμικού FM-GUS, στο AutoCAD, πατώντας το αντίστοιχο εικονίδιο με τίτλο «Α».

Προκειμένου να ανοίξει ένα αρχείο σχεδίου μέσω του λογισμικού FM-GUS, προτείνεται να είναι ήδη ανοιχτό το AutoCAD. Όταν ανοίγει το αρχείο GUS.xls, εμφανίζεται ένα παράθυρο του Excel το οποίο ενημερώνει σχετικά τον χρήστη. Εάν ο χρήστης προσπαθήσει να ανοίξει κάποιο αρχείο σχεδίου χωρίς να είναι ανοιχτό το AutoCAD, ενδέχεται να εμφανιστεί ένα παράθυρο της VBA με μήνυμα σφάλματος. Το παράθυρο κλείνει εάν ο χρήστης πατήσει το κουμπί End.



Εικόνα 5.3. Παράθυρο του Excel με μήνυμα ενημέρωσης.



Εικόνα 5.4. Παράθυρο της Microsoft Visual Basic με μήνυμα σφάλματος

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα σχέδια που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, καθώς και οι ονομασίες των αντίστοιχων αρχείων στον φάκελο FM-GUS.

Πίνακας 5.10. Σχέδια

Σχέδιο	Πρόγραμμα που δημιουργεί το σχέδιο	Αρχείο
Σχέδιο που περιλαμβάνει: – Οριζοντιογραφία – Μηκοτομή – Διάγραμμα επικλίσεων Σύμφωνα με τις αρχικές συντεταγμένες X,Y,Z		ome.dxf
Οριζοντιογραφία		hrz.dxf
Σχέδιο που περιλαμβάνει: – Μηκοτομή – Διάγραμμα επικλίσεων – Διάγραμμα διαπλάτυνσης οδού – Διάγραμμα διαφοράς μεταξύ της κατά μήκος κλίσης και της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών – Διάγραμμα κατά μήκος κλίσης στις περιοχές των κλωθοειδών – Διάγραμμα σύνθετης (λοξής) κλίσης		mek.dxf
Σχέδιο που περιλαμβάνει: – Βαθμολογία μεμονωμένων ακτινών του άξονα – Βαθμολογία επιμέρους τμημάτων ελέγχου του άξονα Τα 4 σχέδια παράγονται με και χωρίς την επιρροή του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς και με ή χωρίς την διόρθωση του βέλους δ	 	gus1.dxf και gus2.dxf
Σχέδιο που περιλαμβάνει: – Βαθμολογία μεμονωμένων ισόπεδων κόμβων – Βαθμολογία ισόπεδων κόμβων ανά χιλιόμετρο στα δεδομένα τμήματα ελέγχου		gus3.dxf
Σχέδιο που περιλαμβάνει βαθμολογία πλευρικού χώρου ανά χιλιόμετρο στα δεδομένα τμήματα ελέγχου		gus4.dxf

Επισημαίνεται πως κάθε φορά που εκτελείται ένα πρόγραμμα, το σχέδιο που προκύπτει αντικαθιστά το σχέδιο από τυχόν προηγούμενη εκτέλεση του προγράμματος στον φάκελο όπου βρίσκεται το αντίστοιχο αρχείο Excel που έχει ανοιχθεί. Για αυτόν τον λόγο, εάν ο χρήστης επιθυμεί να κρατήσει κάποιο σχέδιο και να εκτελέσει ξανά το πρόγραμμα με νέα δεδομένα, θα πρέπει είτε να μεταφέρει το πρώτο σχέδιο σε κάποια άλλη θέση του υπολογιστή, είτε να το αποθηκεύσει στον φάκελο με ένα νέο όνομα.

5.2.5 Αρχεία Εργασίας

Κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων του λογισμικού FM-GUS, πέρα από τα σχέδια, δημιουργούνται και τα **αρχεία εργασίας**, με σκοπό αφενός να αποτελέσουν δεδομένα εισαγωγής σε άλλα προγράμματα, και αφετέρου να παρέχουν στον μελετητή χρήσιμες πληροφορίες, απαραίτητες για την τεχνική έκθεση του έργου.

Τα αρχεία εργασίας αποθηκεύονται στον φάκελο όπου βρίσκεται το αρχείο Excel ως αρχεία δεδομένων και ανοίγουν μέσω της εφαρμογής *Σημειωματάριο* πατώντας το αντίστοιχο εικονίδιο με πράσινο τίτλο.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα αρχεία εργασίας που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, καθώς και οι ονομασίες των αντίστοιχων αρχείων.

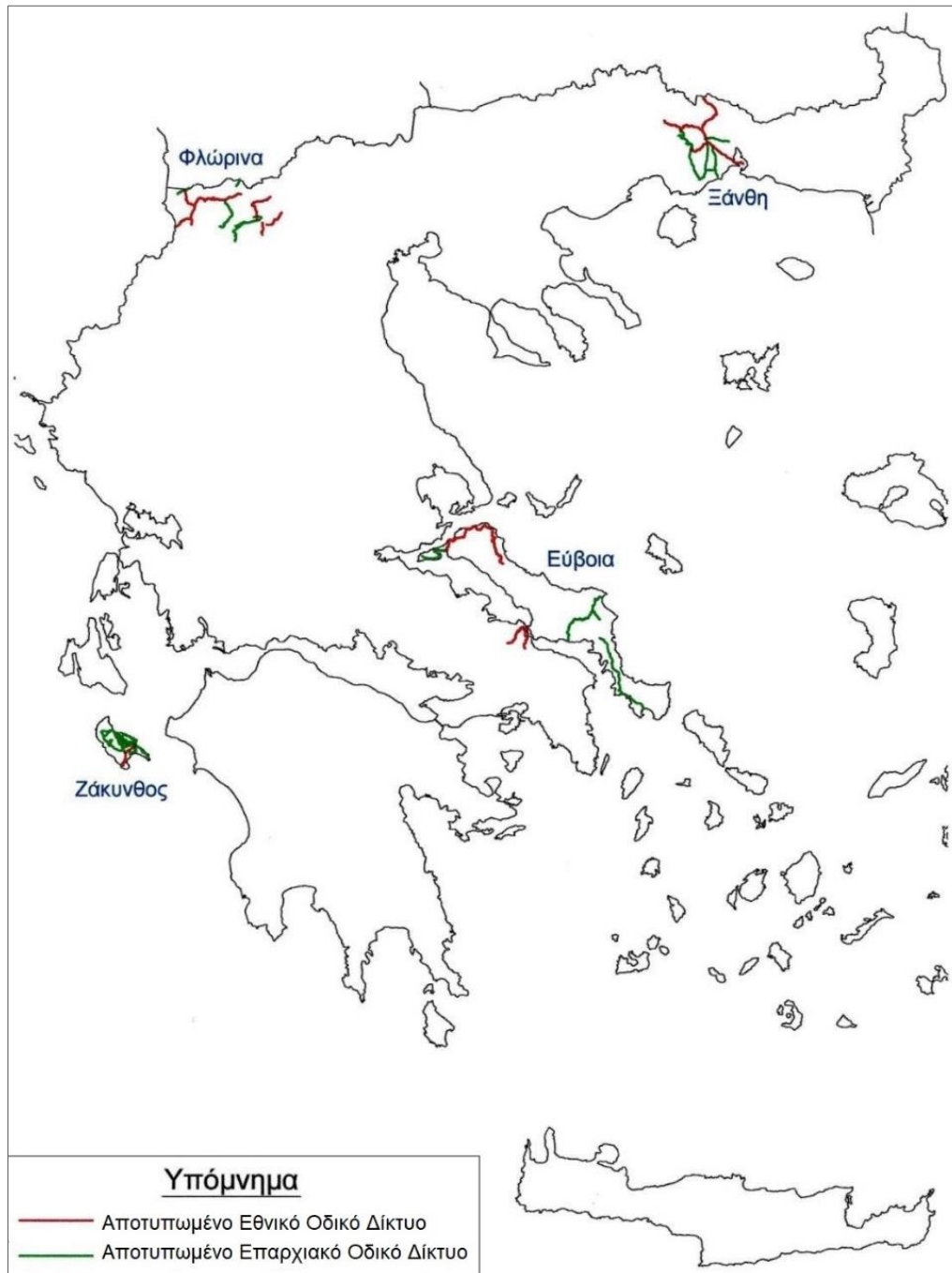
Πίνακας 5.11. Αρχεία Εργασίας

Αρχείο Εργασίας	Περιγραφή	Αρχείο
ΠΛΑΤΗ	Περιέχονται τα στοιχεία των πλατών, σύμφωνα με τις αρχικές δοσμένες συντεταγμένες.	ome.pla
ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ	Περιέχονται τα στοιχεία των επικλίσεων, σύμφωνα με τις αρχικές δοσμένες συντεταγμένες.	ome.epi
ΣΗΜΑΙΕΣ	Περιέχονται τα στοιχεία της μηκοτομής της οδού σύμφωνα με τις αρχικές δοσμένες συντεταγμένες.	ome.mhk
ΜΗΚ. ΕΔΑΦΟΥΣ	Περιέχονται τα στοιχεία της μηκοτομής του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού σύμφωνα με τις αρχικές δοσμένες συντεταγμένες.	ome.prf
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ	Περιέχονται τα στοιχεία της χιλιομέτρησης κατά μήκος του άξονα της οδού.	fm22.dat

5.3 Βαθμολόγηση μέσω του Λογισμικού GUS4

5.3.1 Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα γίνει επεξεργασία στοιχείων που προέκυψαν από αποτύπωση των οριογραμμών ή/και του άξονα περίπου 1000 χιλιομέτρων **εθνικού και επαρχιακού οδικού δικτύου** της Ελλάδας, όπως παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 5.5. Αποτυπωμένο οδικό δίκτυο της Ελλάδας

Η **γεωμετρική αποτύπωση** των οδών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση κατάλληλων οργάνων τα οποία τοποθετήθηκαν στην οροφή κινούμενου οχήματος και λάμβαναν στίγμα περίπου κάθε 3 με 5 μέτρα. Το όχημα πραγματοποίησε σε κάθε οδικό τμήμα μετάβαση και επιστροφή με σκοπό να αποτυπωθούν τόσο η δεξιά όσο και η αριστερή οριογραμμή της κάθε οδού. Με κατάλληλη επεξεργασία των συντεταγμένων X,Y,Z παράχθηκε ο άξονας της οδού ως το γεωμετρικό μέσο των δύο οριογραμμών. Μέσω των παραγόμενων συντεταγμένων X,Y,Z έγινε εξαγωγή των στοιχείων της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής.

Τα δεδομένα του **κυκλοφοριακού φόρτου** συλλέχτηκαν από μετρήσεις μέσω της ακόλουθης διαδικασίας. Στο όχημα που χρησιμοποιήθηκε για την γεωμετρική αποτύπωση, τοποθετήθηκε επιπλέον μία κάμερα καταγραφής βίντεο, η οποία κατέγραφε τα οχήματα που κινούνταν στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας καθώς και αυτά που προσπερνούσαν το εν λόγω όχημα. Γνωρίζοντας την ταχύτητα που κινούνταν το όχημα κάθε στιγμή, την απόσταση που διένυε, τον αριθμό και τον τύπο των οχημάτων που κινούνταν στην οδό, εξήχθη ο κυκλοφοριακός φόρτος της μίας ώρας και μέσω χρήσης κατάλληλων διαγραμμάτων και επιμέρους συντελεστών προσαύξησης έγινε η αναγωγή σε ΜΗΚ και ΕΜΗΚ, προσεγγιστικά με στρογγυλοποίηση στην δεκάδα.

Έχοντας πλέον γνωστά τα στοιχεία της γεωμετρίας και της κυκλοφορίας της οδού, και με τη βοήθεια ορθοφωτοχαρτών και διαδικτυακών προγραμμάτων γραφικής απεικόνισης της Γης, όπως το *Google Earth*, γίνεται ο εντοπισμός των απαραίτητων στοιχείων που θα συμβάλλουν στην βαθμολόγηση της επικινδυνότητας του **παρόδιου χώρου** όπως: η διαμόρφωση ακμής οδοστρώματος, το πλάτος ερείσματος, η ύπαρξη πλευρικών εμποδίων, η διαμόρφωση του πλευρικού χώρου, η ύπαρξη και ο τύπος στηθαίων ασφαλείας, καθώς και παράγοντες που καθορίζουν την κατάπτωση βράχων.

5.3.2 Παραδείγματα Βαθμολόγησης

Για τη δοκιμή του λογισμικού GUS4, επιλέχθηκαν προς αξιολόγηση δύο διαφορετικά **παραδείγματα** οδών, συνολικού μήκους περίπου 20 km. Οι οδοί αυτές ανήκουν στον Νομό Φλώρινας και συγκεκριμένα στην Εθνική Οδό Καστοριάς - Πρεσπών, και είναι οι Άξονες 6 (τμήμα Κορομηλιά - Πισοδέρι) και 7Α (Τρίγωνο - Πλατύ), οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα χαρακτηριστικά, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5.12. Χαρακτηριστικά οδικών αξόνων εφαρμογής

α/α	Κυκλοφοριακός Φόρτος	Ελκτικότητα
Άξονας 6	Υψηλός	Υψηλή
Άξονας 7Α	Μέσος	Μέση

Επισημαίνεται πως τα σχέδια που προκύπτουν από το λογισμικό, χρωματίζονται κατάλληλα, έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν τη συνολική βαθμολογία της οδού. Η χρωματική διαβάθμιση που επιλέχτηκε παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5.13. Χρωματική διαβάθμιση βαθμολογίας

Εύρος βαθμολογίας	Επίπεδο Ασφαλείας	Χρώμα
0-150	Υψηλό	Πράσινο
150-300	Μέτριο	Πορτοκαλί
300-450	Χαμηλό	Μωβ
> 450	Απαράδεκτο	Κόκκινο

Προκειμένου να εντοπιστούν τα στοιχεία που απαιτούνται για τη χρήση του λογισμικού, γίνεται κατά βάση χρήση **φωτογραφιών** που έχουν ληφθεί ανά μέτρο κατά μήκος των οδικών αξόνων τόσο για την κατεύθυνση της χιλιομέτρησης, όσο και για την αντίθετη. Μέσα από τις φωτογραφίες αυτές γίνεται οπτική παρατήρηση στοιχείων όπως η διαμόρφωση της ακμής του οδοστρώματος, το πλάτος ερείσματος, η απόσταση εμποδίων, το είδος και η ποιότητα των στηθαίων ασφαλείας, η διαμόρφωση του πλευρικού χώρου. Παραδείγματα των φωτογραφιών αυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια.



Εικόνα 5.6. Φωτογραφία 1 του Άξονα 6



Εικόνα 5.7. Φωτογραφία 2 του Άξονα 6



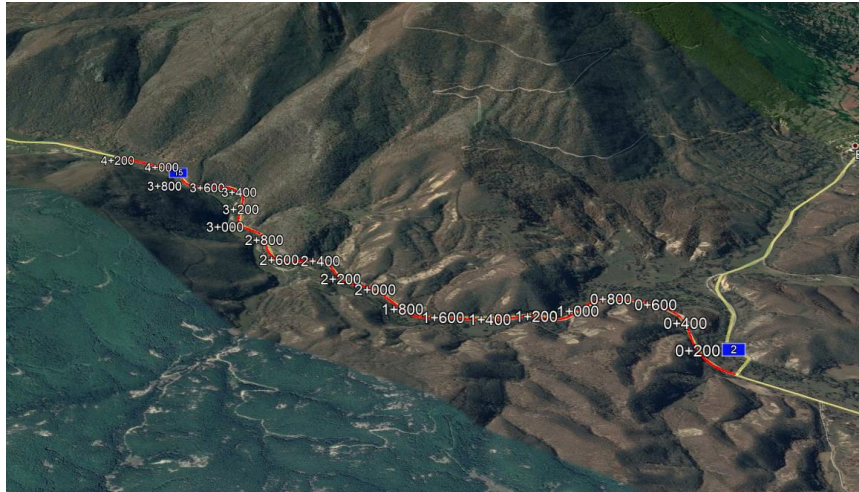
Εικόνα 5.8. Φωτογραφία 1 του Άξονα 7Α



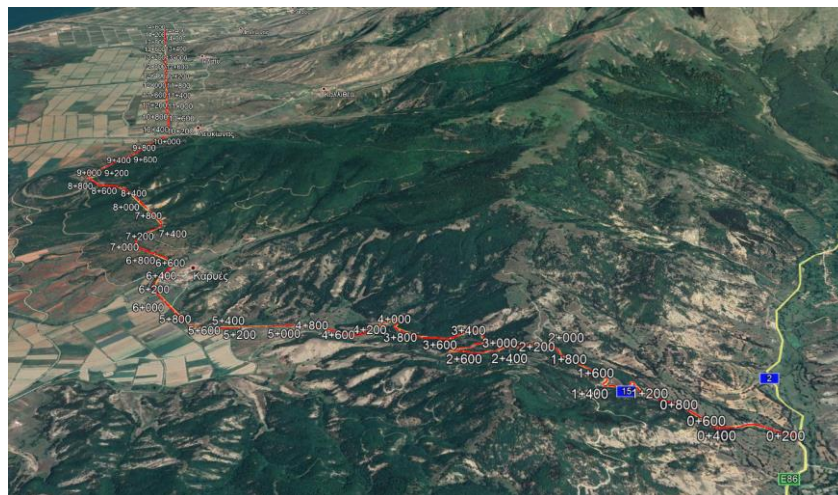
Εικόνα 5.9. Φωτογραφία 2 του Άξονα 7Α

Ακόμη, χρησιμοποιούνται οι **χάρτες** που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο για τον προσδιορισμό της σεισμικής επιτάχυνσης, του μέσου ετήσιου ύψους βροχής, αλλά και του γεωλογικού υλικού.

Τέλος, γίνεται χρήση της εφαρμογής **Google Earth Pro**, με βάση την οποία γίνεται η συνολική επισκόπηση των οδικών αξόνων και καταγράφονται σημαντικά στοιχεία όπως η διαμόρφωση του πλευρικού χώρου με μακροσκοπική ματιά. Η εφαρμογή αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να κάνει μετρήσεις μηκών και υψών, και συνεπώς κλίσεων του εδάφους, δεδομένο που απαιτείται για τον προσδιορισμό των καταπτώσεων βράχων. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι άξονες 6 και 7Α, όπως απεικονίζονται από την εφαρμογή *Google Earth Pro*.



Εικόνα 5.10. Οπτική επισκόπηση Άξονα 6 μέσω Google Earth Pro



Εικόνα 5.11. Οπτική επισκόπηση Άξονα 7Α μέσω Google Earth Pro

Επισημαίνεται ότι για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων στηθαίων ασφαλείας, αντί για την επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτ}}$, έγινε δήλωση της λειτουργικής **ταχύτητας** V_{85} που προκύπτει από τη γεωμετρία της οδού, βάσει δυναμικής της κίνησης. Η επιλογή αυτή έγινε επειδή η επιτρεπόμενη ταχύτητα αναφέρεται στη μελέτη και δεν διατίθενται αντίστοιχα στοιχεία. Επιπλέον, οι οδηγίες δικαιολογούν στηθαίο ασφαλείας για ταχύτητες μεγαλύτερες των 60 km/h, και συνεπώς λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργική αντί της επιτρεπόμενης ταχύτητας, γίνεται αξιολόγηση της οδού υπέρ της ασφαλείας, αφού θα γίνει αυστηρότερος υπολογισμός απαιτούμενων στηθαίων.

5.3.2.1 Άξονας 6

Κατόπιν εισαγωγής των δεδομένων του άξονα 6, προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα, όπως εμφανίζονται μετά την εκτέλεση του προγράμματος στο αρχείο GUS4.out.

GUS4 - fm19								
Έργο : GUS Άξονας 6								
Τμήματα Ελέγχου								
Οδογρ	Από	Έως	Φόρτος					
1	.000	1525.877	5000					
2	1525.877	2911.910	5000					
3	2911.910	4324.488	5000					
Βαθμολογίες Τμημάτων Ελέγχου "f&b"								
A/A	Από	Έως	Αιχμ	Έρει	Εμπο	Πλευ	Στηθ	Βραχ
1	.000	1525.877	2.76	30.01	1.22	25.41	14.27	.23
2	1525.877	2911.910	4.48	29.75	4.04	27.75	20.25	.29
3	2911.910	4324.488	3.13	29.75	.99	27.12	20.25	.91
1	.000	1525.877	2.70	30.01	.00	27.26	19.41	.39
2	1525.877	2911.910	1.89	29.75	6.39	26.29	20.25	.78
3	2911.910	4324.488	2.21	29.75	2.36	24.48	20.25	1.86
Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"								
A/A	Από	Έως	Coeff	Coefb				
1	.000	1525.877	10.084	11.628				
2	1525.877	2911.910	13.018	13.353				
3	2911.910	4324.488	12.215	12.308				
Υπολογισμοί v85-Διαστήματα								
Διάστημα	Ελκιτότης		v85f	v85b				
1	215.018		82.195	82.195				
2	216.568		82.103	82.103				
3	189.684		83.727	83.727				
Συντελεστής Προσαύξησης-Τραυματισμών								
Διάστ	pef	pbf	pvf	peb	pbb	pvb	Σ_τραυμ_f	Σ_τραυμ_b
1	.367	.437	.109	.367	.437	.109	17.378	17.378
2	.368	.436	.108	.368	.436	.108	17.311	17.311
3	.342	.460	.117	.342	.460	.117	18.505	18.505
Τελικοί Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"								
A/A	Από	Έως	Coeff	Coefb				
1	.000	1525.877	175.235	202.062				
2	1525.877	2911.910	225.346	231.153				
3	2911.910	4324.488	226.046	227.758				

Το σχέδιο που εμφανίζεται στο AutoCAD και παρουσιάζει τη χρωματική διαβάθμιση για το επίπεδο ασφαλείας της οδού είναι το ακόλουθο.



Εικόνα 5.12. Χρωματική διαβάθμιση οριζοντιογραφίας Άξονα 6

Παρατηρούμε πως ο άξονας 6 ανήκει στη δεύτερη κλάση ασφαλείας σε όλο το μήκος του, δηλαδή χαρακτηρίζεται από **μέτριο επίπεδο ασφαλείας**. Συνεπώς δεν επείγει να ληφθούν μέτρα προστασίας των χρηστών της οδού, όσον αφορά τον παρόδιο χώρο.

5.3.2.2 Άξονας 7Α

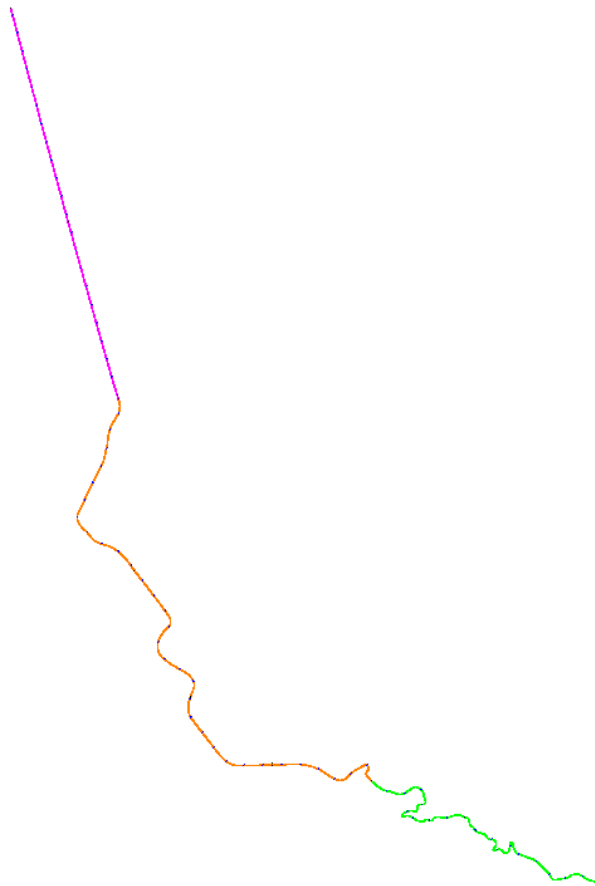
Κατόπιν εισαγωγής των δεδομένων του άξονα 7Α, προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα, όπως εμφανίζονται μετά την εκτέλεση του προγράμματος στο αρχείο GUS4.out.

GUS4 - fm19								
Έργο : GUS Αξονας 7A								
Τμήματα Ελέγχου								
Οδογρ	Από	Έως	Φόρτος					
1	.000	2000.000	1000					
2	2000.000	3792.558	1000					
3	3792.558	5097.446	1000					
4	5097.446	6420.000	1000					
5	6420.000	8134.338	1000					
6	8134.338	10353.324	1000					
7	10353.324	12322.636	1000					
8	12322.636	14678.069	1000					
Βαθμολογίες Τμημάτων Ελέγχου "f&b"								
A/A	Από	Έως	Αιχμ	Έρει	Εμπο	Πλευ	Στηθ	Βραχ
1	.000	2000.000	2.21	21.75	6.28	28.10	17.18	1.14
2	2000.000	3792.558	2.21	21.75	.92	28.10	17.66	1.14
3	3792.558	5097.446	2.21	21.75	1.86	26.58	19.64	1.14
4	5097.446	6420.000	2.21	21.75	2.94	26.29	19.44	1.26
5	6420.000	8134.338	2.21	21.75	.13	26.29	15.93	1.51
6	8134.338	10353.324	2.21	21.75	.00	25.76	16.89	1.40
7	10353.324	12322.636	2.21	21.75	1.26	23.00	20.25	.00
8	12322.636	14678.069	2.21	21.75	1.91	23.00	19.40	.00
1	.000	2000.000	2.21	21.75	.70	28.10	14.61	1.13
2	2000.000	3792.558	2.21	21.75	.36	28.10	14.87	1.13
3	3792.558	5097.446	2.21	21.75	.33	26.58	20.25	1.04
4	5097.446	6420.000	2.21	21.75	4.71	26.29	18.68	.00
5	6420.000	8134.338	2.21	21.75	.74	26.29	15.62	.00
6	8134.338	10353.324	2.21	21.75	.80	25.76	16.45	.00
7	10353.324	12322.636	2.21	21.75	.90	23.00	20.11	.00
8	12322.636	14678.069	2.21	21.75	2.53	23.00	19.57	.00
Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"								
A/A	Από	Έως	Coeff	Coefb				
1	.000	2000.000	12.365	10.199				
2	2000.000	3792.558	11.170	10.191				
3	3792.558	5097.446	11.771	11.551				
4	5097.446	6420.000	11.960	11.923				
5	6420.000	8134.338	10.252	10.013				
6	8134.338	10353.324	10.412	10.200				
7	10353.324	12322.636	11.038	10.905				
8	12322.636	14678.069	10.944	11.152				
Υπολογισμοί v85-Διαστήματα								
Διάστημα	Ελκτικότης	v85f		v85b				
1	664.706	61.964		61.964				
2	754.627	59.041		59.041				
3	318.339	76.479		76.479				
4	93.545	90.091		90.091				
5	177.215	84.502		84.502				
6	126.143	87.829		87.829				
7	1.886	97.115		97.115				
8	3.121	97.014		97.014				
Συντελεστής Προσαύξησης-Τραυματισμών								
Διάστ	pef	pbf	pvf	peb	pbb	pvb	Σ_τραυμ_f	Σ_τραυμ_b
1	.598	.141	.036	.598	.141	.036	6.168	6.168
2	.599	.112	.030	.599	.112	.030	5.189	5.189
3	.457	.345	.082	.457	.345	.082	13.447	13.447
4	.243	.544	.157	.243	.544	.157	23.526	23.526
5	.329	.472	.122	.329	.472	.122	19.087	19.087
6	.277	.517	.142	.277	.517	.142	21.672	21.672
7	.151	.595	.216	.151	.595	.216	30.055	30.055
8	.152	.595	.215	.152	.595	.215	29.949	29.949

Κεφάλαιο 5

Τελικοί Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"				
A/A	Από	Έως	Coeff	Coefb
1	.000	2000.000	76.270	62.906
2	2000.000	3792.558	57.964	52.880
3	3792.558	5097.446	158.282	155.322
4	5097.446	6420.000	281.384	280.494
5	6420.000	8134.338	195.672	191.123
6	8134.338	10353.324	225.640	221.045
7	10353.324	12322.636	331.746	327.746
8	12322.636	14678.069	327.757	333.999

Το σχέδιο που εμφανίζεται στο AutoCAD και παρουσιάζει τη χρωματική διαβάθμιση για το επίπεδο ασφαλείας της οδού είναι το ακόλουθο.



Εικόνα 5.13. Χρωματική διαβάθμιση οριζοντιογραφίας Άξονα 7Α

Παρατηρούμε πως ο άξονας 7Α ανήκει στις τρεις πρώτες κλάσεις ασφαλείας, δηλαδή χαρακτηρίζεται από **υψηλό, μέτριο και χαμηλό επίπεδο ασφαλείας**. Συνεπώς, απαιτούνται μέτρα προστασίας των χρηστών από τους παράγοντες του παρόδιου χώρου που έχουν σημαντική επίδραση, ειδικά στο τελευταίο τμήμα της οδού, όπου υπάρχει χαμηλό επίπεδο ασφαλείας.

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

6.1 Γενικά

Με την παρούσα διπλωματική εργασία τέθηκαν ως **στόχοι** η δημιουργία μιας μεθόδου αξιολόγησης και βαθμολόγησης της επικινδυνότητας ενός υφιστάμενου οδικού δικτύου σύμφωνα με στοιχεία του παρόδιου χώρου, καθώς και η δημιουργία ενός λογισμικού σε προγραμματιστικό περιβάλλον, μέσω του οποίου θα προκύπτουν αξιόπιστα αποτελέσματα σε μικρό χρόνο και με δεδομένα εύκολα στη συλλογή.

Βασικές προϋποθέσεις για την δημιουργία ενός αποτελεσματικού λογισμικού βαθμολόγησης αποτέλεσαν η **συλλογή των στοιχείων** που καθορίζουν την ασφάλεια του παρόδιου χώρου και η **διατύπωση μαθηματικών σχέσεων** που περιγράφουν τη συσχέτιση καθεμιάς παραμέτρου με την ασφάλεια της οδού. Για την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας κάθε παραμέτρου χρησιμοποιήθηκε κατά βάση υλικό από τη βιβλιογραφία, ενώ για τις περιπτώσεις που δεν αναλύονταν επαρκώς από τις οδηγίες ή προηγούμενες έρευνες, έγιναν εύλογες παραδοχές με βάση τη λογική του συγκοινωνιολόγου πολιτικού μηχανικού.

Με βάση τη λογική από την υπάρχουσα εμπειρία και την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, έγινε επίσης προσπάθεια καθορισμού της επιρροής της κάθε παραμέτρου, με τον προσδιορισμό **ποσοστών επιρροής**.

Συνεπώς, η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία δίνει **αποτελέσματα** αξιόπιστα, που είναι ικανά να οδηγήσουν σε μία πρώτη γρήγορη αξιολόγηση του οδικού δικτύου της χώρας μας, το οποίο παρουσιάζει πληθώρα ελλείψεων.

Επισημαίνεται πως πριν την υλοποίηση επεμβάσεων στα τμήματα που χρήζουν αντιμετώπισης, τα όποια συμπεράσματα προκύψουν από τη χρήση του λογισμικού που δημιουργήθηκε, θα πρέπει να **επαληθευτούν** και να μελετηθούν σε βάθος με περαιτέρω επιτόπιες έρευνες.

6.2 Συμπεράσματα της Αξιολόγησης

Τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν κατόπιν έρευνας σε περίπου 1000 χιλιόμετρα εθνικού και επαρχιακού οδικού δικτύου της χώρας είναι τα ακόλουθα:

- Σε μεγάλο μήκος των οδικών τμημάτων παρατηρούνται πτωχά **γεωμετρικά χαρακτηριστικά** (ελικτικότητα) τα οποία και πρέπει να αναβαθμιστούν στο πλαίσιο βελτίωσης της οδικής ασφάλειας.
- Παρατηρούνται δυσκολίες εντοπισμού της **ακμής** του οδοστρώματος και του μη σταθεροποιημένου **ερείσματος**, λόγω της έντονης ανάπτυξης χλωρίδας, γεγονός που καταδεικνύει την έλλειψη συντήρησης των οδικών δικτύων της χώρας μας. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δυσκολία χειρισμού του οχήματος σε κρίσιμες περιπτώσεις, στις οποίες ο οδηγός αδυνατεί να εντοπίσει την οριογραμμή του οδοστρώματος και κινδυνεύει να εκτραπεί από την οδό.
- Κατά μήκος των οδικών αξόνων βρίσκονται εκτεθειμένα, σε μικρή απόσταση από την οδό, πολλά παρόδια στοιχεία (**εμπόδια**), όπως στύλοι οδοφωτισμού ή πυλώνες, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για τα εκτρεπόμενα οχήματα. Επομένως απαιτείται είτε η απομάκρυνσή τους από την οδό, είτε η προστασία των οχημάτων από μία πιθανή βίαια σύγκρουση με αυτά.
- Η **διαμόρφωση** του παρόδιου χώρου αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα επικινδυνότητας, εφόσον ειδικά στο επαρχιακό δίκτυο πλησίον της οδού παρατηρούνται είτε απότομα πρηνή ορυγμάτων είτε ρέματα, χωρίς την κατάλληλη οριοθέτηση-προστασία.
- Παρατηρείται έλλειμα τοποθέτησης **στηθαίων ασφαλείας** σε περιοχές όπου αυτά απαιτούνται, όπως σε κλειστές οριζοντιογραφικές καμπύλες, όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εκτροπής σε συνδυασμό με μεγαλύτερες ταχύτητες.
- Η ποιότητα και η κατάσταση των ήδη τοποθετημένων στηθαίων ασφαλείας δεν είναι ικανή σε πολλές περιπτώσεις να συγκρατήσει το εκτρεπόμενο όχημα, και συνεπώς επιβάλλεται αντικατάστασή τους, με νέου τύπου στηθαία.
- Πολλές περιοχές βρίσκονται υπό τον κίνδυνο **καταπτώσεων βράχων**, είτε λόγω γεωμετρίας του εδάφους είτε λόγω επικινδυνότητας της περιοχής σε σεισμό και βροχοπτώσεις, γεγονός που εμπνέει ανησυχία και χρήζει αντιμετώπισης, δεδομένης της έλλειψης εγκατάστασης βραχοπαγίδων και προειδοποιητικών πινακίδων.

6.3 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Με την παρούσα διπλωματική εργασία έγινε μία **πρώτη προσέγγιση** να βαθμολογηθεί η επικινδυνότητα των οδικών δικτύων, με βάση τα στοιχεία του παρόδιου χώρου, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα που είναι εύκολα διαθέσιμα σε έναν μηχανικό.

Η βάση δεδομένων που έχει διαμορφωθεί στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, μπορεί να αποτελέσει πηγή πληροφόρησης για ευρύτερη έρευνα στον τομέα της οδικής ασφάλειας, προκειμένου να εντοπιστούν ελλείψεις στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο της χώρας μας. Συνεπώς, στη συνέχεια διατυπώνονται ορισμένες **προτάσεις** που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε περαιτέρω έρευνα.

- Χρήση **μεθόδου** μεγαλύτερης ακρίβειας για την αποτύπωση του υφιστάμενου οδικού δικτύου, με στόχο την λεπτομερέστερη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου.
- Εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε **περισσότερα χιλιόμετρα** οδικού δικτύου και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
- Διεύρυνση της **βάσης δεδομένων** με περισσότερα χιλιόμετρα εθνικού και επαρχιακού οδικού δικτύου, με την επί τόπου καταγραφή γεωμετρικών και κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών.
- Βελτίωση των μαθηματικών σχέσεων που προσδιορίστηκαν, μέσω στατιστικής επεξεργασίας, λαμβάνοντας υπόψη **οδικά ατυχήματα**.
- Πειραματική διερεύνηση του **ποσοστού επιρροής** κάθε παραμέτρου στη συνολική βαθμολόγηση της οδού.
- Επαναπροσδιορισμός των **διαστημάτων** (clustering) που καθορίζουν το επίπεδο παρεχόμενης οδικής ασφάλειας ως καλό, μέτριο, κακό και απαράδεκτο, μέσω κατάλληλης στατιστικής ανάλυσης.
- Ειδικά για τα πλευρικά **εμπόδια**, προτείνεται η διερεύνηση της σημειακής επιρροής τους στην οδό, δεδομένης της μεγάλης επικινδυνότητάς τους σε συγκεκριμένες θέσεις της οδού.
- Συσχέτιση δεδομένων που προέρχονται από τη **διεθνή βιβλιογραφία** (π.χ. δείκτες AMF), με τα δεδομένα και τις συνθήκες πρόκλησης οδικών ατυχημάτων στο ελληνικό οδικό δίκτυο.
- Διερεύνηση επικινδυνότητας παρόδιου χώρου υπό **δύσκολες συνθήκες** οδήγησης (νύχτα, ομίχλη, βροχή).

- Εξέλιξη του υπάρχοντος λογισμικού αξιολόγησης επικινδυνότητας, με τη χρήση μεθόδου οπτικοποίησης ή προσομοίωσης, λαμβάνοντας έτσι υπόψη την επιρροή του **ανθρώπινου παράγοντα**.
- Στο πλαίσιο της γενικότερης βαθμολόγησης της ασφάλειας του ελληνικού οδικού δικτύου, απαραίτητη είναι και η αξιολόγηση της κατάστασης του **οδοστρώματος** και η επιρροή του στην παρεχόμενη οδική ασφάλεια. Παράμετροι όπως ο παρεχόμενος συντελεστής τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος, η ομαλότητα και η κατάσταση του οδοστρώματος αποτελούν πεδίο περαιτέρω έρευνας.

Βιβλιογραφία

AASHTO. *Highway Safety Manual*. 2010.

Bellos, Evangelos, Stelios Efstathiadis, Ioannis Gkremos, και Vrassidas Leopoulou. *PRoad Infrastructures' Risk Assessment: A Value Tool for Investments' Decisions*. 2014.

Crash Modification Factors Clearinghouse. χ.χ. <http://www.cmfclearinghouse.org>.

European Road Safety Observatory. *Road Safety Country Overview - Greece*. 2015.

European Union Road Federation. *Road Safety and Road Restrain Systems - A Flexible and Cost-Effective Solution*. χ.χ.

Federal Highway Administration. *Roadway Safety Information Analysis: A Manual for Local Road Owners*. χ.χ.

—. *Rockfall Hazard Rating System - Participant's Manual*. 1993.

Romana , M., R. Tomás, και J. B. Serón. *Slope Mass Rating (SMR) geomechanics classification: thirty years review*. 2015.

Βολιώτη, Κυριακή Γεωργία. *Ζωνοποίηση της επικινδυνότητας λόγω κατολισθήσεων στο χώρο της Ηπειρωτικής Ελλάδας με χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών απεικόνιση σε χάρτη μικρής κλίμακας - Διπλωματική Εργασία*. Αθήνα, 2009.

Δεληγά, Αγγελική. *Παράπλευρη Οδική Ασφάλεια – Περίπτωση Εφαρμογής η Εθνική Οδός Τρικάλων - Ιωάννινων στο Τμήμα από τα Τρίκαλα μέχρι την Καλαμπάκα*. χ.χ.

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. *Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας*. χ.χ. <http://klimatlas.hnms.gr/sdi/>.

Ελληνική Αστυνομία. 2018. <http://www.astynomia.gr>.

Κανελλαΐδης, Γ., Γ. Μαλέρδος, Α. Καλτσούνης, Γ. Γλαρός, Α. Δραγομάνοβιτς, και Σ. Βαρδάκη. *Σημειώσεις Οδοποιίας Ι*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δεκέμβριος 2015.

Κεφαλάς, Γεώργιος. *Εκτίμηση του κινδύνου βραχοπτώσεων σε περιβάλλον G.I.S.- Εφαρμογή στον βόρειο οδικό άξονα Κρήτης - Διπλωματική Εργασία*. χ.χ.

- Κριμπάς, Νικόλαος. *Μεθοδολογία Αξιολόγησης Τμημάτων Υφιστάμενου Υπεραστιστικού Οδικού Δικτύου Δύο Λωρίδων με Ενιαία Επιφάνεια Κυκλοφορίας Αναφορικά με την Γεωμετρία της Οδού - Διπλωματική Εργασία*. Αθήνα, 2018.
- Κυρατζή, Αικατερίνη. *Ανάστροφη ανάλυση καταπτώσεων βραχοτεμαχίων προκαλούμενων από σεισμό στην Κεφαλονιά (2014) και στη Λευκάδα (2015) - Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*. Αθήνα, 2017.
- Ματράγκος, Βασίλειος. *Μεθοδολογία Αξιολόγησης του Βαθμού Επικινδυνότητας Ισόπεδων Κόμβων σε Υπεραστικές Οδούς - Διπλωματική Εργασία*. Αθήνα, 2018.
- Μαυρομάτης, Στέργιος. *Σημειώσεις για το Μάθημα Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2018.
- Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας*. 2003. <http://www.oasp.gr>.
- Σουνδία. *Ανάστροφη ανάλυση των Βραχοπτώσεων στη Λευκάδα στο σεισμό της 14-8-2003 - Διπλωματική Εργασία*. Αθήνα, 2009.
- Σταυρακάκης, Γ., και συν. *Έκθεση της επιτροπής παρακολούθησης και συντονισμού του προγράμματος - Συλλογή και επεξεργασία σεισμολογικών δεδομένων και σύνταξη Νέου Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας συμβατού με τον ισχύοντα Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό και τον Ευρω*. Αθήνα, 2002.
- Υπουργείο Μεταφορών και Δικτύων. *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων - Οδηγίες Επιθεώρησης Οδικής Ασφάλειας (ΟΜΟΕ-ΕΠΟΑ)*. 2012.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων. *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων - Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ-Δ)*. 2001.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων. *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων - Τεύχος 3: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)*. 2001.
- Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών & Δικτυων. *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων - Συστήματα Αναχαίτησης Οχημάτων (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)*. Οκτώβριος 2010.
- Φραντζεσκάκης, Ι., Ι. Γκόλιας, και Μ. Πιτσιάβα-Λατινοπούλου. *Κυκλοφοριακή Τεχνική*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2009.
- Φρατζεσκάκης, Ι. Μ., και Ι. Κ. Γκόλιας. *Οδική Ασφάλεια*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1994.

Παραρτήματα

Παράρτημα Α.
Κώδικας Προγραμματισμού Εφαρμογής GUS4
«Fortran77»


```

C*****
C
C      GUS4.FOR
C
C      GUS4 - ΛΟΥΚΑΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΗΣ-ΚΩΣΤΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΡΗΣ-ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΑΤΡΑΓΚΟΣ
C
C*****

C-----
C      subroutine gus4
C-----

C-----
C      COMMON
C-----

C      common /prm_prj/prj,prjg
C      common /prm_hrz_12/blw
C      common /prm_hhrz/hhrz

C      common /prm_mdl_1/x11,y11,z11,xur,yur,zur

C      common /prm_hrz_3/ttp
C      common /prm_hrz_6/dsc,anc
C      common /prm_hrz_7/bgk,enk,stk,dsk,ank

C      common /fmkor/ih,nh,nhg,xh,yh,bh,rh,ah,sh,ph,wh
C      common /fm33/i33,gon,trn,lcr,pbc,pah,dbc,dah,sts,ssc,scs,sst
C      common /fm39/i39,n39,k39,x39,y39,z39,g39,v39,a39,h39
C      common /fm41/j41,i41,l41,n41,k41,x41,y41,z41,g41,s41,d41,w41
C      common /fmday/bd,ed,qd
C      common /dwg/ibl,lv1,clr,smb,wgh,thg

C-----
C      VARIABLES
C-----

C      real*8      pi                      ! π
C      real*8      x,y                      ! XY
C      real*8      xp,yp                    ! XY_Previous
C      real*8      z                        ! Zero

C      real*8      v85f(1000)              ! V85 Forward
C      real*8      v85b(1000)              ! V85 Backward

C      real*8      eli2                     ! Curvness Day
C      real*8      eli(1000)                ! Curvness
C      real*8      grd1(1000)
C      real*8      grd2(1000)
C      real*8      grd(1000)

C-----
C      -----FRAME
C-----

C      real*8      glc                      ! Grid Lines/Crosses

C      real*8      xmn,ymn,zmn              ! XYZ Minimum
C      real*8      xmx,ymx,zmx              ! XYZ Maximum

C-----
C      -----KILOMETRAGE
C-----

C      real*8      klm                      ! Kilometrages
C      real*8      dst                      ! Distance
C      real*8      ang                      ! Angle

C      real*8      xa,ya                    ! Line A
C      real*8      xb,yb                    ! Line B

C-----
C      -----COEFFICIENTS
C-----

C      real*8      frf(1000)                ! Συντ.τρίβης Forward

```

real*8	frb(1000)	! Συντ.τριβης Backwards
real*8	pef(1000)	! Light Accident Forward
real*8	peb(1000)	! Light Accident Backwards
real*8	pbf(1000)	! Heavy Accident Forward
real*8	pbb(1000)	! Heavy Accident Backwards
real*8	pvf(1000)	! Death Accident Forward
real*8	pvb(1000)	! Death Accident Backwards
real*8	raccidentf(1000)	! Συντλεστής Τραυματισμών f
real*8	raccidentb(1000)	! Συντλεστής Τραυματισμών b
real*8	rtotalmax(1000)	! MAX
real*8	dayreal(1000)	! α/α Διαστημάτων in real format
real*8	col(1000)	! DAY in one column
real*8	raxm(1000)	! Συντ. Αιχμής Οδοστρ.
real*8	rers(1000)	! Συντ. Ερείσματος
real*8	remp(1000)	! Συντ. Εμποδίων
real*8	rple(1000)	! Συντ. Πλευρ. Επικινδ.
real*8	bsti2(1000)	
real*8	bsti3f(1000)	
real*8	bsti3b(1000)	
real*8	bsti4f(1000)	
real*8	bsti4b(1000)	
real*8	esti4f(1000)	
real*8	esti4b(1000)	
real*8	rhstif(1000)	
real*8	qstif(1000)	
real*8	rhstib(1000)	
real*8	qstib(1000)	
integer*4	kstif(1000)	! Κατηγορία Επικινδ. Στηθ.f
character*5	yfstif(1000)	! Τύπος Υφιστ. Στηθ.f
character*7	katyfstif(1000)	! Κατάσταση Υφιστ. Στηθ.f
real*8	vstif(1000)	! V επιτρεπόμενη f
integer*4	kstib(1000)	! Κατηγορία Επικινδ. Στηθ.b
character*5	yfstib(1000)	! Τύπος Υφιστ. Στηθ.b
character*7	katyfstib(1000)	! Κατάσταση Υφιστ. Στηθ.b
real*8	vstib(1000)	! V επιτρεπόμενη b
integer*4	ektrf(1000)	! Πιθανότητα Εκτροπής 0ή1 f
integer*4	ektrb(1000)	! Πιθανότητα Εκτροπής 0ή1 b
character*5	apstif(1000)	! Απαιτούμενο Στηθαίο f
real*8	apvaf(1000)	! Βαθμολ. Απαιτ. Στηθαίων f
character*5	apstib(1000)	! Απαιτούμενο Στηθαίο b
real*8	apvab(1000)	! Βαθμολ. Απαιτ. Στηθαίων b
real*8	aryfvaf(1000)	! Αρχική Βαθμολ΄Υφιστ. Στη f
real*8	yfvaf(1000)	! Βαθμολ. Υφιστ. Στηθαίων f
real*8	rstif(1000)	! Συντ. Στηθαίων f
real*8	aryfvab(1000)	! Αρχική Βαθμολ΄Υφιστ. Στη b
real*8	yfvab(1000)	! Βαθμολ. Υφιστ. Στηθαίων b
real*8	rstib(1000)	! Συντ. Στηθαίων b

real*8	vahbra(1000)	! Βαθμ. Ύψους Βράχου
real*8	vaabra(1000)	! Βαθμ. Κλίσης Βράχου
real*8	vasbra(1000)	! Βαθμ. Σεισμού για Βράχο
real*8	vavbra(1000)	! Βαθμ. Βροχόπτωσης
real*8	vaybra(1000)	! Βαθμ. Υλικού
real*8	rbra(1000)	! Συντ. Πτώσης Βράχων
real*8	bfinfarx(1000)	! Αρχή XΘ forw αρχικό
real*8	bfinbarx(1000)	! Αρχή XΘ back αρχικό
real*8	bfinf(1000)	! Αρχή XΘ forw
real*8	bfinb(1000)	! Αρχή XΘ back
real*8	efinf(1000)	! Τέλος XΘ forw
real*8	efinb(1000)	! Τέλος XΘ back
integer*4	ifinf	! Πλήθος στοιχείων finf
integer*4	ifinb	! Πλήθος στοιχείων finb
real*8	raxmfinf(10000)	! Τελικός Συντ. Αιχμής f
real*8	riersfinf(10000)	! Τελικός Συντ. Ερεισμ f
real*8	rempfinf(10000)	! Τελικός Συντ. Εμποδ f
real*8	rplefinf(10000)	! Τελικός Συντ. Πλε f
real*8	rstifinf(10000)	! Τελικός Συντ. Στηθ f
character*5	yfstifinf(1000)	! Τελικός Τύπος Υφιστ. Στηθ.f
real*8	rbrafinf(10000)	! Τελικός Συντ. Πτώσης Βρ f
real*8	raxmfinb(10000)	! Τελικός Συντ. Αιχμής b
real*8	riersfinb(10000)	! Τελικός Συντ. Ερεισμ b
real*8	rempfinb(10000)	! Τελικός Συντ. Εμποδ b
real*8	rplefinb(10000)	! Τελικός Συντ. Πλε b
real*8	rstifinb(10000)	! Τελικός Συντ. Στηθ b
character*5	yfstifinb(1000)	! Τελικός Τύπος Υφιστ. Στηθ.b
real*8	rbrafinb(10000)	! Τελικός Συντ. Πτώσης Βρ b
real*8	raxmdf(10000)	! Συντ Αιχμ DAY f
real*8	riersdf(10000)	! Συντ Ερει DAY f
real*8	rempdf(10000)	! Συντ Εμπο DAY f
real*8	rpled(10000)	! Συντ Πλευ DAY f
real*8	rstidf(10000)	! Συντ Στηθ DAY f
real*8	rbra(10000)	! Συντ Βραχ DAY f
real*8	raxmdb(10000)	! Συντ Αιχμ DAY b
real*8	riersdb(10000)	! Συντ Ερει DAY b
real*8	rempdb(10000)	! Συντ Εμπο DAY b
real*8	rpledb(10000)	! Συντ Πλευ DAY b
real*8	rstidb(10000)	! Συντ Στηθ DAY b
real*8	rbra(10000)	! Συντ Βραχ DAY b
real*8	rtotalf(10000)	! Συνολικός Συντ. f
real*8	rtotalb(10000)	! Συνολικός Συντ. b
real*8	rfinalf(10000)	! Τελικός Συντ. f
real*8	rfinalb(10000)	! Τελικός Συντ. b
real*8	palio	! Παλιός συντ.σμποδ

```

C-----
C      FILES
C-----
character*1 path(70)           ! Path

character*70 GUS4dxf           ! GUS4.dxf
character*70 GUS4out           ! GUS4.out

character*70 fmprn             ! fm.prn
character*70 fmkor             ! fm.kor
character*70 fmday            ! fm.day

```

```

character*70 fmaxm           ! fm.axm
character*70 fmers           ! fm.ers
character*70 ftemp           ! fm.emp
character*70 fimple          ! fm.ple
character*70 fmsti           ! fm.sti
character*70 fmbra           ! fm.bra
character*70 fmppl           ! fm.ppl

character*70 fmiso           ! fm.iso

character*70 fm33            ! fm33.dat
character*70 fm39            ! fm39.dat
character*70 fm41            ! fm41.dat

C-----
C   FM.PRM - GENERAL
C-----
character*30 prj,prjg        ! Project Name

real*8      hhrz             ! scale

real*8      blw              ! V85 Lane Width

C-----
C   FM.PRM - MDL
C-----
real*8      xll,yll,zll      ! Lower Left
real*8      xur,yur,zur      ! Upper Right

C-----
C   FM.PRM - HRZ
C-----
integer*4    ttp             ! Transition Type
real*8       bgk             ! Begin
real*8       enk             ! End
real*8       stk             ! Step
real*8       dsk             ! Distance
real*8       ank             ! Angle
real*8       dsc             ! Distance Διατομής
real*8       anc             ! Angle Διατομής

C-----
C   FM.kor
C-----
integer*4     ih             ! No
character*10  nh(500),nhg(500) ! Name
real*8        xh(500)        ! X
real*8        yh(500)        ! Y
real*8        bh(500)        ! Back Clothoid
real*8        rh(500)        ! Radius
real*8        ah(500)        ! Ahead Clothoid
real*8        sh(500)        ! Superelevation
real*8        ph(500)        ! % on Straight
real*8        wh(500)        ! Widening

C-----
C   FM33.DAT
C-----
integer*4     i33            ! No
real*8        gon(500)       ! Angle of HPI
real*8        trn(500)       ! Turn Angle
real*8        lcr(500)       ! Circle Length
real*8        pbc(500),pah(500) ! A Parameter
real*8        dbc(500),dah(500) ! Displacement
real*8        sts(500)       ! A Chainage
real*8        ssc(500)       !  $\Omega$  Chainage
real*8        scs(500)       !  $\Omega^*$  Chainage
real*8        sst(500)       !  $A^*$  Chainage

```

```

C-----
C      FM39.DAT
C-----
integer*4      i39              ! No
integer*4      n39(50000)      ! Nane
real*8         k39(50000)      ! Kilometrage
real*8         x39(50000)      ! X
real*8         y39(50000)      ! Y
real*8         z39(50000)      ! Z
real*8         g39(50000)      ! Grade
real*8         v39(50000)      ! Vertical Curvature
real*8         a39(50000)      ! Azimuth
real*8         h39(50000)      ! Horizontal Curvature

C-----
C      FM41.DAT
C-----
integer*4      j41(2)          ! No of R/L
integer*4      i41(2,10)       ! Records per R/L
integer*4      l41(2,10,50000) ! R/L
integer*4      n41(2,10,50000) ! No
real*8         k41(2,10,50000) ! Kilometrage
real*8         x41(2,10,50000) ! X
real*8         y41(2,10,50000) ! Y
real*8         z41(2,10,50000) ! Z
real*8         g41(2,10,50000) ! Gradient
real*8         s41(2,10,50000) ! Slope
real*8         d41(2,10,50000) ! Ds
real*8         w41(2,10,50000) ! Width

C-----
C      FM.DAY
C-----
integer*4      id              ! No
real*8         bd(1000)        ! Begin
real*8         ed(1000)        ! End
integer*4      qd(1000)        ! Κυκλ.Φόρτος Τμήματος

C-----
C      FM.AXM
C-----
integer*4      iaxm            ! No
integer*4      laxm(1000)      ! Road Line
real*8         baxm(1000)      ! Begin
real*8         eaxm(1000)      ! End
real*8         haxm(1000)      ! Υψομ. Διαφορά σε cm
integer*4      aaxm(1000)      ! Κλίση Αιχμής σε μοίρες

C-----
C      FM.ERS
C-----
integer*4      iers            ! No
integer*4      lers(1000)      ! Road Line
real*8         bers(1000)      ! Begin
real*8         eers(1000)      ! End
real*8         pers(1000)      ! Πλάτος ερείσματος σε m

C-----
C      FM.EMP
C-----
integer*4      iemp            ! No
integer*4      lemp(1000)      ! Road Line
real*8         bemp(1000)      ! Begin
real*8         eemp(1000)      ! End
real*8         aemp(1000)      ! Απόσταση Εμποδίου σε m

C-----

```

```

c      FM.PLE
c-----
integer*4      iple      ! No
integer*4      lple(1000) ! Road Line
real*8         bple(1000) ! Begin
real*8         eple(1000) ! End
integer*4      kple(1000) ! Κατηγορία Πλ. Επικινδ.

c-----
c      FM.STI
c-----
integer*4      isti      ! No
integer*4      lsti(1000) ! Road Line
real*8         bsti(1000) ! Begin
real*8         esti(1000) ! End
integer*4      ksti(1000) ! Κατηγορία Επικινδ. Στιθ.
character*5    yfsti(1000) ! Τύπος Υφιστ. Στιθ.
character*7    katyfsti(1000) ! Κατάσταση Υφιστ. Στιθ.
real*8         vsti(1000) ! V επιτρεπόμενη

c-----
c      FM.BRA
c-----
integer*4      ibra      ! No
integer*4      lbra(1000) ! Road Line
real*8         bbra(1000) ! Begin
real*8         ebra(1000) ! End
real*8         hbra(1000) ! Ύψος πρανούς σε m
integer*4      abra(1000) ! Κλίση Πρανούς σε μοίρες
real*8         sbra(1000) ! Σεισμική επιτάχ. cm/s2
real*8         vbra(1000) ! Μέσο ετ. ύψος βροχής mm
character*4    kybra(1000) ! Είδος υλικού R ή S
real*8         tybra(1000) ! SMR για R ή NSPT για S

c-----
c      FM.PPL
c-----
real*8         emhk      ! EMHK
real*8         emhkvo    ! EMHK Βαρέων

c-----
c      GRAPHICS
c-----
integer*4      ibl      ! Block No
character*30   lvl      ! Level
integer*4      clr      ! Color
integer*4      smb      ! Symbology
integer*4      wgh      ! Weight
real*8         thg      ! Text Height

real*8         xpl(50000) ! X Polyline
real*8         ypl(50000) ! Y Polyline
real*8         zpl(50000) ! Z Polyline

c-----
c      START PROGRAM
c-----
call g('GUS4 - fm19',12,1)

c-----
c      FILES
c-----
call g('Αρχεία',6,1)

call pathfile(path)

call flnm(path,'GUS4.dxf', 'GUS4dxf)
call flnm(path,'GUS4.out', 'GUS4out)

```



```

call flnm(path,'fm.prm      ',fmprm)
call flnm(path,'fm.kor      ',fmkor)
call flnm(path,'fm.day      ',fmday)

call flnm(path,'fm.axm      ',fmaxm)
call flnm(path,'fm.ers      ',fmers)
call flnm(path,'fm.ple      ',fmple)
call flnm(path,'fm.sti      ',fmsti)
call flnm(path,'fm.emp      ',fmemp)
call flnm(path,'fm.bra      ',fmbra)
call flnm(path,'fm.ppl      ',fmppl)

call flnm(path,'fm.iso      ',fmiso)

call flnm(path,'fm33.dat     ',fm33)
call flnm(path,'fm39.dat     ',fm39)
call flnm(path,'fm41.dat     ',fm41)

C-----
C      CHECK GUS4.DXF
C-----
call g('Είναί ελεúθερο το GUS4.dxf ;',28,1)

open(0,file=GUS4dxf,status='unknown',err=999)
write(0,(' 'GUS4' '),err=998)
close (0)

C-----
C      START GUS4.DXF
C-----
call g('Ανοίγω το GUS4.dxf',19,1)

open(0,file=GUS4dxf,status='unknown')

call opendxf

C-----
C      READ FM.PRM
C-----
call prm(fmprm,1)

C-----
C      READ FM.kor
C-----
call rkor(fmkor)

C-----
C      IH = 0 / 1
C-----
if(ih.le.1) then
call g('Υπάρχει 0 ή 1 Κορυφή - fm.kor',29,1)
call pzs
end if

C-----
C      READ FM33.DAT
C-----
call r33(fm33)

C-----
C      I33 = 0 / 1
C-----
if(i33.le.1) then
call g('Τρέξετε HRZ',10,1)
call pzs
end if

```

```

C-----
C      READ FM39.DAT
C-----
C      call r39(fm39)

C-----
C      I39 = 0 / 1
C-----
C      if(i39.le.1) then
C      call g('Τρέξιτε MEK',10,1)
C      call pzs
C      end if

C-----
C      READ FM41.DAT
C-----
C      call r41(fm41)

C-----
C      INITIAL VALUES
C-----
C      call g('Αρχικές Τιμές ',14,1)

pi=3.14159265

Z=0.

ibl = 1000

thg = 0.175*hhrz/100

glc = hhrz/10

C-----
C      START GUS4.OUT
C-----
C      open(7,file=GUS4out,status='unknown')

C      write(7,'(80(''-'))')
C      write(7,'(5x,'GUS4 - fm19')')
C      write(7,'(80(''-'))')
C      write(7,'(5x,'Εργο : ',a10)') prj

C-----
C      READ FM.DAY
C-----
C      call g('Τμήματα Ελέγχου',15,1)

C      call g('      Οδογρ      Από      Έως      Φόρτος',47,2)

C      write(7,'(80(''-'))')
C      write(7,'(5x,'Τμήματα Ελέγχου')')
C      write(7,'(80(''-'))')
C      write(7,'(      Οδογρ      Από      Έως      Φόρτος')')
C      write(7,'(80(''-'))')

C      open(1,file=fmday,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) bd(i),ed(i),qd(i)

write(*,'(i10,2f12.3,i14)') i,bd(i),ed(i),qd(i)
write(7,'(i10,2f12.3,i14)') i,bd(i),ed(i),qd(i)

```

```

end do

id=i

close (1)
if(id.gt.0) then
call gi('Τμήματα Ελέγχου = ',18,id,1)
end if

if(id.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχουν Τμήματα Ελέγχου',28,0)
call pzs
end if

c-----
c      READ FM.AXM
c-----

call g('Αιχμή Οδοστρώματος',18,1)

call g('      Οδογρ      Από      Έως      Ύψομ_Διαφ'
1//'      Κλίση_Αιχ',61,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Αιχμή Οδοστρώματος')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      Οδογρ      Από      Έως      Ύψομ_Διαφ'
1//'      Κλίση_Αιχ')')
write(7,'(80(''-'))')

open(1,file=fmaxm,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) laxm(i),baxm(i),eaxm(i),haxm(i),aaxm(i)

write(*,'(i10,2f12.3,f14.3,i15)') laxm(i),baxm(i),eaxm(i),
1haxm(i),aaxm(i)
write(7,'(i10,2f12.3,f14.3,i15)') laxm(i),baxm(i),eaxm(i),
1haxm(i),aaxm(i)

end do

iaxm=i

close (1)
if(iaxm.gt.0) then
call gi('Αιχμή Οδοστρώματος = ',21,iaxm,1)
end if

if(iaxm.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχει Αιχμή Οδοστρώματος',30,0)
call pzs
end if

c-----
c      READ FM.ERS
c-----

call g('Πλάτος Ερείσματος',17,1)

call g('      Οδογρ      Από      Έως      Πλάτος_Ερείσμ',50,2)

write(7,'(80(''-'))')

```

```

write(7,'(5x,'Πλάτος Ερείσματος'))')
write(7,'(80(''-'))')')
write(7,'(''      Οδογρ      Από      Έως'
1//'      Πλάτος_Ερείσµ'))')
write(7,'(80(''-'))')')

open(1,file=fmers,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) lers(i),bers(i),eers(i),pers(i)

write(*,'(i10,2f12.3,f18.3)') lers(i),bers(i),eers(i),pers(i)
write(7,'(i10,2f12.3,f18.3)') lers(i),bers(i),eers(i),pers(i)

end do

iers=i

close (1)

if(iers.gt.0) then
call gi('Πλάτος Ερείσματος = ',20,iers,1)
end if

if(iers.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχει Πλάτος Ερείσματος',29,0)
call pzs
end if
c-----
c  READ FM.EMP
c-----
call g('Απόσταση Εμποδίων',17,1)

call g('      Οδογρ      Από      Έως      Απόστ_Εμποδ',48,2)

write(7,'(80(''-'))')')
write(7,'(5x,'Απόσταση Εμποδίων'))')
write(7,'(80(''-'))')')
write(7,'(''      Οδογρ      Από      Έως'
1//'      Απόστ_Εμποδ'))')
write(7,'(80(''-'))')')

open(1,file=fmemp,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) lemp(i),bemp(i),eemp(i),aemp(i)

write(*,'(i10,2f12.3,f16.3)') lemp(i),bemp(i),eemp(i),aemp(i)
write(7,'(i10,2f12.3,f16.3)') lemp(i),bemp(i),eemp(i),aemp(i)

end do

iemp=i

close (1)
if(iemp.gt.0) then
call gi('Απόσταση Εμποδίων = ',20,iemp,1)

```

```

end if

if(iemp.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχει Απόσταση Εμποδίων',29,0)
call pzs
end if

c-----
c      READ FM.PLE
c-----

call g('Πλευρικός Χώρος',15,1)

call g('      Οδογρ      Από      Έως      Κατ_Πλ_Επικ',48,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πλευρικός Χώρος')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(      Οδογρ      Από      Έως'
1//'      Κατ_Πλ_Επικ')')
write(7,'(80(''-'))')

open(1,file=fmple,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) lple(i),bple(i),eple(i),kple(i)

write(*,'(i10,2f12.3,i16)') lple(i),bple(i),eple(i),kple(i)
write(7,'(i10,2f12.3,i16)') lple(i),bple(i),eple(i),kple(i)

end do

iple=i

close (1)
if(iple.gt.0) then
call gi('Πλευρικός Χώρος = ',18,iple,1)
end if

if(iple.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχει Πλευρικός Χώρος',27,0)
call pzs
end if

c-----
c      READ FM.STI
c-----

call g('Στηθαία Ασφαλείας',17,1)

call g('      Οδογρ      Από      Έως      Κ_Επικ'
1//'      Τύπ_Υφ_Στ      Κατ_Υφ_Στ      Ύψ' ,79,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Στηθαία Ασφαλείας')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(      Οδογρ      Από      Έως      Κ_Επικ'
1//'      Τύπ_Υφ_Στ      Κατ_Υφ_Στ      Ύψ')')
write(7,'(80(''-'))')

open(1,file=fmsti,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

```

```

i=i+1

read(1,*) lsti(i),bsti(i),esti(i),ksti(i),yfsti(i),katyfsti(i),
vsti(i)

write(*,'(i10,2f12.3,i11,1x,a8,1x,a15,f10.3)') lsti(i),bsti(i),
esti(i),ksti(i),yfsti(i),katyfsti(i),vsti(i)
write(7,'(i10,2f12.3,i11,1x,a8,1x,a15,f10.3)') lsti(i),bsti(i),
esti(i),ksti(i),yfsti(i),katyfsti(i),vsti(i)

end do

isti=i

close (1)
if(isti.gt.0) then
call gi('Στηθαία Ασφαλείας = ',20,isti,1)
end if

if(isti.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχουν Στηθαία Ασφαλείας',30,0)
call pzs
end if

c-----
c READ FM.BRA
c-----

call g('Πτώση Βράχων',12,1)

call g(' Οδογρ Από Έως Ύψ_Πρανούς'
// ' Κλ_Πρανούς Κατ_Σεισ_Επ',78,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πτώση Βράχων')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' Οδογρ Από Έως'
// ' Ύψ_πρ Κλ_πρ Σεισμ Βροχ Εδ_Υλικό')')
write(7,'(80(''-'))')

open(1,file=fmbra,status='unknown')

i=0

do while(.not.eof(1))

i=i+1

read(1,*) lbra(i),bbra(i),ebra(i),hbra(i),abra(i),sbra(i),
vbra(i),kybra(i),tybra(i)

write(*,'(i10,2f12.3,f10.2,i8,i8,i8,1x,a8,i3)') lbra(i),
bbra(i),ebra(i),hbra(i),abra(i),int(sbra(i)),int(vbra(i)),
kybra(i),int(tybra(i))
write(7,'(i10,2f12.3,f10.2,i8,i8,i8,1x,a8,i3)') lbra(i),
bbra(i),ebra(i),hbra(i),abra(i),int(sbra(i)),int(vbra(i)),
kybra(i),int(tybra(i))

end do

ibra=i

close (1)
if(ibra.gt.0) then
call gi('Πτώση Βράχων = ',15,ibra,1)
end if

```

```

if(libra.eq.0) then
call g('Δεν υπάρχει Πτώση Βράχων',24,0)
call pzs
end if

C-----
C      READ FM.PPL
C-----

call g('FM.PPL',6,2)

open(1,file=fmppl,status='unknown')

read(1,'(1x)')

read(1,*) emhk
call g4('EMHK',30,emhk,0)

read(1,*) emhkvo
call g4('EMHK BAPEΩN OXHMATΩN',30,emhkvo,0)

close (1)

C-----
C      ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ FM.PPL ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ
C-----

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Δεδομένα Πλευρικού Χώρου')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'EMHK',
1//': ',f8.3)') emhk
write(7,'(5x,'EMHK BAPEΩN OXHMATΩN',
1//': ',f8.3)') emhkvo

C-----
C      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
C-----

call g('Συντελεστής Αιχμής Οδοστρώματος',32,1)

call g(' A/A Οδογρ Από Έως Υψομ_Διαφ'
1//' Κλίση_Αιχ Συντ_Αιχμής',77,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Αιχμής Οδοστρώματος')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' A/A Οδογρ Από'
1//' Έως Υψομ_Διαφ Κλίση_Αιχ Συντ_Αιχμής')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,iaxm

raxm(i)=3*(0.0088*aaxm(i)-0.0186)*haxm(i)
if(raxm(i).lt.0) then
raxm(i)=0
end if

write(*,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,i13,f13.3)') i,laxm(i),
1baxm(i),eaxm(i),haxm(i),aaxm(i),raxm(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,i13,f13.3)') i,laxm(i),
1baxm(i),eaxm(i),haxm(i),aaxm(i),raxm(i)

end do

C-----
C      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ
C-----

call g('Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος',30,1)

```

```

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Πλ_Ερείσμ'
i//'      Συντ_Ερείσμ',68,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Πλάτους Ερείσματος'))
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'      A/A  Οδογρ      Από'
i//'      Έως      Πλ_Ερείσμ      Συντ_Ερείσμ'))
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,iers

rers(i)=20*(-0.0001*emhk+0.0124)*pers(i)+0.004*emhk+19.504
if(rers(i).lt.0) then
rers(i)=0
end if

write(*,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,f17.3)') i,lers(i),
i bers(i),eers(i),pers(i),rers(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,f17.3)') i,lers(i),
i bers(i),eers(i),pers(i),rers(i)

end do

c-----
c      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΜΠΟΔΙΩΝ
c-----

call g('Συντελεστής Εμποδίων',20,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Απ_Εμποδ'
i//'      Συντ_Εμποδ',67,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Εμποδίων'))
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'      A/A  Οδογρ      Από'
i//'      Έως      Απ_Εμποδ      Συντ_Εμποδ'))
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,iemp

if (aemp(i).lt.0) then
remp(i)=0
else if (aemp(i).le.(0.5)) then
remp(i)=-28.1309*aemp(i)+28
else if (aemp(i).le.(6.5)) then
remp(i)=-2.233*aemp(i)+14.6727
else
remp(i)=0
end if

write(*,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,f16.3)') i,lemp(i),
i bemp(i),eemp(i),aemp(i),remp(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,f14.3,f16.3)') i,lemp(i),
i bemp(i),eemp(i),aemp(i),remp(i)

end do

c-----
c      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ
c-----

call g('Συντελεστής Πλευρικού Χώρου',27,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Κατ_Πλευ'
i//'      Συντ_Πλευρ',67,2)

write(7,'(80(''-'))')

```



```

write(7,'(5x,'Συντελεστής Πλευρικού Χώρου'))')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      A/A      Οδογρ      Από'
//      Έως      Κατ_Πλευ      Συντ_Πλευρ'))')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,iple

rple(i)=23*(exp(-0.6869+0.0668*kple(i)))/(exp(-0.4865))

write(*,'(i8,i7,2f12.3,i14,f16.3)' i,lple(i),
bple(i),eple(i),kple(i),rple(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,i14,f16.3)' i,lple(i),
bple(i),eple(i),kple(i),rple(i)

end do

c-----
c      ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ fR, V85, κλπ. ΓΙΑ ΣΤΗΘΑΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
c-----

call g('Σύμπτυξη Διαστημάτων Στηθαίων-Καμπυλών',40,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Σύμπτυξη Διαστημάτων Στηθαίων-Καμπυλών'))')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''  '))')
write(7,'(80(''-'))')

c-----δημιουργία πίνακα διαστημάτων με βάση τις καμπύλες-----

call g('Δημιουργία Πίνακα 1',19,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Δημιουργία Πίνακα 1'))')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''  '))')
write(7,'(80(''-'))')

bsti2(1)=sts(1)

m=0
do i=2,i33
m=m+2
bsti2(m)=sts(i)
bsti2(m+1)=sst(i)
end do

isti2=m

do i=1,isti2
write(*,'(i8,f11.3)' i,bsti2(i)
write(7,'(i8,f11.3)' i,bsti2(i)
end do

c-----δημιουργία μεγάλου πίνακα forward-----

call g('Δημιουργία Πίνακα 2f',20,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Δημιουργία Πίνακα 2f'))')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''  '))')
write(7,'(80(''-'))')

isti3=isti+isti2

k=0

```

```

do i= 1,isti3
if (i.le.isti) then
if (lsti(i).gt.0) then
k=k+1
bsti3f(k)=bsti(i)
end if
else if (i.le.(isti+isti2)) then
k=k+1
bsti3f(k)=bsti2(i-isti)
end if
end do

do i=1,k
write(*,'(i8,f11.3)') i,bsti3f(i)
write(7,'(i8,f11.3)') i,bsti3f(i)
end do

```

c-----δημιουργία μεγάλου πίνακα backward-----

```

call g('Δημιουργία Πίνακα 2b',20,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,''Δημιουργία Πίνακα 2b'')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' '')')
write(7,'(80(''-'))')

isti3=isti+isti2

l=0

do i= 1,isti3
if (i.le.isti) then
if (lsti(i).lt.0) then
l=l+1
bsti3b(l)=bsti(i)
end if
else if (i.le.(isti+isti2)) then
l=l+1
bsti3b(l)=bsti2(i-isti)
end if
end do

do i=1,l
write(*,'(i8,f11.3)') i,bsti3b(i)
write(7,'(i8,f11.3)') i,bsti3b(i)
end do

```

c-----ταξινόμηση μεγάλου πίνακα forward-----

```

call g('Ταξινόμηση Πίνακα 2f',20,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,''Ταξινόμηση Πίνακα 2f'')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' '')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=2,k
j=k
do while(j.ge.i)
if(bsti3f(j-1).gt.bsti3f(j)) then
temp=bsti3f(j-1)
bsti3f(j-1)=bsti3f(j)
bsti3f(j)=temp
end if
j=j-1

```

```

end do
end do

do i=1,k
write(*,'(i8,f11.3)') i,bsti3f(i)
write(7,'(i8,f11.3)') i,bsti3f(i)
end do

c-----ταξινόμηση μεγάλου πίνακα backward-----

call g('Ταξινόμηση Πίνακα 2b',20,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Ταξινόμηση Πίνακα 2b')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=2,l
j=1
do while(j.ge.i)
if(bsti3b(j-1).gt.bsti3b(j)) then
temp=bsti3b(j-1)
bsti3b(j-1)=bsti3b(j)
bsti3b(j)=temp
end if
j=j-1
end do
end do

do i=1,l
write(*,'(i8,f11.3)') i,bsti3b(i)
write(7,'(i8,f11.3)') i,bsti3b(i)
end do

c-----διαγραφή διπλοτύπων μεγάλου πίνακα forward-----

call g('Διαγραφή Διπλοτύπων Πίνακα 2f',29,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Διαγραφή Διπλοτύπων Πίνακα 2f')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' ')')
write(7,'(80(''-'))')

ik=1

bsti4f(1)=bsti3f(1)

do i=2,k
if (int(bsti3f(i)*10).ne.int(bsti3f(i-1)*10)) then
ik=ik+1
bsti4f(ik)=bsti3f(i)
end if
end do

do i=1,ik
write(*,'(i8,f11.3)') i,bsti4f(i)
write(7,'(i8,f11.3)') i,bsti4f(i)
end do

c-----διαγραφή διπλοτύπων μεγάλου πίνακα backward-----

call g('Διαγραφή Διπλοτύπων Πίνακα 2b',29,1)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Διαγραφή Διπλοτύπων Πίνακα 2b')')
write(7,'(80(''-'))')

```



```

call g('Υπολογισμοί Μέσης Κλίσης forward',32,1)
call g('Διάστημα Μέση_Κλίση',20,2)

write(7,'(80(''-')) ')
write(7,'(5x, ''Υπολογισμοί Μέσης Κλίσης'') ')
write(7,'(80(''-')) ')
write(7,'(''          Διάστημα Μέση_Κλίση'') ')
write(7,'(80(''-')) ')

do m=1,ik

igrd1=0

do j=1,i39
if(int(k39(j)*1000).ge.int(bsti4f(m) *1000)) then
if(int(k39(j)*1000).le.int(esti4f(m) *1000)) then
grd1(m)=grd1(m)+g39(j)
igrd1=igrd1+1
end if
end if
end do

if(igrd1.eq.0) then
grd1(m)=0
else
grd1(m)=grd1(m)/igrd1
end if

write(*,'(2x,i8,3f12.3)') m,grd1(m)
write(7,'(5x,i8,3f12.3)') m,grd1(m)

end do

C-----
C      GRADIENT BY HPI BACKWARD
C-----

call g('Υπολογισμοί Μέσης Κλίσης backward',33,1)
call g('Διάστημα Μέση_Κλίση',20,2)

write(7,'(80(''-')) ')
write(7,'(5x, ''Υπολογισμοί Μέσης Κλίσης'') ')
write(7,'(80(''-')) ')
write(7,'(''          Διάστημα Μέση_Κλίση'') ')
write(7,'(80(''-')) ')

do m=1,il

igrd2=0

do j=1,i39
if(int(k39(j)*1000).ge.int(bsti4b(m) *1000)) then
if(int(k39(j)*1000).le.int(esti4b(m) *1000)) then
grd2(m)=grd2(m)+g39(j)
igrd2=igrd2+1
end if
end if
end do

if(igrd2.eq.0) then
grd2(m)=0
else
grd2(m)=grd2(m)/igrd2
end if

write(*,'(2x,i8,3f12.3)') m,grd2(m)
write(7,'(5x,i8,3f12.3)') m,grd2(m)

end do

```

```

c-----
c      V85 FORWARD
c-----

call g('Υπολογισμοί v85f-Διαστήματα',27,1)
call g('Διάστημα      Ελκτικότητα      V85f',32,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Υπολογισμοί v85f-Διαστήματα')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      Διάστημα      Ελκτικότητα      V85f'')')
write(7,'(80(''-'))')

do m=1,ik

eli(m)=0.

do i=2,ih-1

if(int(sts(i)*1000).ge.int(bsti4f(m)*1000)) then
if(int(sts(i)*1000).le.int(esti4f(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).ge.int(bsti4f(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).le.int(esti4f(m)*1000)) then
eli(m)=eli(m)+(200-gon(i)*200./3.14159265)
v85f(m)=1000000/(10150.1+8.529*eli(m))+(blw-3.75)*5+0.25*grd1(m)
rhstif(m)=rh(i)
qstif(m)=sh(i)
frf(m)=v85f(m)**2/(127*rhstif(m))-qstif(m)
end if
end if
end if
end if

end do
end do

do m=1,ik
if (eli(m).eq.0) then

if ((esti4f(m)-bsti4f(m)).ge.300.) then
v85f(m)=100.
else if (m.eq.1) then
v85f(m)=100.
else if (m.eq.ik) then
v85f(m)=(100.+ v85f(m-1))/2.
else
v85f(m)=(v85f(m-1)+v85f(m+1))/2.
end if

rhstif(m)=9999999.
qstif(m)=0.
frf(m)=0.

end if
end do

do m=1,ik
if ((eli(m).eq.0).and.(eli(m+1).eq.0)) then
v85f(m)=100.
v85f(m+1)=100.
end if

write(*,'(2x,i8,2f12.3)') m,eli(m),v85f(m)
write(7,'(5x,i8,3f12.3)') m,eli(m),v85f(m)

end do

c-----

```

c V85 BACKWARD

```
c-----
call g('Υπολογισμοί v85b-Διαστήματα',27,1)
call g('Διάστημα Ελκτικότητα V85b',32,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Υπολογισμοί v85b-Διαστήματα')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' Διάστημα Ελκτικότητα V85b'')')
write(7,'(80(''-'))')

do m=1,il

eli(m)=0.

do i=2,ih-1

if(int(sts(i)*1000).ge.int(bsti4b(m)*1000)) then
if(int(sts(i)*1000).le.int(esti4b(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).ge.int(bsti4b(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).le.int(esti4b(m)*1000)) then
eli(m)=eli(m)+(200-gon(i)*200./3.14159265)
v85b(m)=1000000/(10150.1+8.529*eli(m))+(blw-3.75)*5-0.25*grd2(m)
rhstib(m)=rh(i)
qstib(m)=sh(i)
frb(m)=v85b(m)**2/(127*rhstib(m))-qstib(m)
end if
end if
end if
end if

end do
end do

do m=1,il
if (eli(m).eq.0) then

if ((esti4b(m)-bsti4b(m)).ge.300.) then
v85b(m)=100.
else if (m.eq.1) then
v85b(m)=100.
else if (m.eq.il) then
v85b(m)=(100.+ v85b(m-1))/2.
else
v85b(m)=(v85b(m-1)+v85b(m+1))/2.
end if

rhstib(m)=9999999.
qstib(m)=0.
frb(m)=0.

end if

end do

do m=1,il
if ((eli(m).eq.0).and.(eli(m+1).eq.0)) then
v85b(m)=100.
v85b(m+1)=100.
end if

write(*,'(2x,i8,2f12.3)') m,eli(m),v85b(m)

write(7,'(5x,i8,3f12.3)') m,eli(m),v85b(m)
end do
```

c-----
c ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΗΘΑΙΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

```

C-----
C-----0.ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗ ΣΩΣΤΗ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ-----
C-----Forward

do i=1,ik
do j=1,isti
if (lsti(j).gt.0) then
if (bsti(j).le.bsti4f(i)) then
if (esti(j).ge.esti4f(i)) then
kstif(i)=ksti(j)
yfstif(i)=yfsti(j)
katyfstif(i)=katyfsti(j)
vstif(i)=vsti(j)
end if
end if
end if
end do
end do

C-----Backward

do i=1,il
do j=1,isti
if (lsti(j).lt.0) then
if (bsti(j).le.bsti4b(i)) then
if (esti(j).ge.esti4b(i)) then
kstib(i)=ksti(j)
yfstib(i)=yfsti(j)
katyfstib(i)=katyfsti(j)
vstib(i)=vsti(j)
end if
end if
end if
end do
end do

C-----1.ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΗΘΑΙΑ-----

call g('Στηθαία Ασφαλείας - 1.Απαιτούμενα Στηθαία f&b',45,1)

call g('      A/A      Από      Έως  Κ_Επ'
1//'      fr      Vεπ      Απ_Στηθ      Απ_Βαθ',71,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Στηθαία Ασφαλείας - 1.Απαιτούμενα Στηθαία f&b')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      A/A      Από'
1//'      Έως  Κ_Επ      fr      Vεπ      Απ_Στηθ      Απ_Βαθ')')
write(7,'(80(''-'))')

C-----Forward-----

do i=1,ik

C-----Πιθανότητα Εκτροπής

if(frf(i).gt.(0.3)) then
ektrf(i)=1
else
ektrf(i)=0
end if

C-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 1

if(kstif(i).eq.1) then
if(vstif(i).ge.50) then

```



```

if(ektrf(i).eq.1) then
if(emhkvo.ge.3000) then
apstif(i)='H4b'
else
apstif(i)='H2'
end if
else
if(emhkvo.ge.3000) then
apstif(i)='H2'
else
apstif(i)='H1'
end if
end if
else
apstif(i)='0'
end if
end if

```

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 2

```

if(kstif(i).eq.2) then
if(vstif(i).ge.100) then
if(emhk.ge.3000) then
apstif(i)='H2'
else
apstif(i)='H1'
end if
else if(vstif(i).ge.80) then
if(emhk.ge.3000) then
if(emhkvo.ge.500) then
apstif(i)='H1'
else
apstif(i)='N2'
end if
else
if(ektrf(i).eq.1) then
if(emhkvo.ge.500) then
apstif(i)='H1'
else
apstif(i)='N2'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
end if
else if(vstif(i).ge.60) then
if(emhk.ge.3000) then
if(ektrf(i).eq.1) then
if(emhkvo.ge.500) then
apstif(i)='H1'
else
apstif(i)='N2'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
end if

```

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 3

```

if(kstif(i).eq.3) then
if(vstif(i).ge.100) then

```

```

apstif(i)='H1'
else if(vstif(i).ge.60) then
apstif(i)='N2'
else
apstif(i)='0'
end if
end if

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 4

if(kstif(i).eq.4) then
if(vstif(i).ge.100) then
apstif(i)='N2'
else if(vstif(i).ge.80) then
if(emhk.ge.3000) then
apstif(i)='N2'
else
apstif(i)='0'
end if
else if(vstif(i).ge.60) then
if(emhk.ge.3000) then
if(ektrf(i).eq.1) then
apstif(i)='N2'
else
apstif(i)='0'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
else
apstif(i)='0'
end if
end if

c-----Βαθμολογία Απαιτούμενων Σιτηθαιών

if(apstif(i).eq.'0') then
apvaf(i)=0
else if(apstif(i).eq.'N1') then
apvaf(i)=0.52
else if(apstif(i).eq.'N2') then
apvaf(i)=1
else if(apstif(i).eq.'H1') then
apvaf(i)=1.55
else if(apstif(i).eq.'H2') then
apvaf(i)=3.51
else if(apstif(i).eq.'H3') then
apvaf(i)=5.63
else if(apstif(i).eq.'H4a') then
apvaf(i)=6.98
else if(apstif(i).eq.'H4b') then
apvaf(i)=8.84
end if

write(*,'(i8,2f11.3,i7,f7.3,f10.3,1x,a7,f11.3)') i,
bsti4f(i),esti4f(i),kstif(i),frf(i),vstif(i),apstif(i),apvaf(i)
write(7,'(i8,2f11.3,i7,f7.3,f10.3,1x,a7,f11.3)') i,
bsti4f(i),esti4f(i),kstif(i),frf(i),vstif(i),apstif(i),apvaf(i)

end do

C-----Backward-----

do i=1,il

c-----Πιθανότητα Εκτροπής

if(frb(i).gt.(0.3)) then

```

```

    ektrb(i)=1
  else
    ektrb(i)=0
  end if

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 1

    if(kstib(i).eq.1) then
    if(vstib(i).ge.50) then
    if(ektrb(i).eq.1) then
    if(emhkvo.ge.3000) then
    apstib(i)='H4b'
    else
    apstib(i)='H2'
    end if
    else
    if(emhkvo.ge.3000) then
    apstib(i)='H2'
    else
    apstib(i)='H1'
    end if
    end if
    else
    apstib(i)='0'
    end if
    end if

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 2

    if(kstib(i).eq.2) then
    if(vstib(i).ge.100) then
    if(emhk.ge.3000) then
    apstib(i)='H2'
    else
    apstib(i)='H1'
    end if
    else if(vstib(i).ge.80) then
    if(emhk.ge.3000) then
    if(emhkvo.ge.500) then
    apstib(i)='H1'
    else
    apstib(i)='N2'
    end if
    else
    if(ektrb(i).eq.1) then
    if(emhkvo.ge.500) then
    apstib(i)='H1'
    else
    apstib(i)='N2'
    end if
    else
    apstib(i)='0'
    end if
    end if
    else if(vstib(i).ge.60) then
    if(emhk.ge.3000) then
    if(ektrb(i).eq.1) then
    if(emhkvo.ge.500) then
    apstib(i)='H1'
    else
    apstib(i)='N2'
    end if
    else
    apstib(i)='0'
    end if
    else
    apstib(i)='0'
    end if
    end if

```

```

else
apstib(i)='0'
end if
end if

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 3

if(kstib(i).eq.3) then
if(vstib(i).ge.100) then
apstib(i)='H1'
else if(vstib(i).ge.60) then
apstib(i)='N2'
else
apstib(i)='0'
end if
end if

c-----Κατηγορία Επικινδυνότητας 4

if(kstib(i).eq.4) then
if(vstib(i).ge.100) then
apstib(i)='N2'
else if(vstib(i).ge.80) then
if(emhk.ge.3000) then
apstib(i)='N2'
else
apstib(i)='0'
end if
else if(vstib(i).ge.60) then
if(emhk.ge.3000) then
if(ektrb(i).eq.1) then
apstib(i)='N2'
else
apstib(i)='0'
end if
else
apstib(i)='0'
end if
else
apstib(i)='0'
end if
end if

c-----Βαθμολογία Απαιτούμενων Σιτηθαιών

if(apstib(i).eq.'0') then
apvab(i)=0
else if(apstib(i).eq.'N1') then
apvab(i)=0.52
else if(apstib(i).eq.'N2') then
apvab(i)=1
else if(apstib(i).eq.'H1') then
apvab(i)=1.55
else if(apstib(i).eq.'H2') then
apvab(i)=3.51
else if(apstib(i).eq.'H3') then
apvab(i)=5.63
else if(apstib(i).eq.'H4a') then
apvab(i)=6.98
else if(apstib(i).eq.'H4b') then
apvab(i)=8.84
end if

write(*,' (i8,2f11.3,i7,f7.3,f10.3,1x,a7,f11.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),kstib(i),frb(i),vstib(i),apstib(i),apvab(i)
write(7,' (i8,2f11.3,i7,f7.3,f10.3,1x,a7,f11.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),kstib(i),frb(i),vstib(i),apstib(i),apvab(i)

```

```

end do

C-----2.ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΣΤΗΘΑΙΑ-----

call g('Στηθαία Ασφαλείας - 2.Υφιστάμενα Στηθαία f&b',44,1)

call g(' A/A Από Έως Υφ_Στηθ'
i// ' Κατάστ Αρχ_Υφ_Βαθ Υφ_Βαθ',71,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Στηθαία Ασφαλείας - 2.Υφιστάμενα Στηθαία f&b')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(' A/A Από '
i// ' Έως Υφ_Στηθ Κατάστ Αρχ_Υφ_Βαθ Υφ_Βαθ')')
write(7,'(80(''-'))')

C-----Forward-----

do i=1,ik

c-----Βαθμολογία Υφιστάμενων Στηθαίων

if(yfstif(i).eq.'0') then
aryfvaf(i)=0
else if(yfstif(i).eq.'OLD') then
aryfvaf(i)=0.75
else if(yfstif(i).eq.'N1') then
aryfvaf(i)=0.52
else if(yfstif(i).eq.'N2') then
aryfvaf(i)=1
else if(yfstif(i).eq.'H1') then
aryfvaf(i)=1.55
else if(yfstif(i).eq.'H2') then
aryfvaf(i)=3.51
else if(yfstif(i).eq.'H3') then
aryfvaf(i)=5.63
else if(yfstif(i).eq.'H4a') then
aryfvaf(i)=6.98
else if(yfstif(i).eq.'H4b') then
aryfvaf(i)=8.84
end if

c-----Νέα Βαθμολογία Υφιστάμενων Στηθαίων βάσει Κατάστασης

if(katyfstif(i).eq.'ΚΑΛΗ') then
yfraf(i)=1*aryfvaf(i)
else if(katyfstif(i).eq.'ΜΕΤΡΙΑ') then
yfraf(i)=0.7*aryfvaf(i)
else if(katyfstif(i).eq.'ΚΑΚΗ') then
yfraf(i)=0.4*aryfvaf(i)
else if(katyfstif(i).eq.'ΚΑΤΕΣΤΡ') then
yfraf(i)=0*aryfvaf(i)
end if

write(*,'(i8,2f11.3,1x,a7,1x,a10,f12.3,f12.3)') i,
i bsti4f(i),esti4f(i),yfstif(i),katyfstif(i),aryfvaf(i),yfraf(i)
write(7,'(i8,2f11.3,1x,a7,1x,a10,f12.3,f12.3)') i,
i bsti4f(i),esti4f(i),yfstif(i),katyfstif(i),aryfvaf(i),yfraf(i)

end do

C-----Backward-----

do i=1,il

c-----Βαθμολογία Υφιστάμενων Στηθαίων

if(yfstib(i).eq.'0') then

```

```

aryfvab(i)=0
else if(yfstib(i).eq.'OLD') then
aryfvab(i)=0.75
else if(yfstib(i).eq.'N1') then
aryfvab(i)=0.52
else if(yfstib(i).eq.'N2') then
aryfvab(i)=1
else if(yfstib(i).eq.'H1') then
aryfvab(i)=1.55
else if(yfstib(i).eq.'H2') then
aryfvab(i)=3.51
else if(yfstib(i).eq.'H3') then
aryfvab(i)=5.63
else if(yfstib(i).eq.'H4a') then
aryfvab(i)=6.98
else if(yfstib(i).eq.'H4b') then
aryfvab(i)=8.84
end if

```

C-----Νέα Βαθμολογία Υφιστάμενων Σιτηθαίων βάσει Κατάστασης

```

if(katyfstib(i).eq.'KALH') then
yfvab(i)=1*aryfvab(i)
else if(katyfstib(i).eq.'METPIA') then
yfvab(i)=0.7*aryfvab(i)
else if(katyfstib(i).eq.'KAKH') then
yfvab(i)=0.4*aryfvab(i)
else if(katyfstib(i).eq.'KATEETP') then
yfvab(i)=0*aryfvab(i)
end if

write(*,'(i8,2f11.3,1x,a7,1x,a10,f12.3,f12.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),yfstib(i),katyfstib(i),aryfvab(i),yfvab(i)
write(7,'(i8,2f11.3,1x,a7,1x,a10,f12.3,f12.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),yfstib(i),katyfstib(i),aryfvab(i),yfvab(i)

end do

```

C-----3.ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΗΘΑΙΩΝ-----

```

call g('Σιτηθαία Ασφαλείας - 3.Συνολικό f&b',34,1)

call g(' A/A Από Έως Απαιτ_Βαθ'
// ' Υφιστ_Βαθ Συντ_Σιτηθ',71,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Σιτηθαία Ασφαλείας - 3.Συνολικό f&b')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(' A/A Από '
// ' Έως Απαιτ_Βαθ Υφιστ_Βαθ Συντ_Σιτηθ')')
write(7,'(80(''-'))')

```

C-----Forward

```

do i=1,ik

if (((14*yfvaf(i)+apvaf(i))).eq.(0.)) then
rstif(i)=0.
else
rstif(i)=1.35*15*apvaf(i)*apvaf(i)/(14*yfvaf(i)+apvaf(i))
end if

if (rstif(i).lt.0) then
rstif(i)=0.
end if

write(*,'(i8,2f11.3,f15.3,f13.3,f15.3)') i,
bsti4f(i),esti4f(i),apvaf(i),yfvaf(i),rstif(i)

```

```

write(7,' (i8,2f11.3,f15.3,f13.3,f15.3)') i,
bsti4f(i),esti4f(i),apvaf(i),yfmaf(i),rstif(i)

end do

C-----Backward

do i=1,il

if (((14*yfvab(i)+apvab(i))).eq.(0.)) then
rstib(i)=0.
else
rstib(i)=1.35*15*apvab(i)*apvab(i)/(14*yfvab(i)+apvab(i))
end if

if (rstib(i).lt.0) then
rstib(i)=0.
end if

write(*,' (i8,2f11.3,f15.3,f13.3,f15.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),apvab(i),yfmaf(i),rstib(i)
write(7,' (i8,2f11.3,f15.3,f13.3,f15.3)') i,
bsti4b(i),esti4b(i),apvab(i),yfmaf(i),rstib(i)

end do

C-----
c      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΒΡΑΧΩΝ
c-----

C-----1.Ύψος

call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 1.Ύψος',34,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Ύψος_Πρανούς'
1//'      Βαθμ_Ύψους',71,2)

write(7,' (80(''-'))')
write(7,' (5x,' 'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 1.Ύψος')')
write(7,' (80(''-'))')
write(7,' (''      A/A  Οδογρ      Από'
1//'      Έως      Ύψος_Πρανούς      Βαθμ_Ύψους')')
write(7,' (80(''-'))')

do i=1,ibra

vahbra(i)=0.1*hbhra(i)

write(*,' (i8,i7,2f12.3,f18.3,f16.3)') i,lbra(i),
1bbbra(i),ebra(i),hbhra(i),vahbra(i)
write(7,' (i8,i7,2f12.3,f18.3,f16.3)') i,lbra(i),
1bbbra(i),ebra(i),hbhra(i),vahbra(i)

end do

C-----2.Κλίση

call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 2.Κλίση',35,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Κλίση_Πρανούς'
1//'      Βαθμ_Κλίσης',71,2)

write(7,' (80(''-'))')
write(7,' (5x,' 'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 2.Κλίση')')
write(7,' (80(''-'))')
write(7,' (''      A/A  Οδογρ      Από'
1//'      Έως      Κλίση_Πρανούς      Βαθμ_Κλίσης')')

```

```

write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ibra

if (abra(i).le.0) then
vaabra(i)=0
else
vaabra(i)=1./(1.18+0.66/tan(abra(i)*pi/180.))/0.317
end if
if(vaabra(i).lt.0) then
vaabra(i)=0
end if

write(*,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),abra(i),vaabra(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),abra(i),vaabra(i)

end do

```

C-----3.Σεισμός

```

call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 3.Σεισμός',37,1)

call g(' A/A Οδογρ Από Έως Σεισμ_Επιταχ'
// ' Βαθμ_Σεισμού',71,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 3.Σεισμός')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' A/A Οδογρ Από '
// ' Έως Σεισμ_Επιταχ Βαθμ_Σεισμού')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ibra
vasbra(i)=sbra(i)/160

write(*,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),int(sbra(i)),vasbra(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),int(sbra(i)),vasbra(i)

end do

```

C-----4.Βροχόπτωση

```

call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 4.Βροχόπτωση',34,1)

call g(' A/A Οδογρ Από Έως Ύψος_βροχής'
// ' Βαθμ_Βροχόπτ',71,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 4.Βροχόπτωση')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' A/A Οδογρ Από '
// ' Έως Ύψος_βροχής Βαθμ_Βροχόπτ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ibra

vavbra(i)=vbbra(i)/800

write(*,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),int(vbbra(i)),vavbra(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,i18,f16.3)') i,lbra(i),
bbbra(i),ebra(i),int(vbbra(i)),vavbra(i)

end do

```


C-----5.Υλικό

```
call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 5.Υλικό',29,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως      Υλικό'
1//'      SMR/NSPT      Βαθμ_Υλικού',79,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 5.Υλικό')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      A/A  Οδογρ      Από'
1//'      Έως      Υλικό      SMR/NSPT      Βαθμ_Υλικού')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ibra

if (kybra(i).eq.'S') then
vaybra(i)=0.2*tybra(i)
else if (kybra(i).eq.'R') then
vaybra(i)=0.25*tybra(i)+5
end if

write(*,'(i8,i7,2f12.3,1x,a10,i14,f16.3)') i,lbra(i),
1bbra(i),ebra(i),kybra(i),int(tybra(i)),vaybra(i)
write(7,'(i8,i7,2f12.3,1x,a10,i14,f16.3)') i,lbra(i),
1bbra(i),ebra(i),kybra(i),int(tybra(i)),vaybra(i)

end do
```

C-----6.Συνολικό

```
call g('Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 6.Συνολικό',38,1)

call g('      A/A  Οδογρ      Από      Έως  B_Υψ  B_Κλ'
1//'      B_Σε  B_Βρ  B_Υλ  Συντ_Βραχ',78,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Πτώσης Βράχων - 6.Συνολικό')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      A/A  Οδογρ      Από      Έως  B_Υψ  B_Κλ'
1//'      B_Σε  B_Βρ  B_Υλ  Συντ_Βραχ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ibra

if (vaybra(i).eq.0) then
rbra(i)=9999.
else
rbra(i)=vahbra(i)*vaabra(i)*(0.3*vasbra(i)+0.7*vavbra(i))/
1vaybra(i)
end if

write(*,'(i8,i7,2f10.3,f6.1,4f7.1,f11.3)') i,lbra(i),
1bbra(i),ebra(i),vahbra(i),vaabra(i),vasbra(i),vavbra(i),
1vaybra(i),rbra(i)
write(7,'(i8,i7,2f10.3,f6.1,4f7.1,f11.3)') i,lbra(i),
1bbra(i),ebra(i),vahbra(i),vaabra(i),vasbra(i),vavbra(i),
1vaybra(i),rbra(i)

end do
```

C-----
c ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΘ ΑΡΧΗΣ "f&b"
C-----

```
call g('Πίνακες 1. Δημιουργία Πινάκων ΧΘ Αρχής "f&b"',45,1)
```

```

call g(' ',1,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πίνακες 1. Δημιουργία Πινάκων ΧΘ Αρχής "f&b"'')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' ')')
write(7,'(80(''-'))')

```

C-----Forward

```

ifin = iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+ik+id

k=0

do i= 1,ifin

  if (i.le.iaxm) then

    if (laxm(i).gt.0) then
      k=k+1
      bfinfarx(k)=baxm(i)
    end if

    else if (i.le.(iaxm+iers)) then

      if (lers(i-iaxm).gt.0) then
        k=k+1
        bfinfarx(k)=bers(i-iaxm)
      end if

      else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp)) then

        if (l Kemp(i-iaxm-iers).gt.0) then
          k=k+1
          bfinfarx(k)=b Kemp(i-iaxm-iers)
        end if

        else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple)) then

          if (lple(i-iaxm-iers- Kemp).gt.0) then
            k=k+1
            bfinfarx(k)=bple(i-iaxm-iers- Kemp)
          end if

          else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra)) then

            if (lbra(i-iaxm-iers- Kemp-iple).gt.0) then
              k=k+1
              bfinfarx(k)=bbra(i-iaxm-iers- Kemp-iple)
            end if

            else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+ik)) then

              k=k+1
              bfinfarx(k)=bsti4f(i-iaxm-iers- Kemp-iple-ibra)

              else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+ik+id)) then

                k=k+1
                bfinfarx(k)=bd(i-iaxm-iers- Kemp-iple-ibra-ik)

```

```

end if
end do

do i=1,k
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinfarx(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinfarx(i)
end do

C-----Backward

ifin = iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+il+id

l=0

do i= 1,ifin

if (i.le.iaxm) then

if (laxm(i).lt.0) then
l=l+1
bfinbarx(l)=baxm(i)
end if

else if (i.le.(iaxm+iers)) then

if (lers(i-iaxm).lt.0) then
l=l+1
bfinbarx(l)=bers(i-iaxm)
end if

else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp)) then

if (l Kemp(i-iaxm-iers).lt.0) then
l=l+1
bfinbarx(l)=b Kemp(i-iaxm-iers)
end if

else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple)) then

if (lple(i-iaxm-iers- Kemp).lt.0) then
l=l+1
bfinbarx(l)=bple(i-iaxm-iers- Kemp)
end if

else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra)) then

if (lbra(i-iaxm-iers- Kemp-iple).lt.0) then
l=l+1
bfinbarx(l)=bbra(i-iaxm-iers- Kemp-iple)
end if

else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+il)) then

l=l+1
bfinbarx(l)=bsti4b(i-iaxm-iers- Kemp-iple-ibra)

else if (i.le.(iaxm+iers+ Kemp+iple+ibra+il+id)) then

l=l+1
bfinbarx(l)=bd(i-iaxm-iers- Kemp-iple-ibra-il)

```

```

end if
end do

do i=1,l
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinbarx(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinbarx(i)
end do

C-----
C      ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΘ ΑΡΧΗΣ "f&b"
C-----

c-----ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ bfinfarx,k

do i=2,k

j=k
do while(j.ge.i)
if(bfinfarx(j-1).gt.bfinfarx(j)) then
temp=bfinfarx(j-1)
bfinfarx(j-1)=bfinfarx(j)
bfinfarx(j)=temp
end if
j=j-1
end do

end do

c-----ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ bfinbarx,l

do i=2,l

j=1
do while(j.ge.i)
if(bfinbarx(j-1).gt.bfinbarx(j)) then
temp=bfinbarx(j-1)
bfinbarx(j-1)=bfinbarx(j)
bfinbarx(j)=temp
end if
j=j-1
end do

end do

call g('Πίνακες 2. Ταξινομήση Πινάκων ΧΘ Αρχής "f&b"',44,1)

call g(' ',1,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πίνακες 2. Ταξινομήση Πινάκων ΧΘ Αρχής "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,k
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinfarx(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinfarx(i)
end do

do i=1,l
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinbarx(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinbarx(i)
end do

C-----
C      ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΙΑΙΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΘ ΑΡΧΗΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΠΛΟΤΥΠΑ "f&b"

```

```

c-----
c-----forward : bfinfarx,k σε bfinf,knew

bfinf(1)=bfinfarx(1)
knew=1

do i=2,k
if(bfinfarx(i).ne.bfinfarx(i-1)) then
knew=knew+1
bfinf(knew)=bfinfarx(i)
end if
end do

ifinf=knew

c-----backward : bfinbarx,l σε bfinb,lnew

bfinb(1)=bfinbarx(1)
lnew=1

do i=2,l
if(bfinbarx(i).ne.bfinbarx(i-1)) then
lnew=lnew+1
bfinb(lnew)=bfinbarx(i)
end if
end do

ifinb=lnew

call g('Πίνακες 3. Τελικοί Πίνακες ΧΘ Αρχής χ.δ."f&b"',46,1)

call g(' ',1,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πίνακες 3. Τελικοί Πίνακες ΧΘ Αρχής χ.δ."f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ifinf
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinf(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinf(i)
end do

do i=1,ifinb
write(*,'(i8,f12.3)') i,bfinb(i)
write(7,'(i8,f12.3)') i,bfinb(i)
end do

c-----
c      ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΘ ΤΕΛΟΥΣ "f&b"
c-----

do i=1,ifinf-1
efinf(i)=bfinf(i+1)
end do
efinf(ifinf)=k39(i39)

do i=1,ifinb-1
efinb(i)=bfinb(i+1)
end do
efinb(ifinb)=k39(i39)

call g('Πίνακες 4. Πίνακες ΧΘ Αρχής & Τέλους "f&b"',43,1)

call g(' ',1,2)

```

```

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Πίνακες 4. Πίνακες ΧΘ Αρχής & Τέλους "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' '')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ifinf
write(*,'(i8,2f12.3)' ) i,bfinf(i),efinf(i)
write(7,'(i8,2f12.3)' ) i,bfinf(i),efinf(i)
end do

do i=1,ifinb
write(*,'(i8,2f12.3)' ) i,bfinb(i),efinb(i)
write(7,'(i8,2f12.3)' ) i,bfinb(i),efinb(i)
end do

C-----
c      ΕΥΡΕΣΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΜΗΜΑ ΧΘ "f&b"
C-----

C-----Τελικός Συντελεστής Αιχμής "f&b"

do i=1,ifinf
do j=1,iaxm
if (laxm(j).gt.0) then
if (baxm(j).le.bfinf(i)) then
if (eaxm(j).ge.efinf(i)) then
raxmfinf(i)=raxm(j)
end if
end if
end if
end do
end do

do i=1,ifinb
do j=1,iaxm
if (laxm(j).lt.0) then
if (baxm(j).le.bfinb(i)) then
if (eaxm(j).ge.efinb(i)) then
raxmfinb(i)=raxm(j)
end if
end if
end if
end do
end do

C-----Τελικός Συντελεστής Ερεισμάτων "f&b"

do i=1,ifinf
do j=1,iers
if (lers(j).gt.0) then
if (bers(j).le.bfinf(i)) then
if (eers(j).ge.efinf(i)) then
rersfinf(i)=rers(j)
end if
end if
end if
end do
end do

do i=1,ifinb
do j=1,iers
if (lers(j).lt.0) then
if (bers(j).le.bfinb(i)) then
if (eers(j).ge.efinb(i)) then
rersfinb(i)=rers(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

```

end if
end do
end do

```

C-----Τελικός Συντελεστής Εμποδίων "f&b"

```

do i=1,ifinf
do j=1,iemp
if (lemp(j).gt.0) then
if (bemp(j).le.bfinf(i)) then
if (eemp(j).ge.efinf(i)) then
rempfinf(i)=remp(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

```

do i=1,ifinb
do j=1,iemp
if (lemp(j).lt.0) then
if (bemp(j).le.bfinb(i)) then
if (eemp(j).ge.efinb(i)) then
rempfinb(i)=remp(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

C-----Τελικός Συντελεστής Πλ.Χώρου "f&b"

```

do i=1,ifinf
do j=1,iple
if (lple(j).gt.0) then
if (bple(j).le.bfinf(i)) then
if (eple(j).ge.efinf(i)) then
rplefinf(i)=rple(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

```

do i=1,ifinb
do j=1,iple
if (lple(j).lt.0) then
if (bple(j).le.bfinb(i)) then
if (eple(j).ge.efinb(i)) then
rplefinb(i)=rple(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

C-----Τελικός Συντελεστής Σιγηθαίων "f&b"

```

do i=1,ifinf
do j=1,ik
if (int(bsti4f(j)*10).le.int(bfinf(i)*10)) then
if (int(esti4f(j)*10).ge.int(efinf(i)*10)) then
rstifinf(i)=rstif(j)
yfstifinf(i)=yfstif(j)
end if
end if
end do
end do

```

```

do i=1,ifinb
do j=1,il
if (int(bsti4b(j)*10).le.int(bfinb(i)*10)) then
if (int(esti4b(j)*10).ge.int(efinb(i)*10)) then
rstifinb(i)=rstib(j)
yfstifinb(i)=yfstib(j)
end if
end if
end do
end do

```

C-----Τελικός Συντελεστής Πτώσης Βράχων "f&b"

```

do i=1,ifinf
do j=1,ibra
if (lbra(j).gt.0) then
if (bbra(j).le.bfinf(i)) then
if (ebra(j).ge.efinf(i)) then
rbrafinf(i)=rbra(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

```

do i=1,ifinb
do j=1,ibra
if (lbra(j).lt.0) then
if (bbra(j).le.bfinb(i)) then
if (ebra(j).ge.efinb(i)) then
rbrafinb(i)=rbra(j)
end if
end if
end if
end do
end do

```

C-----Μηδενισμός Συντελεστή Εμποδίων, αν υπάρχει Σιηθαίο

```

call g('Τροποποίηση συντ.εμποδ. βάσει σιηθαίων "f&b"',44,1)

```

```

call g(' A/A Από Έως'
1//' Συντ_Εμπ Τύπος_Σιηθ Νέος_Συντ_Εμπ',71,2)
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Τροποποίηση συντ.εμποδ. βάσει'
1//' σιηθαίων "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('' A/A Από Έως'
1//' Συντ_Εμπ Τύπος_Σιηθ Νέος_Συντ_Εμπ')')
write(7,'(80(''-'))')

```

```

do i=1,ifinf

palio=rempfinf(i)
if (yfstifinf(i).ne.'0') then
rempfinf(i)=0
end if

write(*,'(i8,2f11.3,f12.3,1x,a8,f22.3)') i,bfinf(i),efinf(i),
1palio,yfstifinf(i),rempfinf(i)
write(7,'(i8,2f11.3,f12.3,1x,a8,f22.3)') i,bfinf(i),efinf(i),
1palio,yfstifinf(i),rempfinf(i)

end do

do i=1,ifinb

```



```

palio=rempfinb(i)
if (yfstifinb(i).ne.'0') then
  rempfinb(i)=0
end if

write(*,'(i8,2f11.3,f12.3,1x,a8,f22.3)') i,bfinb(i),efinb(i),
palio,yfstifinb(i),rempfinb(i)
write(7,'(i8,2f11.3,f12.3,1x,a8,f22.3)') i,bfinb(i),efinb(i),
palio,yfstifinb(i),rempfinb(i)

end do

```

C-----Εμφάνιση Τελικών Πινάκων Βαθμολογιών "f&b"

```

call g('Τελικές Βαθμολογίες "f&b"',26,1)

call g('      A/A      Από      Έως      Αίχμη'
//      'Ερει      Εμπο      Πλευ      Στηθ      Βραχ',79,2)
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Τελικές Βαθμολογίες "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(''      A/A      Από      Έως'
//      'Αίχμη      Ερει      Εμπο      Πλευ      Στηθ      Βραχ'')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,ifinf
  write(*,'(i8,2f11.3,f10.2,5f8.2)') i,bfinf(i),efinf(i),
  raxmfinf(i),rersfinf(i),rempfinf(i),rplefinf(i),rstifinf(i),
  rbrafinf(i)
  write(7,'(i8,2f11.3,f10.2,5f8.2)') i,bfinf(i),efinf(i),
  raxmfinf(i),rersfinf(i),rempfinf(i),rplefinf(i),rstifinf(i),
  rbrafinf(i)
end do

do i=1,ifinb
  write(*,'(i8,2f11.3,f10.2,5f8.2)') i,bfinb(i),efinb(i),
  raxmfinb(i),rersfinb(i),rempfinb(i),rplefinb(i),rstifinb(i),
  rbrafinb(i)
  write(7,'(i8,2f11.3,f10.2,5f8.2)') i,bfinb(i),efinb(i),
  raxmfinb(i),rersfinb(i),rempfinb(i),rplefinb(i),rstifinb(i),
  rbrafinb(i)
end do

```

```

C-----
C      ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ
C-----

```

C-----Forward

```

do i=1,id

  tempaxm=0
  tempers=0
  tempemp=0
  temple=0
  tempsti=0
  tempbra=0

  do j=1,ifinf

    if (bfinf(j).ge.bd(i)) then

      if (efinf(j).le.ed(i)) then

        tempaxm=tempaxm+raxmfinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))
        tempers=tempers+rersfinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))
        tempemp=tempemp+rempfinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))

```

```

tempple=tempple+rplefinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))
tempsti=tempsti+rstifinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))
tempbra=tempbra+rbrafinf(j)*(efinf(j)-bfinf(j))

end if
end if
end do

raxmdf(i)=tempaxm/(ed(i)-bd(i))
rersdf(i)=tempers/(ed(i)-bd(i))
rempdf(i)=tempemp/(ed(i)-bd(i))
rpledf(i)=tempple/(ed(i)-bd(i))
rstidf(i)=tempsti/(ed(i)-bd(i))
rbradf(i)=tempbra/(ed(i)-bd(i))

end do

C-----Backward

do i=1,id

tempaxm=0
tempers=0
tempemp=0
tempple=0
tempsti=0
tempbra=0

do j=1,ifinb

if (bfinb(j).ge.bd(i)) then

if (efinb(j).le.ed(i)) then

tempaxm=tempaxm+raxmfinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))
tempers=tempers+rersfinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))
tempemp=tempemp+rempfinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))
tempple=tempple+rplefinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))
tempsti=tempsti+rstifinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))
tempbra=tempbra+rbrafinb(j)*(efinb(j)-bfinb(j))

end if
end if
end do

raxmdb(i)=tempaxm/(ed(i)-bd(i))
rersdb(i)=tempers/(ed(i)-bd(i))
rempdb(i)=tempemp/(ed(i)-bd(i))
rpledb(i)=tempple/(ed(i)-bd(i))
rstidb(i)=tempsti/(ed(i)-bd(i))
rbradb(i)=tempbra/(ed(i)-bd(i))

end do

C-----Εμφάνιση

call g('Βαθμολογίες Τμημάτων Ελέγχου "f&b"',34,1)

call g(' A/A Από Έως Αιχμ'
// ' Έρει Εμπο Πλευ Στηθ Βραχ',79,2)
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Βαθμολογίες Τμημάτων Ελέγχου "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(' A/A Από Έως'
// ' Αιχμ Έρει Εμπο Πλευ Στηθ Βραχ')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,id

```

```

write(*,' (i8,2f11.3,f10.2,5f8.2) ' ) i,bd(i),ed(i),
1 raxmdf(i),rersdf(i),rempdf(i),rpled(i),rstidf(i),rbradf(i)
write(7,' (i8,2f11.3,f10.2,5f8.2) ' ) i,bd(i),ed(i),
1 raxmdf(i),rersdf(i),rempdf(i),rpled(i),rstidf(i),rbradf(i)
end do

do i=1,id
write(*,' (i8,2f11.3,f10.2,5f8.2) ' ) i,bd(i),ed(i),
1 raxmdb(i),rersdb(i),rempdb(i),rpledb(i),rstidb(i),rbradb(i)
write(7,' (i8,2f11.3,f10.2,5f8.2) ' ) i,bd(i),ed(i),
1 raxmdb(i),rersdb(i),rempdb(i),rpledb(i),rstidb(i),rbradb(i)
end do

C-----
C      ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
C-----

call g('Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"',35,1)

call g('      A/A      Από      Έως      Coeff'
1 //'      Coefb',50,2)
write(7,' (80(''-')) ' )
write(7,' (5x, 'Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"') ' )
write(7,' (80(''-')) ' )
write(7,' ('      A/A      Από      Έως      Coeff'
1 //'      Coefb') ' )
write(7,' (80(''-')) ' )

do i=1,id
rtotalf(i)=0.05*raxmdf(i)+0.05*rersdf(i)+0.25*rempdf(i)
1 +0.15*rpled(i)+0.30*rstidf(i)+0.20*rbradf(i)
rtotalb(i)=0.05*raxmdb(i)+0.05*rersdb(i)+0.25*rempdb(i)
1 +0.15*rpledb(i)+0.30*rstidb(i)+0.20*rbradb(i)

write(*,' (i8,4f11.3) ' ) i,bd(i),ed(i),rtotalf(i),rtotalb(i)
write(7,' (i8,4f11.3) ' ) i,bd(i),ed(i),rtotalf(i),rtotalb(i)

end do

C-----
C      V85F - V85B - ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ DAY
C-----

call g('Υπολογισμοί v85-Διαστήματα',26,1)
call g('Διάστημα      Ελκτικότητα      V85f      V85b',44,2)

write(7,' (80(''-')) ' )
write(7,' (5x, 'Υπολογισμοί v85-Διαστήματα') ' )
write(7,' (80(''-')) ' )
write(7,' ('      Διάστημα      Ελκτικότητα      V85f      V85b') ' )
write(7,' (80(''-')) ' )

do m=1,id

eli2=0

do i=2,ih-1

if(int(sts(i)*1000).ge.int(bd(m)*1000)) then
if(int(sts(i)*1000).le.int(ed(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).ge.int(bd(m)*1000)) then
if(int(sst(i)*1000).le.int(ed(m)*1000)) then
eli2=eli2+(200-gon(i)*200./3.14159265)
end if
end if
end if
end if

end do

```

```

eli2=eli2*pi/200/(ed(m)-bd(m))*63700

v85f(m)=1000000/(10150.1+8.529*eli2)+(blw-3.75)*5+0.25*grd(m)
v85b(m)=1000000/(10150.1+8.529*eli2)+(blw-3.75)*5-0.25*grd(m)

write(*,'(2x,i8,3f12.3)') m,eli2,v85f(m),v85b(m)

write(7,'(5x,i8,3f12.3)') m,eli2,v85f(m),v85b(m)

end do

c-----
c      ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ
c-----

call g('Συντελεστής Προσαύξησης-Τραυματισμών',36,1)
call g('Διάστημα      pef      pbf      pvf      peb      pbb      pvb'
1//'      Σ_τραυμ_f      Σ_τραυμ_b',78,2)

write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Συντελεστής Προσαύξησης-Τραυματισμών')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(2x,'      Διάστ      pef      pbf      pvf      peb      pbb'
1//'      pvb      Σ_τραυμ_f      Σ_τραυμ_b')')
write(7,'(80(''-'))')

do m=1,id

pef(m)=0.6*2.71828**(-(v85f(m)-60)**2/1000)
pbf(m)=0.6*2.71828**(-(v85f(m)-100)**2/1000)
pvf(m)=(160-v85f(m))**4/(v85f(m)**4+(160-v85f(m))**4)
pbf(m)=(1-pvf(m))*(1-pef(m)-pbf(m))

raccidentf(m)=pef(m)+14.*pbf(m)+100.*pvf(m)

peb(m)=0.6*2.71828**(-(v85b(m)-60)**2/1000)
pbb(m)=0.6*2.71828**(-(v85b(m)-100)**2/1000)
pvb(m)=(160-v85b(m))**4/(v85b(m)**4+(160-v85b(m))**4)
pvb(m)=(1-pvb(m))*(1-peb(m)-pbb(m))

raccidentb(m)=peb(m)+14.*pbb(m)+100.*pvb(m)

write(*,'(2x,i8,6f8.3,2f11.3)')
1 m,pef(m),pbf(m),pvf(m),peb(m),pbb(m),pvb(m),raccidentf(m),
2 raccidentb(m)

write(7,'(2x,i8,6f8.3,2f11.3)')
1 m,pef(m),pbf(m),pvf(m),peb(m),pbb(m),pvb(m),raccidentf(m),
2 raccidentb(m)

end do

c-----
c      ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
c-----

call g('Τελικοί Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"',43,1)

call g('      A/A      Από      Έως      Coeff'
1//'      Coefb',50,2)
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'(5x,'Τελικοί Συντελεστές Τμημάτων Ελέγχου "f&b"')')
write(7,'(80(''-'))')
write(7,'('      A/A      Από      Έως      Coeff'
1//'      Coefb')')
write(7,'(80(''-'))')

do i=1,id

```

```

rfinalf(i)=rtotalf(i)*raccidentf(i)
rfinalb(i)=rtotalb(i)*raccidentb(i)

write(*,'(i8,4f11.3)') i,bd(i),ed(i),rfinalf(i),rfinalb(i)
write(7,'(i8,4f11.3)') i,bd(i),ed(i),rfinalf(i),rfinalb(i)

end do

c-----
c      COLOR ROADLINES-AXL
c-----
lv1=' ξοναξ_____ '

do i=2,i39

do l=1,id
rtotalmax(l)=max(rfinalf(l),rfinalb(l))
if(k39(i).ge.bd(l)) then
if(k39(i).le.ed(l)) then
if(rtotalmax(l).le.150) clr=3
if(rtotalmax(l).ge.150.and.rtotalmax(l).le.300) clr=30
if(rtotalmax(l).ge.300.and.rtotalmax(l).le.450) clr=6
if(rtotalmax(l).ge.450) clr=1
call line2(x39(i-1),y39(i-1),x39(i),y39(i))
end if
end if
end do

end do

c-----
c      COLOR ROADLINES-SIDES
c-----
lv1=' Οριογραμμές_____ '

do k=1,2
j=j41(k)
do i=2,i41(k,j)

do l=1,id
rtotalmax(l)=max(rfinalf(l),rfinalb(l))
if(k41(k,j,i).ge.bd(l)) then
if(k41(k,j,i).le.ed(l)) then
if(rtotalmax(l).le.150) clr=3
if(rtotalmax(l).ge.150.and.rtotalmax(l).le.300) clr=30
if(rtotalmax(l).ge.300.and.rtotalmax(l).le.450) clr=6
if(rtotalmax(l).ge.450) clr=1
call line2(x41(k,j,i-1),y41(k,j,i-1),x41(k,j,i),y41(k,j,i))
end if
end if
end do

end do
end do

c-----
c      DRAW KILOMETRAGES
c-----
if(int(stk*1000).gt.0) then

lv1=' Χιλιόμετρα_____ '
clr=5

if(int((enk-bgk)*1000).eq.0) then
bgk=k39(1)
enk=k39(i39)
end if

```

```

do i=1,(enk-bgk)/stk
klm=bgk+i*stk

do j=2,i39
if(klm.ge.k39(j-1)) then
if(klm.le.k39(j)) then
call insert(k39(j-1),x39(j-1),k39(j),x39(j),klm,x)
call insert(k39(j-1),y39(j-1),k39(j),y39(j),klm,y)
call insert(k39(j-1),a39(j-1),k39(j),a39(j),klm,ang)

if(ang.lt.0)    ang=ang+400
if(ang.gt.400) ang=ang-400

dst=-thg/2
if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xa=x+dst*cos(ang*pi/200)
ya=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xa=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
ya=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then
xa=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
ya=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xa=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
ya=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

dst=thg/2
if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xb=x+dst*cos(ang*pi/200)
yb=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xb=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
yb=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then
xb=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
yb=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xb=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
yb=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

call line2(xa,ya,xb,yb)
call circle(x,y,z,thg/6)
call circle(x,y,z,thg/3)

call insert(k39(j-1),x39(j-1),k39(j),x39(j),klm-thg,x)
call insert(k39(j-1),y39(j-1),k39(j),y39(j),klm-thg,y)
call insert(k39(j-1),a39(j-1),k39(j),a39(j),klm-thg,ang)

if(ang.lt.0)    ang=ang+400
if(ang.gt.400) ang=ang-400

dst=dsk

```

```

if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xa=x+dst*cos(ang*pi/200)
ya=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xa=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
ya=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then
xa=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
ya=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xa=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
ya=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

ang=100-ang+ank
call tenuk(xa,ya,z,ang,' ',0,klm,3)
end if
end if
end do

end if

-----
c      DAY KILOMETRAGE
c-----
lv1='XΘ_Τμημάτων_Ελέγχου_____'

clr=0

col(1)=bd(1)
col(2)=ed(1)
do i=2,id
col(i+1)=ed(i)
end do

do i=1,id+1
klm=col(i)

do j=2,i39
if(klm.ge.k39(j-1)) then
if(klm.le.k39(j)) then
call insert(k39(j-1),x39(j-1),k39(j),x39(j),klm,x)
call insert(k39(j-1),y39(j-1),k39(j),y39(j),klm,y)
call insert(k39(j-1),a39(j-1),k39(j),a39(j),klm,ang)

if(ang.lt.0)    ang=ang+400
if(ang.gt.400) ang=ang-400

dst=-thg/2
if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xa=x+dst*cos(ang*pi/200)
ya=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xa=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
ya=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then

```

```

xa=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
ya=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xa=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
ya=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

dst=thg/2
if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xb=x+dst*cos(ang*pi/200)
yb=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xb=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
yb=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then
xb=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
yb=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xb=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
yb=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

call line2(xa,ya,xb,yb)

dst=dsc
if(ang.ge. 0.and.ang.lt.100) then
xa=x+dst*cos(ang*pi/200)
ya=y-dst*sin(ang*pi/200)
end if

if(ang.ge.100.and.ang.lt.200) then
xa=x-dst*cos((200-ang)*pi/200)
ya=y-dst*sin((200-ang)*pi/200)
end if

if(ang.ge.200.and.ang.le.300) then
xa=x-dst*cos((ang-200)*pi/200)
ya=y+dst*sin((ang-200)*pi/200)
end if

if(ang.ge.300.and.ang.le.400) then
xa=x+dst*cos((400-ang)*pi/200)
ya=y+dst*sin((400-ang)*pi/200)
end if

ang=-ang+anc
call tenuk(xa,ya,z,ang,' ',0,klm,3)
end if
end do

end do

c-----
c      FRAME
c-----

if(int((xll+yll+xur+yur)*1000).eq.0) then

xmn = 9999999
ymn = 9999999

```



```

xmx = -9999999
ymx = -9999999

do i=1,ih
if(xh(i).lt.xmn) xmn=xh(i)
if(yh(i).lt.ymn) ymn=yh(i)
if(xh(i).gt.xmx) xmx=xh(i)
if(yh(i).gt.ymx) ymx=yh(i)
end do

call exist(fmiso,iiso,'fm.iso  ')

if(iiso.gt.0) then
open(1,file=fmiso,status='unknown')
do i=1,9
read(1,'(1x)')
end do
do while(.not.eof(1))
read(1,*) xp,yp,zp
if(xp.lt.xmn) xmn=xp
if(yp.lt.ymn) ymn=yp
if(zp.lt.zmn) zmn=zp
if(xp.gt.xmx) xmx=xp
if(yp.gt.ymx) ymx=yp
if(zp.gt.zmx) zmx=zp
end do
close (1)
end if

xll=int(xmn/glc)*glc-glc
yll=int(ymn/glc)*glc-glc
zll=int(zmn/5.)*5-5

xur=int(xmx/glc)*glc+glc
yur=int(ymx/glc)*glc+glc
zur=int(zmx/5.)*5+5

ifrm=1

end if

c-----
c      FRAME
c-----
lv1='Πλαίσιο _____'

clr=5

xpl(1) = xll
ypl(1) = yll
zpl(1) = 0
xpl(2) = xur
ypl(2) = yll
zpl(2) = 0
xpl(3) = xur
ypl(3) = yur
zpl(3) = 0
xpl(4) = xll
ypl(4) = yur
zpl(4) = 0
xpl(5) = xll
ypl(5) = yll
zpl(5) = 0

call poly(5,xpl,ypl,zpl)

c-----
c      LOGO

```

```

c-----
    lvl='Τίτλος_____'

    clr=0

    thg=4.0*thg
    call text(xll+thg,yll+4.0*thg,zll,z,prj,30)
    thg=thg/4.0

    thg=thg*2.0
    call text(xll+thg,yll+5.0*thg,zll,z,'FM19-GUS4-'
1// 'Βαθμολόγηση Παρόδιου Χώρου',36)
    call text(xll+thg,yll+3*thg,zll,z,'Βασίλειος Ματράγκος',19)
    call text(xll+thg,yll+1.0*thg,zll,z,'vasmatragos@mail.'
1// 'ntua.gr',24)
    thg=thg/2.0

c-----
c      RANGE TABLE - ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ
c-----
    lvl='Πίνακας_Εύρους_Τμημάτων_____'
    clr=0

    thg=2.0*thg
    xa=xll-48.0*thg
    ya=yur-8*thg

    call text(xa+12*thg,ya+2.25*thg,z,z,'Εύρη Βαθμολόγησης'
1// ' Τμημάτων',26)

    call text(xa,ya,z,z,'Βαθμολογία',10)
    call text(xa,ya-2.0*thg,z,z,'0-150',5)
    call text(xa,ya-4.0*thg,z,z,'150-300',7)
    call text(xa,ya-6.0*thg,z,z,'300-450',7)
    call text(xa,ya-8.0*thg,z,z,'>450',4)

    call text(xa+15.0*thg,ya,z,z,'Χαρακτηρισμός',13)
    call text(xa+15.0*thg,ya-2.0*thg,z,z,'Καλή',4)
    call text(xa+15.0*thg,ya-4.0*thg,z,z,'Μέτρια',6)
    call text(xa+15.0*thg,ya-6.0*thg,z,z,'Κακή',4)
    call text(xa+15.0*thg,ya-8.0*thg,z,z,'Απαράδεκτη',10)

    call text(xa+30.0*thg,ya,z,z,'Χρώμα',5)
    clr=3
    call text(xa+30.0*thg,ya-2.0*thg,z,z,'Πράσινο',7)
    clr=30
    call text(xa+30.0*thg,ya-4.0*thg,z,z,'Πορτοκαλί',9)
    clr=6
    call text(xa+30.0*thg,ya-6.0*thg,z,z,'Magenta',7)
    clr=1
    call text(xa+30.0*thg,ya-8.0*thg,z,z,'Κόκκινο',7)

    clr=0
    call line2(xa-thg,ya+4*thg,xa+44.0*thg,ya+4*thg)
    call line2(xa-thg,ya+1.5*thg,xa+44.0*thg,ya+1.5*thg)
    call line2(xa-thg,ya-0.5*thg,xa+44.0*thg,ya-0.5*thg)
    call line2(xa-thg,ya-2.5*thg,xa+44.0*thg,ya-2.5*thg)
    call line2(xa-thg,ya-4.5*thg,xa+44.0*thg,ya-4.5*thg)
    call line2(xa-thg,ya-6.5*thg,xa+44.0*thg,ya-6.5*thg)
    call line2(xa-thg,ya-8.5*thg,xa+44.0*thg,ya-8.5*thg)

    call line2(xa+14.0*thg,ya+1.5*thg,xa+14.0*thg,ya-8.5*thg)
    call line2(xa+29.0*thg,ya+1.5*thg,xa+29.0*thg,ya-8.5*thg)

    xpl(1) = xa-thg
    ypl(1) = ya+4*thg
    zpl(1) = 0
    xpl(2) = xa+44.0*thg

```

```

ypl(2) = ya+4*thg
zpl(2) = 0
xpl(3) = xa+44.0*thg
ypl(3) = ya-8.5*thg
zpl(3) = 0
xpl(4) = xa-thg
ypl(4) = ya-8.5*thg
zpl(4) = 0
xpl(5) = xa-thg
ypl(5) = ya+4*thg
zpl(5) = 0

call poly(5,xpl,ypl,zpl)

thg=thg/2.0

-----
c      DAY TABLE FORWARD
-----
lvl='Πίνακας_Τμημάτων_Ελέγχου_f_____'
clr=0

thg=2.0*thg

xa=xll-375.0*thg
ya=yur-24.5*thg

call text(xa+68.5*thg,ya+2.25*thg,z,z,'Τμήματα'
1// ' Ελέγχου Forward',23)

call text(xa,ya,z,z,'α/α',3)
call text(xa+15.0*thg,ya,z,z,'Από',3)
call text(xa+30.0*thg,ya,z,z,'Εως',3)
call text(xa+45.0*thg,ya,z,z,'Ταχύτητα V85f',13)
call text(xa+60.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Αιχμής',11)
call text(xa+75.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Ερείσματος',15)
call text(xa+90.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Εμποδίων',13)
call text(xa+105.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Πλ.Χώρου',13)
call text(xa+120.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Στηθαίων',13)
call text(xa+135.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Βράχων',11)
call text(xa+150.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Τραυματισμών',18)
call text(xa+165.0*thg,ya,z,z,'Τελικός Συντελεστής f',21)

call line2(xa-thg,ya+4*thg,xa+179.0*thg,ya+4*thg)
call line2(xa-thg,ya+1.5*thg,xa+179.0*thg,ya+1.5*thg)
call line2(xa-thg,ya-0.5*thg,xa+179.0*thg,ya-0.5*thg)

call line2(xa+14.0*thg,ya+1.5*thg,xa+14.0*thg,
1ya-0.5*thg-2.0*id*thg)
call line2(xa+29.0*thg,ya+1.5*thg,xa+29.0*thg,
1ya-0.5*thg-2.0*id*thg)
call line2(xa+44.0*thg,ya+1.5*thg,xa+44.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+59.0*thg,ya+1.5*thg,xa+59.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+74.0*thg,ya+1.5*thg,xa+74.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+89.0*thg,ya+1.5*thg,xa+89.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+104.0*thg,ya+1.5*thg,xa+104.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+119.0*thg,ya+1.5*thg,xa+119.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+134.0*thg,ya+1.5*thg,xa+134.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+149.0*thg,ya+1.5*thg,xa+149.0*thg,ya-0.5*thg
1-2.0*id*thg)
call line2(xa+164.0*thg,ya+1.5*thg,xa+164.0*thg,ya-0.5*thg

```

```

i-2.0*i*thg)

do i=1,id
dayreal(i)=i
call tenu(xa,ya-2.0*i*thg,z,z,"TM-",3,dayreal(i),0)
call tenuk(xa+15.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,' ',0,bd(i),3)
call tenuk(xa+30.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,' ',0,ed(i),3)
call number(xa+45.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,v85f(i),0)
call number(xa+60.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,raxmdf(i),2)
call number(xa+75.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rersdf(i),2)
call number(xa+90.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rempdf(i),2)
call number(xa+105.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rpledf(i),2)
call number(xa+120.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rstidf(i),2)
call number(xa+135.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rbradf(i),2)
call number(xa+150.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,raccidentf(i),2)

call line2(xa-thg,ya-0.5*thg-2.0*i*thg,xa+179.0*thg,
i ya-0.5*thg-2.0*i*thg)

if(rfinalf(i).le.150) clr=3
if(rfinalf(i).ge.150.and.rfinalf(i).le.300) clr=30
if(rfinalf(i).ge.300.and.rfinalf(i).le.450) clr=6
if(rfinalf(i).ge.450) clr=1
call number(xa+165.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rfinalf(i),2)

clr=0

end do

clr=0

xpl(1) = xa-thg
ypl(1) = ya+4*thg
zpl(1) = 0
xpl(2) = xa+179.0*thg
ypl(2) = ya+4*thg
zpl(2) = 0
xpl(3) = xa+179.0*thg
ypl(3) = ya-0.5*thg-2.0*i*thg
zpl(3) = 0
xpl(4) = xa-thg
ypl(4) = ya-0.5*thg-2.0*i*thg
zpl(4) = 0
xpl(5) = xa-thg
ypl(5) = ya+4*thg
zpl(5) = 0

call poly(5,xpl,ypl,zpl)

thg=thg/2.0

```

```

c-----
c      DAY TABLE BACKWARD
c-----
      lvl='Πίνακας_Τμημάτων_Ελέγχου_b____'
      clr=0

      thg=2.0*thg

      xa=xll-183.0*thg
      ya=yur-24.5*thg

      call text(xa+68.5*thg,ya+2.25*thg,z,z,'Τμήματα'
i //' Ελέγχου Backward',24)

      call text(xa,ya,z,z,'α/α',3)
      call text(xa+15.0*thg,ya,z,z,'Από',3)
      call text(xa+30.0*thg,ya,z,z,'Εως',3)

```

```

call text(xa+45.0*thg,ya,z,z,'Ταχύτητα V85b',13)
call text(xa+60.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Αιχμής',11)
call text(xa+75.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Ερείσματος',15)
call text(xa+90.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Εμποδίων',13)
call text(xa+105.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Πλ.Χώρου',13)
call text(xa+120.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Στηθαίων',13)
call text(xa+135.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Βράχων',11)
call text(xa+150.0*thg,ya,z,z,'Συντ.Τραυματισμών',18)
call text(xa+165.0*thg,ya,z,z,'Τελικός Συντελεστής b',21)

call line2(xa-thg,ya+4*thg,xa+179.0*thg,ya+4*thg)
call line2(xa-thg,ya+1.5*thg,xa+179.0*thg,ya+1.5*thg)
call line2(xa-thg,ya-0.5*thg,xa+179.0*thg,ya-0.5*thg)

call line2(xa+14.0*thg,ya+1.5*thg,xa+14.0*thg,
1 ya-0.5*thg-2.0*id*thg)
call line2(xa+29.0*thg,ya+1.5*thg,xa+29.0*thg,
1 ya-0.5*thg-2.0*id*thg)
call line2(xa+44.0*thg,ya+1.5*thg,xa+44.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+59.0*thg,ya+1.5*thg,xa+59.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+74.0*thg,ya+1.5*thg,xa+74.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+89.0*thg,ya+1.5*thg,xa+89.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+104.0*thg,ya+1.5*thg,xa+104.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+119.0*thg,ya+1.5*thg,xa+119.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+134.0*thg,ya+1.5*thg,xa+134.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+149.0*thg,ya+1.5*thg,xa+149.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)
call line2(xa+164.0*thg,ya+1.5*thg,xa+164.0*thg,ya-0.5*thg
1 -2.0*id*thg)

do i=1,id
dayreal(i)=i
call tenu(xa,ya-2.0*i*thg,z,z,'TM-',3,dayreal(i),0)
call tenuk(xa+15.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,' ',0,bd(i),3)
call tenuk(xa+30.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,' ',0,ed(i),3)
call number(xa+45.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,v85b(i),0)
call number(xa+60.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,raxmdb(i),2)
call number(xa+75.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rersdb(i),2)
call number(xa+90.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rempdb(i),2)
call number(xa+105.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rpledb(i),2)
call number(xa+120.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rstidb(i),2)
call number(xa+135.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rbradb(i),2)
call number(xa+150.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,raccidentb(i),2)

call line2(xa-thg,ya-0.5*thg-2.0*i*thg,xa+179.0*thg,
1 ya-0.5*thg-2.0*i*thg)

if(rfinalb(i).le.150) clr=3
if(rfinalb(i).ge.150.and.rfinalb(i).le.300) clr=30
if(rfinalb(i).ge.300.and.rfinalb(i).le.450) clr=6
if(rfinalb(i).ge.450) clr=1
call number(xa+165.0*thg,ya-2.0*i*thg,z,z,rfinalb(i),2)

clr=0

end do

clr=0

xpl(1) = xa-thg
ypl(1) = ya+4*thg

```

```

zpl(1) = 0
xpl(2) = xa+179.0*thg
ypl(2) = ya+4*thg
zpl(2) = 0
xpl(3) = xa+179.0*thg
ypl(3) = ya-0.5*thg-2.0*id*thg
zpl(3) = 0
xpl(4) = xa-thg
ypl(4) = ya-0.5*thg-2.0*id*thg
zpl(4) = 0
xpl(5) = xa-thg
ypl(5) = ya+4*thg
zpl(5) = 0

call poly(5,xpl,ypl,zpl)

thg=thg/2.0

c-----
c      FRAME TABLE
c-----
c      lvl='Πλαίσιο_Πινάκων_____'

clr=0
thg=4.0*thg
call text(xll-71.0*thg,yur-3.25*thg,z,z,prj,30)
thg=thg/4.0

clr=5
thg=2.0*thg

xpl(1) = xll
ypl(1) = yur
zpl(1) = 0
xpl(2) = xll
ypl(2) = min(ya-4.5*thg-2.0*id*thg,ya-4.5*thg-2.0*(ih-2)*thg)
zpl(2) = 0
xpl(3) = xll-380.0*thg
ypl(3) = min(ya-4.5*thg-2.0*id*thg,ya-4.5*thg-2.0*(ih-2)*thg)
zpl(3) = 0
xpl(4) = xll-380.0*thg
ypl(4) = yur
zpl(4) = 0
xpl(5) = xll
ypl(5) = yur
zpl(5) = 0

call poly(5,xpl,ypl,zpl)

thg=thg/2.0

c-----
c      FINISH GUS4.OUT
c-----
c      close (7)

c-----
c      FINISH GUS4.DXF
c-----
1000 call g('Κλείνω το GUS4.dxf',19,1)

call closedxf

close (0)

c-----
c      FINISH PROGRAM
c-----

```

```

call gc30('Έργο : ',7,prjg,1)
call g('GUS4 - fm19',12,1)
call g('Αντε Γειά',9,1)
call interval(2)

C-----
return
C-----

C-----
C   ERRORS
C-----
998 call g('Κλείστε το GUS4.dxf'
1//' από το AUTOCAD - Πατήστε Enter ',52,1)
read(*,*)
stop ''

999 call g('Ο Κατάλογος του αρχείου GUS4.dxf'
1//' δεν είναι έγκυρος ',52,1)
call gc70('Αρχείο=',7,GUS4dxf,1)
call g('Πατήστε Enter',51,1)
read(*,*)
stop ''

C-----
end
C-----

```


Παράρτημα Β.

Κώδικας Δημιουργίας Περιβάλλοντος FM-GUS

«Visual Basic for Applications»

Module 1

```
Attribute VB_Name = "Module1"
Sub CREATE_FILES()
Dim path As Variant
Dim i As Long
path = ActiveWorkbook.path
Open "c:\fm19\fm19.act" For Output Shared As #1
Write #1, path
Close

'FM.PRM
Dim PRM As String
Dim f1 As Variant, f2 As Variant, f3 As Variant
PRM = path & "\fm.prm"
i = 1
Open PRM For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("PRM").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("PRM").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("PRM").Cells(i, 3)
Write #1, f1, f2, f3
i = i + 1
Loop Until i = 154
Close

'FM.KOR
Dim KOR As String
KOR = path & "\fm.kor"
i = 2
Open KOR For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 4)
f5 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 5)
f6 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 6)
f7 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 7)
f8 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 8)
f9 = Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 9)
If Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5, f6, f7, f8, f9
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.SHM
Dim SHM As String
SHM = path & "\fm.SHM"
i = 2
Open SHM For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 2).Value
f3 = Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 3).Value
f4 = Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 4).Value
f5 = Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 5).Value
If Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.DAY
```

```

Dim DAY As String
DAY = path & "\fm.day"
i = 3
Open DAY For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("DAY").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("DAY").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("DAY").Cells(i, 3)
If Worksheets.Item("DAY").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("DAY").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.IKO
Dim IKO As String
IKO = path & "\fm.iko"
i = 3
Open IKO For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 4)
f5 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 5)
f6 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 6)
f7 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 7)
f8 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 8)
f9 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 9)
f10 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 10)
f11 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 11)
f12 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 12)
f13 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 13)
f14 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 14)
f15 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 15)
f16 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 16)
f17 = Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 17)
If Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5, f6, f7, f8, f9, f10, f11, f12, f13, f14, f15,
f16, f17
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("IKO").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.PIK
Dim PIK As String
PIK = path & "\fm.pik"
i = 1
Open PIK For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("PIK").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("PIK").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("PIK").Cells(i, 3)
Write #1, f1, f2, f3
i = i + 1
Loop Until i = 30
Close

'FM.AXM
Dim AXM As String
AXM = path & "\fm.axm"
i = 2
Open AXM For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 2)

```

```

f3 = Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 4)
f5 = Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 5)
If Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("AXM").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.ERS
Dim ERS As String
ERS = path & "\fm.ers"
i = 2
Open ERS For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 4)
If Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("ERS").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.EMP
Dim EMP As String
EMP = path & "\fm.emp"
i = 2
Open EMP For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 4)
If Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("EMP").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.PLE
Dim PLE As String
PLE = path & "\fm.ple"
i = 2
Open PLE For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 4)
If Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("PLE").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.STI
Dim STI As String
STI = path & "\fm.sti"
i = 2
Open STI For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 1)

```

```

f2 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 4)
f5 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 5)
f6 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 6)
f7 = Worksheets.Item("STI").Cells(i, 7)
If Worksheets.Item("STI").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5, f6, f7
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("STI").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.BRA
Dim BRA As String
BRA = path & "\fm.bra"
i = 2
Open BRA For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 3)
f4 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 4)
f5 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 5)
f6 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 6)
f7 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 7)
f8 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 8)
f9 = Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 9)
If Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 1) <> "" Then
Write #1, f1, f2, f3, f4, f5, f6, f7, f8, f9
End If
i = i + 1
Loop Until Worksheets.Item("BRA").Cells(i, 1) = ""
Close

'FM.PPL
Dim PPL As String
PPL = path & "\fm.ppl"
i = 1
Open PPL For Output Shared As #1
Do
f1 = Worksheets.Item("PPL").Cells(i, 1)
f2 = Worksheets.Item("PPL").Cells(i, 2)
f3 = Worksheets.Item("PPL").Cells(i, 3)
Write #1, f1, f2, f3
i = i + 1
Loop Until i = 30
Close

Beep

End Sub

```

Module 2

```
Attribute VB_Name = "Module2"
Sub MENU_Click()
    Call CREATE_FILES
    Sheets("MENU").Select
End Sub

Sub PRM_Click()
    Sheets("PRM").Select
End Sub

Sub PIK_Click()
    Sheets("PIK").Select
End Sub

Sub RET_Click()
    Sheets("RET").Select
End Sub

Sub AXL_Click()
    Sheets("AXL").Select
End Sub

Sub ALE_Click()
    Sheets("ALE").Select
End Sub

Sub HPI_Click()
    Sheets("HPI").Select
End Sub

Sub VPI_Click()
    Sheets("VPI").Select
End Sub

Sub KOR_Click()
    Sheets("KOR").Select
End Sub

Sub DAY_Click()
    Sheets("DAY").Select
End Sub

Sub IKO_Click()
    Sheets("IKO").Select
End Sub

Sub PRV_Click()
    Sheets("PRV").Select
End Sub

Sub KLM_Click()
    Sheets("KLM").Select
End Sub

Sub SHM_Click()
    Sheets("SHM").Select
End Sub

Sub AXM_Click()
    Sheets("AXM").Select
End Sub

Sub ERS_Click()
    Sheets("ERS").Select
End Sub
```

```

Sub EMP_Click()
    Sheets("EMP").Select
End Sub

Sub PLE_Click()
    Sheets("PLE").Select
End Sub

Sub STI_Click()
    Sheets("STI").Select
End Sub

Sub BRA_Click()
    Sheets("BRA").Select
End Sub

Sub PPL_Click()
    Sheets("PPL").Select
End Sub

Sub NPFMRET()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.RET"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMAXL()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.AXL"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMALE()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.ALE"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMHPI()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.HPI"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMVPI()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.VPI"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPOMEPLA()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now

```



```

    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\OME.PLA"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPOMEPI()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\OME.EPI"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPOMEMHK()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\OME.MHK"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPOMEPRF()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\OME.PRF"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMPLA()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.PLA"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFMEPI()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM.EPI"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFM83DAT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM83.DAT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPFM22DAT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\FM22.DAT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

```

```

Sub NPGUS1aOUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS1a.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPGUS1bOUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS1b.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPGUS2aOUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS2a.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPGUS2bOUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS2b.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPGUS3OUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS3.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub NPGUS4OUT()
    Dim StartTime As Double, pathexe As String, pathwb As String
    StartTime = Now
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    pathexe = "notepad " & pathwb & "\GUS4.OUT"
    On Error Resume Next
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub INFMKOR()
    Dim path As Variant
    Dim i As Integer
    Dim file As String
    Dim f1 As Double, f2 As Double, f3 As Double, f4 As Double, f5 As Double, f6
    As Double, f7 As Double, f8 As Double, f9 As Double
    path = ActiveWorkbook.path
    file = path & "\ome.hor"
    i = 1
    Open file For Input Shared As #1
    Do While Not EOF(1)
        Input #1, f1, f2, f3, f4, f5, f6, f7, f8, f9
        i = i + 1
    
```

```

Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 1) = f1
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 2) = f2
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 3) = f3
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 4) = f4
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 5) = f5
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 6) = f6
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 7) = f7
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 8) = f8
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 9) = f9
Loop
Close
Beep
End Sub

Sub INFMSHM()
Dim path As Variant
Dim i As Integer
Dim file As String
Dim f1 As Double, f2 As Double, f3 As Double, f4 As Double, f5 As Double
path = ActiveWorkbook.path
file = path & "\mod.mhk"
i = 1
Open file For Input Shared As #1
Do While Not EOF(1)
Input #1, f1, f2, f3, f4, f5
i = i + 1
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1) = f1
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 2) = f2
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 3) = f3
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 4) = f4
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 5) = f5
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1) = "F" & (i - 1)
Loop
Close
Beep
End Sub

Sub DELFMKOR()
Dim i As Integer
i = 1
Do While i < 500
i = i + 1
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 1) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 2) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 3) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 4) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 5) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 6) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 7) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 8) = ""
Worksheets.Item("KOR").Cells(i, 9) = ""
Loop
Beep
End Sub

Sub DELFMSHM()
Dim i As Integer
i = 1
Do While i < 500
i = i + 1
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 1) = ""
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 2) = ""
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 3) = ""
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 4) = ""
Worksheets.Item("SHM").Cells(i, 5) = ""
Loop
Beep
End Sub

```

Module 3

```
Attribute VB_Name = "Module3"
Public AcadApp As Object

Declare PtrSafe Function OpenProcess Lib "kernel32" _
    (ByVal dwDesiredAccess As Long, _
    ByVal bInheritHandle As Long, _
    ByVal dwProcessId As Long) As Long

Declare PtrSafe Function GetExitCodeProcess Lib "kernel32" _
    (ByVal hProcess As Long, _
    lpExitCode As Long) As Long

Public Const PROCESS_QUERY_INFORMATION = &H400

Public Const STILL_ACTIVE = &H103

Sub AcadConnect()

On Error Resume Next

Set AcadApp = GetObject(, "Autocad.Application")
If Err Then
    Err.Clear
    Set AcadApp = CreateObject("Autocad.Application")
    AcadApp.Visible = True
    If Err Then
        MsgBox Err.Description
        Exit Sub
    End If
End If
End Sub

Sub AcadClose()
    Set AcadApp = Nothing
End Sub

Sub Closeall()

Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next

If Dir(path & "\hrz.dxf") <> "" Then
    AcadApp.Application.ActiveDocument.Close (False)
End If

If Dir(path & "\mek.dxf") <> "" Then
    AcadApp.Application.ActiveDocument.Close (False)
End If

End Sub

Sub ACAD()
    AcadConnect
    On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    ACAD_apl.Documents.Open
End Sub

Sub P_OME()
    Call PP_OME
    Call A_OME
End Sub

Sub PP_OME()
```

```

Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
Call DELFMKOR
Call DELFMSHM
Call Closeall
Kill path & "\fm.lft"
Kill path & "\fm.cen"
Kill path & "\fm.rgt"
Kill path & "\fm.prp"
Kill path & "\fm.pla"
Kill path & "\fm.epi"
Kill path & "\ome.*"
Kill path & "\fm*.dat"
Call CREATE_FILES
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\ome-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
Call INFMKOR
Call CREATE_FILES
End Sub

Sub A_OME()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\ome.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

Sub P_HRZ()
Call PP_HRZ
Call A_HRZ
End Sub

Sub PP_HRZ()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
Call Closeall
    Kill path & "\hrz.dxf"
    Kill path & "\fm*.dat"
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\hrz-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub A_HRZ()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\hrz.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

Sub P_MEK()
Call PP_MEK
Call A_MEK
End Sub

```

```

Sub PP_MEK()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
Call Closeall
Kill path & "\mek.dxf"
Kill path & "\fm7.dat"
Kill path & "\fm10.dat"
Kill path & "\fm12.dat"
Kill path & "\fm19.dat"
Kill path & "\fm18.dat"
Kill path & "\fm39.dat"
Kill path & "\fm41.dat"
Kill path & "\fm50.dat"
Kill path & "\fm51.dat"
Kill path & "\fm52.dat"
Kill path & "\fm53.dat"
Kill path & "\fm54.dat"
Kill path & "\fm55.dat"
Kill path & "\fm56.dat"
Kill path & "\fm57.dat"
Kill path & "\fm58.dat"
Kill path & "\fm59.dat"
Kill path & "\fm60.dat"
Kill path & "\fm61.dat"
Kill path & "\fm62.dat"
Kill path & "\fm63.dat"
Kill path & "\fm64.dat"
Kill path & "\fm65.dat"
Kill path & "\fm66.dat"
Kill path & "\fm67.dat"
Kill path & "\fm68.dat"
Kill path & "\fm69.dat"
Kill path & "\fm70.dat"
StartTime = Now
pathexe = "c:\fm19\mek-e.exe"
ShellAndWait pathexe, 1
End Sub

Sub A_MEK()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
dwgname = pathwb & "\mek.dxf"
ACAD_apl.Documents.Open dwgname
ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

Sub PP_MOD()
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
Kill path & "\mod.*"
StartTime = Now
pathexe = "c:\fm19\mod-e.exe"
ShellAndWait pathexe, 1
Call INFMSHM
Call CREATE_FILES
End Sub

Sub PP_GUS1a()
StartTime = Now
pathexe = "c:\fm19\GUS1a-e.exe"

```

```

        ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS1aOUT
End Sub

Sub PP_GUS1b()
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\GUS1b-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS1bOUT
End Sub

Sub PP_GUS2a()
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\GUS2a-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS2aOUT
End Sub

Sub PP_GUS2b()
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\GUS2b-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS2bOUT
End Sub

Sub PP_GUS3()
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\GUS3-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS3OUT
End Sub

Sub A_GUS1a()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus1a.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

Sub A_GUS1b()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus1b.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

Sub A_GUS2a()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus2a.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

```

```

Sub A_GUS2b()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus2b.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

```

```

Sub A_GUS3()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus3.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

```

```

Sub P_GUS1a()
Call PP_GUS1a
Call A_GUS1a
End Sub

```

```

Sub P_GUS1b()
Call PP_GUS1b
Call A_GUS1b
End Sub

```

```

Sub P_GUS2a()
Call PP_GUS2a
Call A_GUS2a
End Sub

```

```

Sub P_GUS2b()
Call PP_GUS2b
Call A_GUS2b
End Sub

```

```

Sub P_GUS3()
Call PP_GUS3
Call A_GUS3
End Sub

```

```

Sub PP_GUS4()
    StartTime = Now
    pathexe = "c:\fm19\GUS4-e.exe"
    ShellAndWait pathexe, 1
    Call NPGUS4OUT
End Sub

```

```

Sub A_GUS4()
AcadConnect
Dim path As Variant
path = ActiveWorkbook.path
On Error Resume Next
    Set ACAD_apl = GetObject(, "Autocad.Application")
    pathwb = Application.ActiveWorkbook.path
    dwgname = pathwb & "\gus4.dxf"
    ACAD_apl.Documents.Open dwgname
    ACAD_apl.Zoomextents
End Sub

```



```

Sub P_GUS4()
Call PP_GUS4
Call A_GUS4
End Sub

Sub PP_OLA()
Call PP_OME
Call PP_HRZ
Call PP_MOD
Call PP_HRZ
Call PP_MEK
End Sub

Sub ShellAndWait(ByVal PathName As String, Optional WindowState)
Dim hprog As Long
Dim hProcess As Long, ExitCode As Long

If IsMissing(WindowState) Then WindowState = vbHide
hprog = Shell(PathName, WindowState)

hProcess = OpenProcess(PROCESS_QUERY_INFORMATION, False, hprog)

Do
GetExitCodeProcess hProcess, ExitCode
DoEvents
Loop While ExitCode = STILL_ACTIVE

End Sub

```