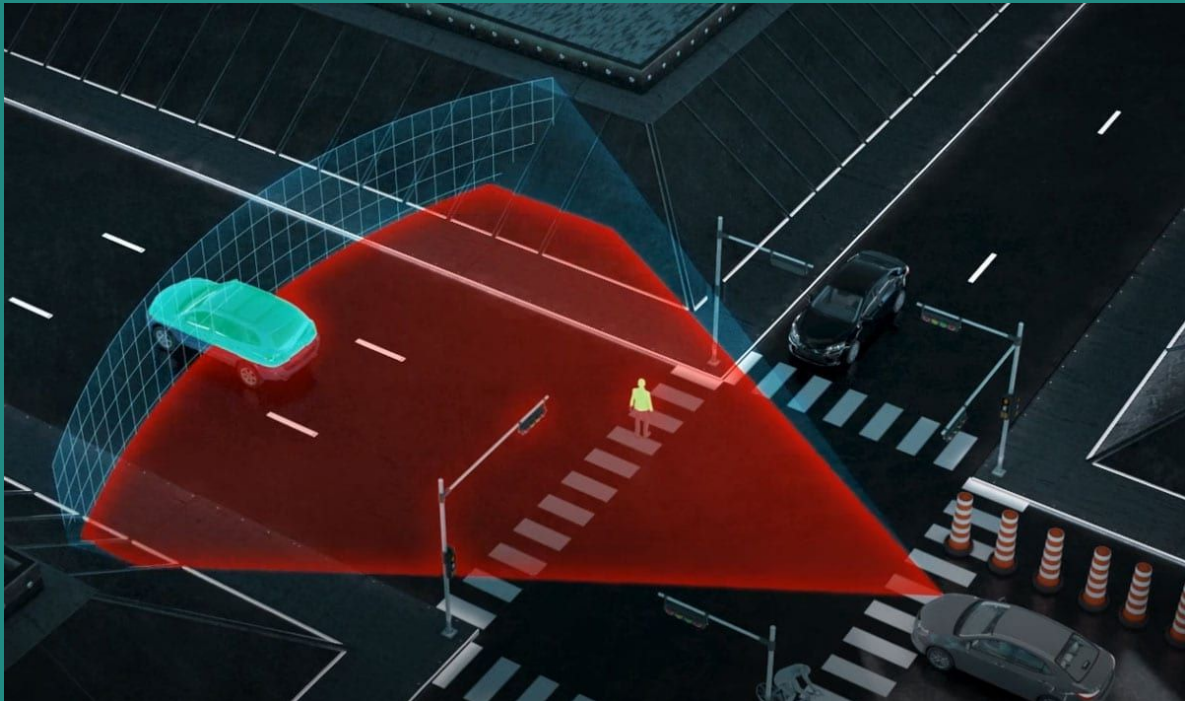




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρήση Μοντέλου Αξιοπιστίας για τη Διερεύνηση Ορατότητας για Στάση
στον Τρισδιάστατο Χώρο (3D)



ΦΩΤΙΟΣ Α. ΦΩΤΟΣ

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης , Επικ.Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Νοέμβριος 2021 , ΑΘΗΝΑ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χρήση Μοντέλου Αξιοπιστίας για τη Διερεύνηση Ορατότητας για Στάση
στον Τρισδιάστατο Χώρο (3D)**

ΦΩΤΙΟΣ Α. ΦΩΤΟΣ

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης , Επικ.Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Νοέμβριος 2021 , ΑΘΗΝΑ



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

**Reliability-Based Analysis of Sight Distance Modelling in Three-Dimensional
Space(3D)**

Fotos A. Fotios

Supervisor: Stergios Mavromatis , A.Professor N.T.U.A.

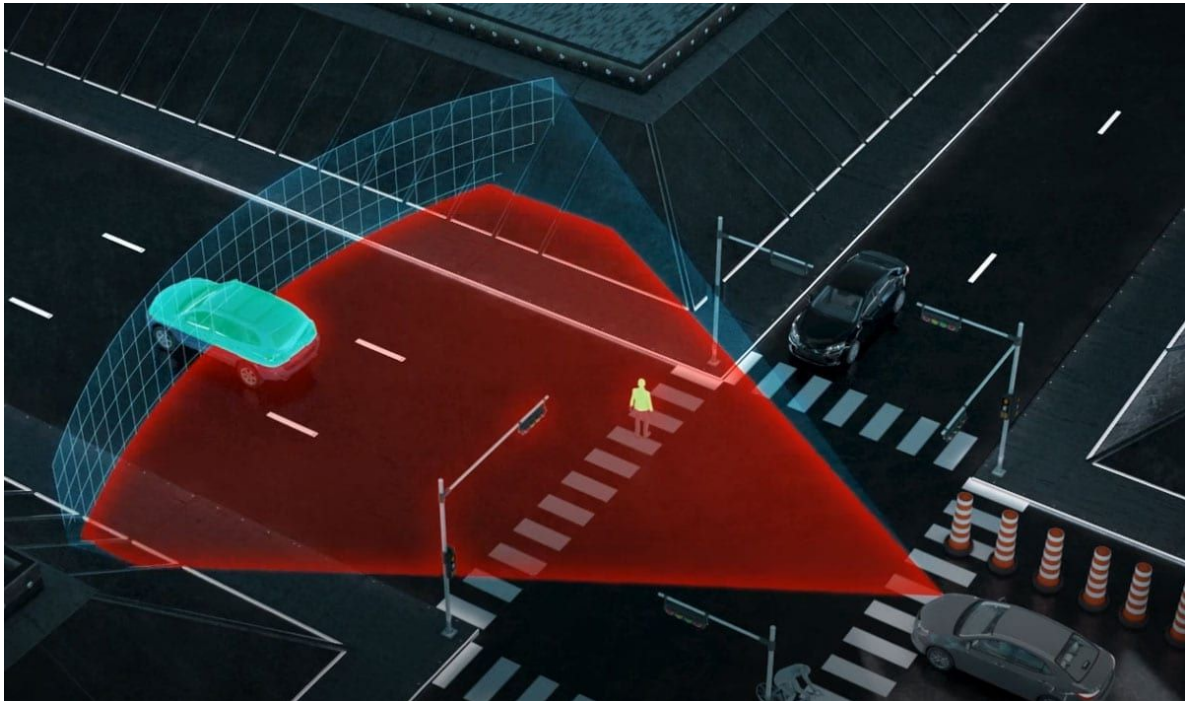
November 2021 , Athens



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χρήση Μοντέλου Αξιοπιστίας για τη Διερεύνηση Ορατότητας για Στάση
στον Τρισδιάστατο Χώρο (3D)**



ΦΩΤΙΟΣ Α. ΦΩΤΟΣ

Επιβλέπων: Στέργιος Μαυρομάτης , Επικ.Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Νοέμβριος 2021 , ΑΘΗΝΑ

Copyright © Φώτος Α. Φώτιος , 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια της συγγραφέως. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέως (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).



ΦΩΤΙΟΣ ΦΩΤΙΟΣ

Copyright © Fotos A. Fotios, 2021

All Rights Reserved

All Rights Reserved Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing, and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organization (L. 5343/1932, art. 202).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Στέργιο Μαυρομάτη, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία μας. Επιπλέον, οφείλω να τον ευχαριστήσω για τη σωστή καθοδήγηση αλλά και για τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: κ. Λοΐζο, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη την πορεία των χρόνων φοίτησης μου στη σχολή.

Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Βασίλειο Ματράγκο, Υποψήφιο Διδάκτορα ΕΜΠ, για την βοήθεια που μου προσέφερε με τις συμβουλές και τις εύστοχες παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Νοέμβριος 2021

Φώτιος Φώτος

Περίληψη

Χρήση Μοντέλου Αξιοπιστίας για τη Διερεύνηση Ορατότητας για Στάση στον Τρισδιάστατο Χώρο (3D)

Φώτος Α. Φώτιος

Επιβλέπων: Μαυρομάτης Στέργιος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Κύριος στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση επάρκειας Μήκους Ορατότητας για Στάση (**SSD**) στον πιο κρίσιμο συνδυασμό, ο οποίος είναι η κυρτή καμπύλη μέσα σε αριστερόστροφη καμπύλη σύμφωνα με τα όρια που τίθενται από τις Γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (**RAA_2008 GER**). Για το λόγο αυτό λοιπόν αναπτύχθηκε ένας αλγόριθμος ο οποίος υπολογίζει το **SSD_{available}** και το **SSD_{demand}**, με τη διαφορά όμως που στην περίπτωση μας το **SSD_{available}** εξετάζεται σε τρισδιάστατο χώρο (3D) (δηλαδή λαμβάνοντας υπόψιν σε συνδυασμό τα στοιχεία που προκύπτουν τόσο από την οριζοντιογραφία όσο και από την μηκοτομή του υπόψιν οδικού τμήματος), και γίνεται μια σύγκριση μεταξύ τους με την προϋπόθεση να ισχύει η ανίσωση **SSD_{available} ≥ SSD_{demand}** ώστε να μην χαρακτηριστεί αυτό το υπόψιν τμήμα προβληματικό και να χρήζει περεταίρω διερεύνηση. Όσα από τα τμήματα που εξετάστηκαν χαρακτηρίστηκαν προβληματικά εκτός από την παραπάνω ανίσωση εξετάστηκε και το **ποσοστό επικάλυψης** που παρατηρήθηκε ανά εξεταζόμενη θέση μέσα στην καμπύλη και συγκρίθηκε με το συνολικό της μήκος. Εξετάστηκαν οι περιπτώσεις διαχωρισμένου οδοστρώματος με διαχωριστικό τύπου [New_Jersey] και ο σχεδιασμός της οδού γίνεται σύμφωνα με τις **RAA_2008 GER**, με εφαρμογή των ελάχιστων ακτινών των καμπυλών σε οριζοντιογραφία και μηκοτομής για κάθε κατηγορία ταχύτητας V [80 km/h, 100 km/h, 120 km/h, 130km/h] έως την τιμή των 3000m και 40.000m αντίστοιχα, με παράμετρο κλωθοειδούς (A) για $A=R/3$ και γωνία συμβολής $\gamma=220g$ καθώς και κατά μήκος κλίση στην ανωφέρεια μια σταθερή τιμή ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη των κανονισμών και στην κατωφέρεια ένα εύρος από την μέγιστη δυνατή κατά μέτρο έως και την τιμή -1%. Τελικά με βάση όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά από τα οποία εξαρτάται η μορφή του οδικού τμήματος καθώς και το παραπάνω ποσοστό επικάλυψης που προκύπτει για κάθε καμπύλη καταρτίστηκε η πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης, έγινε μοντελοποίηση της απαίτησης **SSD_{available} ≥ SSD_{demand}** μέσω γραμμικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκαν θερμικά διαγράμματα για το δείκτης επικάλυψης για τις εξεταζόμενες διατομές. Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα ώστε να αξιολογηθεί ποιοι άλλοι κρίσιμοι δείκτες μπορούν να δημιουργηθούν ώστε να βελτιωθεί περεταίρω η οδική ασφάλεια των οδικών τμημάτων.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: **SSD_{available}, SSD_{demand}, RAA_2008 GER, επικάλυψη, Ανάλυση Αξιοπιστίας**

Abstract

Reliability-Based Analysis of Sight Distance Modelling in Three-Dimensional Space(3D)

Fotos A. Fotios

Supervisor: Mavromatis Stergios, Assistant Professor NTUA

The main objective of this Thesis is to investigate the adequacy of Stopping Sight Distance (**SSD**) in the most critical combination, which is left horizontal curves over crest vertical curves according to the limits set by the German Road Design Guidelines (**RAA_2008 GER**). For this reason, developed an algorithm that calculates **SSD_{available}** and **SSD_{demand}**, but with the difference that in our case we look at **SSD_{available}** in three dimensions (3D) (taking into account the data resulting from both the horizontal and the longitudinal profile and in the section of the road), and a comparison was made between them on the condition that the inequality **SSD_{available} ≥ SSD_{demand}** is valid so that this section is not characterized as problematic and not needs further investigation. All of the sections examined and characterized as problematic, apart from the above inequality, was also examined the **percentage of overlap** observed per position within the curve and compared with its total length. Divided road cases with a divider type [New_Jersey] are examined and the design of the road is according to **RAA_2008 GER**, by applying the minimum radius of the curves in horizontal and longitudinal section for each speed category V [80 km/h, 100 km/h, 120 km/h, 130km/h] up to the value of 3000m and 40.000m respectively, with a spin parameter (A) for $A = R / 3$ and an angle of intersection $\gamma = 220g$ as well as along a slope uphill a constant value equal to maximum allowed by the regulations and downhill a range from the maximum possible by measure up to the value of -1%. Finally, based on all the above geometrical characteristics on which the shape of the road section depends, as well as the above overlap that results for each curve, determined the possibility of Non-Compliance, modeled by linear regression the requirement of **SSD_{available} ≥ SSD_{demand}** and created thermal diagrams for the index of overlap for the sections under consideration. However, further research is needed to assess what other critical indicators can be created to further improve the road safety of road sections.

Keywords: SSD_{available}, SSD_{demand}, RAA_2008 GER, overlap, Reliability Analysis

Πίνακας περιεχομένων

Ευρετήριο εικόνων.....	xi
Ευρετήριο γραφημάτων	xii
Ευρετήριο πινάκων.....	xiii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενική Ανασκόπηση.....	1
1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας	2
1.3 Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας	3
1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	6
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	7
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	7
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	8
2.1 Γενικά.....	8
2.2 Συναφείς Έρευνες και Μέθοδοι	8
2.2.1 Reliability-Based Analysis of Sight Distance Modeling for Traffic Safety [15].....	9
2.2.2 Probabilistic Geometric Design of Highways: A Review [17]	12
2.2.3 Design of Horizontal Curves Using Reliability Analysis [18].....	14
2.2.4 Methodology for safety optimization of highway cross-sections for horizontal curves with restricted sight distance [19].....	17
2.2.5 Exploring the association between curve features, reliability measures, and safety [20] ...	20
2.2.6 Calibrating Road Design Guides Using Risk-Based Reliability Analysis [21]	23
2.2.7 Design Considerations of Compound Alignments Resulting from Visibility Restrictions by Median Jersey Barriers [1].....	26
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	30
3.1 Εισαγωγή	30
3.2 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Οριζοντιογραφίας	30
3.3 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Μηκοτομής.....	31
3.4 Επικλήσεις	32
3.5 Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [SSD_{demand}] σε 3D-χώρο.....	33
3.6 Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [$SSD_{available}$] σε 3D-χώρο	36
3.7 Μοντέλο Ανάλυσης Αξιοπιστίας (Reliability Analysis) [22].....	42

3.7.1	Εισαγωγή.....	42
3.7.2	Δείκτης Αξιοπιστίας (Reliability Index).....	42
3.7.3	Γενικός Ορισμός του Δείκτη Αξιοπιστίας:	43
3.8	Μέθοδος Γραμμικής Παλινδρόμησης	45
3.8.1	Θεωρητικό Μέρος [24]	45
3.8.2	Πρακτική Εφαρμογή.....	46
3.8.3	Συντελεστές β _i [24].....	48
3.8.4	Student's t-test [24].....	48
3.8.5	Τιμή Σημαντικότητας p-value [24]	49
3.8.6	Μέτρα Προσαρμογής [24]	49
3.8.7	Κριτήριο Καλής Προσαρμογής R ² – Adjusted R ² [24].....	50
4.	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	52
4.1	Παρουσίαση Λογισμικού Προσομοίωσης SSD_{demand} & SSD_{available}.....	52
	Εισαγωγή.....	52
	Δομή Προγράμματος	52
	Data	52
	Geometry	53
	SSD _{demand}	54
	SSD _{available}	54
	Results.....	55
4.2	Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Εξεταζόμενων Διατομών	56
4.2.1	Ταχύτητα V	56
4.2.2	Ακτίνα Οριζοντιογραφίας R.....	56
4.2.3	Τετραγωνική Παραβολή H _k	57
4.2.4	Κατά Μήκος Κλίση s	58
4.2.5	Επίκλιση e	59
4.2.6	Χιλιομετρική Θέση Σημείας Κυρτή Καμπύλης CH _{FLAG}	59
4.2.7	Χιλιομετρική Θέση Οδηγού CH _{DRIVER}	60
4.3	Παραγωγή Δεδομένων Ορατότητας για κάθε εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση	61
4.4	Επεξεργασία Δεδομένων Ορατότητας για κάθε εξεταζόμενη Διατομή.....	62
5.	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	63
5.1	Αρχικά Διαγράμματα	63
5.2	Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης (P_{nc}).....	67
5.2.1	V=130km/h.....	67
5.2.2	V=120km/h.....	67
5.2.3	V=100km/h.....	68
5.3	Μοντέλα Παλινδρόμησης.....	68
5.3.1	V=130 km/h.....	68

5.3.2	V=120 km/h.....	69
5.3.3	V=100 km/h.....	70
5.4	Ποσοστό Επικάλυψης μεταξύ Εξεταζόμενων Θέσεων του Προβληματικού Μήκους Ορατότητας.....	72
5.4.1	Διάγραμμα Παρουσίασης SSD_{demand} & $SSD_{available}$ ανά Εξεταζόμενη Διατομή.....	72
5.4.2	Ποσοστό Επικάλυψης ανά Εξεταζόμενη Διατομή.....	72
5.4.3	Θερμικό Διάγραμμα.....	76
5.5	Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	79
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	81
6.1	Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	81
6.2	Συμπεράσματα.....	84
6.3	Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....		89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....		96
V130:.....		96
V120:.....		97
V100:.....		98
V80:.....		100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....		102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....		123
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....		126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ.....		128
V=130 km/h.....		128
V=120 km/h.....		142
V=100 km/h.....		150

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1-1: Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	2
Εικόνα 1-2: Κύρια Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας	3
Εικόνα 1-3: Κύρια Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Κυκλικού Τόξου Μηκοτομής	3
Εικόνα 1-4: Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας.....	3
Εικόνα 1-5: Παρουσίαση Μοντέλου Οδού σε 3D χώρο.....	4
Εικόνα 1-6: Δομή Διπλωματικής Εργασίας	5
Εικόνα 2-1: 3D Σάρωση Οδού	8
Εικόνα 2-2: Μοντέλο Εδάφους DTM	10
Εικόνα 2-3: Μοντέλο Εδάφους DSM.....	10
Εικόνα 2-4: Γραφική Παρουσίαση των $SSD_{available}$ & SSD_{demand}	13
Εικόνα 2-5: Σχηματική γωνία ολίσθησης.....	15
Εικόνα 2-6: Τυπική Διατομή Αυτοκινητοδρόμου με 2 λωρίδες/ανά κατεύθυνση	19
Εικόνα 2-7: Σάρωση LiDAR	20
Εικόνα 2-8: Πορεία Μοντέλου	21
Εικόνα 2-9: Απεικόνιση μήκους χορδής σε σχέση με μήκος τόξου στροφής	22
Εικόνα 2-10: Σχέδιο ανάλυσης Δεξιάς Στροφής σε Αυτοκινητόδρομο με New_Jersey	23
Εικόνα 2-11: Τύποι και διαστάσεις New_Jersey	26
Εικόνα 2-12: Γραμμή Οράσεως Οδηγού σε 3D περιβάλλον	27
Εικόνα 2-13: Γραμμή Οράσεως σε Σχηματική Αναπαράσταση Αριστερής Στροφής σε Κυρτή Καμπύλη	28
Εικόνα 2-14: Διατομή Οδού 2 Λωρίδων ανά κατεύθυνση με Διαχωριστικό Τύπου New_Jersey	28
Εικόνα 3-1: Τυπική Αριστερή Στροφή Οριζοντιογραφία	30
Εικόνα 3-2: Τυπική Κυρτή Καμπύλη Μηκοτομής	31
Εικόνα 3-3: Μήκος Ορατότητας σε Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη	33
Εικόνα 3-4: Αναλυτική Κάτοψη Αριστερής Στροφής Οριζοντιογραφία	37
Εικόνα 3-5: Σχηματική Τομή Διατομής Εξεταζόμενου Οδικού Τμήματος 2 λωρίδων Αυτοκινητοδρόμου Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας	37
Εικόνα 3-6: Σχηματική Αναπαράσταση Εφαρμογής Πέδησης	41
Εικόνα 3-7: Μορφή Γραμμικού Μοντέλου	45
Εικόνα 4-1: Καρτέλα Data Λογισμικού	52
Εικόνα 4-2: Καρτέλα Geometry Λογισμικού	53
Εικόνα 4-3: Καρτέλα SSD_{demand} Λογισμικού	54
Εικόνα 4-4: Καρτέλα $SSD_{available}$ Λογισμικού	55
Εικόνα 4-5: Καρτέλα Results Λογισμικού	55
Εικόνα 4-6: Τρισδιάστατη Αναπαράσταση Εξεταζόμενων Θέσεων Οδηγού.....	60

Ευρετήριο γραφημάτων

Γράφημα 2-1: Γραφική κατανομή P_{nc}	11
Γράφημα 2-2: Διασπορά τιμών $SSD_{available}-P_{nc}$	11
Γράφημα 2-3: Προβλεπόμενες συγκρούσεις και πιθανότητα μη συμμόρφωσης P_{nc}	14
Γράφημα 2-4: Σχέση μεταξύ γωνίας ολίσθησης και δύναμης πλευρικής	15
Γράφημα 2-5: Σχέση μεταξύ ζήτησης πλευρικής τριβής, καμπυλότητας, γωνίας ολίσθησης και ταχύτητας	16
Γράφημα 2-6: Πιθανότητα αποτυχίας για ποσοστό υπέρβασης 8% σε σχέση με ακτίνα R	16
Γράφημα 2-7: POF που αντιστοιχεί στην ελάχιστη ακτίνα σύμφωνα με τους κανονισμούς	17
Γράφημα 2-8: Σχέση μεταξύ P_{nc} και πλάτος ερείσματος	19
Γράφημα 2-9: Σχέση μεταξύ Πιθανότητας Μη Συμμόρφωσης P_{nc} -Βαθμού Αξιοπιστίας Reliability Inditex(b)	24
Γράφημα 2-10: Διορθωμένη απόσταση μέσου λωρίδας από New_Jersey σε σχέση με ακτίνα (R) για διάφορες τιμές της P_{nc}	25
Γράφημα 2-11: Συνδυασμός R-Hlk με εξεταζόμενη θέση ανά 100m SSD/ASD	29
Γράφημα 3-1: Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε κυκλικά τμήματα οδών κατά RAA2008	32
Γράφημα 3-2: Επίκλιση(e%)-Ακτίνα(R) για κάθε Ταχύτητα(V).....	32
Γράφημα 3-3: Μοντέλο Ανάλυσης Αξιοπιστίας	42
Γράφημα 3-4: Δείκτης Αξιοπιστίας	44
Γράφημα 5-1: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=130$ km/h	63
Γράφημα 5-2: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=120$ km/h	63
Γράφημα 5-3: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=100$ km/h	64
Γράφημα 5-4: Πρόδος SSD-ASD για συγκεκριμένη R & s2 για όλο το εύρος Hk	66
Γράφημα 5-5: Πρόδος SSD-ASD για συγκεκριμένη R για κάθε s1- s2 για όλο το εύρος Hk.....	66
Γράφημα 5-6: P_{nc} για $V=130$ km/h.....	67
Γράφημα 5-7: P_{nc} για $V=120$ km/h	67
Γράφημα 5-8: P_{nc} για $V=100$ km/h	68
Γράφημα 5-9: Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ για $V=120$ km/h $s2=-4,5\%$ $R=1300$ m	74
Γράφημα 5-10: Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ για $V=120$ km/h $s2=-4,5\%$ $Hk=-13000$ m	74
Γράφημα 5-11: Μέγιστο Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ανά ομάδα Διατομών με κατά μήκος κλίση κατωφέρειας $s2$	75
Γράφημα 5-12: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για $V=130$ km/h & $Hk=-13000$ m	76
Γράφημα 5-13: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για $V=120$ km/h & $Hk=-10000$ m	77
Γράφημα 5-14: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για $V=100$ km/h & $Hk=-5000$ m	78

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 2-1: Σύγκριση τιμών $SSD_{available}$ μεταξύ των τριών μοντέλων	11
Πίνακας 2-2: Σύγκριση τιμών P_{nc} μεταξύ των τριών μοντέλων.....	11
Πίνακας 2-3: Παράμετροι Καθορισμού SSD_{demand}	12
Πίνακας 2-4: Παράμετροι Σχεδιασμού Οριζοντίων Καμπυλών	17
Πίνακας 2-5: Παράμετροι που εισέρχονται στο SSD.....	18
Πίνακας 2-6: Παράμετροι Ανάλυσης Αξιοπιστίας	21
Πίνακας 2-7: Παράμετροι LSF	21
Πίνακας 2-8: Αποτελέσματα ανάλυσης αξιοπιστίας με μέθοδο σάρωσης LiDAR	22
Πίνακας 2-9: Σύνοψη Παραμέτρων ASD-SSD	24
Πίνακας 2-10: Κατανομή ταχυτήτων V ανά ακτίνα R.....	25
Πίνακας 2-11: Ποσοστό Απομείωσης SSD & καθορισμός επιτρεπτών συνδυασμών.....	28
Πίνακας 4-1: Κατηγοριοποίηση οδών και Όρια Ταχύτητα να κατηγορία (RAA2008_GER).....	56
Πίνακας 4-2:Κατηγοριοποίηση οδών και Ελάχιστη Ακτίνα ανα κατηγορία (RAA2008_GER)	56
Πίνακας 4-3: Κατηγοριοποίηση οδών και Ελάχιστη Τιμή Τετραγωνικής Παραβολής ανα κατηγορία (RAA2008_GER).....	57
Πίνακας 4-4: Κατηγοριοποίηση οδών και Μέγιστη Τιμή Κατά Μήκος Κλίσης ανα κατηγορία (RAA2008_GER).....	58
Πίνακας 4-5: Επικλήσεις Στροφής για τις Ταχύτητες Μελέτης ανά Ακτίνα R.....	59
Πίνακας 5-1: Επιτρεπόμενοι και μη συνδυασμοί γεωμετρικών χαρακτηριστικών οδού για V=80 km/h	64
Πίνακας 5-2: Προβληματικοί Συνδυασμοί Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών για την V=100 km/h ...	65
Πίνακας 5-3: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=130 km/h	69
Πίνακας 5-4: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=120 km/h	70
Πίνακας 5-5: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=100 km/h.....	71
Πίνακας 5-6: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=130 km/h	76
Πίνακας 5-7: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=120 km/h	77
Πίνακας 5-8: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=100 km/h	78
Πίνακας 6-1: Μοντέλο V=130 km/h	82
Πίνακας 6-2: Μοντέλο V=120 km/h	82
Πίνακας 6-3: Μοντέλο V=100 km/h	82

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στην τρέχουσα πρακτική σχεδίασης ενός αυτοκινητοδρόμου η τρισδιάστατη γεωμετρία του αυτοκινητοδρόμου αντιμετωπίζεται ακόμη με τον σχεδιασμό της σε δύο ανεξάρτητα σχέδια μεταξύ τους, εκ των οποίων το ένα αφορά τη οριζοντιογραφία [οριζόντιο επίπεδο σχεδιασμού] και το άλλο αφορά την μηκοτομή [κατακόρυφο επίπεδο σχεδιασμού]. Αυτή η πρακτική σχεδιασμού όμως έχει οδηγήσει αρκετές φορές σε διάφορες παρανοήσεις που επηρεάζουν τον σχεδιασμό του. Μία τέτοια περίπτωση εσφαλμένης αντίληψης του σχεδιασμού είναι ο καθορισμός της κρίσιμης παραμέτρου του Stopping Sight Distance (SSD). Αναγνωρίζοντας την ανεπάρκεια της προσέγγισης σχεδιασμού σε 2 διαστάσεις (2D) για την αξιολόγηση του SSD, πολλοί ερευνητές έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν το πρόβλημα απευθείας σε τρεις διαστάσεις (3D). [1]

Ένας από τους πρώτους ερευνητές που αξιολόγησαν τη διαθέσιμη απόσταση όρασης κατά την τρισδιάστατη ευθυγράμμιση, ο Sanchez [3], μελέτησε την αλληλεπίδραση μεταξύ της απόστασης της όρασης και της συνδυασμένης ευθυγράμμισης 3-D που εξιδανικεύτηκε σε ένα δίκτυο τριγώνων χρησιμοποιώντας λογισμικό Inroads. Αν και αυτή η μεθοδολογία ήταν ακριβής, ήταν πολύ χρονοβόρα καθώς η διαθέσιμη απόσταση θέασης προσδιορίστηκε γραφικά (όχι αναλυτικά). [1]

Αρκετά χρόνια αργότερα, οι Hassan et al. [4] παρουσίασε ένα αναλυτικό μοντέλο για τον υπολογισμό της διαθέσιμης απόστασης όρασης σε συνδυασμένες οριζόντιες και κατακόρυφες ευθυγραμμίσεις αυτοκινητόδρομου, χρησιμοποιώντας παραμετρικά πεπερασμένα στοιχεία για να αντιπροσωπεύουν εμπόδια στην εθνική οδό και την όραση. Το προτεινόμενο μοντέλο εξέτασε τη γραμμή όρασης του οδηγού, η οποία αντιπροσωπεύτηκε από μια ευθεία γραμμή μεταξύ του ματιού του οδηγού και ενός αντικειμένου, έναντι όλων των πιθανών εμποδίων όρασης, χρησιμοποιώντας μια επαναληπτική διαδικασία. [1]

Στη διάρκεια των ετών έχουν αναπτυχθεί και διάφορες άλλες μεθοδολογίες που βασίζονται στον 3-D χώρο και έχουν ως στόχο να εξετάσουν με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο το διαθέσιμο μήκος ορατότητας για στάση του οδηγού [5-11]

Η ανάγκη που προκύπτει στον σύγχρονο σχεδιασμό των αυτοκινητοδρόμων οι οποίοι πρέπει να συνδυάζουν σαν απαραίτητη προϋπόθεση τόσο το ασφαλές οδικό περιβάλλον για τον χρήστη όσο και τις υψηλές ταχύτητες αποτέλεσε την κεντρική ιδέα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης Διπλωματικής εργασίας, η οποία στοχεύει να μελετήσει και να δώσει στον σχεδιαστή της οδού ένα σύνολο πληροφοριών για την καταλληλότητα ενός συνδυασμού γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού (R, H_k, s_1, s_2, e) ώστε να μην προκύπτει κάποιο πρόβλημα στην ορατότητα του οδηγού για στάση μέσα στον πιο κρίσιμο συνδυασμό, ο οποίος είναι η κυρτή καμπύλη μέσα σε αριστερόστροφη τόξο.

1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας



Εικόνα 1-1: Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

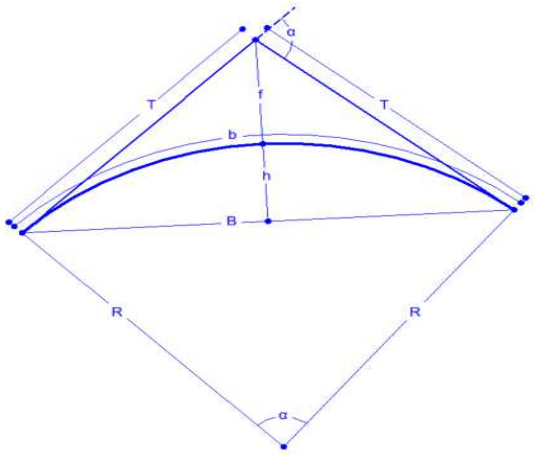
Έχοντας υπόψιν όλες τις παραπάνω αναφορές που έχουν γίνει, γίνεται αντιληπτό ότι ένα από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό της οδική ασφάλεια ενός άξονα είναι το διατιθέμενο μήκος ορατότητας για στάση ($SSD_{available}$) το οποίο θα πρέπει να είναι ίσο η και να υπερβαίνει το

το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση (SSD_{demand}), το οποίο ορίζεται ως το μήκος που απαιτείται από την στιγμή που αντιλαμβάνεται ο οφθαλμός του οδηγού το εμπόδιο μέχρι και την πλήρη ακινητοποίηση του οχήματος του. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι να διερευνηθεί σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς σχεδιασμού ενός οδικού άξονα σύμφωνα με τις Γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (RAA_2008 GER) [2], σε ποιες περιπτώσεις το $SSD_{available}$ είναι μικρότερο του SSD_{demand} , και αν συμβαίνει αυτό σε τι βαθμό επηρεάζει τον χρήστη της οδού, με την προϋπόθεση ότι ο υπολογισμός του $SSD_{available}$ πραγματοποιείται συνδυάζοντας τόσο τα οριζοντιογραφικά όσο και τα μηκοτομικά χαρακτηριστικά του υπόψιν τμήματος, δηλαδή σε τρισδιάστατο χώρο (3-D).

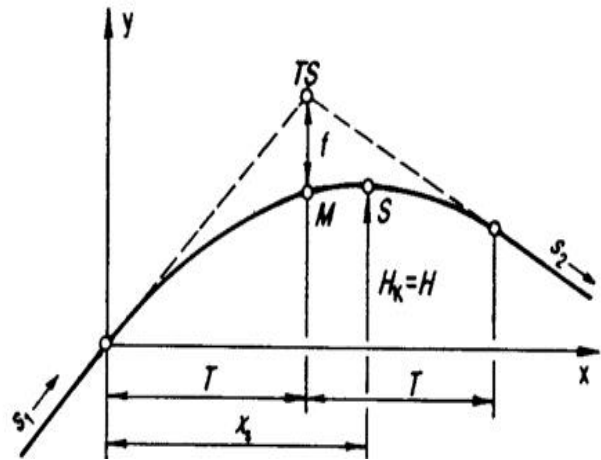
Συγκεκριμένα οι παράγοντες που έχουν ληφθεί υπόψιν για το χαρακτηρισμό κάθε περίπτωσης είναι οι εξής:

- Ταχύτητα [V]
- Ακτίνα Οριζοντιογραφίας [R]
- Παράμετρος κυρτής καμπύλης Μηκοτομής [H_k]

- Κατά μήκος κλίσεις εισόδου & εξόδου [$s_1\%$, $s_2\%$]
- Επίκλιση στο καμπύλο τμήμα [$e\%$]



Εικόνα 1-2: Κύρια Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας



Εικόνα 1-3: Κύρια Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Κυκλικού Τόξου Μηκοτομής

Συγκεκριμένα στις περιπτώσεις που θα προκύψει ανεπάρκεια μήκους ορατότητας θα αναζητηθεί τι ποσοστό επικάλυψης υπάρχει μεταξύ 2 διαδοχικών θέσεων ως προς το κρυμμένο μήκος [hidden length] μέσα στη καμπύλη προς το συνολικό μήκος της καμπύλης αυτής. Επιμέρους στόχοι της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διάρθρωση ενός Μοντέλου Ανάλυσης Αξιοπιστίας ώστε να προκύψουν ποιοι από τους παραπάνω παράγοντες ορίζονται κρίσιμοι στο σχεδιασμό καθώς και η δημιουργία ενός διαγράμματος που θα δίνει οπτικοποιημένα στο χρήστη τα παραπάνω στοιχεία που έχουν υπολογισθεί.

1.3 Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας



Εικόνα 1-4: Μεθοδολογία Διπλωματικής Εργασίας

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Έπειτα από τον καθορισμό του στόχου και του θέματος της εργασίας, είναι απαραίτητη η καθιέρωση του θεωρητικού υποβάθρου και η αναζήτηση συναφών ερευνών και

μεθοδολογιών βάσει των οποίων θα ευρεθούν τα ζητήματα που απαιτούν έρευνα.

Αρχικά, επιλέχθηκε η μέθοδος με την οποία θα γίνει η συλλογή των στοιχείων. Για την εκπόνηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκε ένας αλγόριθμος που αναπτύχθηκε μέσω της

γλώσσας προγραμματισμού “Matlab” [Παράρτημα Β], ο οποίος ήταν μία επαναληπτική διαδικασία ώστε να δημιουργηθούν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί (V, R, H_k, s_1, s_2, e) όπως αυτοί κατηγοριοποιούνται και ορίζονται οι ελάχιστες τιμές τους από τις Γερμανικές Οδηγίες (RAA_2008 GER).

Αφού ολοκληρώθηκαν η παραγωγή των συνδυασμών, έπειτα εισήχθησαν σε ένα υπολογιστικό φύλλο του Microsoft Excel με εντολές VBA, το οποίο και δημιουργήθηκε με στόχο για κάθε ένα από τους ανωτέρω συνδυασμούς γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού μας εξάγει το ένα σύνολο πληροφοριών για το οπτικό πεδίο του οδηγού σε 3D περιβάλλον και μας πληροφορεί σε ποια από τα τμήματα στο σύνολο της πέδησης του οδηγού η γραμμή οράσεων του διακόπτεται από το ενδιάμεσο διαχωριστικό της οδού τύπου (New_Jersey), καθώς και σε ποια σημεία αυτή εισέρχεται στο αντίθετο ρεύμα.



Εικόνα 1-5: Παρουσίαση Μοντέλου Οδού σε 3D χώρο

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με χρήση της πλατφόρμας MS_OFFICE Excel. Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της Γραμμικής Παλινδρόμησης, στο οποίο λήφθηκαν υπόψιν οι μεταβλητές της ακτίνας R , της παραμέτρου κυρτής καμπύλης Μηκοτομής $[H_k]$ και της κατά μήκος κλίσεις εξόδου $[s_2\%]$. Μετά την αξιολόγηση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, εξήχθησαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για τον βαθμό επιρροής των παραπάνω παραμέτρων στο οπτικό πεδίο του οδηγού και παρήχθησαν κάποια εποπτικά διαγράμματα θερμικής μορφής. Με τον τρόπο αυτό, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για το υπό εξέταση πρόβλημα και διατυπώθηκαν αξιόλογες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας



Εικόνα 1-6: Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί καθορίζεται και η δομή της διπλωματικής εργασίας για την επίτευξη μιας ορθής παρουσίασης της ροής της, η οποία πρέπει να χαρακτηρίζεται από ομαλότητα ώστε να παρέχεται στον αναγνώστη με σαφήνεια ακρίβεια και περιεκτικότητα το αντικείμενο της μελέτης . Για τον λόγο αυτό ακολουθεί η σύνοψη των κεφαλαίων που την απαρτίζουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας που έχει σκοπό να παρουσιάσει στον αναγνώστη το γενικότερο πλαίσιο του αντικειμένου με το οποίο ασχολείται. Αρχικά , γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος. Έπειτα παρουσιάζεται ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας που είναι η διερεύνηση του μήκους ορατότητας για στάση με ανάλυση σε τρισδιάστατο χώρο (3D). Στη συνέχεια , ακολουθεί αναφορά των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της μελέτης. Τα βήματα είναι τα εξής :

- Δημιουργία πρότυπων γεωμετρικών χαρακτηριστικών οδού σύμφωνα με (RAA_2008 GER)
- Εισαγωγή των άνω δεδομένων σε υπολογιστικό φύλλο του Microsoft Excel με εντολές VBA
- Εξαγωγή πληροφοριών για το οπτικό πεδίο του οδηγού σε 3D περιβάλλον από το υπολογιστικό φύλλο του Microsoft Excel
- Στατιστική ανάλυση και προτυποποίηση με το λογισμικό Microsoft Excel

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει ανασκόπηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας. Θα αναλυθούν συναφείς έρευνες και μέθοδοι, για την εύρεση του ερευνητικού κενού που υπάρχει και στη συνέχεια θα διευκρινιστεί με σαφήνεια ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Το θέμα του κεφαλαίου αυτού είναι το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζεται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Περιέχει αναλυτικά πληροφορίες από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία που σχημάτισαν τον κορμό της μεθοδολογικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε, της στατιστικής ανάλυσης των στοιχείων και της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται κατά αντιστοιχία, οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Matlab καθώς και του υπολογιστικού φύλλου του Microsoft Excel και οι βασικές έννοιες της στατιστικής μεθόδου του Μοντέλου Ανάλυσης Αξιοπιστίας που θα χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τη συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της έρευνας. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με χρήση προγράμματος προσομοίωσης που δημιουργήσαμε μέσω του υπολογιστικού φύλλου του Microsoft Excel με εντολές VBA, και θα επεξηγηθεί αναλυτικά το λογισμικό που δημιουργήθηκε για να εξάγει το ένα σύνολο πληροφοριών για το οπτικό πεδίο του οδηγού σε 3D περιβάλλον και μας πληροφορεί σε ποια από τα τμήματα στο σύνολο της πέδησης του οδηγού η γραμμή οράσεων του διακόπτεται από το ενδιάμεσο διαχωριστικό της οδού τύπου (New_Jersey), καθώς και σε ποια σημεία αυτή εισέρχεται στο αντίθετο ρεύμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του μοντέλου των δεδομένων μας, καθώς και τα αποτελέσματα αυτών σε αναλυτικούς πίνακες και διαγράμματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται προσπάθεια επεξήγησης των αποτελεσμάτων της έρευνας, ώστε να προκύψουν τα τελικά συμπεράσματα. Στην αρχή του κεφαλαίου γίνεται μια σύντομη υπενθύμιση του στόχου και της μεθοδολογίας της Διπλωματικής Εργασίας καθώς επίσης και μία σύνοψη των συμπερασμάτων. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, όπως προέκυψαν από την εφαρμογή της μοντελοποίησης μας, καθώς και κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

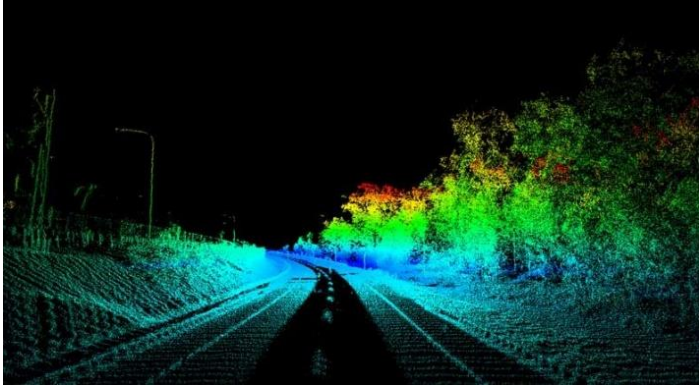
Το κεφάλαιο αυτό περιέχει κατάλογο βιβλιογραφικών αναφορών δίνοντας την δυνατότητα εύρεσης των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας στον εκάστοτε αναγνώστη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- Παράρτημα Α: ΓΡΑΦΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ
- Παράρτημα Β: ΚΩΔΙΚΑΣ ΜΑΤΛΑΒ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΝΔΙΑΣΜΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΟΔΟΥ
- Παράρτημα Γ: ΚΩΔΙΚΑΣ ΜΑΤΛΑΒ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ΑΝΑ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ
- Παράρτημα Δ: ΚΩΔΙΚΑΣ VBA ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
- Παράρτημα Ε: ΚΩΔΙΚΑΣ ΜΑΤΛΑΒ ΕΞΕΤΑΣΗΣ $SSD_{available}$ & SSD_{demand} ΑΝΑ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ
- Παράρτημα Ζ: ΘΕΡΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΤΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά



Εικόνα 2-1: 3D Σάρωση Οδού

Στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από έρευνες σχετικές με το αντικείμενο. Για κάθε έρευνα γίνεται συνοπτική αναφορά

στη μέθοδο που ακολουθήθηκε και στα βασικά συμπεράσματα που προσέφερε, καθώς υπενθυμίζεται ότι ο ακριβής στόχος της Διπλωματικής Εργασίας προσδιορίστηκε με βάση τα παρακάτω.

Όπως έχει προαναφερθεί, η επάρκεια του SSD σε όλο το μήκος μίας οδού αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την ασφάλεια των οδηγών, επομένως χρήζει εκτεταμένης έρευνας ο προσδιορισμός και του Απαιτούμενου SSD [SSD_{demand}], αλλά και του Διατιθέμενου SSD [$SSD_{available}$]. Για το λόγο αυτό, αναγκαία είναι η βιβλιογραφική ανάλυση των μεθόδων που προσφέρουν την παραπάνω αξιολόγηση, οι οποίες είναι το δισδιάστατο (ξεχωριστή μελέτη για την οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή) και το τρισδιάστατο (ολοκληρωμένη απεικόνιση της οδού στο χώρο) πρότυπο. Τον τελευταίο καιρό οι τρισδιάστατοι μέθοδοι έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό, καθώς οι δισδιάστατοι δεν προσφέρουν ρεαλιστική και ακριβή απεικόνιση της ορατότητας σε μία οδό [13]

2.2 Συναφείς Έρευνες και Μέθοδοι

Το υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τα βασικά σημεία των ερευνών οι οποίες σχετίζονται με το μήκος ορατότητας για στάση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων με την Μέθοδο Ανάλυσης Αξιοπιστίας. Οι έρευνες αυτής βασίζονται σε πειραματικές εκτιμήσεις και υπολογιστικές μεθόδους. Σκοπός είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με άλλες έρευνες, οι οποίες έχουν παρεμφερές περιεχόμενο, και οι οποίες μας έδωσαν το κίνητρο και την έμπνευση για να ασχοληθούμε με αυτό το συγκεκριμένο αντικείμενο μελέτης μας.

2.2.1 Reliability-Based Analysis of Sight Distance Modeling for Traffic Safety [15]

Περιγραφή Δεδομένων:

Αυτή η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δώδεκα αγροτικούς αυτοκινητόδρομους δύο λωρίδων που βρίσκονται στην Περιφέρεια της Μαδρίτης της Ισπανίας. Το συνολικό μήκος όλων των τμημάτων είναι 122,7 km και η ταχύτητα σχεδίασής τους κυμαίνεται από 40 έως 100 km / hr. Επιλέχθηκαν 402 οριζόντιες καμπύλες για ανάλυση. Η εξέταση και των δύο κατευθύνσεων αυτών των καμπυλών οδηγεί σε 804 περιπτώσεις για ανάλυση. Κατά τη διαδικασία επιλογής, οι καμπύλες σύνθετων και οι καμπύλες γωνίας χαμηλής εκτροπής απομακρύνθηκαν από το δείγμα.

Μεθοδολογία:

Η μεθοδολογία ανάλυσης αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

- εκτίμηση της $SSD_{available}$ των επιλεγμένων τμημάτων αυτοκινητόδρομου χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές μεθόδους που περιλαμβάνουν μια 2D μέθοδο και δύο διαφορετικές 3D μεθόδους.
- προσδιορισμός του προφίλ ταχύτητας λειτουργίας χρησιμοποιώντας μοντέλα πρόβλεψης ταχύτητας
- εφαρμογή μοντέλου ανάλυσης αξιοπιστίας για την αξιολόγηση του επιπέδου κινδύνου σχετίζεται με περιορισμένη απόσταση όρασης για κάθε μέθοδο μοντελοποίησης $SSD_{available}$.

Δισδιάστατη (2D) Εκτίμηση $SSD_{available}$:

Το $SSD_{available}$ μετρήθηκε γραφικά στην οριζόντια προβολή κάθε οριζόντιας καμπύλης χρησιμοποιώντας λογισμικό CAD, και στην κατακόρυφη προβολή από τον διπλανό τύπο:

If $ASD > L$,

$$ASD_{long} = \sqrt{2 \cdot K_V} \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2});$$

if $ASD < L$,

$$ASD_{short} = -\frac{K_V}{L} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2 + \frac{L}{2},$$

Εξίσωση 2.2.1_1 όπου L =μήκος κυκλικού τόξου

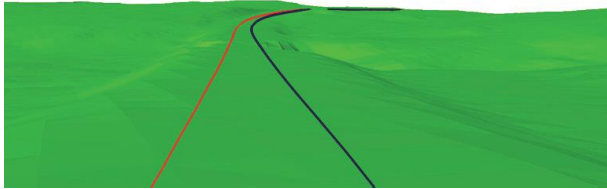
Τρισδιάστατη (3D) Εκτίμηση $SSD_{available}$:

Η μοντελοποίηση του $SSD_{available}$ μπορεί να θεωρηθεί πιο ρεαλιστική από τη μέθοδο 2D καθώς χρησιμοποιήθηκε λογισμικό βασισμένο σε GIS περιβάλλον για την εκτίμηση του 3D $SSD_{available}$. Οι βασικές παράμετροι για τον υπολογισμό της απόστασης θέασης περιλαμβάνουν ένα ψηφιακό μοντέλο του εδάφους (DEM), τον κεντρικό άξονα του

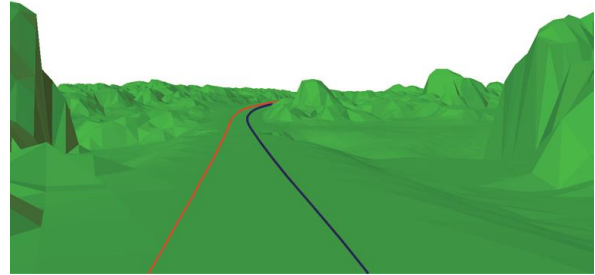
αυτοκινητόδρομου είτε τις διαδρομές του οχήματος, και το ύψος των ματιών και των στόχων του οδηγού.

Υπάρχουν δύο τύποι DEM:

- ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DTM)
- μοντέλα ψηφιακής επιφάνειας (DSM)



Εικόνα 2-2: Μοντέλο Εδάφους DTM



Εικόνα 2-3: Μοντέλο Εδάφους DSM

Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο τύπων DEM είναι ότι τα DTM αντιπροσωπεύουν μόνο την επιφάνεια του εδάφους, ενώ τα DSM λαμβάνουν υπόψη τόσο την επιφάνεια του εδάφους όσο και τα σχετικά στοιχεία τοπίου πάνω από το έδαφος (π.χ. βλάστηση, τοίχοι και κτίρια).

Υπολογισμός SSD_{demand} :

Το SSD_{demand} υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$SSD = \frac{V \cdot PRT}{3.6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f \pm i)},$$

Εξίσωση 2.2.1_2

Reliability Analysis:

Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, το LSF είναι η διαφορά μεταξύ $SSD_{available}$ και SSD_{demand} , όπου το $SSD_{available}$ υπολογίζεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους όπως περιγράφεται παραπάνω. Η Ανάλυση Αξιοπιστίας εξετάζει τρεις τυχαίες μεταβλητές:

- την αρχική ταχύτητα
- τον χρόνο αντίληψης και αντίδρασης (PRT)
- διαμήκη παράγοντα τριβής

Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Rt για να υπολογιστεί η πιθανότητα μη συμμόρφωσης της παραπάνω σχέσης LSF, όπου το Rt είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή για το σύστημα ανάλυση αξιοπιστίας και βελτιστοποίησης που αναπτύχθηκε από τους Mahsulı και Haukaas [16] στο Πανεπιστήμιο της Βρετανικής Κολομβίας, Βανκούβερ, Καναδάς.

Αποτελέσματα:

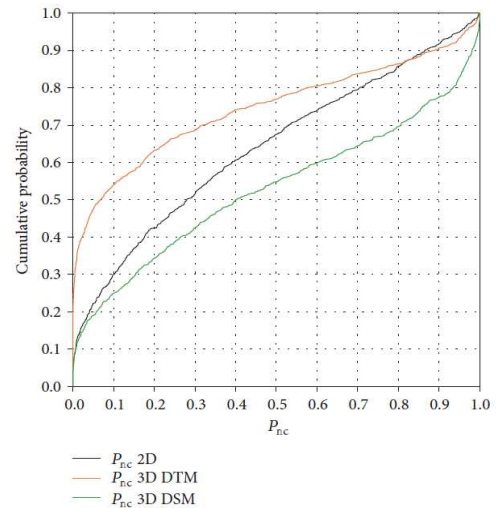
Group	ASD pair	Mean (m)	St. dev. (m)	ρ value
All cases	2D-3D DTM	-47.4	100.3	<0.001
	2D-3D DSM	1.5	48.6	0.372
	3D DTM-3D DSM	48.9	87.0	<0.001
(1) Vegetation	2D-3D DTM	-69.1	111.6	<0.001
	2D-3D DSM	10.2	34.5	<0.001
	3D DTM-3D DSM	79.2	102.6	<0.001
(2) Cut side	2D-3D DTM	-0.1	24.6	0.949
	2D-3D DSM	3.3	23.9	0.091
	3D DTM-3D DSM	3.5	3.9	<0.001
(3) Crest	2D-3D DTM	7.0	29.9	0.008
	2D-3D DSM	7.0	29.9	0.008
	3D DTM-3D DSM	0.0	0.0	1*
(4) Clear	2D-3D DTM	-108.0	122.9	<0.001
	2D-3D DSM	-75.0	106.7	<0.001
	3D DTM-3D DSM	33.0	51.6	<0.001

*The correlation coefficient since the identical samples cannot be compared by the t -test.

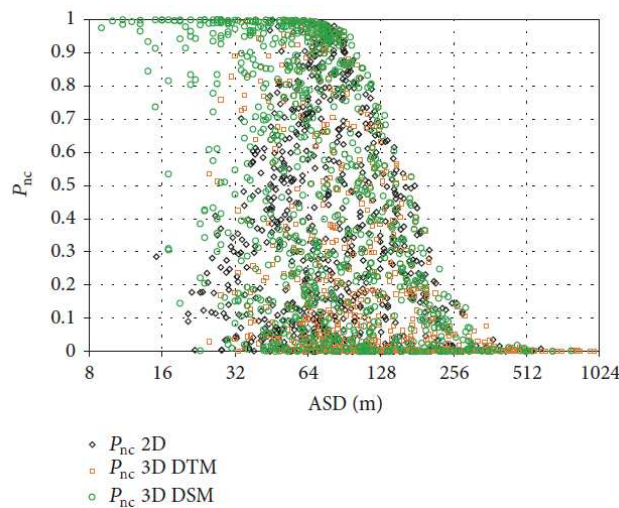
Πίνακας 2-1: Σύγκριση τιμών $SSD_{available}$ μεταξύ των τριών μοντέλων

Group	ASD pair	Mean	St. dev.	ρ value
All cases	2D-3D DTM	0.105	0.251	<0.001
	2D-3D DSM	-0.111	0.277	<0.001
	3D DTM-3D DSM	-0.215	0.295	<0.001
(1) Vegetation	2D-3D DTM	0.159	0.239	<0.001
	2D-3D DSM	-0.197	0.274	<0.001
	3D DTM-3D DSM	-0.355	0.318	<0.001
(2) Cut side	2D-3D DTM	-0.016	0.204	0.344
	2D-3D DSM	-0.049	0.208	0.005
	3D DTM-3D DSM	-0.033	0.061	<0.001
(3) Crest	2D-3D DTM	-0.042	0.189	0.012
	2D-3D DSM	-0.042	0.189	0.012
	3D DTM-3D DSM	0.000	0.000	1*
(4) Clear	2D-3D DTM	0.287	0.279	<0.001
	2D-3D DSM	0.228	0.256	<0.001
	3D DTM-3D DSM	-0.059	0.137	0.001

Πίνακας 2-2: Σύγκριση τιμών P_{nc} μεταξύ των τριών μοντέλων



Γράφημα 2-1: Γραφική κατανομή P_{nc}



Γράφημα 2-2: Διασπορά τιμών $SSD_{available}-P_{nc}$

2.2.2 Probabilistic Geometric Design of Highways: A Review [17]

Περιγραφή Δεδομένων:

Το έγγραφο αυτό δίνει έμφαση στις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε μεθοδολογίες σχεδιασμού βάσει αξιοπιστίας για οριζόντιες καμπύλες από διάφορους ερευνητές. Επιπλέον, αυτή η μελέτη επιχειρεί να συνδέσει μερικές ακόμη μελέτες που διεξήχθησαν σχετικά με τη συσχέτιση της παραγωγής του σχεδιασμού βάσει αξιοπιστίας με δεδομένα σφαλμάτων (συχνότητα ατυχημάτων και τοποθεσία), ώστε να αποδειχθεί πόσο αποτελεσματικός μπορεί να είναι ο σχεδιασμός βάσει αξιοπιστίας στην αντιμετώπιση του πραγματικού ζητήματος της διασφάλισης της ασφάλειας για τους χρήστες του δρόμου. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές πτυχές των εξελίξεων στον σχεδιασμό με βάση την αξιοπιστία και τις μελέτες σχετικά με τη συσχέτιση με τα δεδομένα ατυχημάτων, προτείνεται να υιοθετηθεί ένα εννοιολογικό πλαίσιο παραμέτρων και εκτιμήσεις από πρόσφατες μελέτες για μια πρακτική σχεδιασμού σχετιζόμενη με την ασφάλεια με βάση την αξιοπιστία για τη γεωμετρική σχεδίαση των αυτοκινητοδρόμων.

Μεθοδολογία:

Η αξιοπιστία μπορεί να οριστεί ως η πιθανότητα ότι το σχετικό σύστημα θα εκτελέσει τη λειτουργία του ικανοποιητικά χωρίς να αποτύχει κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής του ζωής: $R = \text{Prob.}(\text{supply}[X] > \text{demand}[Y])$

Εάν η προσφορά και η ζήτηση θεωρούνται ως «X» και «Y» αντίστοιχα, τότε η παράμετρος «Z» δίνεται από $Z = X - Y$

Έτσι, η Αξιοπιστία (R) μπορεί επίσης να εκφραστεί ως $R = \text{Prob.}(Z > 0)$

Άρα ορίζεται ως Probability of Noncompliance (P_{nc}) $P_{nc} = 1 - R = \text{Prob.}(Z < 0)$

Ένα άλλο σημαντικό μέτρο για την αναπαράσταση της αξιοπιστίας ενός συστήματος είναι ο δείκτης αξιοπιστίας, ο οποίος δηλώνεται με το β και μπορεί να οριστεί ως ο λόγος μεταξύ της μέσης και της τυπικής απόκλισης του συστήματος.

$$\beta = \frac{E(X) - E(Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) + \text{Var}(Y)}}$$

Parameter	Mean	Std. Deviation	Reference
Operating Speed (for R = 200 - 900 m)	80.38 - 95.52 km/h	8.119 - 4.598 km/h	Hussein et. al. 2014
Perception-reaction time	1.5 s	0.4 s	Lerner 1995
Deceleration rate	4.2 m/s ²	0.6 m/s ²	Fambro et. al. 1997

Πίνακας 2-3: Παράμετροι Καθορισμού SSD_{demand}

Τύπος υπολογισμού SSD_{demand}

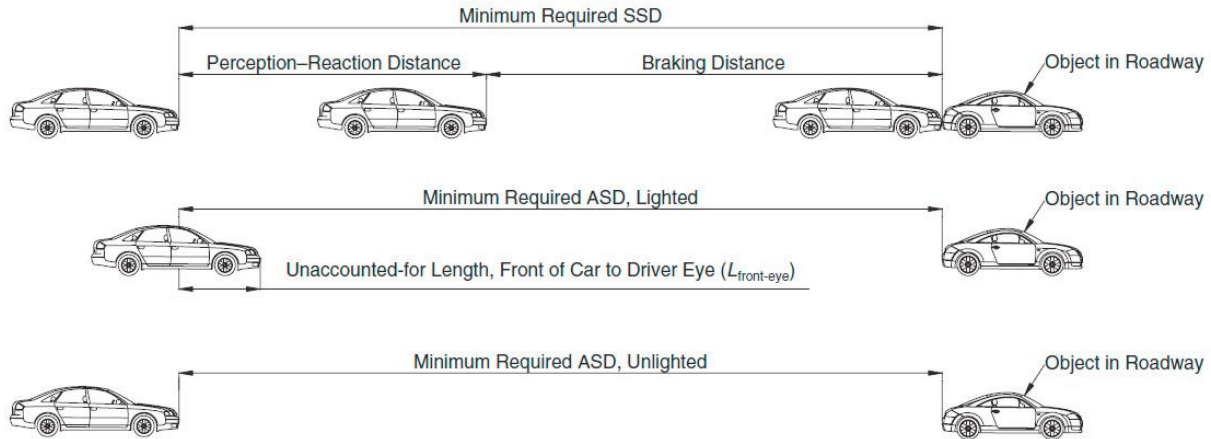
$$SSD_{daytime} = Vt_r + \frac{v^2}{2g(\frac{a}{g} + G)} + L_{front-eye} \quad L_{front-eye} = \text{απόσταση μπροστινού τμήματος οχήματος από οφθαλμό οδηγού}$$

Εξίσωση 2.2.2_1

Τύπος υπολογισμού $SSD_{available}$

$$ASD = 2 \times R \times \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right) \quad \text{όπου } M = \text{κάθετη απόσταση οχήματος από διαχωριστικό}$$

Εξίσωση 2.2.2_2



Εικόνα 2-4: Γραφική Παρουσίαση των $SSD_{available}$ & SSD_{demand}

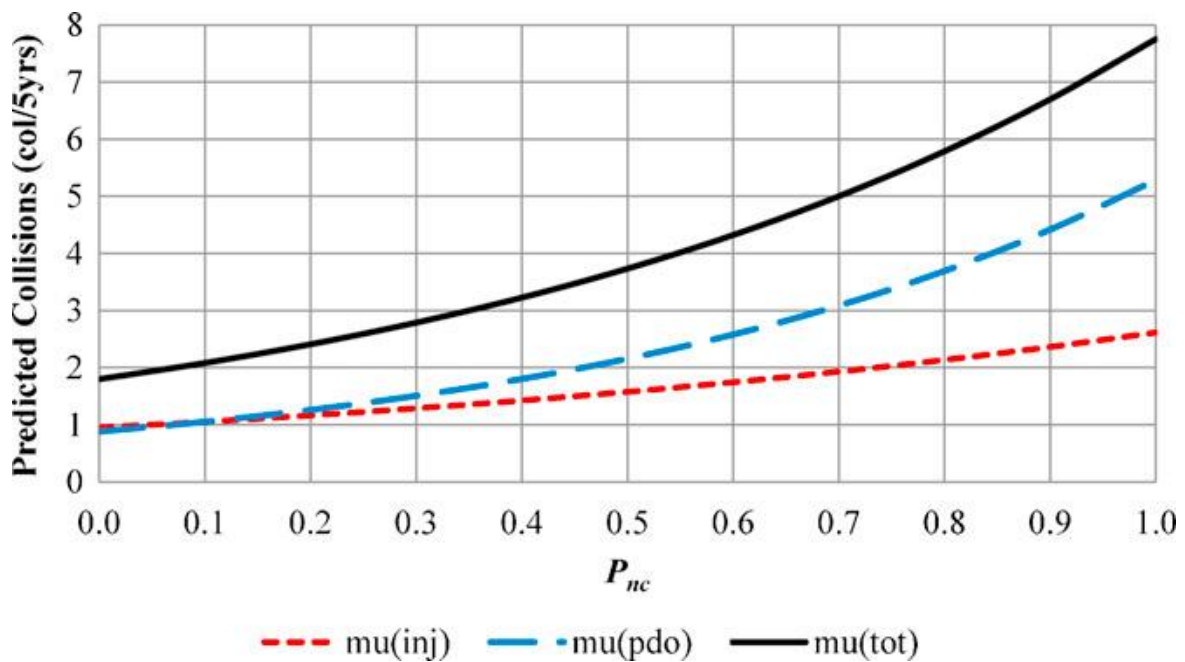
Reliability Analysis:

Με βάση όλα τα παραπάνω παρόλο που έχει αποδειχθεί από διάφορους ερευνητές ότι ο σχεδιασμός βάσει αξιοπιστίας είναι μια απαραίτητη μεθοδολογία για την εξασφάλιση της ασφάλειας σε σύγκριση με τη ντετερμινιστική διαδικασία σχεδιασμού, είναι επίσης σημαντικό να μελετηθεί η συσχέτιση του P_{nc} με δεδομένα ατυχημάτων για την εκτίμηση της ασφάλειας που συνεπάγεται η σχεδίαση βάσει αξιοπιστίας στη μείωση της συχνότητας σύγκρουσης. Επιπλέον, η έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση θα βοηθούσε επίσης στην εκτέλεση του κόστους-οφέλους ανάλυση η οποία με τη σειρά της θα διευκόλυε μια ενισχυμένη εφαρμογή της πιθανολογικής προσέγγισης στον γεωμετρικό σχεδιασμό εθνικής οδού. Έτσι αναπτύχθηκαν οι εξής σχέσεις με βάση τα ατυχήματα:

- μόνο υλικές ζημιές - only property damage (PDO)
- ολική καταστροφή – total (tot)
- τραυματισμό και θάνατο - injury and fatality (I+F)

$$\begin{aligned} \mu_{tot} &= e^{-14.931} L V^{0.895} e^{1.461 P_{nc}} \\ \mu_{I+F} &= e^{-15.624} L V^{0.900} e^{1.012 P_{nc}} \\ \mu_{PDO} &= e^{-16.516} L V^{0.974} e^{1.793 P_{nc}} \end{aligned}$$

Εξίσωση 2.2.2_3,4,5

Αποτελέσματα:

Γράφημα 2-3: Προβλεπόμενες συγκρούσεις και πιθανότητα μη συμμόρφωσης P_{nc}

2.2.3 Design of Horizontal Curves Using Reliability Analysis [18]

Περιγραφή Δεδομένων:

Αυτό το άρθρο στοχεύει στην αποκατάσταση της τρέχουσας προσέγγισης για το σχεδιασμό οριζόντιων καμπυλών μέσω της εφαρμογής μιας πιθανολογικής προσέγγισης που βασίζεται σε αξιοπιστία. Πρώτον, η κατανομή των διαθέσιμων πλευρικών τριβών υπό συνθήκες υγρού οδοστρώματος γίνεται με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε ένα νέο μοντέλο με βάση τα αποτελέσματα της παραγωγής λογισμικού προσομοίωσης δυναμικής οχήματος για τον προσδιορισμό της κατανομής της πλευρικής τριβής. Η μέθοδος αξιοπιστίας πρώτης τάξης (FORM) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του δείκτη αξιοπιστίας και της πιθανότητας αστοχίας (POF). Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του POF σε μια συγκεκριμένη οριζόντια καμπύλη ή για τον καθορισμό της ελάχιστης απαιτούμενης ακτίνας για μια συγκεκριμένη τιμή POF. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ελάχιστες ακτίνες που συνιστώνται θα παράγουν ασυνεπείς τιμές πιθανότητας αστοχίας για διαφορετικές ταχύτητες σχεδίασης.

Μεθοδολογία:

Παράγοντες που επηρεάζουν την μελέτη:

- Διαθέσιμη τριβή
 - Χαρακτηριστικά ελαστικών
 - Χαρακτηριστικά επιφάνειας οδοστρώματος και καιρικές συνθήκες
 - Ταχύτητα οχήματος
 - Αλληλεπίδραση μεταξύ διαμήκους και πλευρικής τριβής

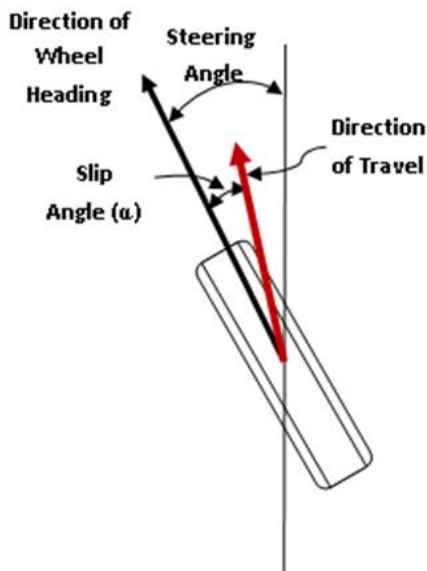
$$f^2 = f_T^2 + f_R^2$$

Εξίσωση 2.2.3_1

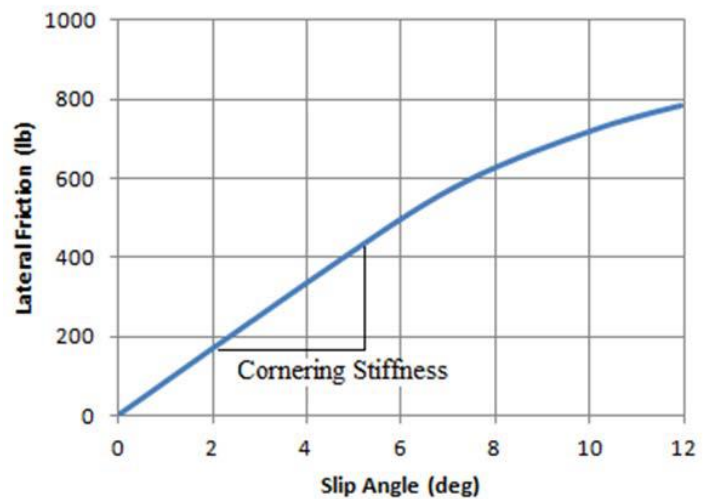
$$f_B^2 = f_{Total}^2 - \left(\frac{v^2}{15R} - e \right)^2$$

Εξίσωση 2.2.3_2

- Ζητούμενη τριβή
 - Ρυθμός Ολίσθησης
 - Γωνία ολίσθησης



Εικόνα 2-5: Σχηματική γωνία ολίσθησης



Γράφημα 2-4: Σχέση μεταξύ γωνίας ολίσθησης και δύναμης πλευρικής

$$f_D = \frac{v^2}{127 R} - e$$

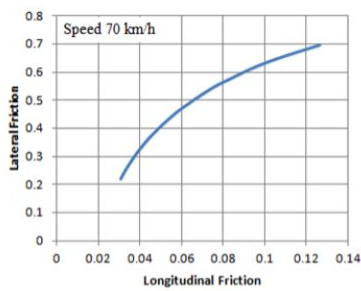
Εξίσωση 2.2.3_3

Reliability Analysis:

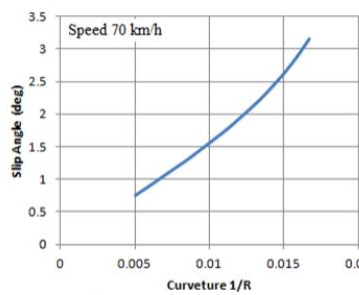
Η ανάλυση αξιοπιστίας απαιτεί τον καθορισμό μιας απόδοσης ή λειτουργίας οριακής κατάστασης η οποία είναι ίση με τη διαφορά μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Στο πλαίσιο του σχεδιασμού οριζόντιας καμπύλης με βάση το δυναμικό κριτήριο του οχήματος, η λειτουργία απόδοσης ισούται με τη διαφορά μεταξύ διαθέσιμης και ζήτησης πλευρικής τριβής.

Variable	Superelevation rate	Radius (m)	Speed (km/h)	Lateral friction factor
Superelevation rate	1.0000			
Radius (m)	-0.2354	1.0000		
Speed (km/h)	0.2232	0.2683	1.0000	
Lateral friction factor	-0.2851	-0.2927	-0.815	1.0000

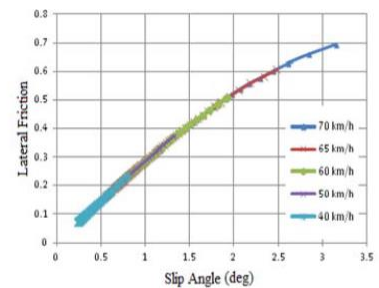
Αποτελέσματα:



(a) Lateral vs longitudinal friction.

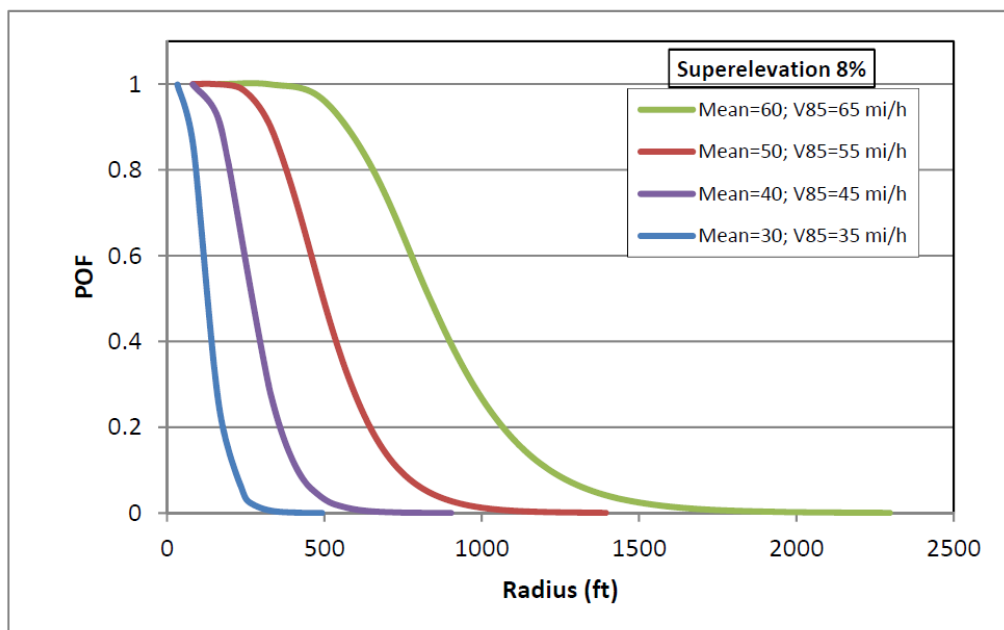


(b) Slip angle vs curvature.

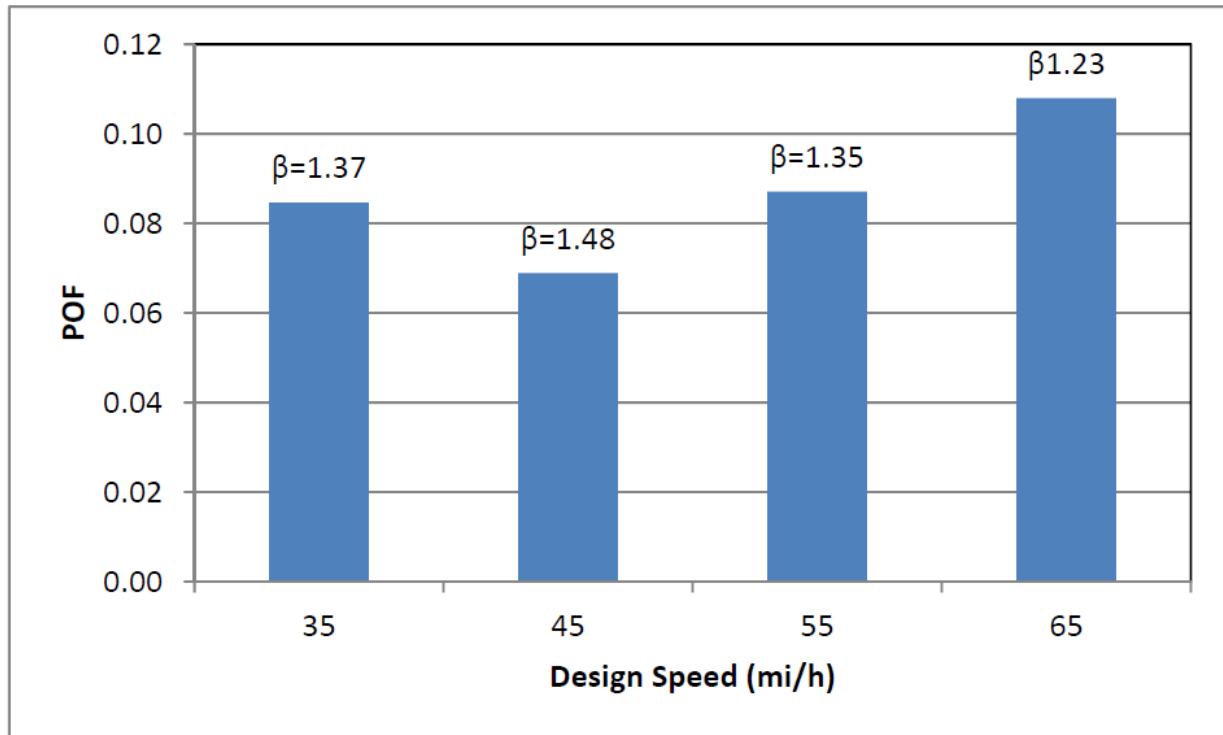


(c) Lateral friction vs slip angle.

Γράφημα 2-5: Σχέση μεταξύ ζήτησης πλευρικής τριβής, καμπυλότητας, γωνίας ολίσθησης και ταχύτητας



Γράφημα 2-6: Πιθανότητα αποτυχίας για ποσοστό υπέρβασης 8% σε σχέση με ακτίνα R



Γράφημα 2-7: POF που αντιστοιχεί στην ελάχιστη ακτίνα σύμφωνα με τους κανονισμούς

Table 3. Horizontal Curves Design Parameters.

V (mi/h)				$e = 4\%$		$e = 8\%$	
Mean	SD	V_{85}	f	Design R (ft)	R ($\beta = 3.0$) (ft)	Design R (ft)	R ($\beta = 3.0$) (ft)
30	4.098	34.25	0.18	355.42	453	300.74	397
40	4.757	44.93	0.15	708.33	853	585.14	728
50	5.061	55.25	0.13	1196.88	1542	968.91	1273
60	5.011	65.19	0.11	1888.98	2631	1491.30	2097

Πίνακας 2-4: Παράμετροι Σχεδιασμού Οριζοντίων Καμπυλών

2.2.4 Methodology for safety optimization of highway cross-sections for horizontal curves with restricted sight distance [19]

Περιγραφή Δεδομένων:

Το έγγραφο παρουσιάζει μια πρωτότυπη μεθοδολογία για την επιλογή ενός κατάλληλου συνδυασμού στοιχείων διατομής με περιορισμένη απόσταση όρασης για να οδηγήσει σε μειωμένες συγκρούσεις και μικρά επίπεδα κινδύνου. Ο σκοπός αυτής της μεθόδου βελτιστοποίησης είναι να παρέχει στους σχεδιαστές μια προληπτική προσέγγιση στο σχεδιασμό στοιχείων διατομής προκειμένου να

- ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο που σχετίζεται με την περιορισμένη απόσταση όρασης
- να εξισορροπήσει τον κίνδυνο μεταξύ των δύο αυτοκινητοδρόμων της εθνικής οδού

- να μειώσει της αναμενόμενης συχνότητα σύγκρουσης

Παρουσιάστηκε μια μελέτη περιελάβανε εννέα διατομές που αποτελούν μέρος δύο σημαντικών τμημάτων στον αυτοκινητόδρομο στη Βρετανική Κολομβία του Καναδά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα Ο σκοπός αυτής της μεθόδου βελτιστοποίησης είναι να παρέχει στους σχεδιαστές μια προληπτική προσέγγιση στο σχεδιασμό στοιχείων διατομής προκειμένου να επιτύχει μία επιπρόσθετη μείωση των συγκρούσεων που μπορεί να πραγματοποιηθεί ενσωματώνοντας το στοιχείο αξιοπιστίας, P_{nc} (υποδηλώνοντας την πιθανότητα μη συμμόρφωσης). Η προτεινόμενη προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα μειωμένα επίπεδα κινδύνου και για τις δύο κατευθύνσεις ταξιδιού εκτός από περαιτέρω μειώσεις σύγκρουσης.

Μεθοδολογία:

Reliability Analysis:

ΤΥΠΟΙ:

$$g = S - D,$$

with failure (non-compliance) occurring when $g < 0$.

Εξίσωση 2.2.4_1

S= ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

D= ΔΙΑΤΗΘΕΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Αν το $g < 0$ τότε εντοπίζεται το πρόβλημα

$$g = ASD - SSD,$$

Εξίσωση 2.2.4_2

Προσφερόμενο Μήκος Ορατότητας:

$$ASD = 2 \times R \times \cos^{-1} \left(1 - \frac{(w_{lane}/2) + w_{clearance}}{R} \right)$$

Εξίσωση 2.2.4_3

Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας:

$$SSD = 0.278 \times v \times PRT + \frac{v^2}{254((a/9.81) + lg)},$$

Εξίσωση 2.2.4_4

Parameter	Mean	Standard deviation	Distribution	Reference
v	See text	See text	Normal	Richl and Sayed (2006)
PRT	1.5 s	0.40 s	Lognormal	Lerner (1995)
a	4.2 m/s ²	0.60 m/s ²	Normal	Fambro et al. (1997)

Πίνακας 2-5: Παράμετροι που εισέρχονται στο SSD

Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης:

$$P_{nc} = \int_{g(\mathbf{X}) \leq 0} f(\mathbf{X}) dx_1 dx_2 \dots dx_n,$$

Εξίσωση 2.2.4_5

Δημιουργήθηκαν 3 μοντέλα για τα οποία ισχύουν τα εξής:

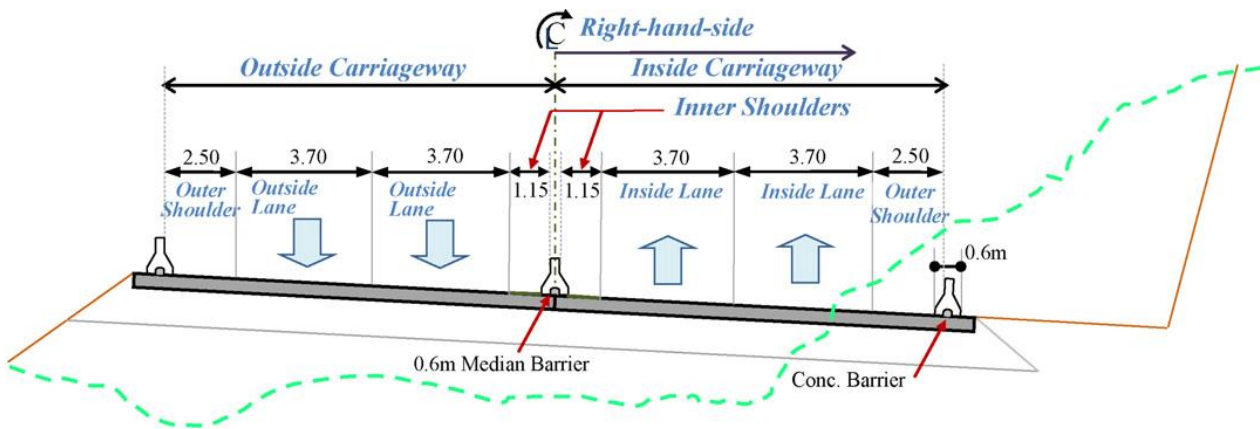
- συγκρούσεις μόνο με υλικές ζημιές (PDO)
- σοβαροί τραυματισμοί (1+F)
- συνολικά [υλικές ζημιές & τραυματισμοί] (tot)

$$\mu_{tot} = e^{-14.931} \times L \times V^{0.895} \times e^{1.461P_{nc}},$$

$$\mu_{1+F} = e^{-15.624} \times L \times V^{0.900} \times e^{1.012P_{nc}},$$

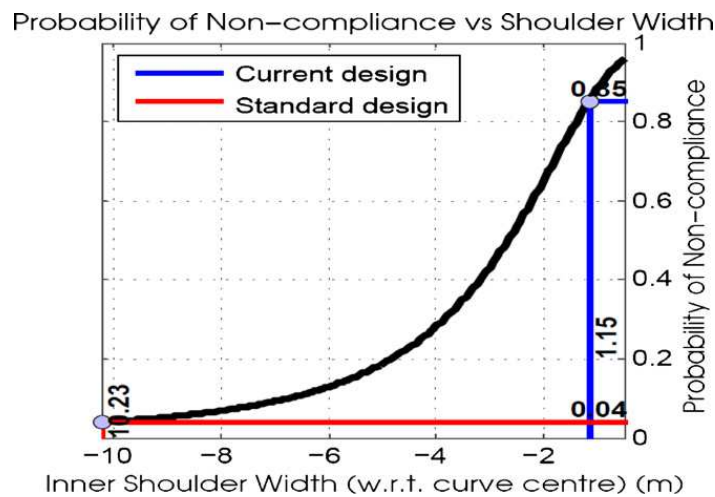
$$\mu_{PDO} = e^{-16.516} \times L \times V^{0.974} \times e^{1.793P_{nc}}.$$

Εξίσωση 2.2.4_6,7,8



Εικόνα 2-6: Τυπική Διατομή Αυτοκινητοδρόμου με 2 λωρίδες/ανά κατεύθυνση

Αποτελέσματα:



Γράφημα 2-8: Σχέση μεταξύ P_{nc} και πλάτος ερείσματος

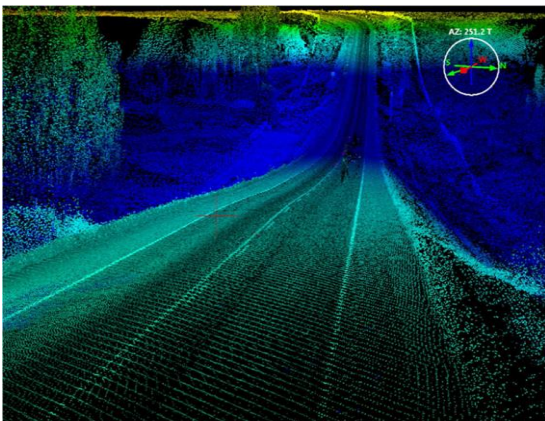
2.2.5 Exploring the association between curve features, reliability measures, and safety [20]

Περιγραφή Δεδομένων:

Το παρόν έγγραφο προτείνει την υιοθέτηση του Structural Equation Modeling (SEM) για ταυτόχρονη μοντελοποίηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιώντας δεδομένα που συλλέγονται σε οριζόντιες καμπύλες στην Αλμπέρτα του Καναδά. Τα δεδομένα απεικόνισης (LiDAR) χρησιμοποιήθηκαν για να εξαγάγουν πληροφορίες καμπύλης και να εκτιμήσουν την τρισδιάστατη διαθέσιμη απόσταση θέασης σε 244 καμπύλα τμήματα αυτοκινητόδρομου. Η ανάλυση αξιοπιστίας ήταν στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό του P_{nc} σχετίζεται με κάθε καμπύλο τμήμα. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το SEM για να δοκιμαστούν οι επιπτώσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών κυκλοφορίας και της P_{nc} καθώς και τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις που έχουν αυτές οι μεταβλητές στη συχνότητα σύγκρουσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η P_{nc} , το μήκος της καμπύλης και ο όγκος της κυκλοφορίας είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στη συχνότητα σύγκρουσης. Χαρακτηριστικά καμπύλης όπως η γωνία εκτροπής και το μήκος της χορδής είχαν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στη P_{nc} αλλά βρέθηκαν επίσης να έχουν έμμεση επίδραση στις συγκρούσεις. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της εξέτασης και άλλων χαρακτηριστικών των καμπυλών κατά το γεωμετρικό σχεδιασμό οδών αντί να εστιάζονται πλήρως στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της καμπύλης.

Μεθοδολογία:

LiDAR data:



Εικόνα 2-7: Σάρωση LiDAR

Το LiDAR είναι μια τεχνολογία τηλεπισκόπησης στην οποία εκπέμπονται ακτίνες φωτός υπέρυθρων ακτινών από ένα σύστημα σάρωσης με λέιζερ για τη δημιουργία εικονικών τρισδιάστατων εικόνων του γύρω περιβάλλοντος. Αυτό το άρθρο χρησιμοποιεί δεδομένα LiDAR για κινητά μέρη. Ένα σύστημα σάρωσης με λέιζερ είναι τοποθετημένο σε ένα φορτηγό συλλογής δεδομένων που ταξιδεύει κατά μήκος οδικών οδών σε αναρτημένα όρια ταχύτητας δημιουργώντας σύννεφα τρισδιάστατων σημείων τμημάτων δρόμου.

Μεταβλητές:**Χαρακτηριστικά καμπύλης συμπεριλαμβανομένης**

- της ακτίνας καμπύλης (R)
- γωνία εκτροπής
- μήκος καμπύλης
- μήκος χορδής
- βαθμός καμπυλότητας
- superelevation rate (e)
- longitudinal grade (g)
- $SSD_{available}$
- όγκοι κυκλοφορίας
- δεδομένα σύγκρουσης από το 2009 έως το 2014

συλλέχθηκαν για υπολογισμούς ανάλυσης αξιοπιστίας.

Table 1

A Descriptive statistics of horizontal curve data (244 curves).

Description	Min	Max	Mean	STDEV
Total collisions/6-yrs	0.00	47.00	3.66	5.71
AADT (veh/day)	242	45,220	3959	6670
Curve Length (m)	181	1547	586	263
Superelevation (m/m)	0.01	0.08	0.05	0.01
Deflection angle (Degrees)	7.57	89.97	40.69	18.89
Radius (m)	267	2048	867	365
Chord Length (m)	160.29	1465.67	549.43	248.36
Degree of Curvature	0.85	5.61	2.39	1.00
Available sight distance (m)	80.1	185.2	152.4	27.0
Longitudinal grade (%)	-7.41	6.30	0.12	1.95

Πίνακας 2-6: Παράμετροι Ανάλυσης Αξιοπιστίας

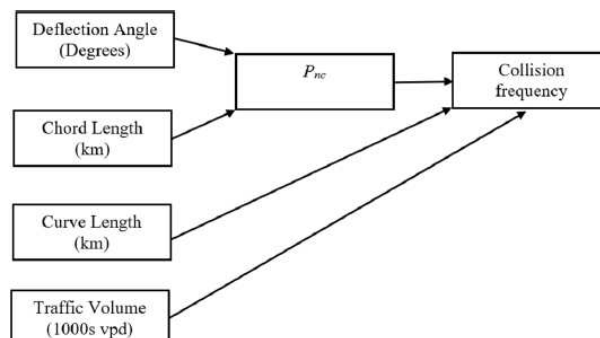
Μοντέλο:

$$LSF = ASD - \left(0.278 v * PRT + \frac{v^2}{254 \left(\frac{a}{9.81} + g \right)} \right)$$

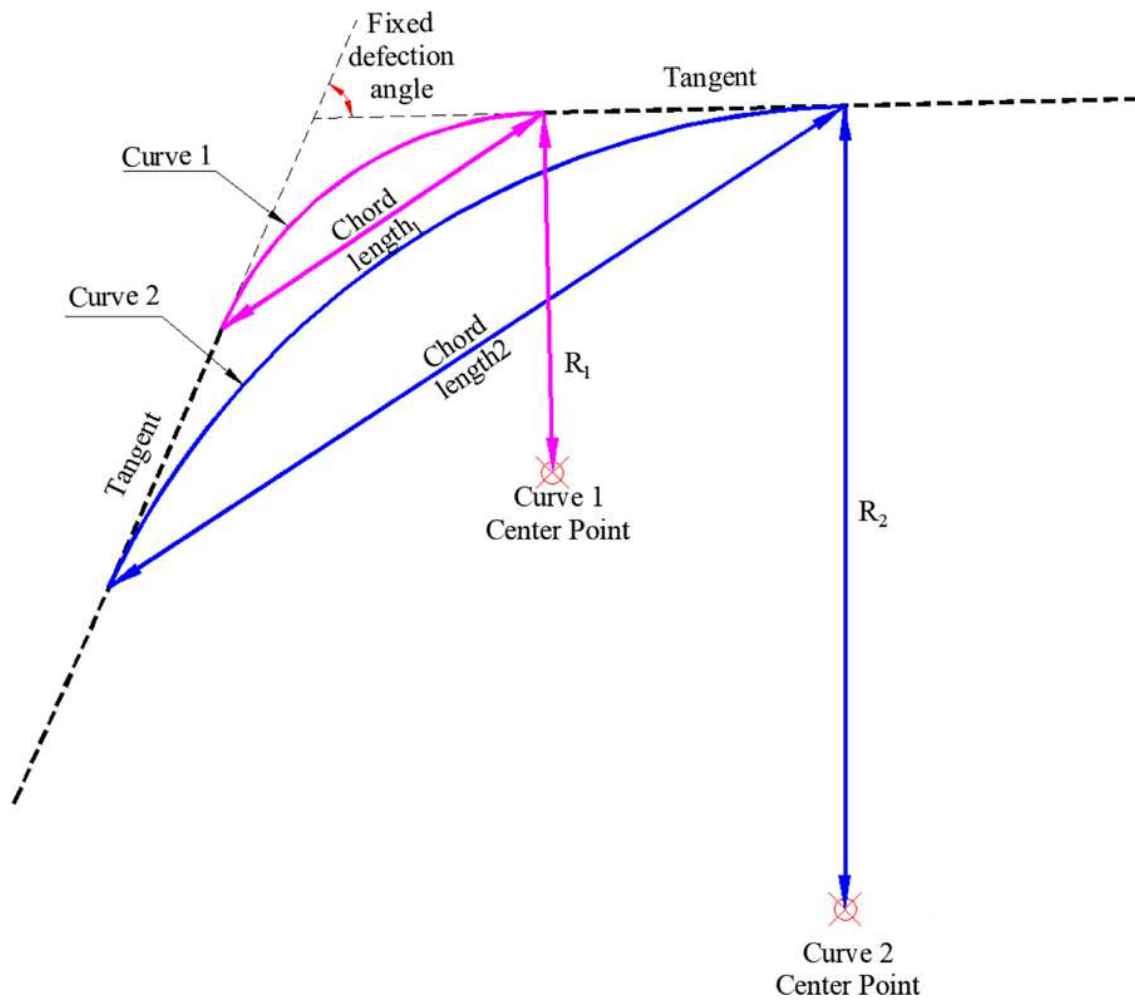
Εξίσωση 2.2.5_1

Variable	Distribution	Mean	Standard Deviation	Reference
<i>PRT</i>	Lognormal	1.5 s	0.4 s	Essa et al., 2016; Lerner, 1995
<i>a</i>	Normal	4.2 m/s ²	0.6 m/s ²	AASHTO, 2011; Fambro et al., 1997
<i>v</i>	Normal	Prediction models	Prediction models	Richl and Sayed, 2005, 2006

Πίνακας 2-7: Παράμετροι LSF

Αποτελέσματα:

Εικόνα 2-8: Πορεία Μοντέλου



Εικόνα 2-9: Απεικόνιση μήκους χορδής σε σχέση με μήκος τόξου στροφής

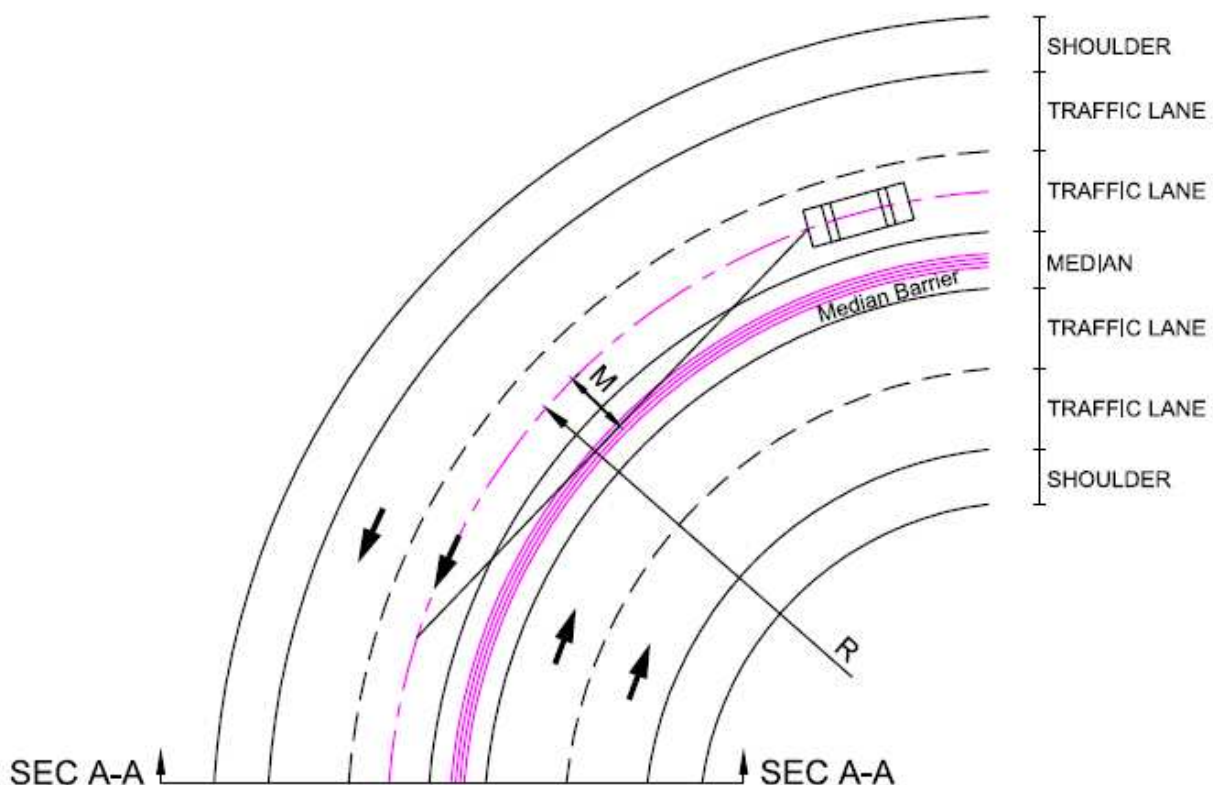
	Variable	Estimate (Est)	SE	Est/SE	P-Value
Effects on P_{NC}	Deflection Angle (Degrees)	0.005	0.001	4.239	0.000 **
	Chord Length (km)	-0.362	0.074	-4.923	0.000 **
Effects on Collision Frequency	P_{NC}	0.634	0.256	2.48	0.013 **
	Curve Length (km)	1.39	0.23	6.03	0.000 **
	Traffic Volume (1000s vpd)	0.074	0.009	8.631	0.000 **
Indirect Effects on Collision Frequency	Deflection Angle (Degrees)	0.003	0.002	2.035	0.042 **
	Chord Length (km)	-0.229	0.106	-2.165	0.030 **

Πίνακας 2-8: Αποτελέσματα ανάλυσης αξιοπιστίας με μέθοδο σάρωσης LiDAR

2.2.6 Calibrating Road Design Guides Using Risk-Based Reliability Analysis [21]

Περιγραφή Δεδομένων:

Αυτό το άρθρο ασχολείται με μια σημαντική εφαρμογή της ανάλυσης αξιοπιστίας: τη βαθμονόμηση των μοντέλων γεωμετρικού σχεδιασμού για απόδοση σταθερών επιπέδων ασφάλειας (κινδύνου). Το άρθρο παρέχει βαθμονομημένα διαγράμματα σχεδίασης για τη μεσαία τεταγμένη M [ορίζεται ως η πλευρική απόσταση μεταξύ της άκρης των μέσων φραγμών και της κεντρικής γραμμής της παρακείμενης λωρίδας κυκλοφορίας] με διαφορετική πιθανότητα επιπέδων μη συμμόρφωσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι βαθμονομημένες τιμές του M είναι γενικά χαμηλότερες από αυτές που προέρχονται από τον οδηγό σχεδίασης AASHTO. Τα βαθμονομημένα διαγράμματα σχεδίασης μπορούν να προσφέρουν στους σχεδιαστές που ασχολούνται με αυτοκινητόδρομους με περιορισμένο δικαίωμα διέλευσης την επιλογή να χρησιμοποιούν χαμηλότερες τιμές μεσαίας τεταγμένης και να τους επιτρέπουν να εκτιμούν τις συνέπειες ασφαλείας των αποφάσεών τους. Συνολικά, τα βαθμονομημένα διαγράμματα μπορούν να βοηθήσουν τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων στον προσδιορισμό των επιπτώσεων ασφαλείας από την απόκλιση από τα πρότυπα γεωμετρικού σχεδιασμού και τον ποσοτικό προσδιορισμό του επιπέδου ασφαλείας που ενσωματώνεται στις τιμές σχεδιασμού που θεωρούνται αποδεκτές.



Εικόνα 2-10: Σχέδιο ανάλυσης Δεξιάς Στροφής σε Αυτοκινητόδρομο με New_Jersey

Μεθοδολογία:

Η συνάρτηση οριακής κατάστασης μπορεί να οριστεί ως η διαφορά μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Στο πλαίσιο της σχεδίασης αξιοπιστίας των μέσων φραγμών, η προσφορά είναι η διαθέσιμη απόσταση όρασης (ASD), ενώ η ζήτηση είναι η απόσταση όρασης στάσης που απαιτείται από τον οδηγό για στάση (SSD). Και οι δύο υπολογίζονται σύμφωνα με τις ακόλουθες εκφράσεις, όπως και το ενδιάμεσο μήκος M:

$$ASD = 2 \times R \times \cos^{-1} \left(1 - \frac{M}{R} \right)$$

$$SSD = V \times PRT + \frac{V^2}{2(a + gl)} \quad \text{Εξίσωση 2.2.6}_{1,2}$$

Συνάρτηση οριακής κατάστασης:

$$g(x) = \{ ASD - SSD \} = \left\{ \left[2 \times R \times \cos^{-1} \left(1 - \frac{M}{R} \right) \right] - \left[V \times PRT + \frac{V^2}{2(a + gl)} \right] \right\}$$

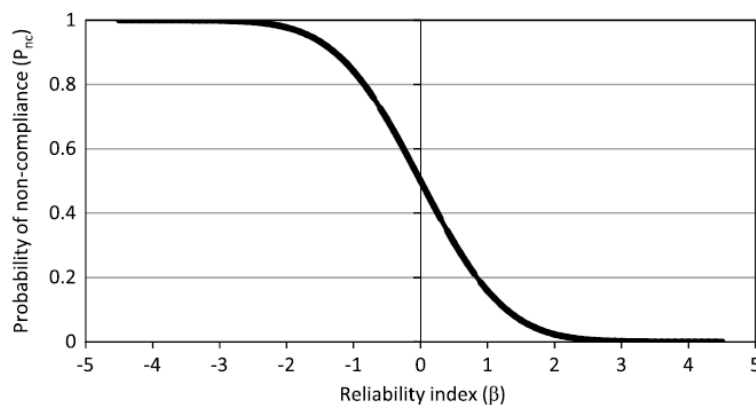
Εξίσωση 2.2.6_3

Parameter	Mean	Standard deviation	Distribution	Value used for design
Perception and reaction time	1.5 s	0.4 s	Log normal	2.5 s
Driver deceleration	4.2 m/s ²	0.6 m/s ²	Normal	3.4 m/s ²
Operating speed	See Table 2	See Table 2	Normal	—

Πίνακας 2-9: Σύνοψη Παραμέτρων ASD-SSD

Reliability Analysis:

$$g(x) \leq 0: \text{Failure (noncompliance)} \quad P_{nc} = \iint_{g(x) \leq 0} \dots \int f(x) dx \quad \text{Εξίσωση 2.2.6}_4$$



Γράφημα 2-9: Σχέση μεταξύ Πιθανότητας Μη Συμμόρφωσης P_{nc}-Βαθμού Αξιοπιστίας Reliability Inditex(b)

Αποτελέσματα:

Radius (m)	Mean (km/h)	Standard deviation (km/h)
200	80.38	8.119
250	84.21	6.537
300	86.78	5.623
350	88.61	5.094
400	90.00	4.803
450	91.09	4.659
500	91.96	4.598
550	92.68	4.598
600	93.28	4.630
650	93.80	4.687
700	94.23	4.751
750	94.62	4.825
800	94.95	4.898
900	95.52	5.051

Πίνακας 2-10: Κατανομή ταχυτήτων V ανά ακτίνα R

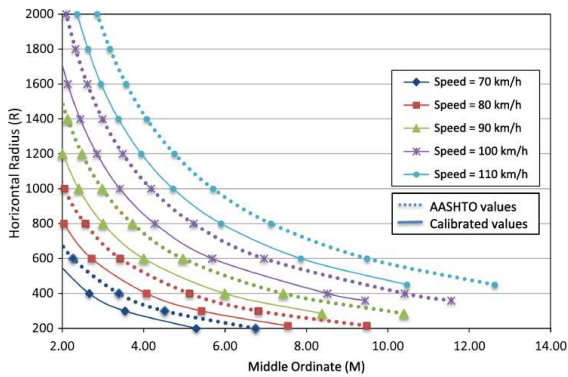


Fig. 3. Calibrated middle ordinate M design chart using design speed (target $P_{nc} = 5\%$)

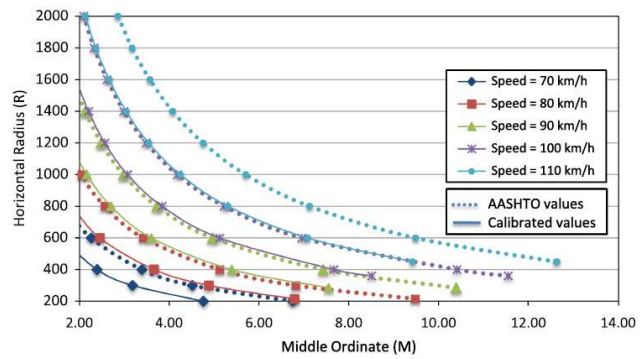


Fig. 4. Calibrated middle ordinate M design chart using design speed (target $P_{nc} = 10\%$)

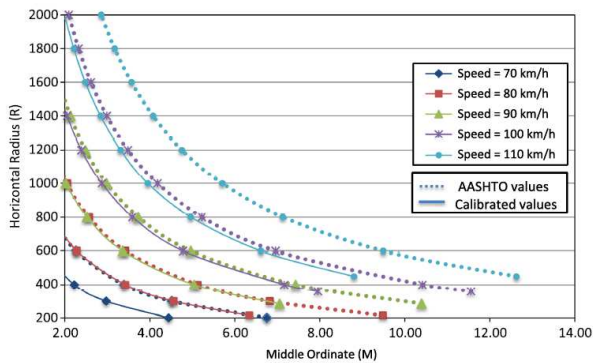


Fig. 5. Calibrated middle ordinate M design chart using design speed (target $P_{nc} = 15\%$)

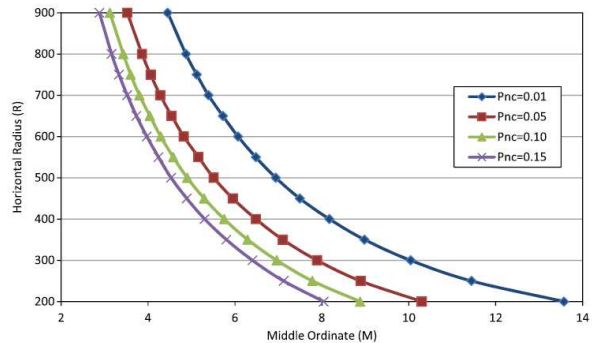


Fig. 6. Calibrated middle ordinate M design chart using operating speed

Γράφημα 2-10: Διορθωμένη απόσταση μέσου λωρίδας από New_Jersey σε σχέση με ακτίνα (R) για διάφορες τιμές της P_{nc}

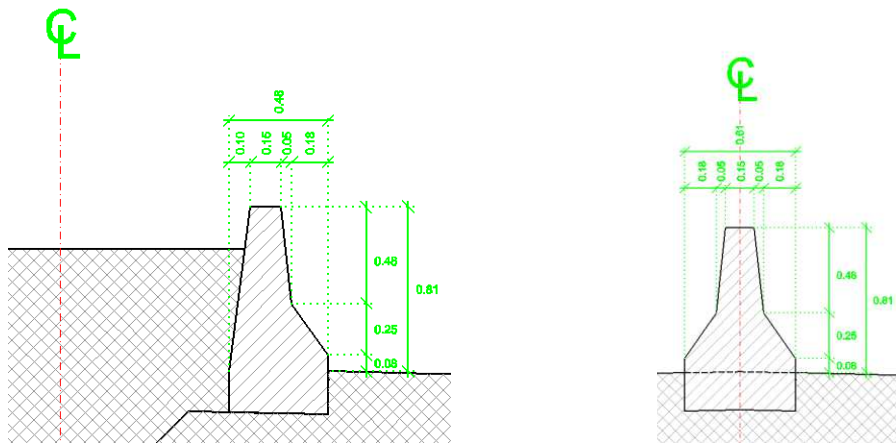
2.2.7 Design Considerations of Compound Alignments Resulting from Visibility Restrictions by Median Jersey Barriers [1]

Περιγραφή Δεδομένων:

Το παρών έγγραφο διερευνά την επάρκεια SSD στη λωρίδα διέλευσης των αυτοκινητοδρόμων υψηλής ταχύτητας για την πιο κρίσιμη περίπτωση όπου οι οριζόντιες καμπύλες αριστερής στροφής βρίσκονται σε κάθετης καμπυλότητας κορυφή. Η διαδικασία βασίζεται στη διαφορά μεταξύ των διαθέσιμων και των απαιτούμενων τιμών SSD σύμφωνα με μια μέθοδο ελέγχου SSD, που αναπτύχθηκε προηγουμένως από τους συγγραφείς, που σχετίζεται ταυτόχρονα με την τρισδιάστατη διαμόρφωση σύνθετων οδοστρώματος με τη δυναμική του οχήματος. Η διαδικασία αντιμετωπίζει επίσης πιθανές ζώνες έλλειψης SSD σύμφωνα με τις γερμανικές κατευθυντήριες γραμμές σχεδιασμού δρόμου RAA, 2008 για την υψηλότερη τιμή ταχύτητας (130km/h) εξετάζοντας 24 περιπτώσεις που αποτελούνται από 6 οριζόντιες ευθυγραμμίσεις, καθεμία σε συνδυασμό με 4 διαφορετικές κάθετες ευθυγραμμίσεις, καλύπτοντας έτσι μάλλον ευρύ φάσμα σχεδιαστικών λύσεων. Η ανάλυση, μέσω του ορισμού του μήκους και της μέγιστης κατακόρυφης απόστασης της ορατότητας του οδηγού που αποκρύπτεται από το διάμεσο φράγμα (New_Jersey), μαζί με τις αναθεωρημένες τιμές του ύψους του αντικειμένου, αποκάλυψε εκτεταμένες περιοχές με ανεπάρκεια SSD.

Μεθοδολογία:

Ενδιάμεσα New_Jersey:



Εικόνα 2-11: Τύποι και διαστάσεις New_Jersey

Υπολογισμός SSD & ASD:

- τιμή Διαμήκουσ Τριβής:

$$f_T = \sqrt{\left(\frac{a}{g}\right)^2 - \left(\frac{V^2}{gR} - e\right)^2}$$

where :

f_T : friction demand in the longitudinal direction of travel
 V (m/sec) : vehicle speed
 a (m/sec²) : vehicle deceleration rate [3.7m/sec² (RAA, 2008)]
 g (m/sec²) : gravitational constant
 R (m) : horizontal radius
 e (%/100) : road cross – slope

Εξίσωση 2.2.7_1

- μείωση ταχύτητας ανά $t=0,01\text{sec}$:

$$V_{i+1} = V_i - g(f_T + s)t$$

Εξίσωση 2.2.7_2

where :

V_i (m/sec) : vehicle speed at a specific station i
 V_{i+1} (m/sec) : vehicle speed reduced by the deceleration rate for $t = 0.01\text{sec}$
 t (sec) : time fragment ($t = 0.01\text{sec}$)
 s (%/100) : road grade in i position [(+) upgrades, (-) downgrades]
 f_T : friction demand in the longitudinal direction of travel
 BD_i (m) : pure braking distance
 g (m/sec²) : gravitational constant

- δυναθέντα μέτρα πέδησης:

$$BD_i = V_i t - \frac{1}{2} g(f_T + s)t^2$$

Εξίσωση 2.2.7_3

Ζητούμενο SSD:

$$SSD_{\text{demand}} = V_o t + \sum BD_{k-1}$$

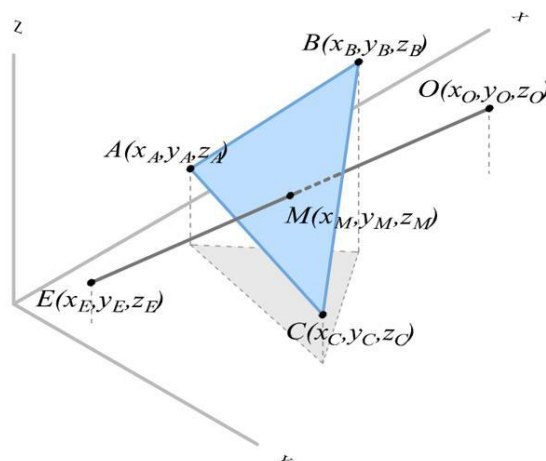
where :

V_o (m/sec) : vehicle initial speed
 t (sec) : driver's perception – reaction time [2.5sec (RAA, 2008)]
 $\sum BD_{k-1}$ (m) total vehicle pure braking distance for the initial value of vehicle speed

Εξίσωση 2.2.7_4

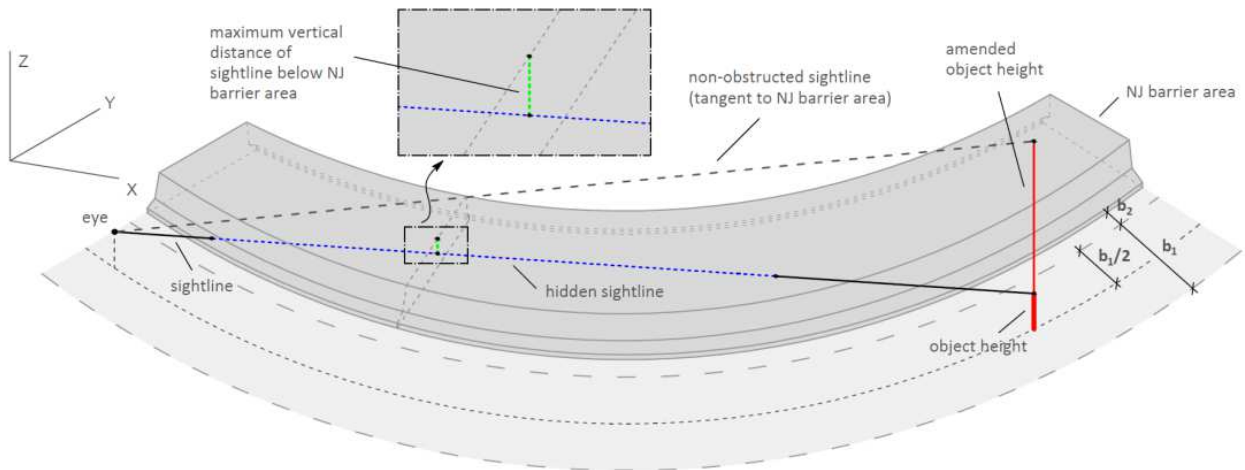
Διατιθέμενο SSD:

Υπολογίσθηκε λαμβάνοντας υπόψιν το τρισδιάστατο χώρο [3D] ,δηλαδή από όλες τις γραμμές οράσεως επιλέχθηκε η συντομότερη που διακόπτεται από κάποιο εμπόδιο. Αυτό αναπαρίσταται στο παρακάτω σχήμα:

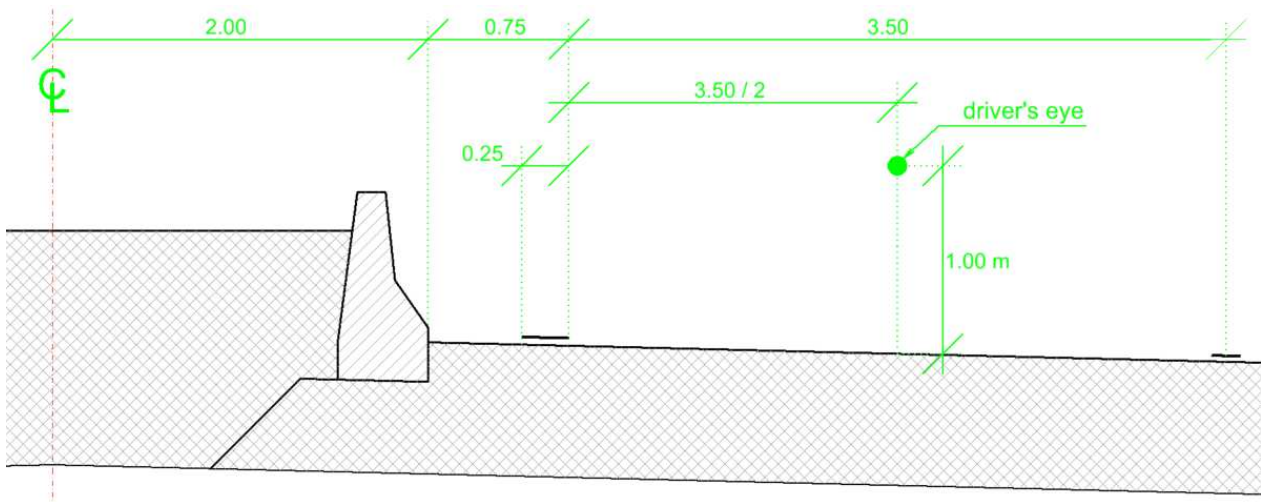


Εικόνα 2-12: Γραμμή Οράσεως Οδηγού σε 3D περιβάλλον

Σχηματική Αναπαράσταση Αριστερής Στροφής σε Κυρτή Καμπύλη:



Εικόνα 2-13: Γραμμή Οράσεως σε Σχηματική Αναπαράσταση Αριστερής Στροφής σε Κυρτή Καμπύλη



Εικόνα 2-14: Διατομή Οδού 2 Λωρίδων ανά κατεύθυνση με Διαχωριστικό Τύπου New_Jersey

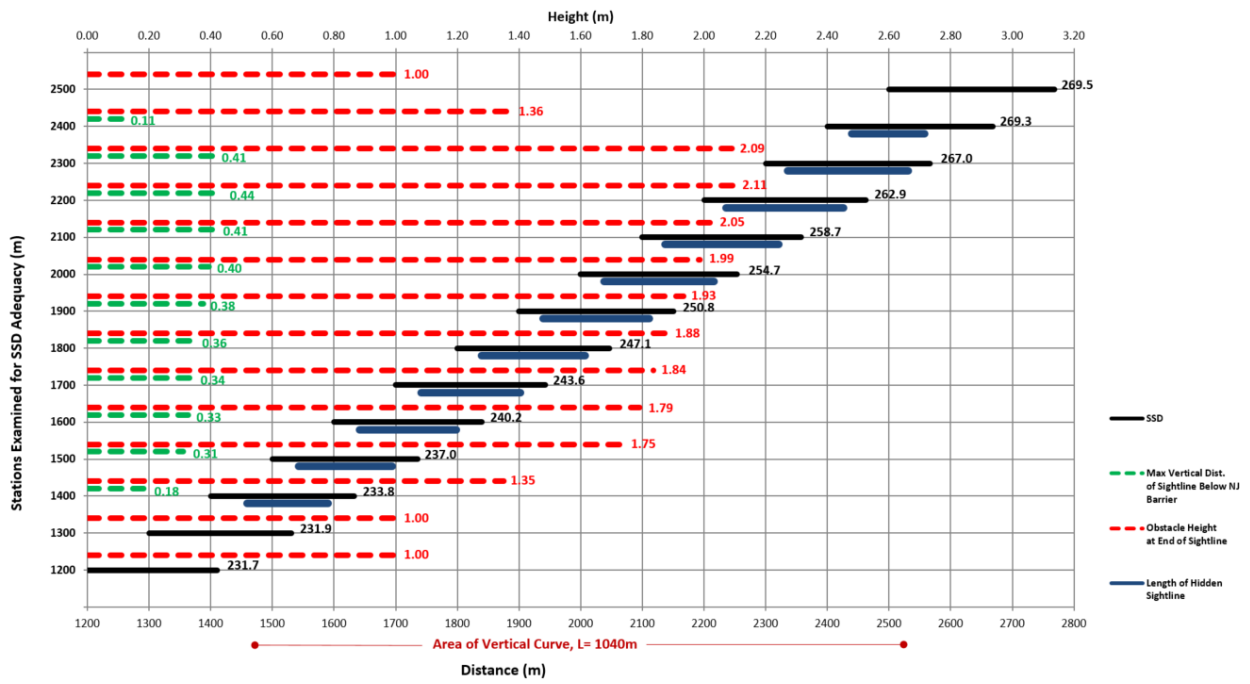
Αποτελέσματα:

		CVCR (m)			
		13000m	20000m	25000m	40000m
R (m)	900	>39%	>25%	>16%	0%
	1500	>32%	>25%	>16%	0%
	2000	>22%	>22%	>16%	0%
	2500	>12%	>12%	>12%	0%
	3000	4%	4%	4%	0%
	3500	0%	0%	0%	0%

		CVCR (m)			
		13000	20000	25000	40000
R (m)	900	×	×	✓*	✓
	1500	×	×	✓*	✓
	2000	×	×	✓*	✓
	2500	✓	✓	✓	✓
	3000	✓	✓	✓	✓
	3500	✓	✓	✓	✓

Note: ✓ acceptable arrangements, ✓* acceptable arrangements for exit grades not bellow $s = -2.5\%$,
 × unacceptable arrangements

Πίνακας 2-11: Ποσοστό Απομείωσης SSD & καθορισμός επιτρεπτών συνδυασμών



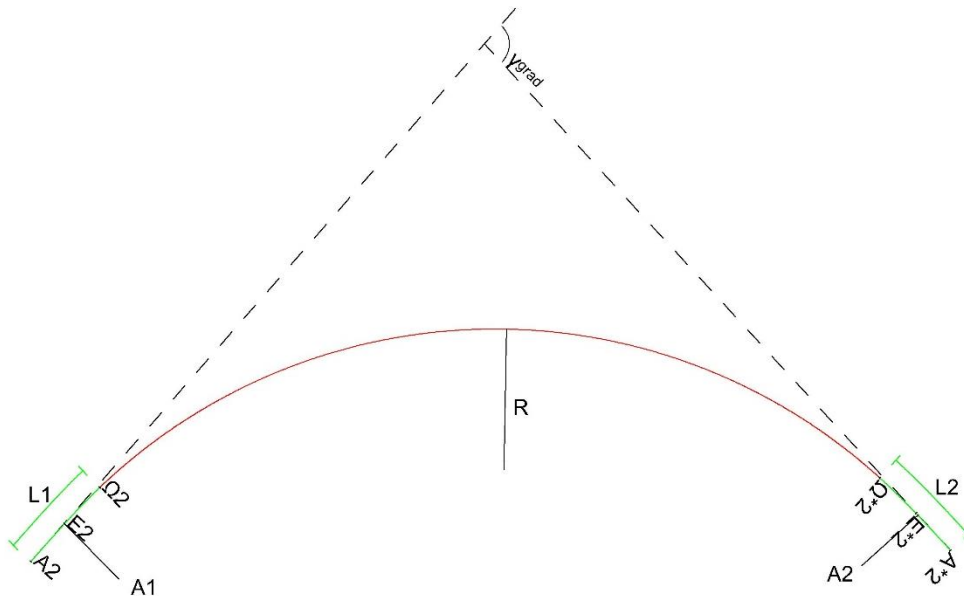
Γράφημα 2-11: Συνδυασμός R-Hlk με εξεταζόμενη θέση ανά 100m SSD/ASD

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το Θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίστηκε η συλλογή δεδομένων, η επεξεργασία και η ανάλυση του αντικείμενου της Διπλωματικής Εργασίας καθώς και βασικές στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης. Για το σκοπό της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις σε πρόγραμμα προσομοίωσης που δημιουργήθηκε για την παρούσα Διπλωματική και συλλέχθηκαν τα αποτελέσματα. Έπειτα, αναλύθηκαν τα δεδομένα εφαρμόζοντας τη Μέθοδο Ανάλυσης Αξιοπιστίας με σκοπό την εξαγωγή ενός συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των προβλήματος ορατότητας και των διάφορων παραμέτρων σχετικά με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού.

3.2 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Οριζοντιογραφίας



Εικόνα 3-1: Τυπική Αριστερή Στροφή Οριζοντιογραφία

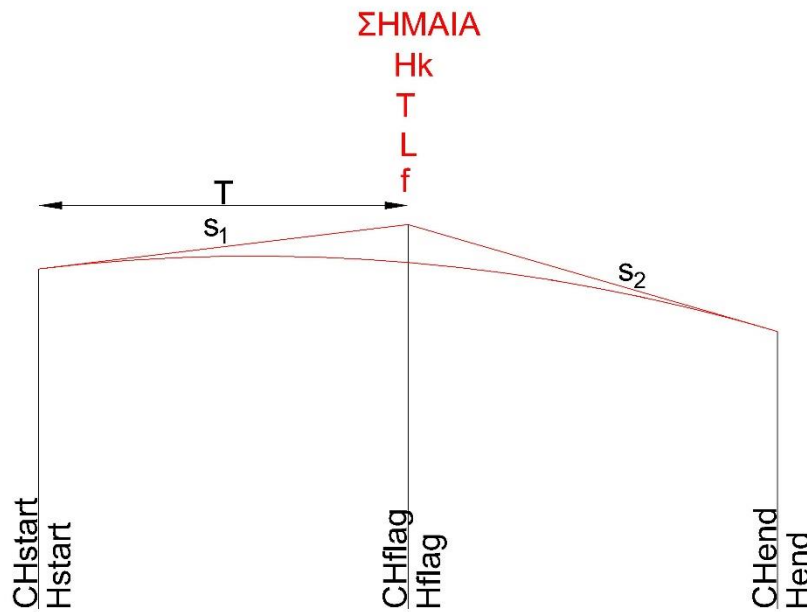
ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ:

- $A1 = A2 = \frac{R}{3}$ (m) [Παράμετρος Κλωθοειδούς] (Σύμφωνα με RAA_2008-GER) [Εξίσωση 3.2.1]
- $L1 = L2 = \frac{A^2}{R}$ (m) [Μήκος Κλωθοειδούς] [Εξίσωση 3.2.2]
- $b = \left[\frac{\gamma^{grad} \cdot \pi}{200} - \left(\frac{L1}{2R} + \frac{L2}{2R} \right) \right] * R$ (m) [Επίκεντρα γωνία καθαρού κυκλικού τόξου] [Εξίσωση 3.2.3]

όπου: R = ακτίνα οριζοντιογραφίας

γ = επίκεντρα γωνία στροφής

3.3 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Μηκοτομής



Εικόνα 3-2: Τυπική Κυρτή Καμπύλη Μηκοτομής

- $T = \frac{Hk}{2} * \frac{(s2-s1)}{100}$ (m) [Μήκος Εφαπτομένης] [Εξίσωση 3.3.1]
- $f = \frac{T^2}{2H}$ (m) [Βέλος Καμπύλης] [Εξίσωση 3.3.2]
- $CHstart = CHflag - T$ [Χιλιομετρική Θέση Έναρξης Τόξου Προσαρμογής Κυρτής Καμπύλης] [Εξίσωση 3.3.3]
- $Hstart = Hflag - \frac{s1*T}{100}$ (m) [Υψόμετρο Ερυθράς Χιλιομετρικής Θέσης Έναρξης] [Εξίσωση 3.3.4]
- $CHend = CHflag + T$ [Χιλιομετρική Θέση Λήξης Τόξου Προσαρμογής Κυρτής Καμπύλης] [Εξίσωση 3.3.5]
[Υψόμετρο Ερυθράς Χιλιομετρικής Θέσης Λήξης] [Εξίσωση 3.3.6]
- $Hend = \frac{s1}{100} * (CHend - CHflag + T) + \frac{(CHend - CHflag + T)^2}{2Hk} + Hflag - \frac{s1*T}{100}$ (m)
[Χιλιομετρική Θέση Σημείου Μηδενικής Κλίσης Τόξου Προσαρμογής] [Εξίσωση 3.3.7]
- $CH(s=0\%) =$ IF ($s1, s2 > 0$) τότε = "ΔΕΝ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ"
else ($s1, s2 < 0$) τότε = " ΔΕΝ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ"
else = $-\frac{s1}{100} * Hk + CHflag - T$
[Υψόμετρο Ερυθράς Χιλιομετρικής Θέσης Σημείου Μηδενικής Κλίσης] [Εξίσωση 3.3.8]
- $H(s=0\%) =$ IF ($s1, s2 > 0$) τότε = " ΔΕΝ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ"
else ($s1, s2 < 0$) τότε = " ΔΕΝ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ"
else = $\frac{s1}{100} * (T - CHflag + CH(s = 0\%)) + \frac{(T - CHflag + CH(s = 0\%))^2}{2Hk} + Hflag - \frac{s1*T}{100}$ (m)

όπου:

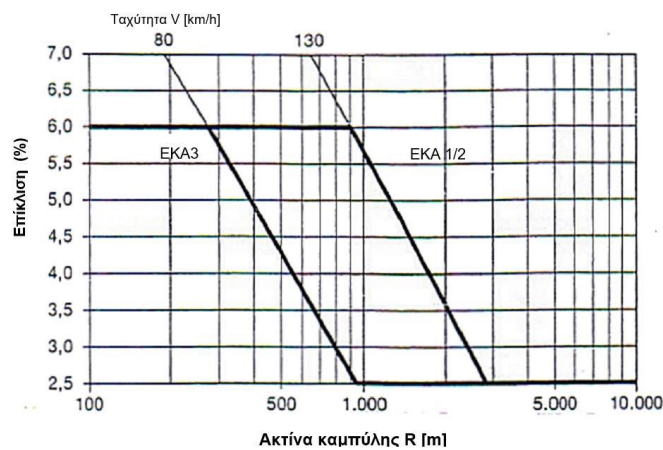
- Hk = παράμετρος τετραγωνικής παραβολής
- $s1\%$, $s2\%$ = κατά μήκος κλίσεις εισόδου & εξόδου
- $CHflag$ = Χιλιομετρική Θέση Σημείας
- $Hflag$ = Υψόμετρο Χιλιομετρικής Θέσης Σημείας

3.4 Επικλίσεις

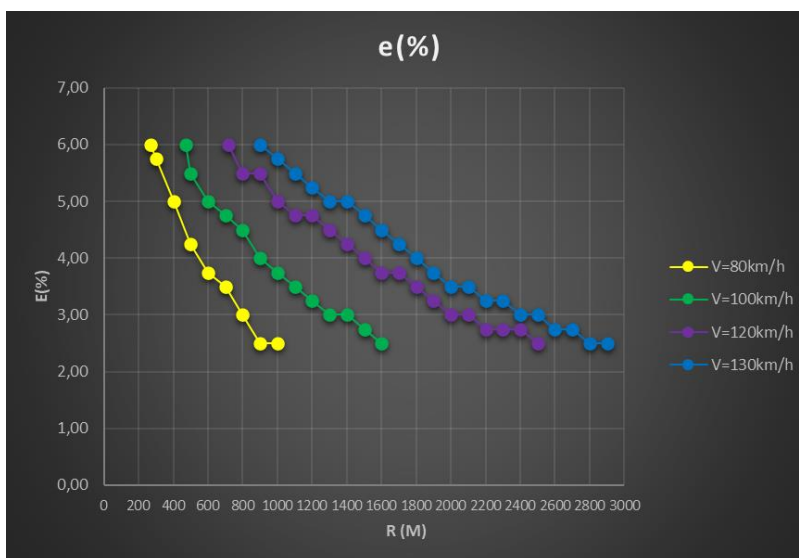
Σε καμπύλα τμήματα, όπως έχει ήδη αναφερθεί σχετικά, η εφαρμογή επίκλισης σχετίζεται με τη δυναμική της κίνησης όπου γενικά ανασηκώνεται η εξωτερική στην καμπύλη οριογραμμή, εκτός και αν επιβάλλεται η εφαρμογή αρνητικής επίκλισης. Στις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας εφαρμόζεται πάντα μονοκλινής διαμόρφωση επικλίσεων και κατά κανόνα (εξαρτάται από τη δυνατότητα απορροής ομβρίων), στις περιπτώσεις οδών με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας.

Ο προσδιορισμός της επίκλισης εντός κυκλικού τμήματος οδού είναι συνάρτηση της ακτίνας του κυκλικού τόξου στην οριζοντιογραφία και της ταχύτητας (RAA2008_GER). Εντός κυκλικών τόξων η τιμή της επίκλισης γενικά παραμένει σταθερή. [12]

Για τον υπολογισμό των εκάστοτε επικλίσεων στρογγυλοποιήθηκαν στον πλησιέστερο 0,25



Γράφημα 3-1: Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε κυκλικά τμήματα οδών κατά RAA2008



Γράφημα 3-2: Επίκλιση(e%) - Ακτίνα(R) για κάθε Ταχύτητα(V)

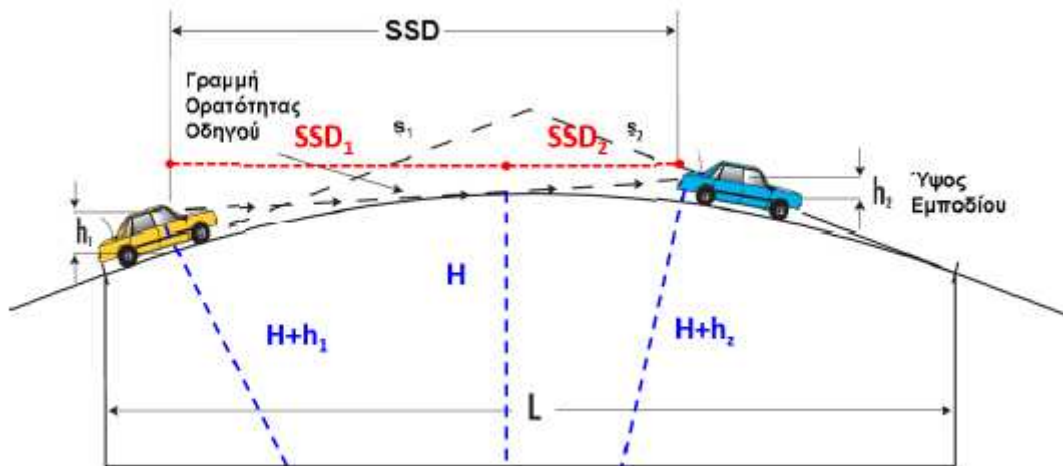
V=80km/h	
R(m)	e(%)
270	6,00
300	5,75
400	5,00
500	4,25
600	3,75
700	3,50
800	3,00
900	2,50
1000	2,50

V=120km/h	
R(m)	e(%)
720	6,00
800	5,50
900	5,50
1000	5,00
1100	4,75
1200	4,75
1300	4,50
1400	4,25
1500	4,00
1600	3,75
1700	3,75
1800	3,50
1900	3,25
2000	3,00
2100	3,00
2200	2,75
2300	2,75
2400	2,75
2500	2,50

V=130km/h	
R(m)	e(%)
900	6,00
1000	5,75
1100	5,50
1200	5,25
1300	5,00
1400	5,00
1500	4,75
1600	4,50
1700	4,25
1800	4,00
1900	3,75
2000	3,50
2100	3,50
2200	3,25
2300	3,25
2400	3,00
2500	3,00
2600	2,75
2700	2,75
2800	2,50
2900	2,50

V=100km/h	
R(m)	e(%)
470	6,00
500	5,50
600	5,00
700	4,75
800	4,50
900	4,00
1000	3,75
1100	3,50
1200	3,25
1300	3,00
1400	3,00
1500	2,75
1600	2,50

3.5 Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [SSD_{demand}] σε 3D-χώρο



Εικόνα 3-3: Μήκος Ορατότητας σε Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη

Όπως αναφέρθηκε και στα παραπάνω κεφάλαια, το SSD_{demand} ορίζεται ως η απόσταση την οποία χρειάζεται ένας οδηγός μηχανοκίνητου οχήματος για να το ακινητοποιήσει με ασφάλεια, πριν ένα αιφνίδιο εμπόδιο. Απαρτίζεται από τη διαδρομή που διανύεται κατά τον χρόνο αντίληψης - αντίδρασης και την καθαρή διαδρομή πέδησης. Επομένως, κατά μήκος του συνολικού οδικού δικτύου, το μήκος ορατότητας που διατίθεται πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το απαιτούμενο [$SSD_{available}$]. [13]

Στη δική μας περίπτωση για να προσδιοριστεί με όσο το δυνατόν καλύτερη ακρίβεια το SSD_{demand} διαχωρίστηκε ο χρόνος σε τμήματα διάρκειας $t=0.01\text{sec}$, όπου πρακτικά σε ένα τέτοιο διάστημα ο οδηγός κινείται σχεδόν απόλυτα ευθύγραμμα για να μη ληφθούν υπόψιν διάφοροι παράμετροι καμπυλότητας οι οποίοι επηρεάζουν το μήκος πέδησης, και για κάθε τέτοιο διάστημα υπολογίστηκε πόση είναι η απόσταση που έχει διανθεί καθώς και ποια είναι η νέα ταχύτητα του οχήματος, το οποίο εκτελεί μια ευθύγραμμα ομαλή επιβραδυνόμενη κίνηση μέχρι την ακινητοποίησή του. Πρόκειται για μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία και εκτελέστηκε τόσες φορές όσες είναι αναγκαίες μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητα του οχήματος, δηλαδή πρακτικά να ακινητοποιηθεί. Έπειτα όλα αυτά τα επιμέρους διαστήματα αθροίστηκαν μεταξύ τους και προέκυψε το συνολικό απαιτούμενο μήκος ορατότητας [SSD_{demand}].

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική επεξήγηση των τύπων υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν για το Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [SSD_{demand}].

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ SSD_{demand}:

- **Breaking_Distanceⁿ** [Εξίσωση 3.5.1]
[Νέα Διανυθείσα Απόσταση σε Κατάσταση Πέδησης για Χρονικό Διάστημα (t_n-t_(n-1))]

IF (Vⁿ⁻¹<0) τότε “ΛΗΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ”

$$= B.D_{(n-1)} + \frac{V^{n-1}}{3.6} (t_n - t_{n-1}) - 0.5 * 9.81 * \left(f\tau^{n-1} + \frac{s^{n-1}}{100} \right) * (t_n - t_{n-1})^2 \text{ (m)}$$

- **Vⁿ [Νέα Ταχύτητα Οχήματος]** [Εξίσωση 3.5.2]

IF (Vⁿ⁻¹<0) τότε “ΛΗΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ”

$$= V^{n-1} - 9.81 * \left(f\tau^{n-1} + \frac{s^{n-1}}{100} \right) * (t_n - t_{n-1}) * 3.6 \text{ (km/h)}$$

- **t^h [Νέος Χρόνος]** [Εξίσωση 3.5.3]

IF (Vⁿ⁻¹<0) τότε “ΛΗΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ”

$$\text{else} = t^{n-1} + \text{βήμα_χρόνου} \text{ (sec)}$$

- **CH_{BreakingDistance}ⁿ [Νέα Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση]** [Εξίσωση 3.5.4]

$$= CH_{BreakingDistance}^{n-1} + \text{Breaking_Distance}^n \text{ (m)}$$

- **Hⁿ [Νέο Υψόμετρο στην Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση]** [Εξίσωση 3.5.5]

$$\text{IF } (CH_{BD}^n > CH_{end}^{MEK}) \text{ τότε} = (CH_{BD}^n - CH_{FLAG} - T) * \frac{s_2}{100} + H_{end} \text{ (m)}$$

$$\text{else } (CH_{BD}^n < CH_{start}^{MEK}) \text{ τότε} = (CH_{FLAG} - T - CH_{BD}^n) * \left(-\frac{s_1}{100} \right) + H_{start} \text{ (m)}$$

$$\text{else} = (CH_{BD}^n - CH_{FLAG} + T) * \frac{s_1}{100} + \frac{(CH_{BD}^n - CH_{FLAG} + T)^2}{2Hk} + H_{FLAG} - \frac{s_1 * T}{100} \text{ (m)}$$

- **Rⁿ [Νέα Ακτίνα στην Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση]** [Εξίσωση 3.5.6]

$$\text{IF } (CH_{A1} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1}) \text{ τότε} = \frac{A1^2}{(CH_{BD}^n - CH_{A1})} \text{ (m)}$$

$$\text{else } (CH_{A1+L1+b} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1+b+L2}) \text{ τότε} = \frac{A2^2}{(CH_{A1+L1+L2+b} - CH_{BD}^n)} \text{ (m)}$$

$$\text{else } [(CH_{BD}^n = CH_{A1+L1} \text{ ή } CH_{BD}^n = CH_{A1+L1+b}) \ \& \ CH_{A1+L1} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1+b}] \text{ τότε} = R \text{ (m)}$$

$$\text{else} = \text{“ΕΚΤΟΣ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΡΟΦΗΣ”}$$

- s^n [Νέα Κλίση στην Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.5.7]

IF ($CH_{BD}^n > CH_{end}^{MEK}$) τότε = $s2$ (%)

else ($CH_{BD}^n < CH_{start}^{MEK}$) τότε = $s1$ (%)

else = $s1 + \frac{(CH_{BD}^n - CH_{FLAG} + T) * 100}{Hk}$ (%)

- e^n [Νέα Επίκλιση στην Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.5.8]

IF ($CH_{A1} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1}$) τότε = $\frac{(e2-e1)}{L1} * a * \frac{(CH_{BD}^n - CH_{A1})}{a} + e1$ (%)

else ($CH_{A1+L1+b} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1+b+L2}$) τότε = $\frac{(-e2+e1)}{L2} * a * \frac{(CH_{BD}^n - (CH_{A1+L1+b}))}{a} + e2$ (%)

else [$(CH_{BD}^n = CH_{A1+L1}$ ή $CH_{BD}^n = CH_{A1+L1+b}$) & $CH_{A1+L1} < CH_{BD}^n < CH_{A1+L1+b}$] τότε = $e2$ (%)

else = $e1$ (%)

- f_T^n [Νέος Συντελεστής Διαμήκους Τριβής στην Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.5.9]

IF ($\frac{Vn^2}{127 * R^n} < \frac{e^n}{100}$) τότε = $\frac{a_{επιβράδυνσης}}{9,81}$

else = $\sqrt{\left[\frac{a_{επιβράδυνσης}}{9,81}\right]^2 - \left[\frac{Vn^2}{127 * R^n} < \frac{e^n}{100}\right]^2}$

- $total_SSD^n$ [Συνολικό Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας] [Εξίσωση 3.5.10]

= $Breaking_Distance^n + \frac{t_{αντιδρασης} * V_0}{3,6}$ (m)

όπου:

- $a_{επιβράδυνσης} = 3,70$ (m/sec²) ρυθμός επιβραδυνόμενης κίνησης (RAA2008_GER)
- $t_{αντιδρασης} = 2,00$ sec χρόνος που απαιτείται μέχρι ο οδηγός να αντιληφθεί ότι πρέπει να εφαρμόσει πέδηση (RAA2008_GER)

3.6 Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [SSD_{available}] σε 3D-χώρο

Ο προσδιορισμός του Διατιθέμενου SSD απαιτεί πολύπλοκους υπολογισμούς, αποτελεί αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών και η αξιολόγησή του εξαρτάται από τη μεθοδολογία που ακολουθείται. Σε γενικές γραμμές υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή, τις διατομές και τον περιβάλλοντα χώρο της οδού συμπεριλαμβανομένων των αντικειμένων που υπεισέρχονται στον οδικό και παρόδιο χώρο (στηθαία ασφαλείας, διαχωριστικές νησίδες, πινακίδες, δενδροφυτεύσεις κλπ.). [13]

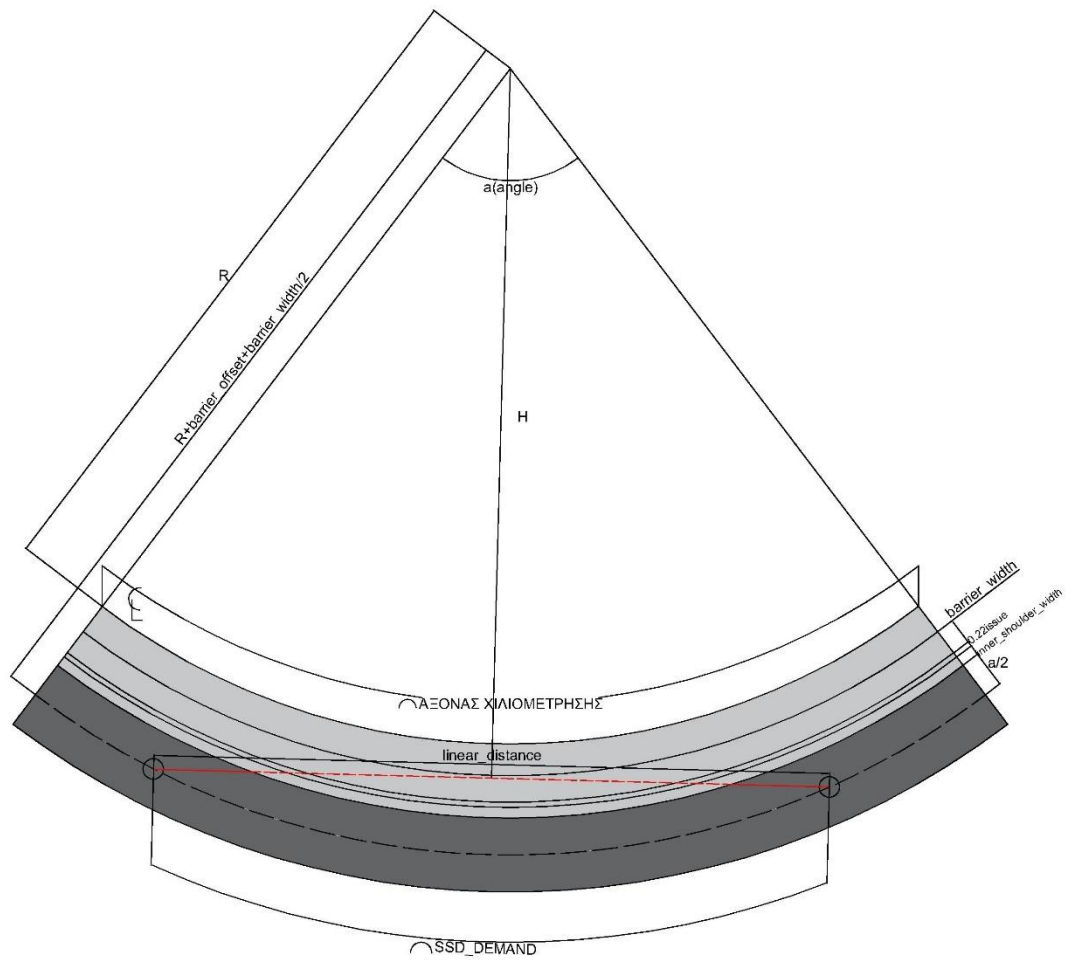
Στην πραγματικότητα το Διατιθέμενο SSD προτιμάται να είναι μεγαλύτερο του Απαιτούμενου SSD σε μεγάλο ποσοστό του συνολικού μήκους της οδού, ώστε να αποφεύγεται η διανοητική κόπωση του οδηγού (RAA 2008, ΟΜΟΕ-Χ 2001). Ενδείκνυται επίσης, τα μήκη ορατότητας να μεταβάλλονται σταδιακά χωρίς απότομες αυξομειώσεις. Συντάσσονται επομένως, σύμφωνα με τις οδηγίες μελετών, διαγράμματα ορατότητας για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας με τη βοήθεια των οποίων ελέγχεται η επάρκεια ορατότητας σε όλο το μήκος της οδού. [13]

Πρέπει να επισημανθεί η σημασία του SSD στο σχεδιασμό των οδών, καθώς αποτελεί τη βάση για την επιλογή κρίσιμων γεωμετρικών παραμέτρων όπως οι ακτίνες κατακόρυφων καμπυλών, το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης σε αριστερόστροφες καμπύλες οδών με διαχωρισμένο οδόστρωμα καθώς και το πλάτος του ελεύθερου οπτικών εμποδίων χώρου σε δεξιόστροφες καμπύλες λόγω παρουσίας πρηνών, στηθαίων ή δενδροφύτευσης [12].

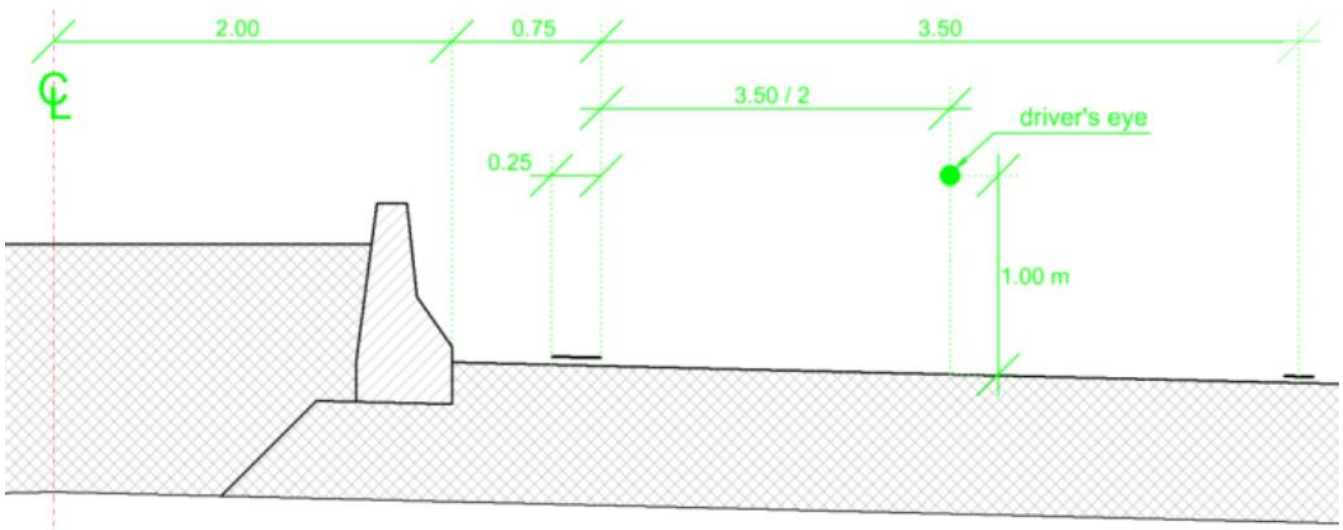
Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε να υπολογισθεί το διαθέσιμο SSD [SSD_{available}] στο τρισδιάστατο χώρο (3D), δηλαδή συνδυάζοντας τόσο τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας όσο και της μηκοτομής και όχι εξετάζοντας ξεχωριστά. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε η παρακάτω επαναληπτική διαδικασία η οποία χωρίζει το συνολικό μήκος ορατότητας σε επιμέρους τμήματα του ενός μέτρου (1m) και ελέγχει για κάθε ένα από αυτά αν ο οφθαλμός του οδηγού επηρεάζεται από κάποιο σταθερό εμπόδιο (στη περίπτωση μας το ενδιάμεσο New_Jersey). Οπότε πλέον είναι γνωστό για το σύνολο του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση [SSD_{demand}] σε ποιο τμήμα αποκρύπτεται από το στηθαίο και σε ποιο είναι ελεύθερη η οπτική του οδηγού.

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική επεξήγηση των τύπων υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν για το Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση [SSD_{available}].

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ $SSD_{available}$



Εικόνα 3-4: Αναλυτική Κάτοψη Αριστερής Στροφής Οριζοντιογραφία



Εικόνα 3-5: Σχηματική Τομή Διατομής Εξεταζόμενου Οδικού Τμήματος 2 λωρίδων Αυτοκινητοδρόμου Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας

- **SSD_Demand** = total_SSD [last_one] (m) [Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας] [Εξίσωση 3.6.1]
- **eye line:** [Ακολουθούν οι απαιτούμενοι υπολογισμοί της γραμμής οράσεως] [Εξίσωση 3.6.2]
[Χιλιομετρική Θέση Έναρξης Γραμμής Οφθαλμού] [Εξίσωση 3.6.3]
- **CHstart** = CH_{PERCEP_REACTION}
[Υψόμετρο Ερυθράς στη Χιλιομετρική Θέση Έναρξης] [Εξίσωση 3.6.4]
- **Hstart** =

$$\text{IF } (CH_{START} > CH_{end}^{MEK}) \text{ τότε } = (CH_{start} - CH_{flag} - T) * \frac{s2}{100} + H_{end}^{MEK} \text{ (m)}$$

$$\text{else } (CH_{START} < CH_{start}^{MEK}) \text{ τότε } = (CH_{flag} - T - CH_{start}) * \frac{(-s1)}{100} + H_{start}^{MEK} \text{ (m)}$$

$$\text{else } = (CH_{START} - CH_{FLAG} + T) * \frac{s1}{100} + \frac{(CH_{START} - CH_{FLAG} + T)^2}{2Hk} + H_{FLAG} - \frac{s1 * T}{100} \text{ (m)}$$

[Υψόμετρο Οφθαλμού Οδηγού στη Χιλιομετρική Θέση Έναρξης] [Εξίσωση 3.6.5]

- **height_{START}** = H_{START} + $\frac{e2}{100} * barrier_{offset} + eye_height$ (m)

[Κατά Μήκος Κλίση στη Χιλιομετρική Θέση Έναρξης] [Εξίσωση 3.6.6]

- **S_{START}** =

$$\text{IF } (CH_{START} > CH_{end}^{MEK}) \text{ τότε } = s2 \text{ (\%)}$$

$$\text{else } (CH_{START} < CH_{start}^{MEK}) \text{ τότε } = s1 \text{ (\%)}$$

$$\text{else } = s1 + \frac{(CH_{START} - CH_{FLAG} + T) * 100}{Hk} \text{ (\%)}$$

[Χιλιομετρική Θέση Λήξης Γραμμής Οφθαλμού] [Εξίσωση 3.6.7]

- **CH_{end}** = CH_{START} + R * (2arcsin[$\frac{\text{linear distance}}{2 * (R + barrier_{offset} + \frac{barrier_{width}}{2})}$])

[Υψόμετρο Ερυθράς & Οφθαλμού Οδηγού & Κατά Μήκος Κλίση Χιλιομετρική Θέσης Λήξης] [Εξίσωση 3.6.8]

- **H_{end} & height_{end} & s_{end}** same calculation as H_{start} & height_{start} & s_{start}

[Χορδή του SSD_Demand σε κυκλικό τομέα με ακτίνα R' = R + barrier_{offset} + $\frac{barrier_{width}}{2}$] [Εξίσωση 3.6.9]

- **linear_distance** = = 2 * (R + barrier_{offset} + $\frac{barrier_{width}}{2}$) * sin($\frac{SSD_{DEMAND}}{2 * (R + barrier_{offset} + \frac{barrier_{width}}{2})}$) (m)

[Κάθετη Απόσταση μεταξύ New_Jersey και Γραμμής Οράσεως Οφθαλμού Οδηγού] [Εξίσωση 3.6.10]

- **barrier_offset** = inner shoulder width + $\frac{a}{2}$ (m)

[Νέα Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση (μεταβάλλεται με καθορισμένο βήμα)] [Εξίσωση 3.6.11]

- $CH^n =$

$$\text{IF } (CH^{n-1} + \text{step} - CH_{\text{start}} > R * (2\arcsin[\frac{\text{linear distance}}{2*(R+\text{barrier}_{\text{offset}}+\frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2})}]) \text{ τότε } = CH_{\text{end}}$$

$$\text{else } = CH^{n-1} + \text{step}$$

[Υψόμετρο Ερυθράς στη Νέα Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.6.12]

- $H_{CNn} =$ same calculation as H_{start} (m)

[Κατά Μήκος Κλίση στη Νέα Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.6.13]

- $s_{CHn} =$ same calculation as s_{start} (%)

[Κάθετη απόσταση χορδής μεταξύ 2 Χλμ Θέσεων από άκρο ερείσματος] [Εξίσωση 3.6.14]

$$\bullet \text{ offset}^n = \sqrt{(\text{eye dis}^n - \text{lin dis})^2 + \sqrt{\left(R + \text{barrier}_{\text{offset}} + \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2}\right)^2} - R \text{ (m)}$$

[Χορδή μεταξύ 2 Χλμ Θέσεων σε κυκλικό τομέα] [Εξίσωση 3.6.15]

- $\text{eye_distance}^n =$

$$\text{IF } (a(\text{angle}) \leq \frac{[CH_{\text{END}}^{\text{EL}} - CH_{\text{START}}^{\text{EL}}]}{2R} * \left[\frac{200}{\pi}\right]) \text{ τότε}$$

$$= \frac{\text{lin dist}}{2} - \tan\left(\frac{[CH_{\text{END}}^{\text{EL}} - CH_{\text{START}}^{\text{EL}}]}{2R} - \frac{a(\text{angle}) * \pi}{200}\right) * \sqrt{\left(R + \text{barrier}_{\text{offset}} + \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2}\right)^2} \text{ (m)}$$

$$\text{else } = \frac{\text{lin dist}}{2} + \tan\left(\frac{[-CH_{\text{END}}^{\text{EL}} - CH_{\text{START}}^{\text{EL}}]}{2R} + \frac{a(\text{angle}) * \pi}{200}\right) * \sqrt{\left(R + \text{barrier}_{\text{offset}} + \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2}\right)^2} \text{ (m)}$$

[Επίκεντρα γωνία άνω κυκλικού τομέα] [Εξίσωση 3.6.16]

$$\bullet \text{ a(angle)}^n = \frac{[CH^n - CH_{\text{START}}^{\text{EL}}] * \left(R + \text{barrier}_{\text{offset}} + \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right) / R}{\left(R + \text{barrier}_{\text{offset}} + \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right)} * \frac{200}{\pi} \text{ (rad)}$$

[Υψόμετρο Οφθαλμού Οδηγού στη Νέα Εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση] [Εξίσωση 3.6.17]

- $\text{height}^n =$

IF (area=OPEN_SKY) τότε:

$$\text{IF } \left(\frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2} - 0.22\text{issue} \leq \text{offset} \leq \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right) \text{ τότε } = H^n \text{ (m)}$$

$$\text{else } = H^n + \frac{e2}{100} * \left(\text{offset} - \frac{\text{barrier}_{\text{width}}}{2}\right) \text{ (m)}$$

else = $H^n + \text{jersey_height}$ (m)

[Υψομετρική Διαφορά Νέας Εξεταζόμενης Χιλιομετρική Θέση με Θέση Έναρξης] [Εξίσωση 3.6.18]

- $dh^n = (h_{end}^{el} - h_{start}^{el}) * \frac{eye\ distance^n}{linear\ dist} + h_{start}^{el} - height^n$ (m)

[Εξέταση της παραπάνω θέσης αν παρουσιάζει Πρόβλημα] [Εξίσωση 3.6.19]

- $problems^n =$

IF ($dh \geq 0$) τότε =OK , else =PROBLEM

[Αναγκαίο Ύψος Υπερύψωσης ώστε να μην υφίσταται πρόβλημα] [Εξίσωση 3.6.20]

- $object_height^n =$

IF ($problems^n = PROBLEM$) τότε

$$= lin_{dist} * \left[\frac{(height^n - height_{start}^{el})}{eye_{distance}^n} - (height_{end}^{el} - height_{start}^{el}) \right] + obstacle_{height} \text{ (m)}$$

else ="-"

[Διαθέσιμο Μήκος Ορατότητας] [Εξίσωση 3.6.21]

- $SSD_available^n =$

IF ($dh^n > 0$) τότε = "κενό"

else = $CH^n - CH_{start}^{el}$ (m)

[Έλεγχος αν η θέση πού εξετάζεται προσπίπτει σε ελεύθερο πεδίο όρασης πάνω στη γραμμή οφθαλμού ή στο New_Jersey] [Εξίσωση 3.6.22]

- $area^n =$

IF ($\sqrt{\left(R + barrier_{offset} + \frac{barrier_{width}}{2}\right)^2 - \left(\frac{lin\ dist}{2}\right)^2} \leq R - \frac{barrier_{width}}{2} + 0.22issue$) τότε

IF (OR [$eye_{distance}^n \geq \frac{lin_{dist}}{2} - \sqrt{\left(R + \frac{barrier_{width}}{2} - 0.22issue\right)^2 - \left(\frac{lin\ dist}{2}\right)^2}$]

& $eye_{distance}^n \leq \frac{lin_{dist}}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{barrier_{width}}{2} + 0.22issue\right)^2 - \left(\frac{lin\ dist}{2}\right)^2}$]

OR [$eye_{distance}^n \leq lin_{dist} - \left[\frac{lin_{dist}}{2} - \sqrt{\left(R + \frac{barrier_{width}}{2} - 0.22issue\right)^2 - \left(\frac{lin\ dist}{2}\right)^2}\right]$]

& $eye_{distance}^n \leq lin_{dist} - \left[\frac{lin_{dist}}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{barrier_{width}}{2} + 0.22issue\right)^2 - \left(\frac{lin\ dist}{2}\right)^2}\right]$]

τότε ="JERSAY"

else ="OPEN_SKY"

$$\text{IF } \left[\sqrt{\left(R + \text{barrier_offset} + \frac{\text{barrier_width}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2} \right)^2} > R - \frac{\text{barrier_width}}{2} + 0.22\text{issue} \right.$$

$$\left. \& \sqrt{\left(R + \text{barrier_offset} + \frac{\text{barrier_width}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2} \right)^2} \leq R + \frac{\text{barrier_width}}{2} - 0.22\text{issue} \right]$$

$$\text{IF } \left[\text{eye_distance}^n \geq \frac{\text{lin dist}}{2} - \sqrt{\left(R + \frac{\text{barrier_width}}{2} - 0.22\text{issue} \right)^2} - \sqrt{\left(R + \text{barrier_offset} + \frac{\text{barrier_width}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2} \right)^2} \right.$$

$$\left. \& \text{eye_distance}^n \leq \text{lin dist} - \left[\frac{\text{lin dist}}{2} - \sqrt{\left(R + \frac{\text{barrier_width}}{2} - 0.22\text{issue} \right)^2} - \sqrt{\left(R + \text{barrier_offset} + \frac{\text{barrier_width}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2} \right)^2} \right] \right]$$

τότε ="JERSAY"

else ="OPEN_SKY"

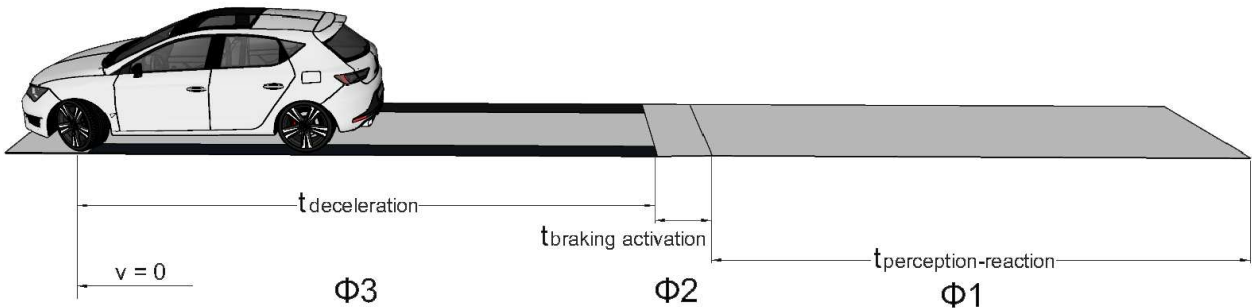
$$\text{IF } \left[\sqrt{\left(R + \text{barrier_offset} + \frac{\text{barrier_width}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{lin dist}}{2} \right)^2} > R + \frac{\text{barrier_width}}{2} - 0.22\text{issue} \right]$$

τότε ="OPEN_SKY"

else ="OPEN_SKY"

όπου:

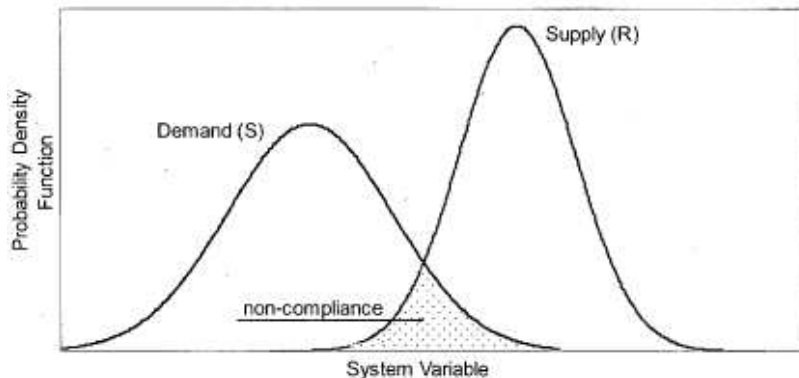
- **CHO_{PERCEP_REACTION}** = Χιλιομετρική Θέση Αρχικής Εφαρμογής Πέδησης
- **inner shoulder width = 0,75m** πλάτος προεξοχής στηθαίου
- **barrier_{width} = 4,00m** συνολικό πλάτος ενδιάμεσου στηθαίου ασφάλειας
- **a = 3,50m** πλάτος λωρίδας
- **step** = βήμα ανά το οποίο εξετάζονται οι χιλιομετρικές θέσεις



Εικόνα 3-6: Σχηματική Αναπαράσταση Εφαρμογής Πέδησης

3.7 Μοντέλο Ανάλυσης Αξιοπιστίας (Reliability Analysis) [22]

3.7.1 Εισαγωγή



Γράφημα 3-3: Μοντέλο Ανάλυσης Αξιοπιστίας

Το θεωρητικό υπόβαθρο και οι μέθοδοι ανάλυσης της αξιοπιστίας των οδών έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη αυτή να αποτυπώνεται με τον ολοένα αυξανόμενο αριθμό των

δημοσιεύσεων σχετικών με το θέμα αυτό. Οι εξελίξεις αυτές σε συνδυασμό με την επίτευξη ακριβέστερων ποσοτικοποιήσεων των αβεβαιοτήτων που σχετίζονται με τις διάφορες παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψιν για τη ασφάλεια έχουν τονώσει το ενδιαφέρον για την πιθανολογική θεώρηση των οδών. Η αξιοπιστία μιας οδού ή η πιθανότητα αστοχίας της αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της διαδικασίας σχεδιασμού, αφού εξετάζει την πιθανότητα να εκπληρώσει επιτυχώς η οδός τις απαιτήσεις σχεδιασμού της. Η ανάλυση αξιοπιστίας οδηγεί σε πρόσθετα μέτρα ασφαλείας τα οποία ο σχεδιαστής μηχανικός πρέπει να λάβει υπόψη του λόγω των προαναφερθέντων αβεβαιοτήτων. Παρόλο που από θεωρητικής άποψης οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί γίνονται ολοένα και πιο διαδεδομένες, από υπολογιστικής άποψης σοβαρά εμπόδια έχουν αντιμετωπιστεί στις πρακτικές εφαρμογές.

Οι μέθοδοι αξιοπιστίας πρώτης και δεύτερης τάξης που έχουν αναπτυχθεί για την εκτίμηση της αξιοπιστίας των οδών οδηγούν σε εύχρηστες διατυπώσεις που απαιτούν γνώση μόνο των μέσων και των διακυμάνσεων των τυχαίων μεταβλητών και τον ορισμό της συνάρτησης αστοχίας (differentiable failure function). Για προβλήματα μικρής κλίμακας, οι μέθοδοι αυτές αποδεικνύονται πολύ αποτελεσματικές, αλλά για προβλήματα μεγαλύτερης κλίμακας ή και προβλήματα με μεγάλο αριθμό τυχαίων μεταβλητών η μέθοδος Monte Carlo υπερτερεί, αλλά απαιτεί τεράστια υπολογιστική δύναμη.

3.7.2 Δείκτης Αξιοπιστίας (Reliability Index)

Θα αποδειχθεί βολικό για την ανάλυσή μας να μετατραπούν όλες τις τυχαίες μεταβλητές στην "τυποποιημένη κανονική" τους μορφή, που είναι μια αδιάστατη μορφή των μεταβλητών (εμείς επιλέξαμε την κατηγοριοποίηση τους από το 1 έως το 6 ανάλογα τον βαθμό επικινδυνότητάς).

Για παράδειγμα έχω τις βασικές μεταβλητές R και Q, όπου οι τυποποιημένες κανονικές μορφές μπορούν να εκφραστούν ως

$$Z_R = \frac{R - \mu_R}{\sigma_R}$$

$$Z_Q = \frac{R - \mu_Q}{\sigma_Q}$$

Εξίσωση 3.7.2_1,2

Οι μεταβλητές Z_R και Z_Q αναφέρονται συχνά ως “τυποποιημένες” μεταβλητές. Μετασχηματίζοντας τις εξισώσεις η R το Q μπορούν να εκφραστούν ως συνάρτηση των “τυποποιημένων” μεταβλητών με τον ακόλουθο τρόπο:

$$R = \mu_R + Z_R \sigma_R$$

$$Q = \mu_Q + Z_Q \sigma_Q$$

Εξίσωση 3.7.2_3,4

Η συνάρτηση οριακής κατάστασης $g(R,Q) = R-Q$ μπορεί να εκφραστεί συναρτήσει των “τυποποιημένων” μεταβλητών ως εξής:

$$g(Z_R, Z_Q) = \mu_R + Z_R \sigma_R - \mu_Q - Z_Q \sigma_Q = (\mu_R - \mu_Q) + Z_R \sigma_R - Z_Q \sigma_Q$$

Εξίσωση 3.7.2_5

Για κάθε συγκεκριμένη τιμή του $g(Z_R, Z_Q)$, η εξίσωση παριστάνεται με μια ευθεία στο χώρο των “τυποποιημένων” μεταβλητών Z_R και Z_Q . Η ευθεία που κυρίως μας ενδιαφέρει στην ανάλυση αξιοπιστίας είναι αυτή που αντιστοιχεί στο $g(Z_R, Z_Q) = 0$, γιατί διαχωρίζει το ασφαλές από το μη ασφαλές τμήμα του χώρου των “τυποποιημένων” μεταβλητών.

3.7.3 Γενικός Ορισμός του Δείκτη Αξιοπιστίας:

Μία εκδοχή του δείκτη αξιοπιστίας ορίζεται ως το αντίστροφο του συντελεστή μεταβλητότητας:

$$\beta = \frac{1}{V_Y} = \frac{\mu_Y}{\sigma_Y}$$

Εξίσωση 3.7.2_6

Όπου V_Y είναι ο συντελεστής μεταβλητότητας που ορίζεται ως εξής:

$$V_Y = \frac{\sigma_Y}{\mu_Y} = \frac{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_Q^2 - 2\text{CoV}(R,Q)}}{\mu_R - \mu_Q}$$

Όπου $\text{CoV}(R,Q)$ είναι η συνδιακύμανση των R και Q

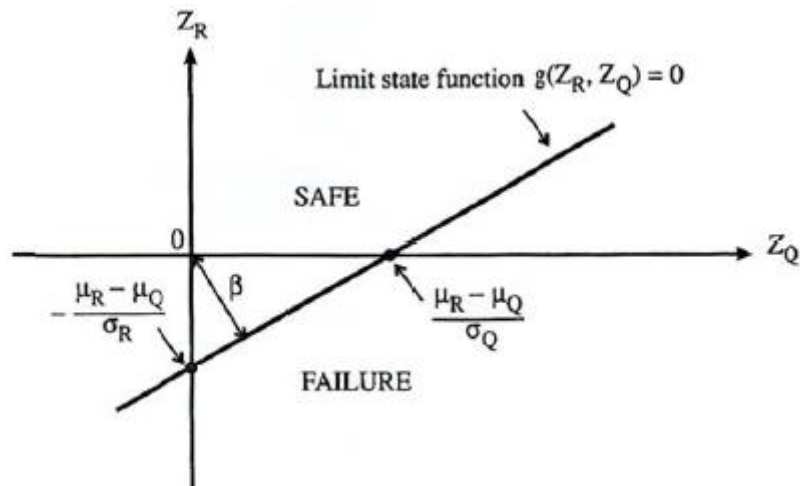
Εξίσωση 3.7.2_7

$$\text{CoV}(R,Q) = E[(R - \mu_R)(Q - \mu_Q)] = E[RQ - R\mu_Q - Q\mu_R + \mu_R\mu_Q]$$

Όπου $E[\]$ υποδηλώνει την αναμενόμενη τιμή.

Εξίσωση 3.7.2_8

Στο πλαίσιο της ανάλυσης αυτής, θα ορίσουμε το δείκτη αξιοπιστίας ως τη μικρότερη απόσταση από την αρχή των «τυποποιημένων» μεταβλητών ως την ευθεία $g(Z_R, Z_Q)=0$



Γράφημα 3-4: Δείκτης Αξιοπιστίας

Ο ορισμός για την περίπτωση των δύο μεταβλητών μπορεί να γενικευτεί και για n μεταβλητές με τον ακόλουθο τρόπο. Έστω μια συνάρτηση οριακής κατάστασης $g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ όπου οι X_i μεταβλητές είναι όλες ασυσχέτιστες. Ο δείκτης αξιοπιστίας ορίζεται ως εξής:

1. Ορίζεται η σειρά από “τυποποιημένες” μεταβλητές (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) , χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_{X_i}}{\sigma_{X_i}}$$

Εξίσωση 3.7.2_9

2. Επαναπροσδιορίζεται σχέση οριακής κατάστασης εκφράζοντάς την συναρτήσει των “τυποποιημένων” μεταβλητών (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) .

3. Ο δείκτης αξιοπιστίας είναι η ελάχιστη απόσταση από την αρχή του n -διάστατου χώρου των (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) , ως την καμπύλη που ορίζεται από την εξίσωση $g(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0$.

3.8 Μέθοδος Γραμμικής Παλινδρόμησης

3.8.1 Θεωρητικό Μέρος [24]

Σκοπός της παρούσας μεθόδου είναι η προτυποποίηση της διαφοράς του μήκους ορατότητας που απαιτείται μείον αυτό που διατίθεται, στο οποίο παρουσιάζουν ενδιαφέρον τα θετικά αποτελέσματα που χαρακτηρίζονται και ως προβληματικά.

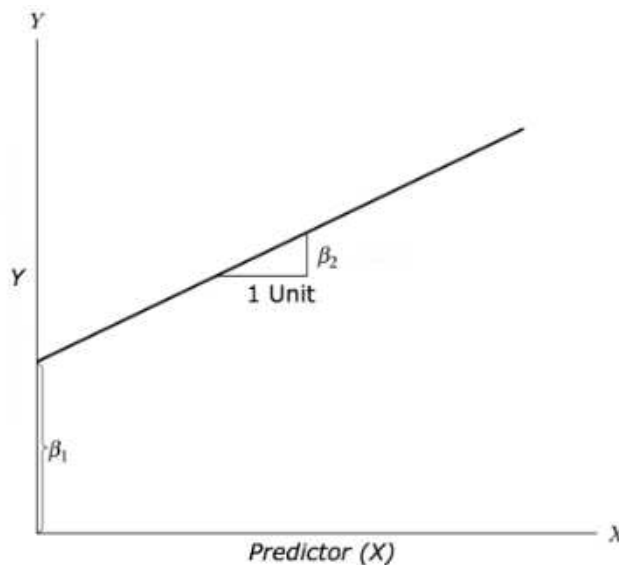
Στόχος της, είναι η μοντελοποίηση μίας συνεχούς μεταβλητής Y ως μαθηματική συνάρτηση μίας ή περισσότερων μεταβλητών X , έτσι ώστε χρησιμοποιώντας αυτό το μοντέλο να μπορούμε να υπολογίσουμε την μεταβλητή Y όταν είναι γνωστό μόνο το X . Αυτή η μαθηματική εξίσωση μπορεί να γενικευτεί ως εξής:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + c \quad \text{Εξίσωση 3.8.1}$$

όπου, β_1 είναι η τομή και το β_2 είναι η κλίση.

Αυτοί οι δύο συντελεστές ονομάζονται συντελεστές παλινδρόμησης, ενώ ο όρος c είναι ο όρος σφάλματος, δηλαδή το μέρος του Y το οποίο δεν μπορεί να εξηγήσει το μοντέλο.

Η σχηματική απεικόνιση της εξίσωσης φαίνεται πιο κάτω:



Εικόνα 3-7: Μορφή Γραμμικού Μοντέλου

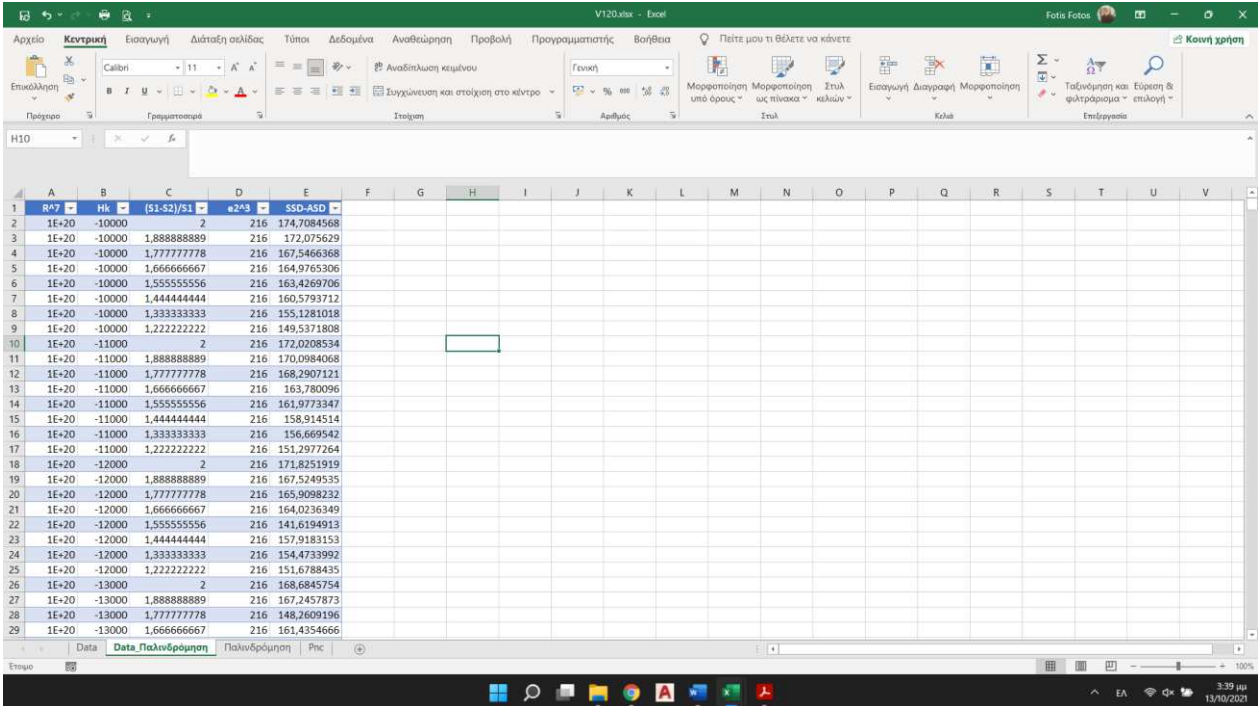
Η εκτίμηση των παραμέτρων στην γραμμική πραγματοποιείται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί μέσω εικόνων τα βήματα που ακολουθήθηκαν για να προκύψει το εκάστοτε μοντέλο μέσω του λογισμικού MS_OFFICE EXCEL.

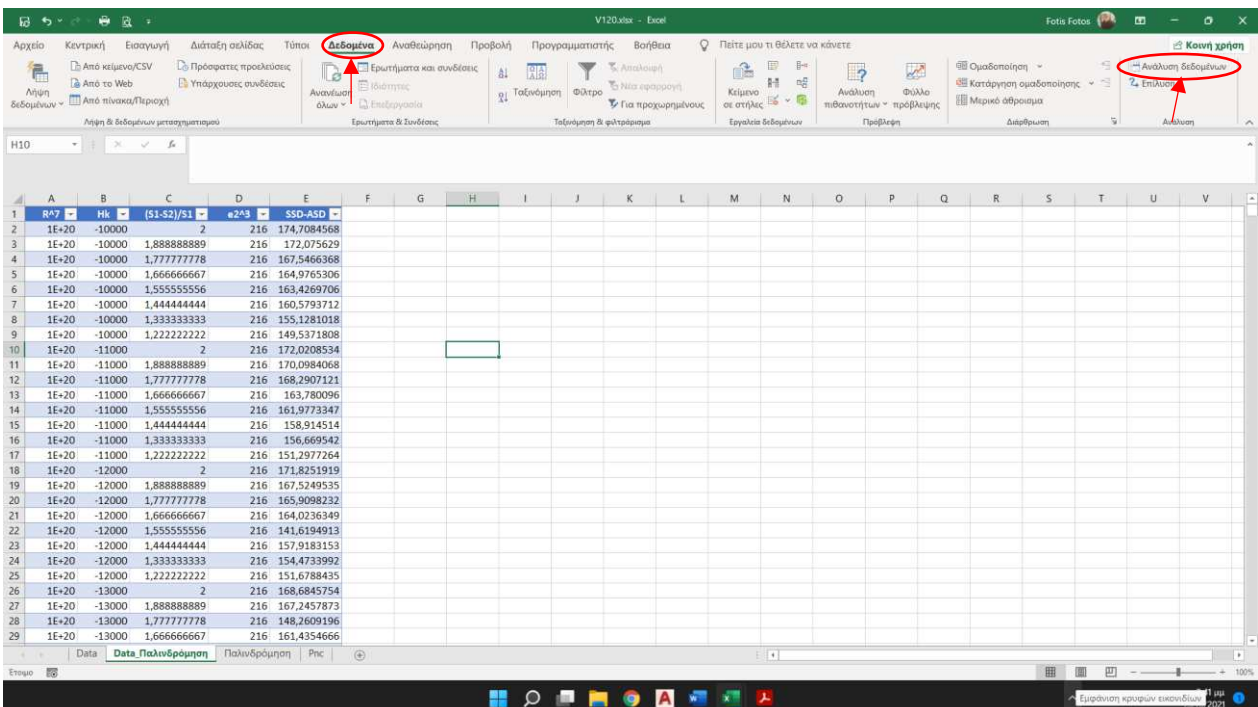
3.8.2 Πρακτική Εφαρμογή

Για την παραγωγή του γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης που θα κατασκευασθεί ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα στο λογισμικό του MS_OFFICE-EXCEL:

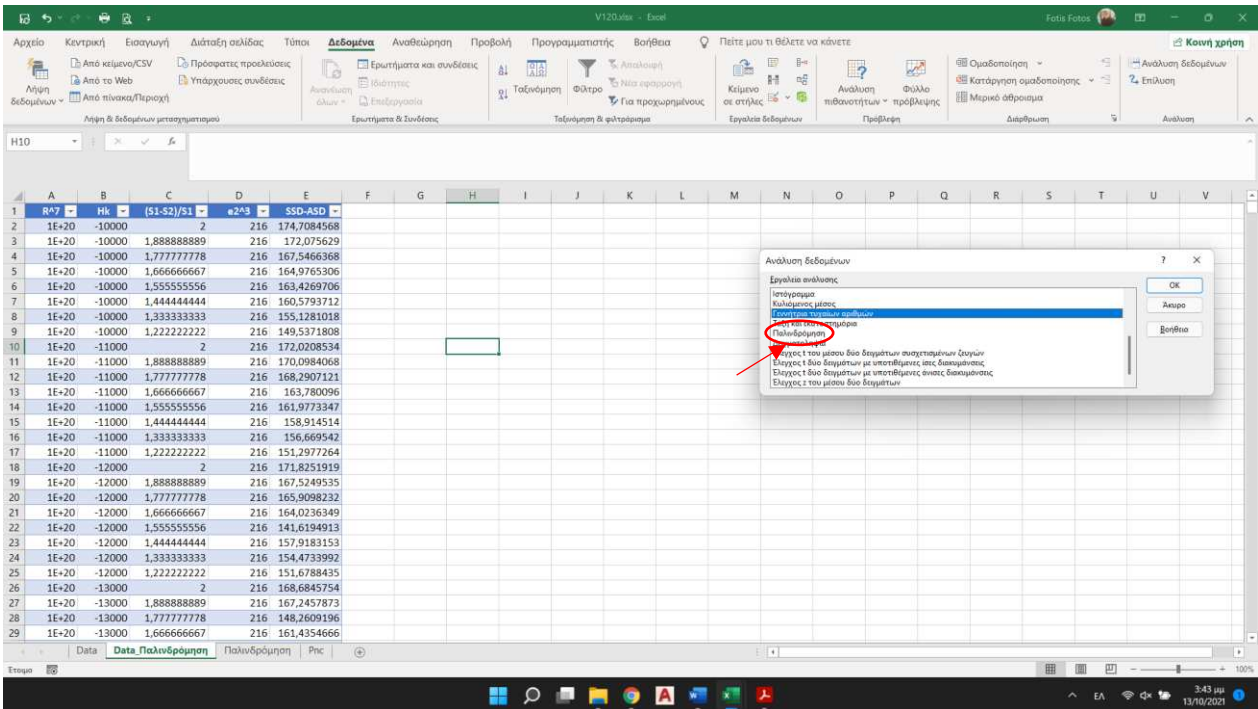
[1]. Εισαγωγή Δεδομένων σε ένα Νέο Φύλλο Εργασίας:



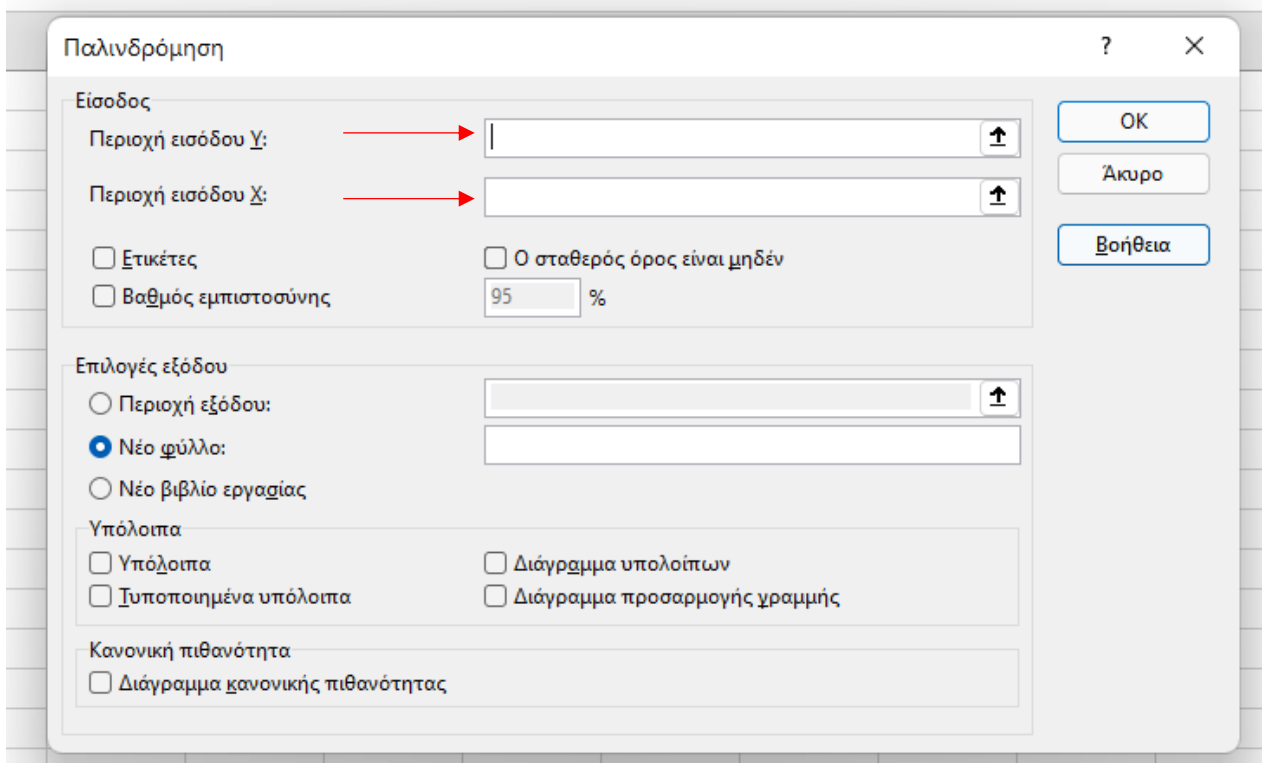
[2]. Μετάβαση στη καρτέλα Δεδομένα και Επιλογή Ανάλυση Δεδομένων (προϋπόθεση η εγκατάσταση του πρόσθετου πακέτου εργασίας (Πρόσθετο Επίλυσης)



[3]. Στο πτυσσόμενο παράθυρο που ανοίγει επιλέγω την Παλινδρόμηση



[4]. Στο νέο πτυσσόμενο παράθυρο που εμφανίζεται εισάγεται στις Περιοχή Εισόδου Y τη διαφορά SSD-ASD και στην Περιοχή Εισόδου X το σύνολο των παραμέτρων που έχει επιλεχθεί



[5]. Σε ένα νέο φύλλο εργασίας πλέον εμφανίζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου που έχει επιλεγθεί να δημιουργηθεί με το συντελεστή συσχέτισης R & R^2 καθώς και τους Συντελεστές βι, Student's t-test, και P-value

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ				
3	στατιστικά παλινδρόμησης			
4	Πολυπλάσι	0,876884		
5	R Τετράγωνο	0,768927		
6	Προσarium	0,768666		
7	Τυπικό σφκ	35,34288		
8	Μέγεθος β	4464		
10	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ			
11	Βαθμοί ελευθεύ	SS	MS	F
12	Παλινδρόμ	4	13565687	3391422
13	Υπόλοιπο	4459	5569824	1249,119
14	Σύνολο	4463	19135511	
16	Συντελεστές (σφκ σφκ)			
17	Τεταγμένη	200,84	3,891291	51,6127
18	R ²	-2,5622	4,99E-24	-50,0309
19	Hk	0,00535	5,91E-05	90,45265
20	S1-S2/S1	27,42461	2,077795	13,1989
21	e ³ *3	-0,28391	0,010033	-28,298

3.8.3 Συντελεστές βι [24]

Οι συντελεστές παλινδρόμησης βι, εκτιμούνται με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Όταν το πρόσημο τους είναι θετικό σημαίνει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής συνεπάγεται και αύξηση της εξαρτημένης ενώ αντίθετα αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης.

3.8.4 Student's t-test [24]

Το t-test, γνωστό και ως Student's t-test, πήρε την ονομασία του από τον William Sealy Gosset ο οποίος προχώρησε ,για πρώτη φορά στην αγγλική λογοτεχνία, στη δημοσίευση του στο άρθρο με τίτλο Biometrika το 1908. Ο William, εργαζόμενος στην ζυθοποιία της Guinness στο Δουβλίνο, ενδιαφερόταν για τα προβλήματα των μικρών δειγμάτων – για παράδειγμα τις χημικές ιδιότητες του κριθαριού. Υιοθέτησε το ψευδώνυμο Student, αφού ο εργοδότης του προτιμούσε το προσωπικό να μην χρησιμοποιεί πραγματικά ονόματα κατά την δημοσίευση επιστημονικών άρθρων ενώ μία δεύτερη εκδοχή υποστηρίζει ότι η Guinness δεν ήθελε οι ανταγωνιστές τους να γνωρίζουν ότι χρησιμοποιούν το t-test για να καθορίσουν την ποιότητα της πρώτης ύλης.

Το t-test χρησιμοποιείται για να καθορίσει την επιρροή μίας μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής τόσο μεγαλύτερη είναι και επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής. Η σχέση που εκφράζει το t-test είναι η παρακάτω:

$$t = \frac{\beta_i}{s.e.} \quad \text{Εξίσωση 3.8.4_1}$$

Όπως φαίνεται, η τιμή του τυπικού σφάλματος (s.e: standard error) είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του t. Δηλαδή όσο επιτυγχάνεται μείωση του τυπικού σφάλματος τόσο θα αυξάνεται και η τιμή του t. Το t μπορεί να πάρει θετικές και αρνητικές τιμές αφού εξαρτάται από το πρόσημο των συντελεστών παλινδρόμησης β_i. Οι μεγαλύτερες τιμές του t κατά απόλυτη τιμή, δείχνουν μεγαλύτερη στατιστική σημαντικότητα της εκάστοτε μεταβλητής που εξετάζεται. Πιο συγκεκριμένα **για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%**, η τιμή του **t είναι 1,96**. Επομένως για να κριθεί μία μεταβλητή στατιστικά σημαντική και να συμπεριληφθεί στο δείγμα θα πρέπει η τιμή του t για την συγκεκριμένη αυτή μεταβλητή να είναι μεγαλύτερη του 1,96.

3.8.5 Τιμή Σημαντικότητας p-value [24]

Οι τιμή p-value ορίζεται ως η πιθανότητα λήψης αποτελέσματος ίσο ή μεγαλύτερο από αυτό που παρατηρήθηκε μέσω των δεδομένων. Αφού οριστεί η τιμή p-value συγκρίνεται με μια προκαθορισμένη τιμή στατιστικής σημαντικότητας, η οποία συνήθως **είναι η 0,05**. Αν η τιμή p-value είναι μικρότερη από 0,05 τότε ένα γραμμικό μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί στατιστικά σημαντικό.

3.8.6 Μέτρα Προσαρμογής [24]

F-statistic: Χρησιμοποιείται για να κρίνει πολλαπλούς συντελεστές που λαμβάνονται μαζί ταυτόχρονα, αντί να κρίνονται μεμονωμένα μέσω του t-test. Η σχέση είναι η παρακάτω:

$$F - statistic = \frac{MSR}{MSE} \quad \text{Εξίσωση 3.8.6_1}$$

- Μέση τετραγωνική παλινδρόμηση: $MSR = \frac{\sum_i^q (y_i - \bar{y})^2}{(q-1)} = \frac{SST - SSE}{(q-1)}$
- Μέσο τετραγωνικό σφάλμα: $MSE = \frac{SSE}{n-q}$
 - Αθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων:
 $SSE = \sum ni(y_i - \hat{y}_i)$
 - Αθροισμα συνόλου τετραγώνων: $SST = \sum ni(y_i - \bar{y}_i)$
 - \hat{y}_i : Προσαρμοσμένη τιμή παρατήρησης i
 - \bar{y}_i : Μέση τιμή του Y
 - n: Αριθμός των παρατηρήσεων
 - q: Αριθμός των συντελεστών

Εξίσωση 3.8.6_2,3

Std.Error(Standard Error): Το τυπικό σφάλμα είναι η τυπική απόκλιση της κατανομής δειγματοληψίας. Η σχέση είναι η παρακάτω:

$$\text{Std. Error} = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{SSE}{n - q}}$$

Εξίσωση 3.8.6_4

AIC και BIC : Τα Akaike Information Criterion(Akaike, 1974) και Bayesian Information Criterion (Schwarz, 1978) με συντομογραφίες AIC και BIC αντίστοιχα, εξαρτώνται από τη μέγιστη τιμή της συνάρτησης πιθανότητας L(Likelihood function) και χρησιμοποιούνται για την επιλογή μοντέλου. Οι μαθηματικές σχέσεις φαίνονται παρακάτω:

- $AIC = -2 \cdot \ln(L) + 2 \cdot k$
- $BIC = -2 \cdot \ln(L) + k \cdot \ln(n)$
 - n: Αριθμός του δείγματος
 - k: Αριθμός παραμέτρων στο μοντέλο

Εξίσωση 3.8.6_5,6

3.8.7 Κριτήριο Καλής Προσαρμογής R^2 – Adjusted R^2 [24]

Το κριτήριο του R^2 , χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ποιότητας ενός μοντέλου. Η μαθηματική σχέση που το εκφράζει είναι η παρακάτω:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

Εξίσωση 3.8.7_1

Πρόκειται για ένα στατιστικό μέτρο που δείχνει το πόσο κοντά είναι τα δεδομένα στην γραμμή παλινδρόμησης. Είναι ουσιαστικά, το ποσοστό της μεταβλητής απόκρισης που εξηγείται από ένα γραμμικό μοντέλο. Βρίσκεται πάντα μεταξύ 0% και 100%. Το 0% δείχνει ότι το μοντέλο δεν εξηγεί καμία από τις μεταβλητές δεδομένων απόκρισης σε αντίθεση με το 100% που δηλώνει ότι το μοντέλο εξηγεί όλη τη μεταβλητότητα των δεδομένων. Γενικά όσο υψηλότερο είναι το R^2 τόσο καλύτερα εκφράζει το μοντέλο την εξαρτημένη μεταβλητή.

Το κριτήριο του Προσαρμοσμένου (Adjusted) R^2 χρησιμοποιείται για τον καλύτερο έλεγχο της ποιότητας ενός μοντέλου, αφού όταν γίνεται πρόσθεση μεταβλητών στο μοντέλο, ο συντελεστής R^2 αυξάνεται συγκριτικά με το προηγούμενο μοντέλο λιγότερων μεταβλητών. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται το Προσαρμοσμένο R^2 το οποίο λαμβάνει υπόψη την χρήση περισσότερων μεταβλητών και διαμορφώνεται ανάλογα με τον αριθμό αυτών. Η σχέση που το εκφράζει είναι η παρακάτω:

$$adjR^2 = 1 - \frac{MSE}{MST}$$

Εξίσωση 3.8.7_2

Όπου ο όρος MST εκφράζει την μέση τιμή του συνόλου των τετραγώνων και δίνεται από την σχέση:

$$MST = \frac{SST}{n-1}, \text{ Εξίσωση 3.8.7}_3$$

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Παρουσίαση Λογισμικού Προσομοίωσης SSD_{demand} & $SSD_{available}$

Εισαγωγή

Το Λογισμικό αυτό κατασκευάστηκε στη σουίτα προγραμμάτων MS_OFFICE και συγκεκριμένα στο υπολογιστικό φύλλο του Microsoft Excel με μακροεντολές σε VBA. Στόχος του είναι να μας εξάγει συγκεκριμένες πληροφορίες για κάθε περίπτωση γεωμετρικών χαρακτηριστικών μίας οδού που εισάγουμε [περιορίζεται προς το παρών σε αριστερή στροφή μέσα σε κυρτό τόξο συναρμογής] τόσο για το SSD_{demand} όσο και για το $SSD_{available}$ χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό μοντέλο για κάθε μια από τις δύο περιπτώσεις που αναλύθηκε παραπάνω στις ενότητες [3.5] & [3.6] στο κεφάλαιο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.

Δομή Προγράμματος

Το Λογισμικό μας δομείται στις εξής 4 καρτέλες:

- Data
- Geometry
- SSD_{demand}
- $SSD_{available}$
- Results

Data

V	R	Hk	s1	s2	e2	CHdriver	CHflag
130	900	13000	4	-4	6	900	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1000	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1100	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1200	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1300	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1400	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1500	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1600	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1700	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1800	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	1900	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	2000	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	2100	1605,09
130	900	13000	4	-4	6	2200	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1000	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1100	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1200	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1300	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1400	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1500	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1600	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1700	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1800	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	1900	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	2000	1605,09
130	900	13000	4	-3,5	6	2100	1605,09
130	900	13000	4	-3	6	1000	1605,09
130	900	13000	4	-3	6	1100	1605,09

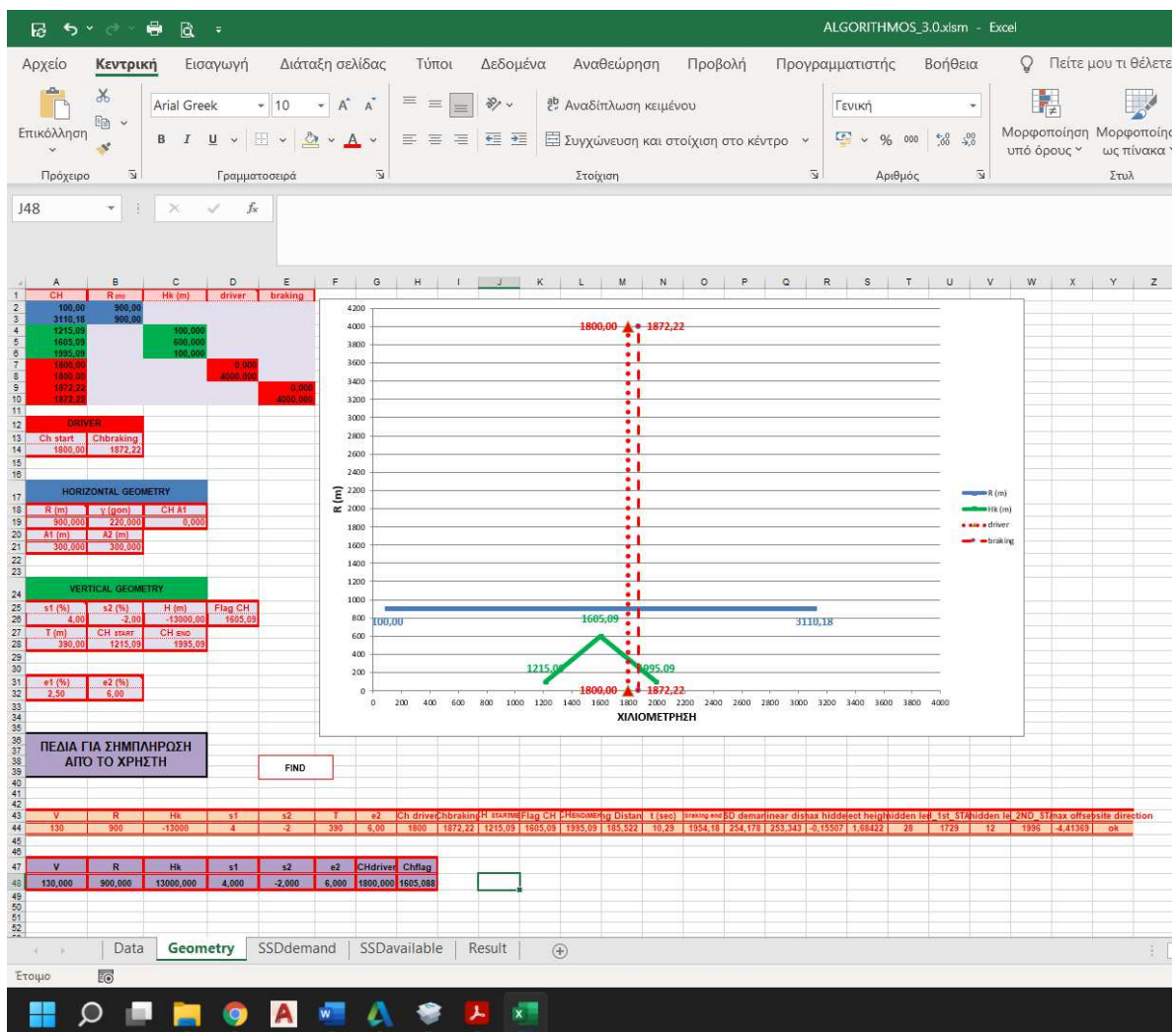
Εικόνα 4-1: Καρτέλα Data Λογισμικού

Η παρούσα καρτέλα συμπληρώνεται από το χρήστη ο οποίος τοποθετεί για κάθε ένα μία από τις περιπτώσεις που θέλει να εξετάσει τα εξής γεωμετρικά χαρακτηριστικά:

1. V [km/h] (Όριο Ταχύτητας Οδού)
2. R [m] (Ακτίνα Οριζοντιογραφίας)
3. Hk [m] (Τετραγωνική Παραβολή Κυρτής Καμπύλης)
4. s_1, s_2 [%] (Κατά Μήκος Κλίση δεξιά και αριστερά της Καμπύλης)
5. e_2 [%] (Επίκλιση Στροφής)
6. CHdriver [m] (Χιλιομετρική Θέση Οδηγού)
7. Chflag [m] (Χιλιομετρική Θέση Σημαίας)

Στη δικιά μας περίπτωση κατασκευάστηκε ένα υποπρόγραμμα σε περιβάλλον MATLAB το οποίο μας παρήγαγε αυτόματα τα δεδομένα που εισαγάγαμε στον Λογισμικό μας για να αναλυθούν οι περιπτώσεις αυτές. [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β]

Geometry



Εικόνα 4-2: Καρτέλα Geometry λογισμικού

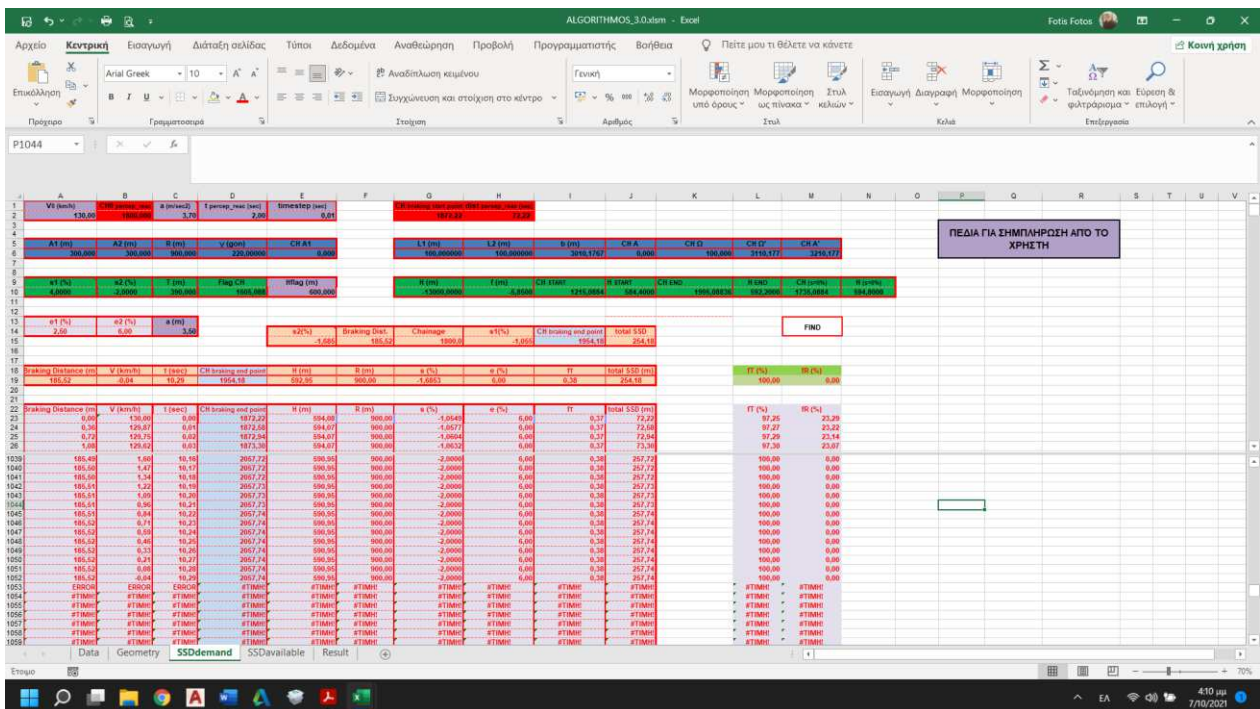
Στη παρούσα καρτέλα χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες που μας έχουν δοθεί από μία σειρά της καρτέλας Data και μας δημιουργεί την γεωμετρία της εξεταζόμενης οδού δηλαδή τα στοιχεία Οριζοντιογραφίας και Μηκοτομής όπως αυτά παρουσιάστηκαν στις ενότητες [3.2] & [3.3] στο κεφάλαιο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.

Η άντληση από τη καρτέλα Data γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας σε περιβάλλον VBA [ΠΑΡΑΤΗΜΑ Δ]

SSD_{demand}

Στη παρούσα καρτέλα χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες που μας έχουν δοθεί από μία σειρά της καρτέλας Geometry και μας δίνει το μήκος που απαιτείται να έχει ορατότητα ο οδηγός ώστε η ταχύτητα του να μηδενιστεί για την εξεταζόμενη οδό όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ενότητα [3.5] στο κεφάλαιο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.

Η άντληση από τη καρτέλα Geometry γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας σε περιβάλλον VBA [ΠΑΡΑΤΗΜΑ Δ]



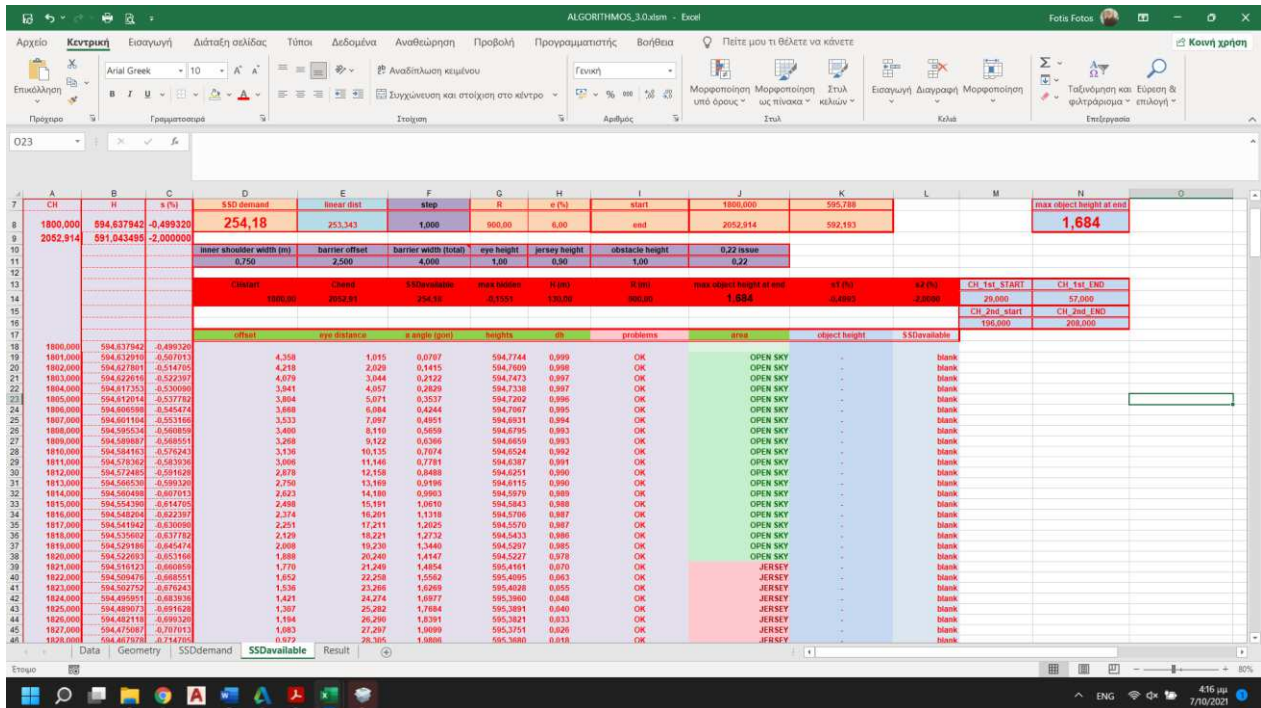
Εικόνα 4-3: Καρτέλα SSD_{demand} Λογισμικού

SSD_{available}

Στη παρούσα καρτέλα χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες που μας έχουν δοθεί από μία σειρά της καρτέλας SSD_{demand} και την αντίστοιχη Geometry και μας δίνει το μήκος που έχει ορατότητα ο οδηγός , και τα σημεία στα οποία διακόπτεται από το ενδιαμέσο

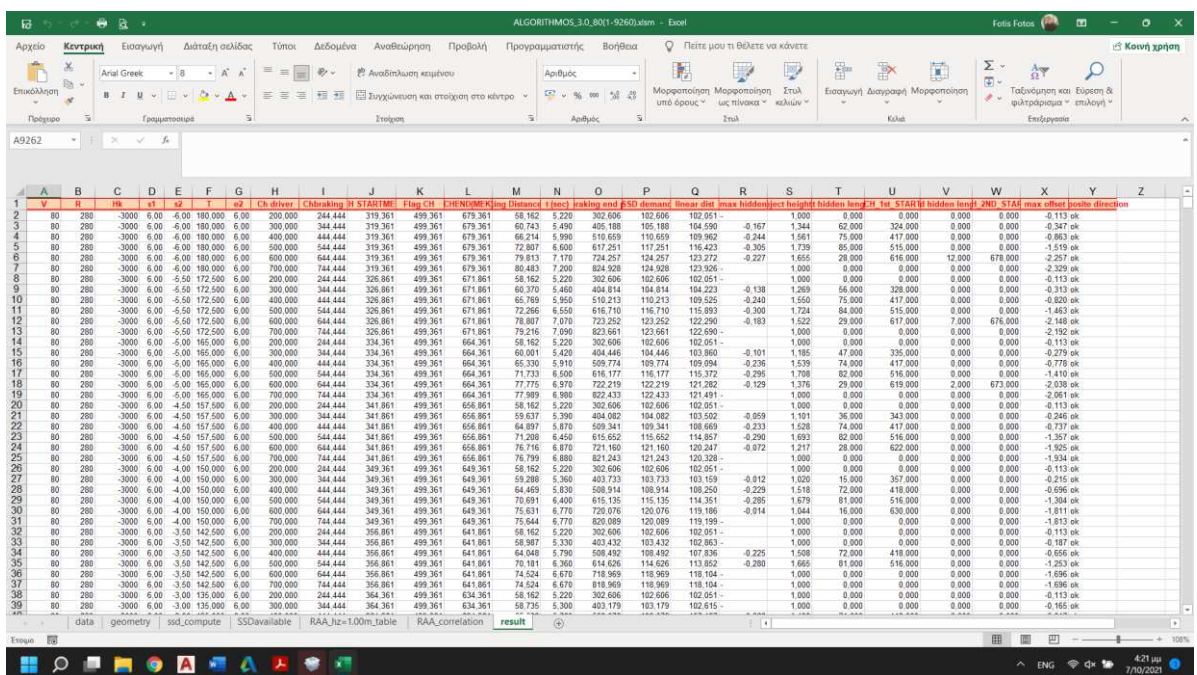
διαχωριστικό της νησίδας τύπου New_Jersey όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην ενότητα [3.6] στο κεφάλαιο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.

Η άντληση από τη καρτέλα Geometry και SSD_{demand} γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας σε περιβάλλον VBA [ΠΑΡΑΤΗΜΑ Δ]



Εικόνα 4-4: Καρτέλα SSD_{available} Λογισμικού

Results



Εικόνα 4-5: Καρτέλα Results Λογισμικού

Στη παρούσα καρτέλα κάθε γραμμή δίνει τα αποτελέσματα για την αντίστοιχη του Data. [ΠΑΡΑΤΗΜΑ Δ]

4.2 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Εξεταζόμενων Διατομών

Η επιλογή των εξεταζόμενων διατομών που θα εισαχθούν στο Λογισμικό έγινε σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς Σχεδιασμών Οδών (RAA2008_GER).

4.2.1 Ταχύτητα V

Αρχικά επιλέχθηκαν οι ταχύτητες οδού με τις οποίες θα ασχοληθούμε, οι οποίες θα προκύψουν από τα όρια που τίθενται από τους κανονισμούς ανά κατηγορία οδού.

Road Categories	max V [km/h]
long-distance motorways (EKA 1 A)	130
inter-regional motorways (EKA 1 B)	120
motorway-like roads (EKA 2)	100
urban motorways (EKA 3)	80

Πίνακας 4-1: Κατηγοριοποίηση οδών και Όρια Ταχύτητα να κατηγορία (RAA2008_GER)

Άρα οι εξεταζόμενες ταχύτητες μας είναι:

- V=130 km/h [EKA 1 A]
- V=120 km/h [EKA 1 B]
- V=100 km/h [EKA 2]
- V=80 km/h [EKA 3]

4.2.2 Ακτίνα Οριζοντιογραφίας R

Έπειτα σύμφωνα με τα άνω όρια ταχυτήτων αντλήθηκαν από τις οδηγίες οι ελάχιστες τιμές των ακτινών οριζοντιογραφίας (R) για κάθε ένα από αυτά:

Design class	min R [m]	min L [m]
EKA 1 A	900	75
EKA 1 B	720	
EKA 2	470	55
EKA 3	280	

Πίνακας 4-2: Κατηγοριοποίηση οδών και Ελάχιστη Ακτίνα ανα κατηγορία (RAA2008_GER)

Άρα οι ελάχιστες ακτίνες για τις εξεταζόμενες ταχύτητες μας είναι:

- $R=900\text{m}$ για $V=130\text{ km/h}$ [EKA 1 A]
- $R=720\text{m}$ για $V=120\text{ km/h}$ [EKA 1 B]
- $R=470\text{m}$ για $V=100\text{ km/h}$ [EKA 2]
- $R=280\text{m}$ για $V=80\text{ km/h}$ [EKA 3]

Σύμφωνα με όλες τις υπάρχουσες μελέτες που έχουν εξεταστεί και ειδικά την [1] εξάγεται το συμπέρασμα ότι η τιμή της ακτίνας που πρακτικά σταματά να επηρεάζει τα μήκη ορατότητας είναι η τιμή των 3.000m . Για το λόγο αυτό λοιπόν θα εξετασθεί ένα εύρος ακτινών για κάθε μία ταχύτητα από την ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή μέχρι και την τιμή των 3.000m με βήμα 100m :

- $R=[900(\text{m})-3.000(\text{m})]$ (step 100m) για $V=130\text{ km/h}$ [EKA 1 A]
- $R=[720(\text{m}),800(\text{m})-3.000(\text{m})]$ (step 100m) για $V=120\text{ km/h}$ [EKA 1 B]
- $R=[470(\text{m}),500(\text{m})-3.000(\text{m})]$ (step 100m) για $V=100\text{ km/h}$ [EKA 2]
- $R=[280(\text{m}),300(\text{m})-3.000(\text{m})]$ (step 100m) για $V=80\text{ km/h}$ [EKA 3]

4.2.3 Τετραγωνική Παραβολή Ηκ

Σύμφωνα με τα άνω όρια ταχυτήτων αντλήθηκαν από τις οδηγίες οι ελάχιστες τιμές οι ελάχιστες τιμές των Τετραγωνικών Παραβολών (Ηκ) για κάθε ένα από αυτά:

Design class	Minimum diameter for cersts H_k [m]	Minimum diameter for sags H_w [m]
EKA 1 A	13.000	8.800
EKA 1 B	10.000	5.700
EKA 2	5.000	4.000
EKA 3	3.000	2.600

Πίνακας 4-3: Κατηγοριοποίηση οδών και Ελάχιστη Τιμή Τετραγωνικής Παραβολής ανα κατηγορία (RAA2008_GER)

Άρα οι ελάχιστες τιμές Τετραγωνικής Παραβολής για τις εξεταζόμενες ταχύτητες μας είναι:

- $H_k=13.000\text{m}$ για $V=130\text{ km/h}$ [EKA 1 A]
- $H_k=10.000\text{m}$ για $V=120\text{ km/h}$ [EKA 1 B]
- $H_k=5.000\text{m}$ για $V=100\text{ km/h}$ [EKA 2]
- $H_k=3.000\text{m}$ για $V=80\text{ km/h}$ [EKA 3]

Σύμφωνα με όλες τις υπάρχουσες μελέτες που έχουν εξετασθεί και ειδικά την [1] εξάγεται το συμπέρασμα ότι η τιμή της ακτίνας που πρακτικά σταματά να επηρεάζει τα μήκη ορατότητας είναι η τιμή των 40.000m. Για το λόγο αυτό λοιπόν θα εξετασθεί ένα εύρος ακτινών για κάθε μία ταχύτητα από την ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή μέχρι και την τιμή των 40.000m με βήμα 1000m:

- $H_k=[-13000(m)- -40000(m)]$ (step 1000m) για $V=130$ km/h [EKA 1 A]
- $H_k=[-10000(m)- -40000(m)]$ (step 1000m) για $V=120$ km/h [EKA 1 B]
- $H_k=[-5000(m)- -40000(m)]$ (step 1000m) για $V=100$ km/h [EKA 2]
- $H_k=[-3000(m)- -40000(m)]$ (step 1000m) για $V=80$ km/h [EKA 3]

4.2.4 Κατά Μήκος Κλίση s

Σύμφωνα με τα άνω όρια ταχυτήτων αντλήθηκαν από τις οδηγίες οι μέγιστες τιμές των Κατά Μήκος Κλίσεων [s] για κάθε ένα από αυτά:

Design class	max s [%]
EKA 1 A	4,0
EKA 1 B	4,5
EKA 2	4,5
EKA 3	6,0

Πίνακας 4-4: Κατηγοριοποίηση οδών και Μέγιστη Τιμή Κατά Μήκος Κλίσης ανα κατηγορία (RAA2008_GER)

Άρα οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις για τις εξεταζόμενες ταχύτητες μας είναι:

- $s=4,0\%$ για $V=130$ km/h [EKA 1 A]
- $s=4,5\%$ για $V=120$ km/h [EKA 1 B]
- $s=4,5\%$ για $V=100$ km/h [EKA 2]
- $s=6\%$ για $V=80$ km/h [EKA 3]

Για την τιμή της κατά μήκος κλίσης στο πρώτο κλάδο (κλάδος ανόδου) θα επιλεγθεί η μέγιστη επιτρεπόμενη κατά μήκος κλίση για όλες τις περιπτώσεις, ενώ για την δεύτερη κατά μήκος κλίση (κλάδος καθόδου) θα εξετασθεί ένα εύρος κατά μήκος κλίσεων για κάθε μία ταχύτητα από την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή μέχρι και την τιμή του -1% με βήμα $-0,5\%$:

- $s_1=4\% \ \& \ s_2=[-4\% - -1\%]$ (step 0.5%) για $V=130$ km/h [EKA 1 A]
- $s_1=4\% \ \& \ s_2=[-4,5\% - -1\%]$ (step 0.5%) για $V=120$ km/h [EKA 1 B]
- $s_1=4,5\% \ \& \ s_2=[-4,5\% - -1\%]$ (step 0.5%) για $V=100$ km/h [EKA 2]
- $s_1=6\% \ \& \ s_2=[-6\% - -1\%]$ (step 0.5%) για $V=80$ km/h [EKA 3]

4.2.5 Επίκλιση e

Όπως αναλύθηκε και στην ενότητα [3.4] στο κεφάλαιο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ, σύμφωνα με το διάγραμμα που δίνεται στους Γερμανικούς Κανονισμούς (RAA2008_GER), όπου $e_{min}=2.5\%$ και $e_{max}=6.0\%$, για την επίκλιση σε σχέση με τη Ταχύτητα της οδού και την ακτίνα Οριζοντιογραφίας προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες :

V=80km/h		V=100km/h		V=120km/h		V=130km/h	
R(m)	e(%)	R(m)	e(%)	R(m)	e(%)	R(m)	e(%)
270	6,00	470	6,00	720	6,00	900	6,00
300	5,75	500	5,50	800	5,50	1000	5,75
400	5,00	600	5,00	900	5,50	1100	5,50
500	4,25	700	4,75	1000	5,00	1200	5,25
600	3,75	800	4,50	1100	4,75	1300	5,00
700	3,50	900	4,00	1200	4,75	1400	5,00
800	3,00	1000	3,75	1300	4,50	1500	4,75
900	2,50	1100	3,50	1400	4,25	1600	4,50
1000	2,50	1200	3,25	1500	4,00	1700	4,25
		1300	3,00	1600	3,75	1800	4,00
		1400	3,00	1700	3,75	1900	3,75
		1500	2,75	1800	3,50	2000	3,50
		1600	2,50	1900	3,25	2100	3,50
				2000	3,00	2200	3,25
				2100	3,00	2300	3,25
				2200	2,75	2400	3,00
				2300	2,75	2500	3,00
				2400	2,75	2600	2,75
				2500	2,50	2700	2,75
						2800	2,50
						2900	2,50

Πίνακας 4-5: Επικλήσεις Στροφής για τις Ταχύτητες Μελέτης ανά Ακτίνα R

4.2.6 Χιλιομετρική Θέση Σημαίας Κυρτή Καμπύλης CH_{FLAG}

Για κάθε μια από τις περιπτώσεις που έχουν προκύψει από τις άνω παραμέτρους [V,R,s₁,s₂,e₂] γίνεται μια θεώρηση ότι η τοποθέτηση της Σημαίας της μηκοτομής θα γίνει στο μέσο ακριβώς του αριστερόστροφου κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας με σκοπό να απολαμβάνουμε όσο το δυνατόν περισσότερες εξεταζόμενες θέσεις οδηγού.

Για το λόγο αυτό στον αλγόριθμο σε Matlab που αναπτύχθηκε για την παραγωγή των δεδομένων μας χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος που βρίσκει αυτόματα την χιλιομετρική θέση της σημαίας στο μέσο της οριζοντιογραφίας. [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β]

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ CH_{FLAG}:

$$CH_{FLAG} = \frac{\left[2 * \frac{R}{9} + \left[\gamma * \left(\frac{\pi}{200} \right) - \frac{1}{9} \right] \right]}{2} \quad \text{Εξίσωση 4.2.6_1}$$

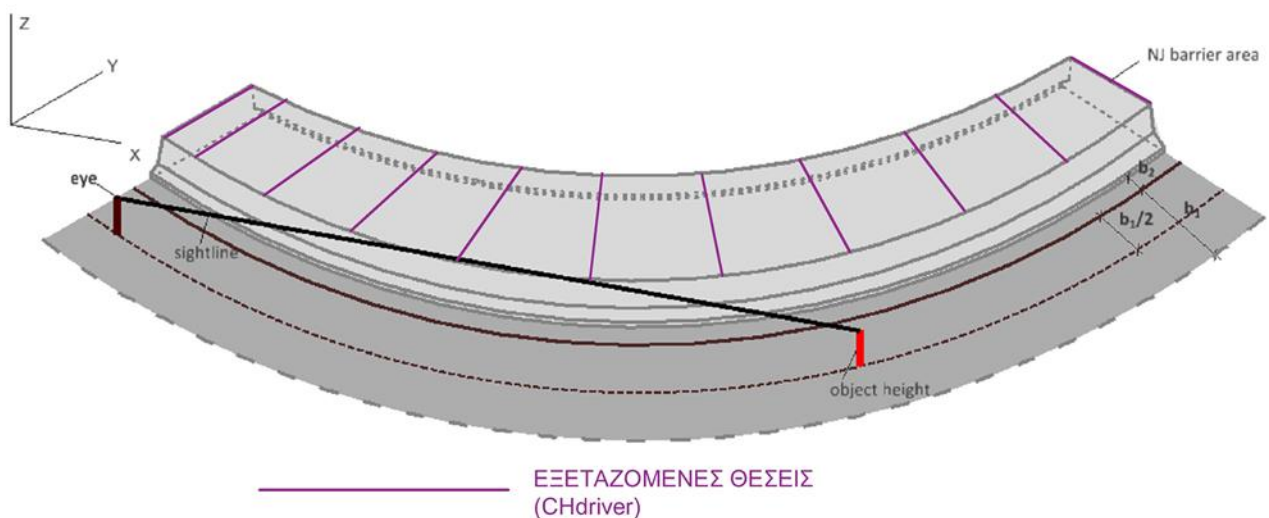
όπου:

- $\frac{R}{9}$ είναι το μήκος της κλωθοειδούς εισόδου & εξόδου
- $\left[\gamma * \left(\frac{\pi}{200} \right) - \frac{1}{9} \right]$ είναι η καθαρή επίκεντρη γωνία του κυκλικού τομέα δίχως τις κλωθοειδείς

4.2.7 Χιλιομετρική Θέση Οδηγού CH_{DRIVER}

Για κάθε μια από τις περιπτώσεις που έχουν προκύψει από τις άνω παραμέτρους [V,R,s1,s2,e2, CH_{FLAG}] κάνουμε μια θεώρηση ότι ο οδηγός θα ξεκινήσει να κινείται μέσα σε Χιλιομετρικές Θέσεις οι οποίες είναι ακεραία πολλαπλάσια του εκατό και ανήκουν ταυτόχρονα τόσο σε κυκλικό τόξο οριζοντιογραφίας όσο και σε κυρτή καμπύλη μηκοτομής, εξετάζοντας επιπλέον και μια προηγούμενη και μία επόμενη θέση από την αρχική και τελική όπως της ορίσαμε οι οποίες πρακτικά δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα.

Για το λόγο αυτό στον αλγόριθμο σε Matlab που αναπτύχθηκε για την παραγωγή των δεδομένων μας χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος που βρίσκει μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας αυτόματα όλες τις πιθανές χιλιομετρική θέση του οδηγού που πρέπει να εξεταστούν. [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β]



Εικόνα 4-6: Τρισδιάστατη Αναπαράσταση Εξεταζόμενων Θέσεων Οδηγού

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ CH_{DRIVER}:**ΕΥΡΕΣΗ ΑΡΧΙΚΗΣ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗ ΟΔΗΓΟΥ:** *Εξίσωση 4.2.7_1*

Av $CHflag - |T| \leq \frac{R}{9}$ [Εξέταση αρχικής θέσης μηκοτομής αν είναι πριν ή μετά την κλωθοειδή]

$$st = \frac{R}{100}$$

$$CHstart = \text{ΑΚΕΡΑΙΟ ΜΕΡΟΣ } (st) * 100$$

else $CHstart = \text{ΑΚΕΡΑΙΟ ΜΕΡΟΣ} \left(\frac{CHflag - |T|}{100} \right) * 100 - 100$

ΕΥΡΕΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗ ΟΔΗΓΟΥ: *Εξίσωση 4.2.7_2*

Av $CHflag + |T| \geq \left[\frac{R}{9} + \left(g * \frac{pi}{200} - \frac{1}{9} \right) * R \right]$

$$en = \frac{\left[\frac{R}{9} + \left(g * \frac{pi}{200} - \frac{1}{9} \right) * R \right]}{100}$$

$$CHend = \text{ΑΚΕΡΑΙΟ ΜΕΡΟΣ} (en) * 100$$

else $CHend = \text{ΑΚΕΡΑΙΟ ΜΕΡΟΣ} \left(\frac{CHflag + |T|}{100} \right) * 100 + 100$

ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΟΔΗΓΟΥ ΠΟΥ ΘΑ ΕΞΕΤΑΣΤΟΥΝ:

$$CH_{DRIVER} = [CHstart - CHend] \text{ (step 100m)}$$

[Έχει επιλεχθεί το βήμα των 100m διότι και στις 4 ταχύτητες οι οδηγός χρειάζεται πάνω από χρόνο 1sec για να διανύσει την απόσταση μεταξύ 2 τυχουσών διατομών που ορίζεται ως ο οριακός χρόνος αντίληψης του]

4.3 Παραγωγή Δεδομένων Ορατότητας για κάθε εξεταζόμενη Χιλιομετρική Θέση

Λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις παραμέτρους που τέθηκαν στις παραπάνω ενότητες και για όλες τις υπόψιν διατομές που έχουν επιλεχθεί εκτελείται ο αλγόριθμός που κατασκευάστηκε με σκοπό να παραχθούν όλα τα απαραίτητα αποτελέσματα για το Διατιθέμενο και το Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας.

Για κάθε ταχύτητα οι περιπτώσεις που έχουν προκύψει να εξετάσουμε είναι:

- Για $V=80$ km/h εξετάστηκαν συνολικά **249.199 συνδυασμοί** εκ' των οποίων εμφάνισαν προβληματική κατάσταση οι **143!!! (0,006%)**
- Για $V=100$ km/h εξετάστηκαν συνολικά **143.668 συνδυασμοί** εκ' των οποίων εμφάνισαν προβληματική κατάσταση οι **4.489!!! (3,12%)**
- Για $V=120$ km/h εξετάστηκαν συνολικά **124.334 συνδυασμοί** εκ' των οποίων εμφάνισαν προβληματική κατάσταση οι **27.601!!! (22,20%)**
- Για $V=130$ km/h εξετάστηκαν συνολικά **87.181 συνδυασμοί** εκ' των οποίων εμφάνισαν προβληματική κατάσταση οι **48.795!!! (55,97%)**

Συγκεκριμένα όμως εμάς μας δεν μας αφορούν τόσο οι μεμονωμένες περιπτώσεις προβλήματος ορατότητας αλλά αν αυτό παρατηρείτε σε συνεχόμενες εξεταζόμενες θέσεις οι οποίες παρουσιάζουν μεταξύ τους και επικάλυψη.

4.4 Επεξεργασία Δεδομένων Ορατότητας για κάθε εξεταζόμενη Διατομή

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα που έχουν προκύψει για κάθε χιλιομετρική θέση και γνωρίζοντας πόσες χιλιομετρικές θέσεις ανήκουν σε κάθε υπόψιν διατομή κατασκευάστηκε ένας αλγόριθμος σε Matlab ο οποίος διατρέχει όλες τις περιπτώσεις και εξετάζει αν υπάρχουν μεταξύ τους τυχόν επικαλύψεις, δηλαδή η προηγούμενη με την επόμενη θέση να έχουν μεταξύ τους κοινό διάστημα [Παράρτημα Α].

Έπειτα αθροίζει μεταξύ τους όλες αυτές τις επικαλύψεις που παρατηρούνται στην εξεταζόμενη διατομή μας και διαιρεί αυτό το άθροισμα με το συνολικό μήκος της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής. Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το ποσοστό τόσο μεγαλύτερο είναι και το πρόβλημα που παρατηρείται με την ορατότητα του οδηγού μέσα σε αυτό το τμήμα.[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ]

Επίσης εκτός από αυτό το ποσοστό έχει κατασκευασθεί και ένας αντίστοιχος αλγόριθμος σε Matlab ο οποίος δίνει το μεσοσταθμικό Διαθέσιμο Μήκος Ορατότητας για κάθε εξεταζόμενη διατομή αλλά και του Απαιτούμενου Μήκους Ορατότητας και υπολογίζει το ποσοστό που υπολείπεται το Διαθέσιμο από το Απαιτούμενο στις εξεταζόμενες θέσεις.[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε]

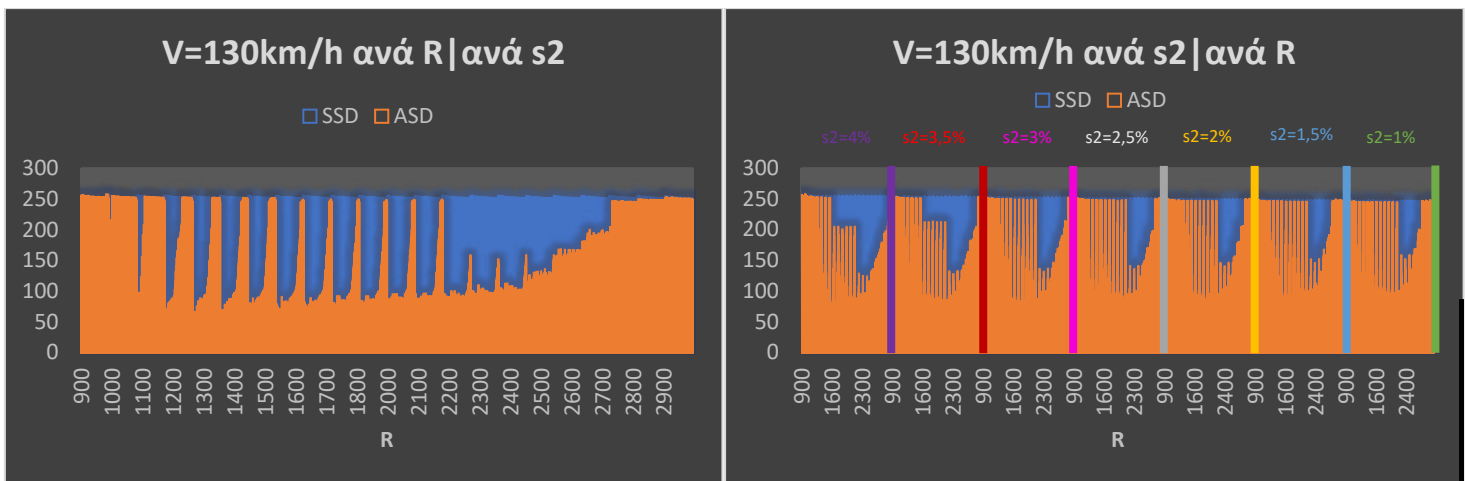
5. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

5.1 Αρχικά Διαγράμματα

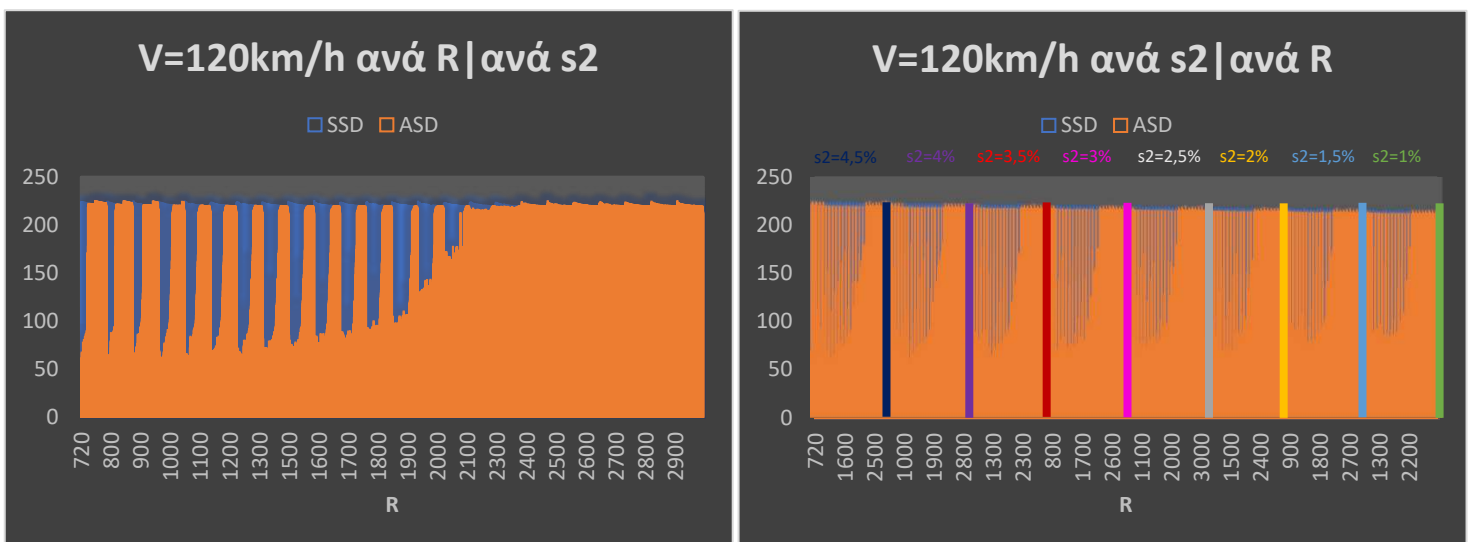
Από την επεξεργασία των δεδομένων που έχουν προκύψει από τις παραπάνω ενότητες θα παρουσιασθούν αρχικά κάποια διαγράμματα τα οποία βοηθούν στην κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Αρχικά στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το απαιτούμενο [μπλε χρώμα] και το διαθέσιμο [πορτοκαλί χρώμα] μήκος ορατότητας για στάση στο οποίο η ύπαρξη μόνο μπλε απόχρωσης σε ορισμένα τμήματα του διαγράμματος υποδηλώνει την ανυπαρξία του αναγκαίου διαθέσιμου μήκους ορατότητας για στάση για τον οδηγό

Γραφήματα:



Γράφημα 5-1: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=130$ km/h



Γράφημα 5-2: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=120$ km/h



Γράφημα 5-3: $SSD_{available}$ & SSD_{demand} για $V=100$ km/h

Παρατηρήσεις:

- **V=80km/h**

Αρχικά για την ταχύτητα των 80 km/h δεν προέκυψε κάποιο σημαντικό πλήθος παραμόνο για κάποιες ελάχιστες περιπτώσεις προβλήματα ορατότητας τα οποία μπορούν να αποφευχθούν οριστικά αν συμβουλευθούμε το παρακάτω πίνακα που έχει δημιουργηθεί ο οποίος μας πληροφορεί ποιος συνδυασμός γεωμετρικών χαρακτηριστικών μας οδηγεί σε προβληματική κατάσταση και ποιος είναι αποδεκτός:

	(s1%/s2%)										
R(m)	(6/-6)	(6/-5.5)	(6/-5)	(6/-4.5)	(6/-4)	(6/-3.5)	(6/-3)	(6/-2.5)	(6/-2)	(6/-1.5)	(6/-1)
280	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓
300	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
>300	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hk(m)	-3000	-4000	-5000	-6000	-7000	-8000	>-8000				

Πίνακας 5-1: Επιτρεπόμενοι και μη συνδυασμοί γεωμετρικών χαρακτηριστικών οδού για $V=80$ km/h

- **V=100km/h**

Για την ταχύτητα των 100 km/h αν και προέκυψαν κάποιες περιπτώσεις ανεπάρκειας του μήκους ορατότητας ήταν κυρίως για τις σχετικά αρχικές ακτίνες οριζοντιογραφίας, αλλά ήταν σχετικά πολύ μικρός ο αριθμός τους.

Για το λόγο αυτό στη συνέχεια ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας ο οποίος μας δείχνει το συνδυασμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών για τα οποία εντοπίστηκαν τα προβλήματα ορατότητας:

R(m)	Hk(m)
470	-5.000 έως -12.000
500	-5.000 έως -12.000
600	-5.000 έως -16.000
700	-5.000 έως -17.000
800	-5.000 έως -18.000
900	-5.000 έως 18.000
1000	-5.000 έως 18.000
1100	-5.000 έως -18.000
1200	-5.000 έως -21.000
1300	-5.000 έως -21.000
≥1400	√

Πίνακας 5-2: Προβληματικοί Συνδυασμοί Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών για την $V=100$ km/h

- **V=120km/h & V=130km/h**

Τόσο για την τιμή των 120km/h όσο και για την τιμή των 130km/h παρατηρήθηκαν σοβαρές ελλείψεις στην επάρκεια ορατότητα του οδηγού σε αρκετές περιπτώσεις, γεγονός το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι έχουν υποεκτιμηθεί από τους ελέγχους που αφορούν τη δισδιάστατη απεικόνιση και θα πρέπει να επαναξιολογηθούν για αυξηθεί το επίπεδο οδικής ασφαλείας των αυτοκινητοδρόμων.

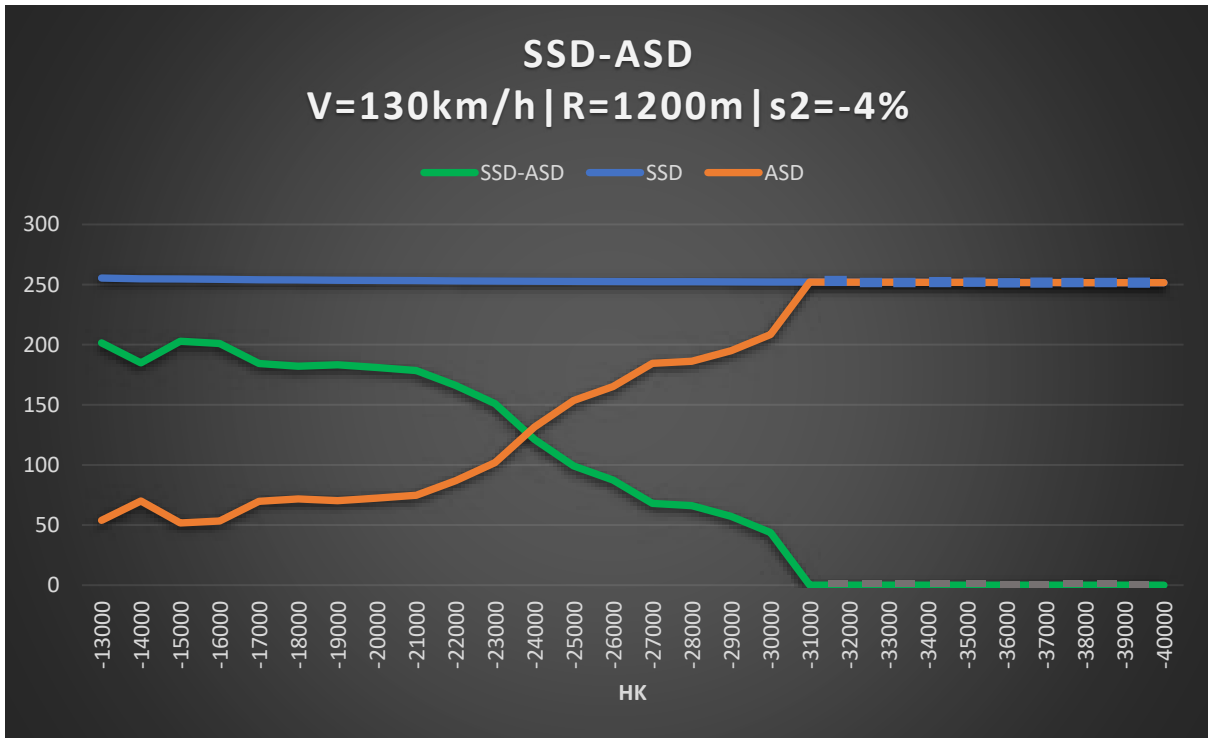
Συγκεκριμένα έχουμε τις εξής παρατηρήσεις:

- όσο αυξάνεται ή ακτίνα R μειώνεται η μέγιστη τιμή της διαφοράς μεταξύ SSD-ASD (ορίζεται το διαθέσιμο μήκος ορατότητας) όσο εξετάζουμε όλο το εύρος των Hk για ένα συνδυασμό s1-s2
- όσο αυξάνεται ή ακτίνα Hk μειώνεται η διαφοράς μεταξύ SSD-ASD και τείνει προς το μηδέν
- για μεγαλύτερες κλίσεις s2 τόσο μεγαλώνει η μέγιστη τιμή της διαφοράς μεταξύ SSD-ASD όσο εξετάζουμε όλο το εύρος των Hk για κάθε ακτίνα R

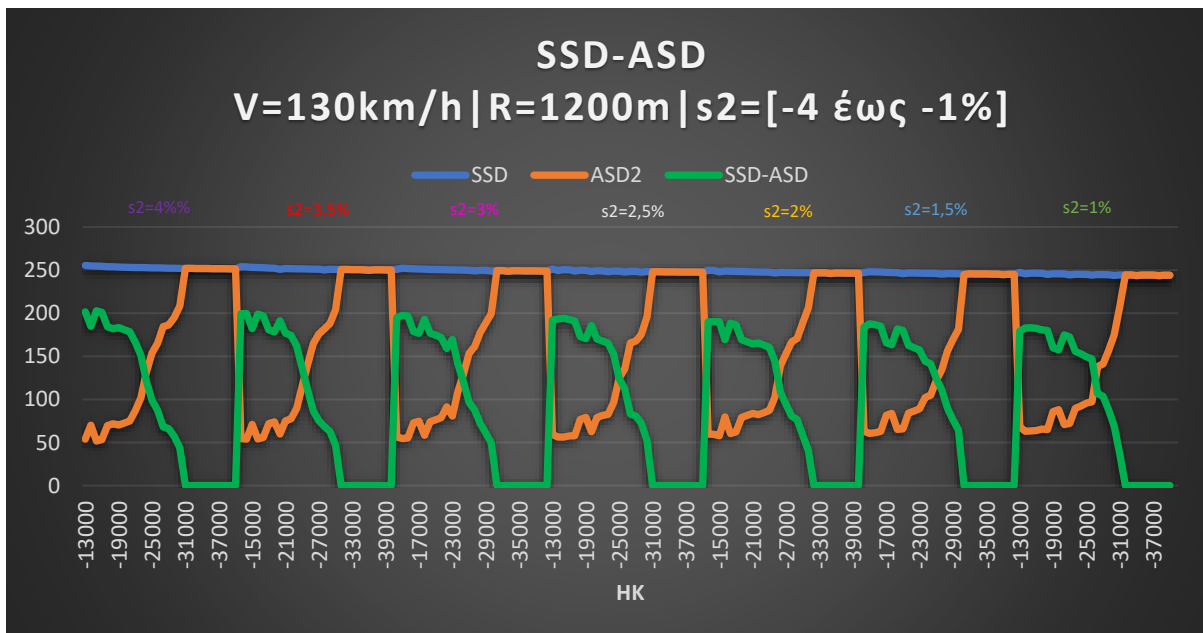
Ειδικά για την περίπτωση των 130km/h παρατηρήθηκε ότι για την αρχική ακτίνα των 900m δεν εντοπίζεται κάποιο θέμα και οι προβληματικές διατομές ξεκινούν από την αμέσως επόμενη ακτίνα οπότε εξάγεται το συμπέρασμα μετά από αναζήτηση ότι αυτό οφείλεται στην μεγάλη επίκλιση e2 μέσα στη στροφή.

Στη συνέχεια ακολουθούν κάποια διαγράμματα τα οποία είναι πιο συγκεκριμένα και αφορούν μια πιο συγκεκριμένη ομάδα διατομών που εξετάσαμε και επεξηγούν τις άνω παρατηρήσεις μας:

[Ενδεικτικά θα ασχοληθούμε με $V=130\text{km/h}$, $R=1200\text{m}$, $s_1=4\%$, $s_2=-4\%$]



Γράφημα 5-4: Πρόσδος SSD-ASD για συγκεκριμένη R & s2 για όλο το εύρος Hk



Γράφημα 5-5: Πρόσδος SSD-ASD για συγκεκριμένη R για κάθε s1- s2 για όλο το εύρος Hk

Τα παραπάνω διαγράμματα μπορούν να δημιουργηθούν για κάθε ομάδα διατομών που επιλέξουμε και μας αφορά και θα ακολουθούν περίπου την ίδια μορφή.

5.2 Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης (P_{nc})

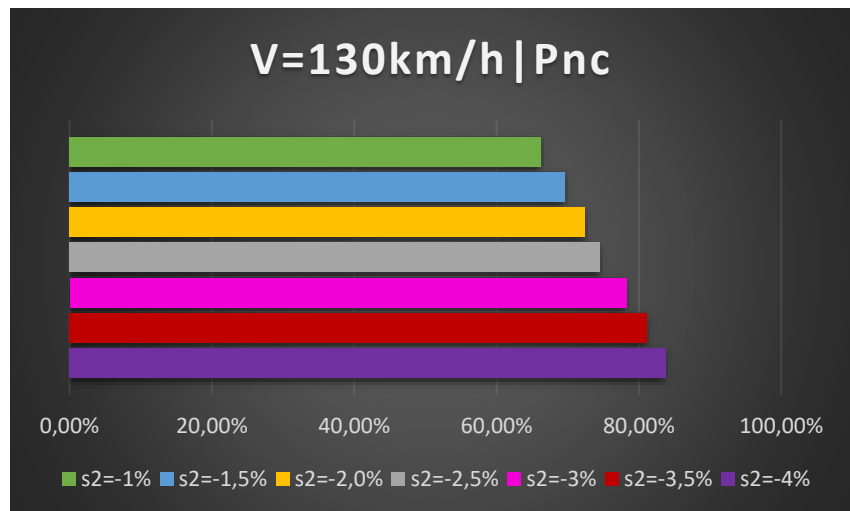
Μετά την αρχική ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν στη προηγούμενη ενότητα εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι ταχύτητες που χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης είναι για τα 100km/h, 120km/h καθώς και 130 km/h.

Ένας πρώτος δείκτης ο οποίος θα εξετασθεί είναι η Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης της εκάστοτε διατομής στο περιορισμό που έχουμε θέσει, δηλαδή $SSD_{available} \geq SSD_{demand}$.

Η Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης ορίζεται σαν το πλήθος των περιπτώσεων που δεν υπακούσουν στον άνω κανόνα προς το σύνολο των περιπτώσεων που έχουν εξετασθεί. Θα δημιουργηθούν ομάδες διατομών που θα κατηγοριοποιούνται ανά ταχύτητα V και έπειτα ανά κατά μήκος κλίση του κλάδου της κατωφέρειας.

5.2.1 $V=130\text{km/h}$

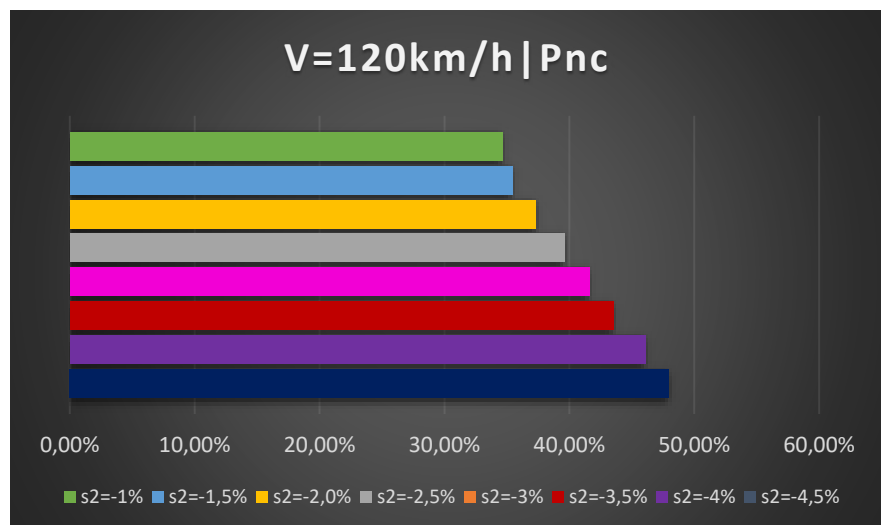
$V=130\text{km/h}$	
Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης P_{nc}	
$s_2=-4\%$	83,77%
$s_2=-3,5\%$	81,17%
$s_2=-3\%$	78,25%
$s_2=-2,5\%$	74,51%
$s_2=-2,0\%$	72,40%
$s_2=-1,5\%$	69,64%
$s_2=-1\%$	66,23%



Γράφημα 5-6: P_{nc} για $V=130\text{ km/h}$

5.2.2 $V=120\text{km/h}$

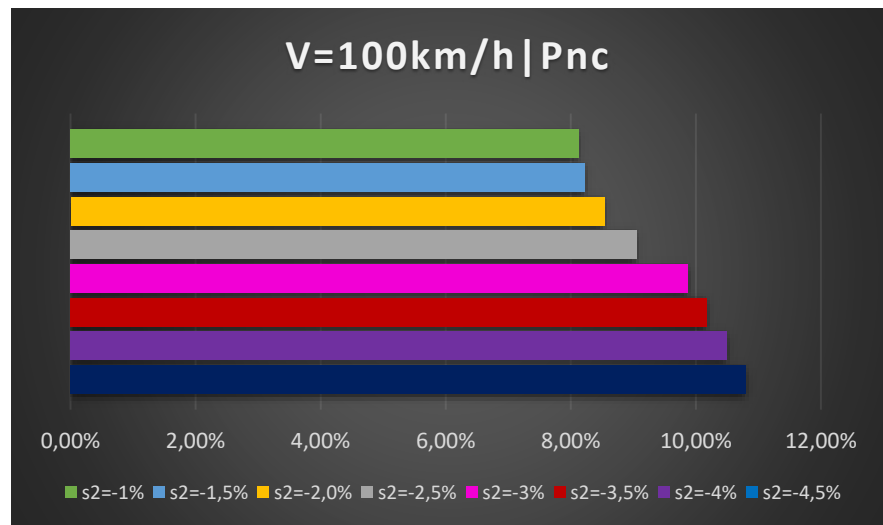
$V=120\text{km/h}$	
Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης P_{nc}	
$s_2=-4,5\%$	47,98%
$s_2=-4\%$	46,10%
$s_2=-3,5\%$	43,55%
$s_2=-3\%$	41,61%
$s_2=-2,5\%$	39,60%
$s_2=-2,0\%$	37,32%
$s_2=-1,5\%$	35,44%
$s_2=-1\%$	34,63%



Γράφημα 5-7: P_{nc} για $V=120\text{ km/h}$

5.2.3 V=100km/h

V=100km/h	
Πιθανότητα Μη Συμμόρφωσης Pnc	
s2=-4,5%	10,80%
s2=-4%	10,49%
s2=-3,5%	10,19%
s2=-3%	9,88%
s2=-2,5%	9,05%
s2=-2,0%	8,54%
s2=-1,5%	8,23%
s2=-1%	8,13%



Γράφημα 5-8: Pnc για V=100 km/h

Από τις παραπάνω αναλύσεις παρατηρείται ότι παρουσιάζει σημαντικές διαφορές το τρισδιάστατο μοντέλο που έχει αναπτυχθεί καθώς εμφανίζονται αρκετές προβληματικές περιπτώσεις ,κάτι το οποίο υποδηλώνει και το ποσοστό της πιθανότητας που έχει υπολογισθεί ,που όπως φαίνεται :

- μειώνεται όσο μειώνεται η ταχύτητα V
- αυξάνεται όσο αυξάνεται η κατά μήκος κλίση της κατωφέρειας

5.3 Μοντέλα Παλινδρόμησης

Μετά το παραπάνω δείκτη που υπολογίστηκε ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για να στοιχειοθετήσει την ερευνά μας είναι η δημιουργία ενός στατιστικού μοντέλου το οποίο θα μας δείχνει τόσο την εγκυρότητα του δείγματος μας αλλά θα αποτελεί και ένα βοήθημα για τον μελετητή στην εκτίμηση της επάρκειας η μη ορατότητας σε ένα υπό σχεδίαση τμήμα

Για την περίπτωση μας επιλέχθηκε η Μέθοδος Γραμμικής Παλινδρόμησης από την οποία εξάγεται μια γραμμική σχέση για κάθε μια από τις άνω ταχύτητες, η οποία μας υπολογίζει την ποσότητα SSD-ASD:

5.3.1 V=130 km/h

Στη παρούσα ταχύτητα έπειτα από διάφορες δοκιμές καταλήξαμε ότι το μοντέλο που μας δίνει το καλύτερο δυνατό R² αποτελείται από τις εξής μεταβλητές:

$$R^7, Hk^4, \frac{s1}{s2}, e^5$$

Αποτελέσματα Μοντέλου Παλινδρόμησης:

ΑΝΑΛΥΣΗ V=130km/h	
Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,875616039
R Τετράγωνο	0,766703449
Προσαρμοσμέν	
ο R Τετράγωνο	0,76645892
Τυπικό σφάλμα	36,35141947
Μέγεθος δείγματος	4312

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	4	15924476,07	3981119	3012,75	0
Υπόλοιπο	4307	5691380,478	1321,43		
Σύνολο	4311	21615856,55			

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Σταθερός όρος	226,2491167	1,586885655	142,574	0	223,138	229,36	223,138	229,36
R ⁷	-8,2736E-23	1,04398E-24	-79,251	0	-8,5E-23	-8E-23	-8,5E-23	-8E-23
Hk ⁴	-4,0638E-17	7,40161E-19	-54,905	0	-4,2E-17	-4E-17	-4,2E-17	-4E-17
s1/s2	8,007272247	0,562735145	14,2292	6,2E-45	6,90402	9,11052	6,904022	9,1105
e ⁵	-0,02088945	0,000251462	-83,072	0	-0,02138	-0,0204	-0,02138	-0,0204

Πίνακας 5-3: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=130 km/h

Τύπος: Εξίσωση 5.3.1

$$SSD - ASD =$$

$$= 226,249 - 8,274 * 10^{-23} * R^7 - 4.064 * 10^{17} Hk^4 + 8.007 * \frac{s1}{s2} - 0.021 * e^5$$

όπου:

- V=130 km/h
- R=[900(m)-3.000(m)]
- Hk=[-13000(m)- -40000(m)]
- s1=4% & s2=[-4%- -1%]

5.3.2 V=120 km/h

Στη παρούσα ταχύτητα έπειτα από διάφορες δοκιμές καταλήξαμε ότι το μοντέλο που μας δίνει το καλύτερο δυνατό R² αποτελείται από τις εξής μεταβλητές:

$$R^7, Hk, \frac{(s1 - s2)}{s1}, e^3$$

Αποτελέσματα Μοντέλου Παλινδρόμησης:

ΑΝΑΛΥΣΗ V=120km/h	
Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,876885035
R Τετράγωνο	0,768927364
Προσαρμοσμέν ο R Τετράγωνο	0,768666254
Τυπικό σφάλμα	35,34288394
Μέγεθος δείγματος	4464

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	Σημαντικότητα	
				F	F
Παλινδρόμηση	4	13565687,34	3391422	2715,05	0
Υπόλοιπο	4459	5569823,605	1249,12		
Σύνολο	4463	19135510,95			

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Ύψιλλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί τη	200,8400153	3,891290681	51,6127	0	193,211	208,469	193,2112	208,47
R ⁷	-2,4962E-22	4,98934E-24	-50,031	0	-2,6E-22	-2E-22	-2,6E-22	-2E-22
Hk	0,005349537	5,91418E-05	90,4527	0	0,00523	0,00547	0,005234	0,0055
(S1-S2)/S1	27,42461149	2,077795251	13,1989	4,8E-39	23,3511	31,4981	23,3511	31,498
e ³	-0,28390932	0,010032851	-28,298	4E-162	-0,30358	-0,2642	-0,30358	-0,2642

Πίνακας 5-4: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=120 km/h

Τύπος: Εξίσωση 5.3.2

$$SSD - ASD =$$

$$= 200,840 - 2,496 * 10^{-22} * R^7 + 0,005 * Hk + 27,425 * \frac{(s1 - s2)}{s1} - 0,284 * e^3$$

όπου:

- V=120 km/h
- R=[720(m)-2.400(m)]
- Hk=[-10000(m)- -40000(m)]
- s1=4,5% & s2=[-4,5%- -1%]

Για R>2.400m τότε ισχύει:

$$SSD - ASD = 0$$

5.3.3 V=100 km/h

Στη παρούσα ταχύτητα έπειτα από διάφορες δοκιμές καταλήξαμε ότι το μοντέλο που μας δίνει το καλύτερο δυνατό R² αποτελείται από τις εξής μεταβλητές:

$$\sqrt{R}, \sqrt[9]{Hk}, \frac{s1 - s2}{s1}, \sqrt{e}$$

Αποτελέσματα Μοντέλου Παλινδρόμησης:

ΑΝΑΛΥΣΗ V=100km/h	
Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,873546793
R Τετράγωνο	0,763084000
Προσαρμοσμέν	
ο R Τετράγωνο	0,762614697
Τυπικό σφάλμα	22,9045487
Μέγεθος	
δείγματος	2280

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	Σημαντικότητα	
				F	F
Παλινδρόμηση	4	3277962,736	819491	1562,07	0
Υπόλοιπο	2275	1193506,749	524,618		
Σύνολο	2279	4471469,485			

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί τη	769,0378102	19,36822116	39,7062	2E-262	731,057	807,019	731,0566	807,02
R ^{0,5}	-1,66473939	0,251808319	-6,6111	4,7E-11	-2,15854	-1,1709	-2,15854	-1,1709
Hk ^(1/9)	204,6469293	2,607666428	78,479	0	199,533	209,761	199,5333	209,76
(S1-S2)/S1	8,413690663	1,88415737	4,46549	8,4E-06	4,71884	12,1085	4,718844	12,109
e ^(1/2)	-44,6940339	5,122374452	-8,7253	5E-18	-54,739	-34,649	-54,739	-34,649

Πίνακας 5-5: Γραμμική Παλινδρόμηση για V=100 km/h

Τύπος: Εξίσωση 5.3.3

$$SSD - ASD =$$

$$= 769,038 - 1,665 * \sqrt{R} + 204,647 * \sqrt[9]{Hk} + 8,414 * \frac{(s1 - s2)}{s1} - 44,694 * \sqrt{e}$$

όπου:

- V=100 km/h
- R=[470(m)-1.300(m)]
- Hk=[-5000(m)- -40000(m)]
- s1=4,5% & s2=[-4,5%- -1%]

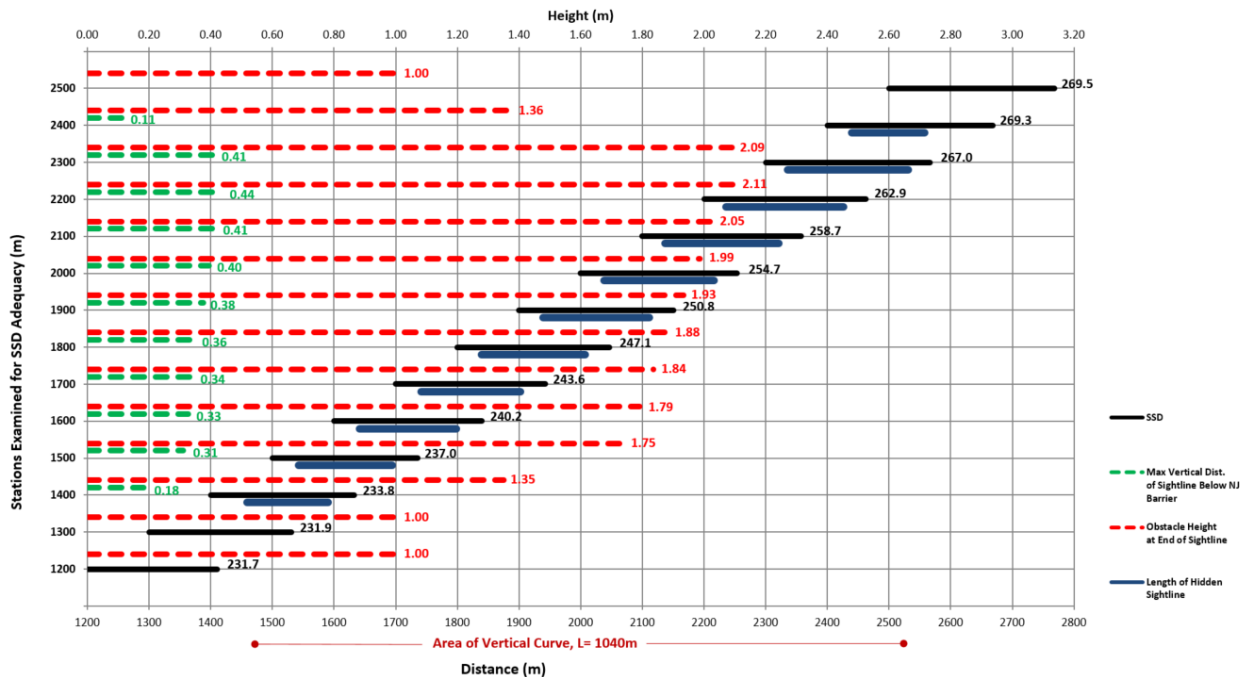
Για R>1.300m τότε ισχύει:

$$SSD - ASD = 0$$

5.4 Ποσοστό Επικάλυψης μεταξύ Εξεταζόμενων Θέσεων του Προβληματικού Μήκους Ορατότητας

5.4.1 Διάγραμμα Παρουσίασης SSD_{demand} & $SSD_{available}$ ανά Εξεταζόμενη Διατομή

Το παρόν διάγραμμα έχει παρουσιαστεί στο [1], το οποίο μπορεί να μας δώσει την εικόνα που έχει η διατομή μας ανά χιλιομετρική θέση που έχει εξεταστεί και να δούμε σε ποιο διάστημα της καμπύλης υπάρχει το πρόβλημα ορατότητας ώστε να αποφευχθεί το συγκεκριμένο τμήμα στο σχεδιασμό της οδού.



5.4.2 Ποσοστό Επικάλυψης ανά Εξεταζόμενη Διατομή

Όπως φαίνεται και στο άνω διάγραμμα η διατομή που εξετάζεται στην περίπτωση αυτή παρουσιάζει προβλήματα με την ορατότητα του οδηγού σε αρκετές από τις θέσεις που έχουν εξετασθεί μέσα στη συγκεκριμένη καμπύλη. Όμως εκτός από τα προβλήματα στην ορατότητα παρατηρείται και ένα άλλο πολύ βασικό πρόβλημα, ότι δηλαδή μεταξύ διαδοχικών θέσεων το προηγούμενο με το επόμενο προβληματικό μήκος ορατότητας επικαλύπτονται. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ο οδηγός για κάποιο συνεχόμενο κομμάτι όσο υφίσταται η κατάσταση αυτή έχει πρόβλημα με την ορατότητά του.

Για το λόγο αυτό λοιπόν δημιουργήθηκε ο πιο κάτω δείκτης ο οποίος μας εκφράζει τι ποσοστό επί της εξεταζόμενης καμπύλης μας αποτελούν τα επικαλυπτόμενα τμήματα δηλαδή εκεί που ο οδηγός δεν βλέπει ακόμα και αν αλλάζει η θέση του μέσα στη καμπύλη.

Ο τύπος που εκφράζει τον παραπάνω δείκτη είναι :

$$\frac{\sum_{n=1}^{\sigma \cdot \theta} \text{επικάλυψη } [n/n-1]}{2T} \quad \text{Εξίσωση 5.4.2_1}$$

όπου:

- **επικάλυψη [n/n-1]** : η επικάλυψη που παρατηρείται μεταξύ 2 θέσεων
- **σ.θ.:** είναι οι συνολικές εξεταζόμενες θέσεις μέσα στη καμπύλη
- **T:** μήκος εφαπτομένης τετραγωνικής παραβολής κυρτής καμπύλης

Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ο πίνακας που επισυνάπτεται στο [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α] και στον οποίο εξετάζονται όλες οι περιπτώσεις επικάλυψης που μπορούν να συμβούν μεταξύ 2 πιθανών θέσεων, οι οποίες μπορεί να έχουν είτε ενιαίο μήκος προβληματικής ορατότητας ή και διακοπτόμενο ενδιάμεσα.

Έπειτα μέσω του αλγορίθμου που δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Matlab διατρήθηκαν όλες τις εξεταζόμενες θέσεις ανά διατομή και υπολογίσθηκε για κάθε διατομή χωριστά το άνω ποσοστό.

Αρχικά θα παρουσιαστούν δύο εποπτικά διαγράμματα όπου παρουσιάζουν την εξέλιξη του συγκεκριμένου δείκτη:

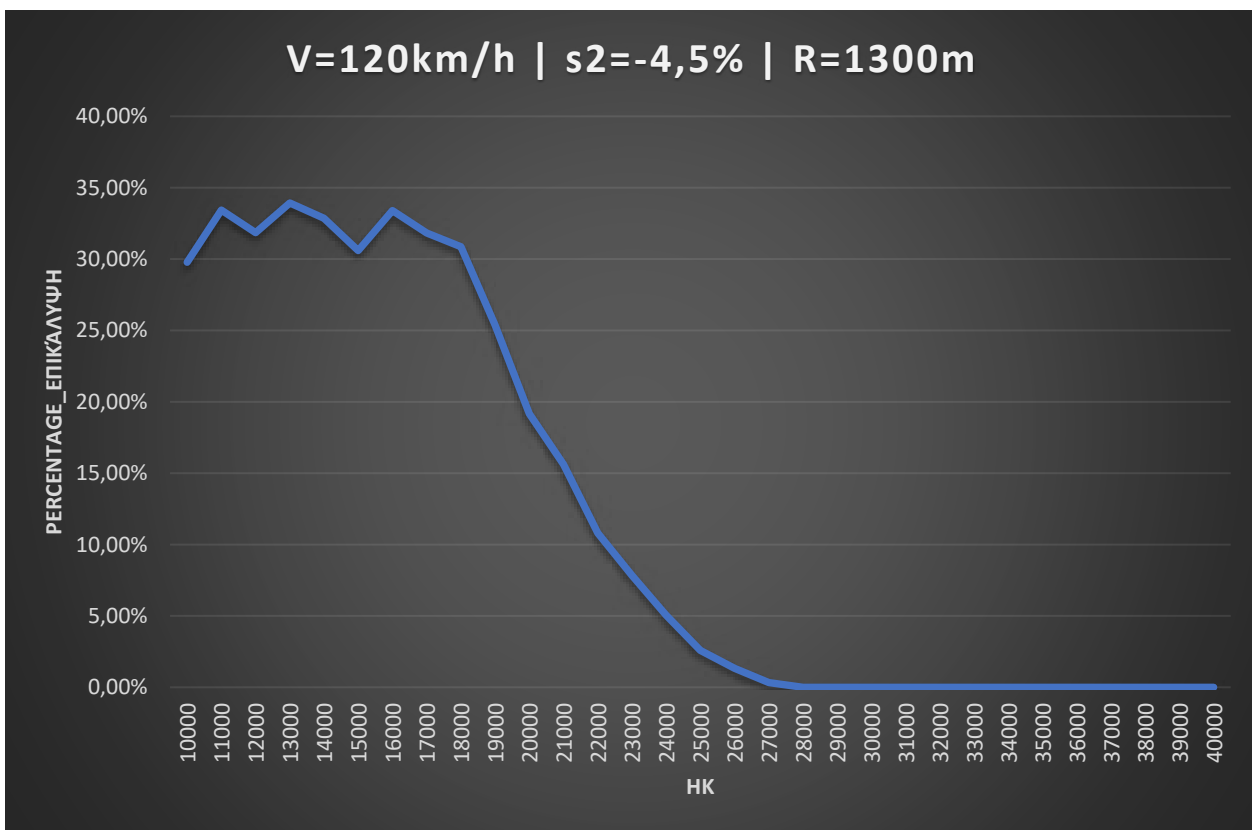
1. Διάγραμμα Α:

- V=120km/h
- Hk=-13.000m
- s1=4,5%
- s2=-4,5%
- R μεταβαλλόμενο από 720m έως 3.000m

2. Διάγραμμα Β:

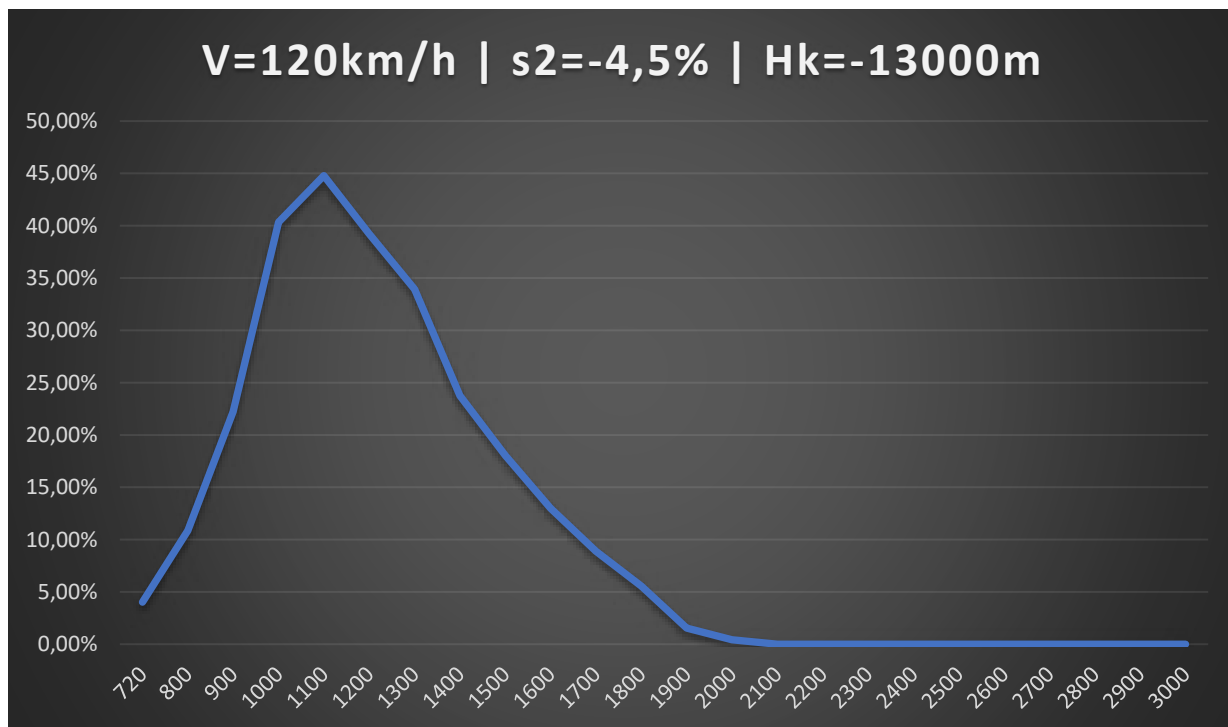
- V=120km/h
- R=1300m
- s1=4,5%
- s2=-4,5%
- Hk μεταβαλλόμενο από -10.000m έως -40.000m

1. Διάγραμμα Α:



Γράφημα 5-9: Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ για V=120km/h | s2=-4,5% | R=1300m

2. Διάγραμμα Β:



Γράφημα 5-10: Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ για V=120km/h | s2=-4,5% | Hk=-13000m

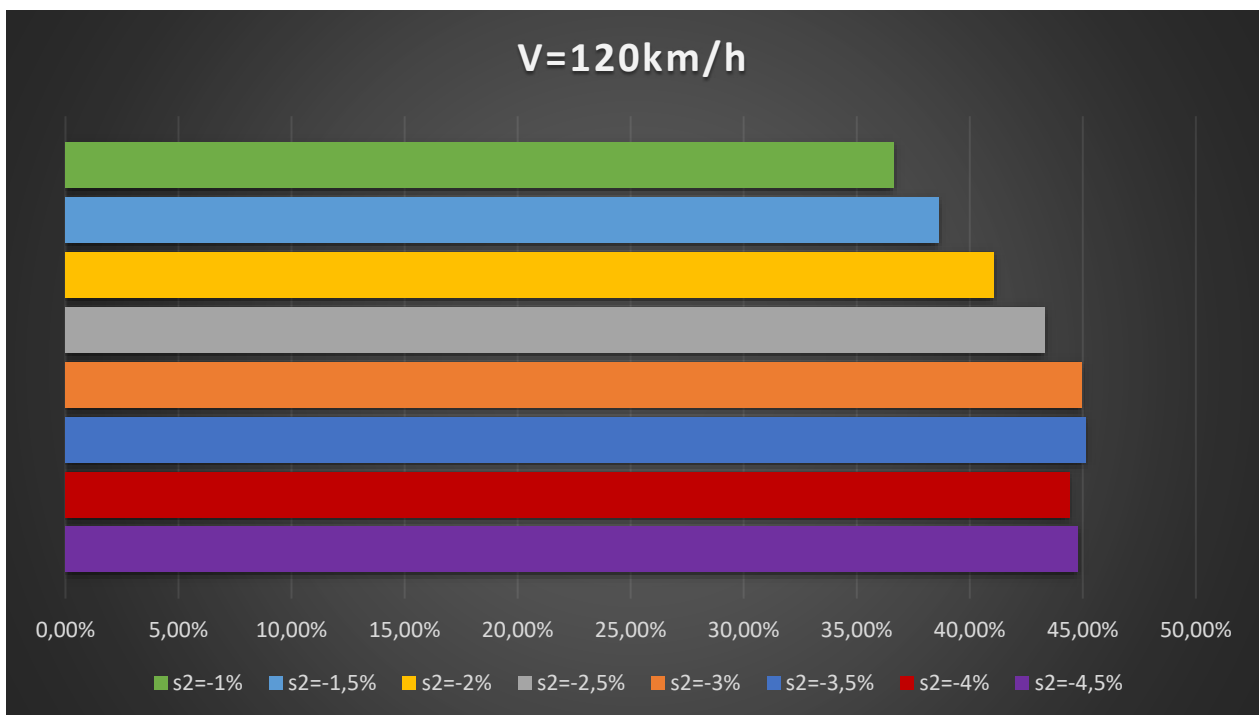
Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα μπορούν να δημιουργηθούν και για οποιαδήποτε άλλη ομαδοποίηση διατομών επιθυμούμε και για οποιαδήποτε ταχύτητα, τα οποία αναμένεται να έχουν την ίδια περίπου μορφή.

Στα διαγράμματα που παρατηρούμε παραπάνω βλέπουμε πώς μεταβάλλεται το ποσοστό των επικαλύψεων μεταξύ της ομάδας διατομών που επιλέχθηκαν ανά περίπτωση. Από την παραπάνω εικόνα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το ποσοστό επικάλυψης εμφανίζει:

- αρχικά μία απότομη αύξηση και έπειτα μια μείωση από τον ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφίας προς την μέγιστη [R]
- μια μείωση της μέγιστης τιμής του όσο αυξάνεται η παράμετρος της τετραγωνικής παραβολής H_k

Τέλος θα εξετασθεί η συμπεριφορά του παραπάνω δείκτη με την αποκλιμάκωση του μέτρου της κατά μήκος κλίσης της κατωφέρειας ανά ταχύτητα μελέτης.

3. Διάγραμμα Γ:



Γράφημα 5-11: Μέγιστο Percentage_ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ ανά ομάδα Διατομών με κατά μήκος κλίση κατωφέρειας s_2

Όπως παρατηρούμε λοιπόν και στο παραπάνω διάγραμμα όσο αυξάνεται η κατά μέτρο η κατά μήκος κλίση της κατωφέρειας s_2 παρατηρείται και μία κλιμακωτή αύξηση στη τιμή του δείκτη που έχουμε ορίσει.

5.4.3 Θερμικό Διάγραμμα

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι πρέπει να βρεθεί ένα εποπτικός τρόπος ώστε οι μελετητές να έχουν στα χέρια τους ένα βοήθημα που θα τους οδηγεί σε ασφαλή συμπεράσματα για την ορατότητα του χρήστη κατά τη μελέτη και σχεδιασμό ενός οδικού άξονα.

Ο εποπτικός τρόπος που αποφασίσθηκε να παρουσιασθεί ο παραπάνω δείκτη είναι ένα θερμικό διάγραμμα το οποίο σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχει γίνει στις τιμές ως προς το χρώμα θα μας δίνει πόσο κατάλληλος ή όχι είναι ο συνδυασμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών που επιλέγεται για την ορατότητα του χρήστη.

V=130 km/h:

Για την ταχύτητα των 130 km/h καταλήξαμε ότι η καλύτερη κατηγοριοποίηση που μπορούμε να κάνουμε για το δείγμα που έχουμε είναι η εξής:

V=130 km/h	
Κατηγορίες	Percentage ΕΠΙΚΑΛΗΨΕΙΣ
1	≥50%
2	≥40% & <50%
3	≥20% & <40%
4	≥10% & <20%
5	<10%

Πίνακας 5-6: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=130 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,288%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,058%	0,513%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,692%	2,051%	1,209%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,712%	4,000%	3,187%	1,775%	0,385%	0,000%	0,000%
2400	10,865%	6,462%	5,714%	5,089%	1,923%	1,259%	0,615%
2300	14,904%	13,949%	9,011%	8,402%	7,436%	3,357%	2,923%
2200	19,327%	18,462%	13,077%	12,544%	11,795%	9,091%	6,308%
2100	24,135%	23,897%	23,407%	17,278%	17,051%	16,364%	10,769%
2000	31,538%	29,436%	28,242%	26,154%	22,564%	20,979%	21,231%
1900	40,769%	32,615%	33,077%	33,846%	27,692%	25,594%	26,615%
1800	46,058%	44,205%	38,022%	39,053%	36,795%	30,210%	31,692%
1700	47,308%	48,923%	44,945%	39,527%	41,667%	38,881%	30,769%
1600	51,346%	53,538%	55,934%	43,432%	45,897%	48,671%	34,615%
1500	59,135%	57,641%	54,615%	52,426%	50,128%	46,014%	45,538%
1400	66,346%	55,795%	58,571%	61,065%	46,538%	49,650%	52,769%
1300	56,731%	54,974%	55,714%	63,077%	58,333%	53,427%	56,923%
1200	32,404%	38,667%	43,297%	39,053%	47,051%	52,587%	42,923%
1100	13,942%	17,026%	13,407%	16,923%	21,282%	17,203%	20,923%
1000	2,692%	3,692%	2,308%	3,195%	4,487%	2,797%	4,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-13000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

Γράφημα 5-12: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για V=130 km/h & Hk=-13000m

V=120 km/h:

Για την ταχύτητα των 120 km/h καταλήξαμε ότι η καλύτερη κατηγοριοποίηση που μπορούμε να κάνουμε για το δείγμα που έχουμε είναι η εξής:

V=120 km/h	
Κατηγορίες	Percentage ΕΠΙΚΑΛΗΨΕΙΣ
1	≥40%
2	≥20% & <40%
3	≥10% & <20%
4	<10%

Πίνακας 5-7: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=120 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,667%	0,235%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,000%	1,412%	0,875%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	3,889%	3,176%	2,750%	2,267%	0,286%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	10,333%	5,765%	5,375%	4,800%	4,143%	1,231%	0,833%	0,545%
1600	14,556%	13,294%	8,875%	8,133%	7,857%	6,769%	3,333%	2,727%
1500	19,444%	19,059%	14,250%	13,067%	12,429%	11,846%	7,000%	6,545%
1400	24,778%	24,706%	24,625%	17,867%	17,571%	17,692%	17,667%	10,909%
1300	29,778%	30,471%	28,500%	29,067%	22,714%	23,538%	20,833%	21,818%
1200	40,889%	32,353%	33,375%	34,400%	33,571%	24,308%	25,500%	26,727%
1100	43,667%	42,353%	37,875%	39,333%	35,714%	34,769%	29,833%	31,455%
1000	40,111%	43,176%	45,125%	37,867%	40,143%	41,077%	37,667%	28,364%
900	28,333%	31,412%	29,000%	30,667%	33,714%	37,231%	33,167%	29,455%
800	12,778%	9,529%	11,375%	13,600%	16,429%	12,462%	15,333%	18,727%
720	1,889%	2,471%	3,250%	1,733%	2,429%	3,231%	4,333%	2,364%
R/Hk	-10000							
s1-s2	4.5/4.5	4.5/4	4.5/3.5	4.5/3	4.5/2.5	4.5/2	4.5/1.5	4.5/1

Γράφημα 5-13: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για V=120 km/h & Hk=-10000m

V=100 km/h:

Για την ταχύτητα των 100 km/h καταλήξαμε ότι η καλύτερη κατηγοριοποίηση που μπορούμε να κάνουμε για το δείγμα που έχουμε είναι η εξής:

V=100 km/h	
Κατηγορίες	Percentage ΕΠΙΚΑΛΗΨΕΙΣ
1	≥10% & <20%
2	≥5% & <10%
3	<5%

Πίνακας 5-8: Αποχρώσεις Θερμικού Δ/ματος για V=100 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
700	5,111%	4,706%	1,250%	0,800%	0,571%	0,308%	0,333%	0,000%
600	9,778%	9,882%	8,750%	5,067%	3,714%	2,769%	2,667%	2,545%
500	14,667%	14,353%	14,250%	10,133%	8,000%	5,231%	5,667%	5,818%
470	13,556%	11,294%	11,500%	11,733%	11,714%	11,385%	11,000%	4,000%
R/Hk	-5000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

Γράφημα 5-14: Ενδεικτικό Θερμικό Δ/μα για V=100 km/h & Hk=-5000m

V=80 km/h:

Για την ταχύτητα των 80 km/h μετά από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν βρέθηκε ποσοστό επικάλυψης για καμία από τις εξεταζόμενες διατομές.

Στο [ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ] μπορείτε να βρείτε και όλα τα υπόλοιπα ΘΕΡΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ για κάθε ταχύτητα (V), ακτίνα (R), ακτίνα τετραγωνικής παραβολής (Hk) και συνδυασμό κατά μήκος κλίσεων (s1-s2).

5.5 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με όσα έχουν αναλυθεί για τα δεδομένα μας στις ενότητες [5.1 έως 5.4] εξάγονται κάποια βασικά συμπεράσματα για την ορατότητα του οδηγού για τις υπόψιν ταχύτητες

Στη συνέχεια λοιπόν θα παρατεθούν 3 πίνακες , 1 για κάθε μία ταχύτητα που μελετήσαμε σύμφωνα με τον οποίο με **κόκκινο x** επισημαίνεται κάθε συνδυασμός που εμφανίζει πρόβλημα, ενώ με **πράσινο √** οι συνδυασμοί που δεν εμφανίζουν κανένα απολύτως πρόβλημα.

V=130 km/h																												
3000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2900	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2800	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2700	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2600	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2500	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2300	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2200	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1900	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1800	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1700	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1600	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1500	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	√	√	√	√		
1400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	√	√	√	√	√		
1300	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	√	√	√	√	√	√	√	√		
1200	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
1100	x	x	x	x	x	x	x	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
1000	x	x	x	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
900	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
R/Hk	-13000	-14000	-15000	-16000	-17000	-18000	-19000	-20000	-21000	-22000	-23000	-24000	-25000	-26000	-27000	-28000	-29000	-30000	-31000	-32000	-33000	-34000	-35000	-36000	-37000	-38000	-39000	-40000

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η Μοντελοποίηση και Χρήση Μοντέλου Αξιοπιστίας [Reliability Analysis] για τη Διερεύνηση του Μήκους Ορατότητας για Στάση στον Τρισδιάστατο Χώρο (3D) για αριστερόστροφη καμπύλη σε κυρτό τόξο προσαρμογής σύμφωνα με RAA2008

Μετά την παρουσίαση του Στόχου της Διπλωματικής ακολούθησε η Βιβλιογραφική Ανασκόπηση, στην οποία παρουσιάζονται συναφείς έρευνες με αυτές της διπλωματικής. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται ο στόχος κάθε έρευνας, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τέλος η εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Στη συνέχεια αναλύθηκαν διεξοδικά τα τμήματα του Θεωρητικού Υποβάθρου που απαιτήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας Εργασίας καθώς και η Μεθοδολογία που αναπτύχθηκε με σκοπό να υπολογισθεί το Απαιτούμενο και το Διαθέσιμο Πεδίο Ορατότητας του οδηγού για Στάση σε τρισδιάστατο χώρο και όχι εξετάζοντας μεμονωμένα την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή του υπόψιν τμήματος.

Ακολούθησε έπειτα η παρουσίαση του Αλγορίθμου σε περιβάλλον MS_Office Excel με τη χρήση Μακροεντολών (VBA) που αναπτύχθηκε για την εξέταση της ορατότητας των διατομών καθώς και ο τρόπος που παρήχθησαν αυτές οι διατομές μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας για τις ανάγκες της οποίας χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον του MATLAB καθορίζοντας επίσης τα εύρη τιμών για κάθε μία από τις παραμέτρους της ταχύτητας (V), της ακτίνας (R), της παραμέτρου της τετραγωνικής παραβολής (Hk), των κατά μήκος κλίσεων ανωφέρειας και κατωφέρειας ($s_1\%$, $s_2\%$) καθώς και της επίκλισης στη στροφή ($e_2\%$) από το μικρότερο δυνατό όπως αυτό ορίζεται από τους Γερμανικούς Κανονισμούς RAA2008_GER μέχρι μία σχετικά μεγάλη τιμή στην οποία πλέον γνωρίζουμε ότι παύει να έχει επιρροή στο Μήκος Ορατότητας.

Έγινε προσπάθεια προτυποποίησης του Μήκους Ορατότητας για Στάση με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης, έχοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τη διαφορά του Απαιτούμενου από το Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση, και ως ανεξάρτητες την Ακτίνα, τη παράμετρο της Τετραγωνικής Παραβολής, την κατά μήκος κλίση s_1 & s_2 και τη επίκλιση σε καμπύλο τμήμα e_2 , οι οποίες είναι συνεχείς μεταβλητές ,υπολογίσθηκαν οι Πιθανότητες Μη Συμμόρφωσής της απαίτησής $SSD_{available} \geq SSD_{demand}$ ανά κατά μήκος

κλίση κατωφέρειας ανά ταχύτητα καθώς επίσης δημιουργήθηκε και ένας νέος δείκτης ο οποίος αφορά το σύνολο των επικαλύψεων που παρουσιάζουν οι διαδοχικές εξεταζόμενες θέσεις ως προς τα προβληματικά μήκη ορατότητας μέσα στο υπόψιν οδικά τμήματα εκφραζόμενο σε ποσοστό του μήκους της καμπύλης μας και δημιουργήθηκαν αντίστοιχα θερμικά διαγράμματα για κάθε μία από τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν.

Η τελική μορφή των μοντέλων για τις ταχύτητες των 130 km/h, 120 km/h και 100 km/h (καθώς για την εξεταζόμενη ταχύτητα των 80 km/h δεν προέκυψε κάποιο πρόβλημα) παρουσιάζεται συνοπτικά στους παρακάτω Πίνακες [6.1 έως 6.3]:

V=130km/h		SSD-ASD		R2= 0,766703
Μεταβλητές	βi	Std.Error	t value	p-value
Σταθερός όρος	226,249	1,586886	142,5743	0,000
R ⁷	-8,274E-23	1,04E-24	-79,2506	0,000
Hk ⁴	-4,064E-17	7,4E-19	-54,9047	0,000
s1/s2	8,007	0,562735	14,2292	6,21E-45
e ⁵	-0,021	0,000251	-83,0721	0,000

Πίνακας 6-1: Μοντέλο V=130 km/h

V=120km/h		SSD-ASD		R2= 0,7689274
Μεταβλητές	βi	Std.Error	t value	p-value
Σταθερός όρος	200,84	3,891291	51,6127	0,000
R ⁷	-2,496E-22	4,99E-24	-50,0309	0,000
Hk	0,005	5,91E-05	90,45265	0,000
(S1-S2)/S1	27,425	2,077795	13,1989	4,765E-39
e ³	-0,284	0,010033	-28,298	3,67E-162

Πίνακας 6-2: Μοντέλο V=120 km/h

V=100km/h		SSD-ASD		R2= 0,763084
Μεταβλητές	βi	Std.Error	t value	p-value
Σταθερός όρος	769,038	19,36822	39,70617	2,1E-262
R ^{0,5}	-1,665	0,251808	-6,61114	4,74E-11
Hk ^(1/9)	204,647	2,607666	78,47895	0,000
(S1-S2)/S1	8,414	1,884157	4,465493	8,38E-06
e ^(1/2)	-44,694	5,122374	-8,72526	5,03E-18

Πίνακας 6-3: Μοντέλο V=100 km/h

Στη συνέχεια έγινε μια ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων μας πρώτα ανά ταχύτητα μελέτης και στη συνέχεια ανά τιμή κατά μήκος κλίσης του κλάδου της κατωφέρειας και από αυτές τις ομάδες διατομών που δημιουργήθηκαν βρέθηκε την πιθανότητα μη συμμόρφωσης στην απαίτηση $SSD_{available} \geq SSD_{demand}$ και τα αποτελέσματα της άνω ανάλυσης παρουσιάστηκαν σε ραβδογράμματα που μας δείχνουν την εξέλιξη της πιθανότητας αυτής όσο μειώνεται το η κατά μέτρο τιμή της κλίσης της κατωφέρειας.

Τέλος δημιουργήθηκε ένας νέος δείκτης, ο οποίος πρόκειται για το ποιο ποσοστό επί της εξεταζόμενης καμπύλης μας αποτελούν τα επικαλυπτόμενα τμήματα δηλαδή εκεί που ο οδηγός δεν βλέπει ακόμα και αν αλλάζει η θέση του μέσα στη καμπύλη. Τα αποτελέσματα αυτά κατηγοριοποιήθηκαν και παρουσιάστηκαν σε θερμικά διαγράμματα, κάθε ένα από τα οποία αφορά μια συγκεκριμένη ταχύτητα και μια συγκεκριμένη τιμή της τετραγωνικής παραβολής για όλο το εύρος των εξεταζόμενων ακτινών οριζοντιογραφίας και όλους τους συνδυασμούς κατά μήκος κλίσεων.

6.2 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το προηγούμενο κεφάλαιο για το σύνολο των **604.382 περιπτώσεων** που έχουν εξετασθεί, είναι εφικτή η διατύπωση των συμπερασμάτων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας:

- Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων και την μετέπειτα δημιουργία των στατιστικών μοντέλων παρατηρήθηκε ότι οι μεταβλητές που λήφθηκαν υπόψη είχαν την υψηλή επιρροή στα επιμέρους μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα:
 - ✓ Τα μοντέλα παλινδρόμησης με διαφόρους όρους τάξης και όρους συσχέτισης αποτελούν την βέλτιστη προσέγγιση για την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται το μήκος ορατότητας.
 - ✓ Τα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης που δημιουργήθηκαν είναι αποδεκτά καθώς όλα τα κριτήρια αποδοχής μοντέλων καλύπτονται. Για λόγους πληρότητας διερευνήθηκε η προσθήκη όρων μεγαλύτερων τάξεων και συσχέτισης.
 - ✓ Τα μοντέλα δημιουργήθηκαν χωριστά για κάθε ταχύτητα προσέγγισης καθώς από τη μελέτη που έγινε διαπιστώθηκε ότι δεν μπορεί να εισέλθει σε αυτά και ο παράγοντας της ταχύτητας ως ανεξάρτητη μεταβλητή ώστε να προκύψει ένα ενιαίο μοντέλο
- Από την επεξεργασία των δεδομένων και τη δημιουργία του νέου δείκτη επικάλυψης που έχει ορισθεί παραπάνω έγινε κατάρτιση θερμικών διαγραμμάτων τα οποία αποτελούν απαραίτητο βοήθημα διότι φανερώνουν τα τμήματα τα οποία ο οδηγός έχει συνεχόμενο πρόβλημα με την ορατότητα του. Επίσης παρατηρείται ότι:
 - ✓ Για μια συγκεκριμένη τιμή της παραμέτρου της τετραγωνικής παραβολής ο δείκτης αρχικά αυξάνεται απότομα στις αρχικές ακτίνες οριζοντιογραφίας και έπειτα φθίνει μέχρι να μηδενίσει
 - ✓ Για μια συγκεκριμένη τιμή της ακτίνας οριζοντιογραφίας ο δείκτης φθίνει μέχρι να μηδενίσει όσο αυξάνεται κατά απόλυτη τιμή η παράμετρος της τετραγωνικής παραβολής
- Από την Ανάλυση Αξιοπιστίας προέκυψε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η κατά μήκος κλίση του κλάδου της κατωφέρειας τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα οι συνδυασμοί που έχουμε να μην εκπληρώνουν την απαίτηση $SSD_{available} \geq SSD_{demand}$.

- Είναι βέβαιο ότι προτείνεται το τρισδιάστατο πρότυπο στη διερεύνηση της επάρκειας της ορατότητας στις Γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (RAA2008_GER), καθώς παρατηρείται ότι οι προτεινόμενες οριακές τιμές των ακτινών του κυκλικού τόξου σε συνδυασμό με το ύψος του εμποδίου στα 1.00m, δεν προσφέρουν επάρκεια ορατότητας και ασφάλεια σε όλο το μήκος της οδού για τους οδηγούς
- Πρέπει να αναπροσαρμοστούν τα κατώτερα όρια σχεδίασης καθώς δεν κρίνονται ασφαλή για τον υπόψιν σχεδιασμό που έχουμε επιλέξει

Συνολικά, η προτεινόμενη προσέγγιση αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μελετητές καθώς μέσω των μοντέλων και των θερμικών διαγραμμάτων που έχουν δημιουργηθεί μπορούν να αντιληφθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το Διαθέσιμο και το Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας και να εντοπίσουν τις προβληματικές περιοχές κατά τη σχεδίαση ενός οδικού έργου αλλά και κατά την διαδικασία βελτίωσης ενός υπάρχοντος οδικού άξονα με στόχο την μέγιστη δυνατή ασφάλεια για τον οδηγό και χρήστη της οδού για την σύνθετη αυτή περίπτωση της αριστερής στροφής σε κυρτό τόξο προσαρμογής.

6.3 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Η παρούσα έρευνα της Διπλωματικής Εργασίας περιορίζεται στην αξιολόγηση του Μήκους Ορατότητας για ένα τυπικό όχημα με ύψος εμποδίου στο 1,00m σε οδό διαχωρισμένης κυκλοφορίας με ενδιάμεσο στηθαίο ασφάλειας τύπου New_Jersey για ένα αρκετά μεγάλο εύρος διατομών από τις ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές για κάθε γεωμετρικό χαρακτηριστικό της οδού, όπως αυτά τίθενται από τους Γερμανικούς Κανονισμούς (RAA2088_GER), έως μία σχετικά μεγάλη τιμή τους όπου παύουν πλέον να έχουν επιρροή στο Μήκος Ορατότητας

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διερεύνηση με τις παρακάτω τεχνικές:

- ✓ Μελέτη Ορατότητας σε κάτω Διαβάσεις για οχήματα μεγάλου όγκου (Φορτηγά-Λεωφορεία)
- ✓ Μελέτη Διατομών για οχήματα SUV που είναι ευρέως χρησιμοποιούμενα στη σημερινή εποχή στα οποία διαφοροποιείται το ύψος θέασης του οδηγού
- ✓ Να επαναληφθεί το πείραμα αυτή τη φορά με πραγματικά δεδομένα όσον αφορά την πέδηση, όπου θα υπάρχουν οι πιο σύγχρονες τιμές επιβράδυνσης καθώς εμείς χρησιμοποιήσαμε μια αρκετά συντηρητική προσέγγιση σε αυτό το τομέα (η οποίο δίδεται από τις ισχύουσες οδηγίες RAA_2008GER)
- ✓ Να θα ληφθούν οι πραγματικές συνθήκες ελαστικού οδοστρώματος στη διαδικασία πέδησης
- ✓ Να διερευνηθεί από πραγματικά δεδομένα ή διακύμανση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού και όχι να ληφθεί δεδομένο στα 2sec
- ✓ Ποσοτικοποίηση της επίδρασης πρόσθετων παραμέτρων, όπως η φέρουσα ικανότητα οδοστρώματος, το πλάτος οχήματος και το μέγεθος των ελαστικών
- ✓ Αξιολόγηση στοιχείων που αφορούν κυρίως στην οδήγηση κατά τη νύχτα όπως η αντανakλαστικότητα των στοιχείων επί των στηθαίων ασφαλείας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. S. Mavromatis, A. Dragomanovits, P. Papantoniou, G. Yannis, S. Azemsha (2021) “Design Considerations of Compound Alignments Resulting from Visibility Restrictions by Median Jersey Barriers”, National Technical University of Athens, Belarusian State University of Transport
- [2]. Ed. German Road and Transportation Research Association (2008) Committee, Geometric Design Standards. Guidelines for the Design of Freeways, (RAA), Germany
- [3]. Sanchez, E. Three-Dimensional Analysis of Sight Distance on Interchange Connectors (1994). In Transportation Research Record 1445, TRB, National Research Council, Washington, DC., pp. 101–108.
- [4]. Hassan, Y., Easa, S. M. and Abd El Halim, A.O. Analytical Model for Sight Distance Analysis on Three-Dimensional Highway Alignments (1996). Transportation Research Record, Vol. 1523.
- [5]. García, A. Optimal Vertical Alignment Analysis for Highway design – Discussion (2004). Journal of Transportation Engineering, Vol. 130, Issue 1, pp. 138.
- [6]. Zimmermann, M. Increased Safety Resulting from Quantitative Evaluation of Sight Distances and Visibility Conditions of Two-Lane Rural Roads (2005). Proceedings of the 3rd International Symposium on Highway Geometric Design, TRB, Chicago, USA.
- [7]. Ismail, K. and Sayed T. New algorithm for calculating 3-D available sight distance (2007). Journal of Transportation Engineering, Vol. 133, No.10, pp. 572-581.
- [8]. Romero, M.A. and García A. Optimal Overlapping of Horizontal and Vertical Curves Maximizing Sight Distance by Genetic Algorithms (2007). The 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC.
- [9]. Yan, X., Radwan, E., Zhang, F. and Parker J.C. Evaluation of Dynamic Passing Sight Distance Problem Using a Finite - Element Model (2008). Journal of Transportation Engineering, Vol. 134, No.6, pp. 225-235.
- [10]. DiVito, M. and Cantisani G. D.I.T.S.: A Software for Sight Distance Verification and Optical Defectiveness Recognition (2010). Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Geometric Design, TRB, Valencia, Spain.
- [11]. Moreno Chou, A., Perez, V., Garcia, A. and Rojas M. Evaluation of 3-D Coordination to Maximize the Available Stopping Sight Distance in Two – Lane Roads (2014). Paper published on The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, Vol. IX, No2.
- [12]. Σ. Μαυρομάτης (2021) “ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ: Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών” ,ΕΜΠ
- [13]. Ιωάννης Μιτάκης Oly (2019) “ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΡΟΠΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ” , ΕΜΠ

-
- [14]. Σ. Μαυρομάτης (2020) “ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ: Ειδικά Κεφάλαια Σχεδιασμού Οδών” ,ΕΜΠ
- [15]. César de Santos-Berbel, Mohamed Essa, Tarek Sayed, María Castro “Reliability-Based Analysis of Sight Distance Modelling for Traffic Safety”
- [16]. M. Mahsuli and T. Haukaas, “Computer program for multimodel reliability and optimization analysis,” *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 27, no. 1, pp. 87–98, 2013.
- [17]. Kuldeep Kalitaa, Akhilesh K. Mauryab “Probabilistic Geometric Design of Highways: A Review”
- [18]. Bashar Dhahir; Yasser Hassan “Design of Horizontal Curves Using Reliability Analysis”
- [19]. Shewkar E. Ibrahima, Tarek Sayedb, Karim Ismailc “Methodology for safety optimization of highway cross-sections for horizontal curves with restricted sight distance”
- [20]. Shalkamy, A., Gargoum, S., and El-Basyouny, K. “Exploring the association between curve features, reliability measures, and safety”
- [21]. Mohamed Hussein; Tarek Sayed; Karim Ismail; Adinda Van Espen “Calibrating Road Design Guides Using Risk-Based Reliability Analysis”
- [22]. Γεώργιος Πηλιούνης “Ανάλυση Αξιοπιστίας Γεωτεχνικών Προβλημάτων Με Χρήση Μετεωριστικών Μεθοδων Βελτιστοποίησης”, NTUA
- [23]. Eleonora Papadimitrioua, Stergios Mavromatis, Basil Psarianos “Stopping sight distance adequacy assessment on freeways: the case of left horizontal curves over crest vertical curves”
- [24]. Χατζηελευθερίου Γεώργιος “Προτυποποίηση τροχιάς προσπέρασης οχημάτων κινούμενα με σταθερή ταχύτητα μέσω προσομοιωτή οδήγησης” ,ΕΜΠ 2021

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΟΝΟ [n] & ΜΟΝΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	$CH_Z - CH_E$
	$CH_B - CH_E$
	0

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΟΝΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	$\text{IF } ZH < V/3.6$ $CH_\Theta - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_\Theta - CH_H$
	$\text{IF } ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_B - CH_H$
	$\text{IF } ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E$ else $CH_Z - CH_E$
	$CH_B - CH_E$
	0

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΜΟΝΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	$CH_Z - CH_E$
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Z - CH_E$ else $CH_B - CH_E$
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Z - CH_E$ else $CH_B - CH_E + CH_Z - CH_Γ$
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Δ - CH_E$ else $CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ$
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Z - CH_E$ else 0
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Z - CH_E$ else $CH_Z - CH_Γ$
	IF $BΓ < V/3.6$ $CH_Δ - CH_E$ else $CH_Δ - CH_Γ$
	$CH_Z - CH_E$
	$CH_Δ - CH_E$
	0

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	<p>IF $ZH < V/3.6$</p> <p>$CH_O - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_O - CH_H$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_O - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_O - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_B - CH_H$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_O - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_O - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E + CH_O - CH_H$ else $CH_Z - CH_E + CH_B - CH_H + CH_O - CH_H$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_Δ - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_H$ else $CH_Z - CH_E + CH_B - CH_H + CH_Δ - CH_H$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_O - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_O - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E$ else $CH_Z - CH_E$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_O - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_H - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E + CH_O - CH_H$ else $CH_Z - CH_E + CH_H - CH_H$</p>
	<p>IF $BΓ < V/3.6$ IF $ZH < V/3.6$ $CH_Δ - CH_E$ else $CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H$ else IF $ZH < V/3.6$ $CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_H$ else $CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H$</p>

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH₀ - CH_Γ else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H </pre>
	<p>CH_Z - CH_E</p>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else CH_B - CH_E </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else CH_B - CH_E + CH₀ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH₀ - CH_Γ else CH_B - CH_H + CH₀ - CH_H </pre>

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ else CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_H </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ else CH_B - CH_E </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Θ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Θ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Θ - CH_Γ else CH_B - CH_E + CH_Z - CH_Γ + CH_Θ - CH_H </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ else CH_B - CH_E + CH_Z - CH_Γ + CH_Δ - CH_H </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E CH_B - CH_E + CH_Z - CH_Γ else IF ZH < V/3.6 CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ CH_B - CH_E + CH_Z - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_B - CH_E + CH_Δ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Θ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Θ - CH_H </pre>

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else CH₀ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else CH_Δ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else IF ZH<V/3.6 CH₀ - CH_Γ else CH₀ - CH_H </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_Γ else CH_Δ - CH_H </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E else IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_Γ else 0 </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH₀ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH₀ - CH_H else IF ZH<V/3.6 CH₀ - CH_Γ else CH_Z - CH_Γ + CH₀ - CH_H </pre>
	<pre> IF BG<V/3.6 IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H else IF ZH<V/3.6 CH_Δ - CH_Γ else CH_Z - CH_Γ + CH_Δ - CH_H </pre>

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΠΛΟ [n] & ΔΙΠΛΟ [n+1]	
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΜΕΤΑΞΥ n & n+1
	<pre> IF BΓ < V/3.6 IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E else IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_Γ else CH_Z - CH_Γ </pre>
	<pre> IF BΓ < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Δ - CH_Γ </pre>
	<pre> IF ZH < V/3.6 CH_Θ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Θ - CH_H </pre>
	<pre> IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E + CH_Δ - CH_H </pre>
	<pre> IF ZH < V/3.6 CH_Δ - CH_E else CH_Z - CH_E </pre>
	<pre> CH_Δ - CH_E </pre>
	<pre> 0 </pre>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

V130:

```
1 clear; clc
2 g=220;
3 Vel=130;
4 R=900:100:3000;
5 sR=size(R);
6 t1=sR(2);
7 Hk=13000:1000:40000;
8 sH=size(Hk);
9 t2=sH(2);
10 s1=4;
11 z=0;
12 klisis=-4:0.5:-1;
13 ss2=size(klisis);
14 t3=ss2(2);
15 data=[0,0,0,0,0,0,0,0];
16 c=1;
17 per=0;
18 for i=1:t1
19     if R(1,i)==900
20         e2=6;
21     elseif R(1,i)==1000
22         e2=5.75;
23     elseif R(1,i)==1100
24         e2=5.5;
25     elseif R(1,i)==1200
26         e2=5.25;
27     elseif R(1,i)==1300
28         e2=5;
29     elseif R(1,i)==1400
30         e2=5;
31     elseif R(1,i)==1500
32         e2=4.75;
33     elseif R(1,i)==1600
34         e2=4.50;
35     elseif R(1,i)==1700
36         e2=4.25;
37     elseif R(1,i)==1800
38         e2=4.00;
39     elseif R(1,i)==1900
40         e2=3.75;
41     elseif R(1,i)==2000
42         e2=3.50;
43     elseif R(1,i)==2100
44         e2=3.50;
45     elseif R(1,i)==2200
46         e2=3.25;
47     elseif R(1,i)==2300
48         e2=3.25;
49     elseif R(1,i)==2400
50         e2=3.00;
51     elseif R(1,i)==2500
52         e2=3.00;
53     elseif R(1,i)==2600
54         e2=2.75;
55     elseif R(1,i)==2700
56         e2=2.75;
57     elseif R(1,i)==2800
```

```

58 e2=2.50;
59 elseif R(1,i)>=2900
60 e2=2.50;
61 else e2=6.00;
62 endif
63 for j=1:t2
64 for k=1:t3
65 s2(1,k)=klisis(k);
66 T=Hk(1,j)/2*(s2(1,k)-s1)/100;
67 CHflag=[2*R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/2;
68 if CHflag-abs(T)<=R(1,i)/9
69 st=R(1,i)/100;
70 CHstart=fix(st)*100;
71 else CHstart=fix((CHflag-abs(T))/100)*100-100;
72 endif
73 if CHflag+abs(T)>=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]
74 en=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/100;
75 CHend=fix(en)*100;
76 else CHend=fix((CHflag+abs(T))/100)*100+100;
77 endif
78 CH=CHstart:100:CHend;
79 sCH=size(CH);
80 t4=sCH(2);
81 for l=1:t4
82 data=[data;Vel ,R(1,i) ,Hk(1,j) ,s1 ,s2(1,k) , e2,CH(1,l),CHflag];
83 c=c+1;
84 endfor
85 per=[per;c];
86 endfor
87 endfor
88 endfor

```

V120:

```

1 clear; clc
2 g=220;
3 Vel=120;
4 R=[720,800:100:3000];
5 sR=size(R);
6 t1=sR(2);
7 Hk=10000:1000:40000;
8 sH=size(Hk);
9 t2=sH(2);
10 s1=4.5;
11 z=0;
12 klisis=-4.5:0.5:-1;
13 ss2=size(klisis);
14 t3=ss2(2);
15 data=[0,0,0,0,0,0,0,0];
16 c=1;
17 per=0;
18 for i=1:t1
19 if R(1,i)==720
20 e2=6;
21 elseif R(1,i)==800
22 e2=5.50;
23 elseif R(1,i)==900
24 e2=5.50;
25 elseif R(1,i)==1000
26 e2=5.0;
27 elseif R(1,i)==1100
28 e2=4.75;

```

```

29 elseif R(1,i)==1200
30 e2=4.75;
31 elseif R(1,i)==1300
32 e2=4.5;
33 elseif R(1,i)==1400
34 e2=4.25;
35 elseif R(1,i)==1500
36 e2=4;
37 elseif R(1,i)==1600
38 e2=3.75;
39 elseif R(1,i)==1700
40 e2=3.75;
41 elseif R(1,i)==1800
42 e2=3.5;
43 elseif R(1,i)==1900
44 e2=3.25;
45 elseif R(1,i)==2000
46 e2=3.50;
47 elseif R(1,i)==2100
48 e2=3;
49 elseif R(1,i)==2200
50 e2=2.75;
51 elseif R(1,i)==2300
52 e2=2.75;
53 elseif R(1,i)==2400
54 e2=2.75;
55 elseif R(1,i)>=2500
56 e2=2.50;
57 else e2=6.00;
58 endif
59 for j=1:t2
60 for k=1:t3
61 s2(1,k)=klisis(k);
62 T=Hk(1,j)/2*(s2(1,k)-s1)/100;
63 CHflag=[2*R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/2;
64 if CHflag-abs(T)<=R(1,i)/9
65 st=R(1,i)/100;
66 CHstart=fix(st)*100;
67 else CHstart=fix((CHflag-abs(T))/100)*100-100;
68 endif
69 if CHflag+abs(T)>=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]
70 en=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/100;
71 CHend=fix(en)*100;
72 else CHend=fix((CHflag+abs(T))/100)*100+100;
73 endif
74 CH=CHstart:100:CHend;
75 sCH=size(CH);
76 t4=sCH(2);
77 for l=1:t4
78 data=[data;Vel ,R(1,i) ,Hk(1,j) ,s1 ,s2(1,k) , e2,CH(1,l),CHflag];
79 c=c+1;
80 endfor
81 per=[per;c];
82 endfor
83 endfor
84 endfor

```

V100:

```

1 clear; clc
2 g=220;
3 Vel=100;

```

```

4 R=[470,500:100:3000];
5 sR=size(R);
6 t1=sR(2);
7 Hk=5000:1000:40000;
8 sH=size(Hk);
9 t2=sH(2);
10 s1=4.5;
11 z=0;
12 klisis=-4.5:0.5:-1;
13 ss2=size(klisis);
14 t3=ss2(2);
15 data=[0,0,0,0,0,0,0,0];
16 c=1;
17 per=2;
18 for i=1:t1
19 if R(1,i)==470
20 e2=6;
21 elseif R(1,i)==500
22 e2=5.50;
23 elseif R(1,i)==600
24 e2=5.0;
25 elseif R(1,i)==700
26 e2=4,75;
27 elseif R(1,i)==800
28 e2=4,5;
29 elseif R(1,i)==900
30 e2=4;
31 elseif R(1,i)==1000
32 e2=3.75;
33 elseif R(1,i)==1100
34 e2=3.5;
35 elseif R(1,i)==1200
36 e2=3.25;
37 elseif R(1,i)==1300
38 e2=3;
39 elseif R(1,i)==1400
40 e2=3;
41 elseif R(1,i)==1500
42 e2=2.75;
43 elseif R(1,i)>=1600
44 e2=2.50;
45 else e2=6.00;
46 endif
47 for j=1:t2
48 for k=1:t3
49 s2(1,k)=klisis(k);
50 T=Hk(1,j)/2*(s2(1,k)-s1)/100;
51 CHflag=[2*R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/2;
52 if CHflag-abs(T)<=R(1,i)/9
53 st=R(1,i)/100;
54 CHstart=fix(st)*100;
55 else CHstart=fix((CHflag-abs(T))/100)*100-100;
56 endif
57 if CHflag+abs(T)>=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]
58 en=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/100;
59 CHend=fix(en)*100;
60 else CHend=fix((CHflag+abs(T))/100)*100+100;
61 endif
62 CH=CHstart:100:CHend;
63 sCH=size(CH);
64 t4=sCH(2);
65 for l=1:t4
66 data=[data;Vel ,R(1,i) ,Hk(1,j) ,s1 ,s2(1,k) , e2,CH(1,l),CHflag];

```

```

67 c=c+1
68 endfor
69 per=[per;c];
70 endfor
71 endfor
72 endfor

```

V80:

```

1 clear; clc
2 g=220;
3 Ve1=80;
4 R=[280,300:100:3000];
5 sR=size(R);
6 t1=sR(2);
7 Hk=3000:1000:40000;
8 sH=size(Hk);
9 t2=sH(2);
10 s1=6;
11 z=0;
12 klisis=-6:0.5:-1;
13 ss2=size(klisis);
14 t3=ss2(2);
15 data=[0,0,0,0,0,0,0,0,0];
16 c=1;
17 per=0;
18 for i=1:t1
19 if R(1,i)==270
20 e2=6;
21 elseif R(1,i)==300
22 e2=5.75;
23 elseif R(1,i)==400
24 e2=5.0;
25 elseif R(1,i)==500
26 e2=4,25;
27 elseif R(1,i)==600
28 e2=3,75;
29 elseif R(1,i)==700
30 e2=3.5;
31 elseif R(1,i)==800
32 e2=3;
33 elseif R(1,i)==900
34 e2=2.5;
35 elseif R(1,i)>=1000
36 e2=2.50;
37 else e2=6.00;
38 endif
39 for j=1:t2
40 for k=1:t3
41 s2(1,k)=klisis(k);
42 T=Hk(1,j)/2*(s2(1,k)-s1)/100;
43 CHflag=[2*R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/2;
44 if CHflag-abs(T)<=R(1,i)/9
45 st=R(1,i)/100;
46 CHstart=fix(st)*100;
47 else CHstart=fix((CHflag-abs(T))/100)*100-100;
48 endif
49 if CHflag+abs(T)>=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]
50 en=[R(1,i)/9+(g*pi/200-1/9)*R(1,i)]/100;
51 CHend=fix(en)*100;
52 else CHend=fix((CHflag+abs(T))/100)*100+100;
53 endif

```

```
54 CH=CHstart:100:CHend;
55 sCH=size(CH);
56 t4=sCH(2);
57 for l=1:t4
58 data=[data;Vel ,R(1,i) ,Hk(1,j) ,s1 ,s2(1,k) , e2,CH(1,l),CHflag];
59 c=c+1;
60 endfor
61 per=[per;c];
62 endfor
63 endfor
64 endfor
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

```

1 A= load ('datacross_V(each Velocity want).txt');
2 Per= load ('per(each Velocity want).txt');
3 s=size(Per);
4 sz=s(1)-1;
5 setepik=0;
6 fullcross=[0,0];
7 fullepik=0;
8 t=A(1,1)/3.6;
9 kena=[0,0,0];
10 for i=1:sz
11 a=Per(i)+1;
12 b=Per(i+1)-1;
13 for k=a:b
14 n=k+1;
15 %A(i)=ektos perioxis elexgou%
16 if A(k,17)==0
17 z=0;
18 y=0;
19 epik=[0,0];
20 endif
21 %A(i)=xoris provlima%
22 if A(k,17)==10
23 z=0;
24 y=0;
25 epik=[0,1];
26 endif
27
28 %A(i)=eniaio problima mikos oratotitas%
29 if A(k,17)==1
30 %A(i+1)=ektos perioxis elexgou%
31 if A(n,17)==0
32 z=0;
33 y=0;
34 epik=[0,10];
35 endif
36 endif
37
38 %A(i)=eniaio problima mikos oratotitas%
39 if A(k,17)==1
40 %A(i+1)=xoris provlima%
41 if A(n,17)==10
42 z=0;
43 y=0;
44 epik=[0,110];
45 endif
46 endif
47
48 %A(i)=eniaio problima mikos oratotitas%
49 if A(k,17)==1
50 %A(i+1)=eniaio problima mikos oratotitas%
51 if A(n,17)==1
52 z=0;
53 y=0;
54 %1%
55 if A(n,13)<=A(k,13)

```



```

56 epik=[A(n,13)-A(n,12),111];
57 endif
58 %%
59 if A(n,13)>A(k,13)
60 if A(n,12)<=A(k,13)
61 epik=[A(k,13)-A(n,12),112];
62 endif
63 endif
64 %%
65 if A(n,12)>A(k,13)
66 epik=[0,113];
67 endif
68 endif
69 endif
70
71 %A(i)=eniaio problima mikos oratotitas%
72 if A(k,17)==1
73 %A(i+1)=2plo problima mikos oratotitas%
74 if A(n,17)==2
75 z=A(n,15)-A(n,13);
76 y=0;
77 %1%
78 if A(n,12)<=A(k,13)
79 if A(n,13)<=A(k,13)
80 if A(n,15)<=A(k,13)
81 if A(n,16)<=A(k,13)
82 if z<=t
83 epik=[A(n,16)-A(n,12),1211];
84 endif
85 if z>t
86 epik=[A(n,16)-A(n,15)+A(n,13)-A(n,12),1212];
87 endif
88 endif
89 endif
90 endif
91 endif
92 %%
93 if A(n,12)<=A(k,13)
94 if A(n,13)<=A(k,13)
95 if A(n,15)<=A(k,13)
96 if A(n,16)>A(k,13)
97 if z<=t
98 epik=[A(k,13)-A(n,12),1221];
99 endif
100 if z>t
101 epik=[A(k,13)-A(n,15)+A(n,13)-A(n,12),1222];
102 endif
103 endif
104 endif
105 endif
106 endif
107 %%
108 if A(n,12)<=A(k,13)
109 if A(n,13)<=A(k,13)
110 if A(n,15)>A(k,13)
111 if A(n,16)>A(k,13)
112 if z<=t
113 epik=[A(k,13)-A(n,12),1231];

```

```
114 endif
115 if z>t
116 epik=[A(n,13)-A(n,12),1232];
117 endif
118 endif
119 endif
120 endif
121 endif
122 %4%
123 if A(n,12)<=A(k,13)
124 if A(n,13)>A(k,13)
125 if A(n,15)>A(k,13)
126 if A(n,16)>A(k,13)
127 epik=[A(k,13)-A(n,12),124];
128 endif
129 endif
130 endif
131 endif
132 %5%
133 if A(n,12)>A(k,13)
134 if A(n,13)>A(k,13)
135 if A(n,15)>A(k,13)
136 if A(n,16)>A(k,13)
137 epik=[0,125];
138 endif
139 endif
140 endif
141 endif
142
143 endif
144 endif
145
146 %A(i)=2plo problima mikos oratotitas%
147 if A(k,17)==2
148 %A(i+1)=ektos perioxis elexgou%
149 if A(n,17)==0
150 z=A(k,15)-A(k,13);
151 y=0;
152 epik=[0,20];
153 endif
154 endif
155
156 %A(i)=2plo problima mikos oratotitas%
157 if A(k,17)==2
158 %A(i+1)=xoris provlima%
159 if A(n,17)==10
160 z=A(k,15)-A(k,13);
161 y=0;
162 epik=[0,210];
163 endif
164 endif
165
166 %A(i)=2plo problima mikos oratotitas%
167 if A(k,17)==2
168 %A(i+1)=eniaio problima mikos oratotitas%
169 if A(n,17)==1
170 z=A(k,15)-A(k,13);
171 y=0;
```

```
172 %1%
173 if A(n,12)<=A(k,13)
174 if A(n,13)<=A(k,13)
175 epik=[A(n,13)-A(n,12),211];
176 endif
177 endif
178
179 %2%
180 if A(n,12)<=A(k,13)
181 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
182 if z<=t
183 epik=[A(n,13)-A(n,12),2121];
184 endif
185 if z>t
186 epik=[A(k,13)-A(n,12),2122];
187 endif
188 endif
189 endif
190
191 %3%
192 if A(n,12)<=A(k,13)
193 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
194 if z<=t
195 epik=[A(n,13)-A(n,12),2131];
196 endif
197 if z>t
198 epik=[A(n,13)-A(k,15)+A(k,13)-A(n,12),2132];
199 endif
200 endif
201 endif
202
203 %4%
204 if A(n,12)<=A(k,13)
205 if A(n,13)>A(k,16)
206 if z<=t
207 epik=[A(k,16)-A(n,12),2141];
208 endif
209 if z>t
210 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),2142];
211 endif
212 endif
213 endif
214
215 %5%
216 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
217 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
218 if z<=t
219 epik=[A(n,13)-A(n,12),2151];
220 endif
221 if z>t
222 epik=[0,2152];
223 endif
224 endif
225 endif
226
227 %6%
228 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
229 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
```

```

230 if z<=t
231 epik=[A(n,13)-A(n,12),2161];
232 endif
233 if z>t
234 epik=[A(n,13)-A(k,15),2162];
235 endif
236 endif
237 endif
238
239 %7%
240 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
241 if A(n,13)>A(k,16)
242 if z<=t
243 epik=[A(k,16)-A(n,12),2171];
244 endif
245 if z>t
246 epik=[A(k,16)-A(k,15),2172];
247 endif
248 endif
249 endif
250
251 %8%
252 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
253 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
254 epik=[A(n,13)-A(n,12),218];
255 endif
256 endif
257
258 %9%
259 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
260 if A(n,13)>A(k,16)
261 epik=[A(k,16)-A(n,12),219];
262 endif
263 endif
264
265 %10%
266 if A(n,12)>A(k,16)
267 epik=[0,2110];
268 endif
269 endif
270 endif
271 %A(i)=2plo problima mikos oratotitas%
272 if A(k,17)==2
273 %A(i+1)=2plo problima mikos oratotitas%
274 if A(n,17)==2
275 z=A(k,15)-A(k,13);
276 y=A(n,15)-A(n,13);
277
278 %iA1%
279 if A(n,12)<=A(k,13)
280 if A(n,13)<=A(k,13)
281 if A(n,15)<=A(k,13)
282 if A(n,16)<=A(k,13)
283 if y<=t
284 epik=[A(n,16)-A(n,12),2211];
285 endif
286 if y>t
287 epik=[A(n,16)-A(n,15)+A(n,13)-A(n,12),2212];

```

```
288 endif
289 endif
290 endif
291 endif
292 endif
293
294 %iA2%
295 if A(n,12)<=A(k,13)
296 if A(n,13)<=A(k,13)
297 if A(n,15)<=A(k,13)
298 if A(k,13)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,15)
299 if z<=t
300 if y<=t
301 epik=[A(n,16)-A(n,12),2221];
302 endif
303 endif
304 if z<=t
305 if y>t
306 epik=[A(n,16)-A(n,15)+A(n,13)-A(n,12),2222];
307 endif
308 endif
309 if z>t
310 if y<=t
311 epik=[A(k,13)-A(n,12),2223];
312 endif
313 endif
314 if z>t
315 if y>t
316 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,13)-A(n,15),2224];
317 endif
318 endif
319
320 endif
321 endif
322 endif
323 endif
324
325
326 %iA3%
327 if A(n,12)<=A(k,13)
328 if A(n,13)<=A(k,13)
329 if A(n,15)<=A(k,13)
330 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
331 if z<=t
332 if y<=t
333 epik=[A(n,16)-A(n,12),2231];
334 endif
335 endif
336 if z<=t
337 if y>t
338 epik=[A(n,16)-A(n,15)+A(n,13)-A(n,12),2232];
339 endif
340 endif
341 if z>t
342 if y<=t
343 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),2233];
344 endif
345 endif
```

```
346 if z>t
347 if y>t
348 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15)+A(k,13)-A(n,15),2234];
349 endif
350 endif
351
352 endif
353 endif
354 endif
355 endif
356
357 %iA4%
358 if A(n,12)<=A(k,13)
359 if A(n,13)<=A(k,13)
360 if A(n,15)<=A(k,13)
361 if A(n,16)>A(k,16)
362 if z<=t
363 if y<=t
364 epik=[A(k,16)-A(n,12),2241];
365 endif
366 endif
367 if z<=t
368 if y>t
369 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),2242];
370 endif
371 endif
372 if z>t
373 if y<=t
374 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),2243];
375 endif
376 endif
377 if z>t
378 if y>t
379 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15)+A(k,13)-A(n,15),2244];
380 endif
381 endif
382
383 endif
384 endif
385 endif
386 endif
387
388
389 %iB1%
390 if A(n,12)<=A(k,13)
391 if A(n,13)<=A(k,13)
392 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,16)<=A(k,15)
393 if A(k,13)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,15)
394 if z<=t
395 if y<=t
396 epik=[A(n,16)-A(n,12),2251];
397 endif
398 endif
399 if z<=t
400 if y>t
401 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),2252];
402 endif
403 endif
```

```
404 if z>t
405 if y<=t
406 epik=[A(k,13)-A(n,12),2253];
407 endif
408 endif
409 if z>t
410 if y>t
411 epik=[A(n,13)-A(n,12),2254];
412 endif
413 endif
414
415 endif
416 endif
417 endif
418 endif
419
420 %iB2%
421 if A(n,12)<=A(k,13)
422 if A(n,13)<=A(k,13)
423 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
424 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
425 if z<=t
426 if y<=t
427 epik=[A(n,16)-A(n,12),2261];
428 endif
429 endif
430 if z<=t
431 if y>t
432 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),2262];
433 endif
434 endif
435 if z>t
436 if y<=t
437 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),2263];
438 endif
439 endif
440 if z>t
441 if y>t
442 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),2264];
443 endif
444 endif
445
446 endif
447 endif
448 endif
449 endif
450
451 %iB3%
452 if A(n,12)<=A(k,13)
453 if A(n,13)<=A(k,13)
454 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
455 if A(n,16)>A(k,16)
456 if z<=t
457 if y<=t
458 epik=[A(k,16)-A(n,12),2271];
459 endif
460 endif
461 if z<=t
```

```
462 if y>t
463 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),2272];
464 endif
465 endif
466 if z>t
467 if y<=t
468 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),2273];
469 endif
470 endif
471 if z>t
472 if y>t
473 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),2274];
474 endif
475 endif
476
477 endif
478 endif
479 endif
480 endif
481
482 %iG1%
483 if A(n,12)<=A(k,13)
484 if A(n,13)<=A(k,13)
485 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
486 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
487 if z<=t
488 if y<=t
489 epik=[A(n,16)-A(n,12),2281];
490 endif
491 endif
492 if z<=t
493 if y>t
494 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),2282];
495 endif
496 endif
497 if z>t
498 if y<=t
499 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),2283];
500 endif
501 endif
502 if z>t
503 if y>t
504 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),2284];
505 endif
506 endif
507
508 endif
509 endif
510 endif
511 endif
512
513 %iG2%
514 if A(n,12)<=A(k,13)
515 if A(n,13)<=A(k,13)
516 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
517 if A(n,16)>A(k,16)
518 if z<=t
519 if y<=t
```



```
520 epik=[A(k,16)-A(n,12),2291];
521 endif
522 endif
523 if z<=t
524 if y>t
525 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),2292];
526 endif
527 endif
528 if z>t
529 if y<=t
530 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),2293];
531 endif
532 endif
533 if z>t
534 if y>t
535 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),2294];
536 endif
537 endif
538
539 endif
540 endif
541 endif
542 endif
543
544 %iD%
545 if A(n,12)<=A(k,13)
546 if A(n,13)<=A(k,13)
547 if A(n,15)>A(k,16)
548 if A(n,16)>A(k,16)
549 epik=[A(n,13)-A(n,12),2210];
550 endif
551 endif
552 endif
553 endif
554
555 %iiA1%
556 if A(n,12)<=A(k,13)
557 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
558 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
559 if A(k,13)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,15)
560 if z<=t
561 if y<=t
562 epik=[A(n,16)-A(n,12),22111];
563 endif
564 endif
565 if z<=t
566 if y>t
567 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22112];
568 endif
569 endif
570 if z>t
571 epik=[A(k,13)-A(n,12),22113];
572 endif
573
574 endif
575 endif
576 endif
577 endif
```

```
578
579 %iiA2%
580 if A(n,12)<=A(k,13)
581 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
582 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
583 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
584 if z<=t
585 if y<=t
586 epik=[A(n,16)-A(n,12),22121];
587 endif
588 endif
589 if z<=t
590 if y>t
591 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22122];
592 endif
593 endif
594 if z>t
595 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),22123];
596 endif
597
598 endif
599 endif
600 endif
601 endif
602
603 %iiA3%
604 if A(n,12)<=A(k,13)
605 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
606 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
607 if A(n,16)>A(k,16)
608 if z<=t
609 if y<=t
610 epik=[A(k,16)-A(n,12),22131];
611 endif
612 endif
613 if z<=t
614 if y>t
615 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22132];
616 endif
617 endif
618 if z>t
619 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22133];
620 endif
621
622 endif
623 endif
624 endif
625 endif
626
627 %iiB1%
628 if A(n,12)<=A(k,13)
629 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
630 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
631 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
632 if z<=t
633 if y<=t
634 epik=[A(n,16)-A(n,12),22141];
635 endif
```

```
636 endif
637 if z<=t
638 if y>t
639 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22142];
640 endif
641 endif
642 if z>t
643 if y<=t
644 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),22143];
645 endif
646 endif
647 if z>t
648 if y>t
649 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22144];
650 endif
651 endif
652
653 endif
654 endif
655 endif
656 endif
657
658 %iiB2%
659 if A(n,12)<=A(k,13)
660 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
661 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
662 if A(n,16)>A(k,16)
663 if z<=t
664 if y<=t
665 epik=[A(k,16)-A(n,12),22151];
666 endif
667 endif
668 if z<=t
669 if y>t
670 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22152];
671 endif
672 endif
673 if z>t
674 if y<=t
675 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22153];
676 endif
677 endif
678 if z>t
679 if y>t
680 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22154];
681 endif
682 endif
683
684 endif
685 endif
686 endif
687 endif
688
689 %iiG%
690 if A(n,12)<=A(k,13)
691 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
692 if A(n,15)>A(k,16)
693 if A(n,16)>A(k,16)
```

```
694 if z<=t
695 if y<=t
696 epik=[A(k,16)-A(n,12),22161];
697 endif
698 endif
699 if z<=t
700 if y>t
701 epik=[A(n,13)-A(n,12),22162];
702 endif
703 endif
704 if z>t
705 if y<=t
706 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22163];
707 endif
708 endif
709 if z>t
710 if y>t
711 epik=[A(k,13)-A(n,12),22164];
712 endif
713 endif
714
715 endif
716 endif
717 endif
718 endif
719
720 %iiiA1%
721 if A(n,12)<=A(k,13)
722 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
723 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
724 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
725 if z<=t
726 if y<=t
727 epik=[A(n,16)-A(n,12),22171];
728 endif
729 endif
730 if z<=t
731 if y>t
732 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22172];
733 endif
734 endif
735 if z>t
736 if y<=t
737 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(k,15),22173];
738 endif
739 endif
740 if z>t
741 if y>t
742 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,13)-A(k,15)+A(n,16)-A(n,15),22174];
743 endif
744 endif
745
746 endif
747 endif
748 endif
749 endif
750
751 %iiiA2%
```

```
752 if A(n,12)<=A(k,13)
753 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
754 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
755 if A(n,16)>A(k,16)
756 if z<=t
757 if y<=t
758 epik=[A(k,16)-A(n,12),22181];
759 endif
760 endif
761 if z<=t
762 if y>t
763 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22182];
764 endif
765 endif
766 if z>t
767 if y<=t
768 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22183];
769 endif
770 endif
771 if z>t
772 if y>t
773 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,13)-A(k,15)+A(k,16)-A(n,15),22184];
774 endif
775 endif
776
777 endif
778 endif
779 endif
780 endif
781
782 %iiiB%
783 if A(n,12)<=A(k,13)
784 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
785 if A(n,15)>A(k,16)
786 if A(n,16)>A(k,16)
787 if z<=t
788 if y<=t
789 epik=[A(k,16)-A(n,12),22191];
790 endif
791 endif
792 if z<=t
793 if y>t
794 epik=[A(n,13)-A(n,12),22192];
795 endif
796 endif
797 if z>t
798 if y<=t
799 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22193];
800 endif
801 endif
802 if z>t
803 if y>t
804 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(n,13)-A(k,15),22194];
805 endif
806 endif
807
808 endif
809 endif
```

```
810 endif
811 endif
812
813 %ivA%
814 if A(n,12)<=A(k,13)
815 if A(n,13)>A(k,16)
816 if A(n,15)>A(k,16)
817 if A(n,16)>A(k,16)
818 if z<=t
819 epik=[A(k,16)-A(n,12),22201];
820 endif
821 if z>t
822 epik=[A(k,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(k,15),22202];
823 endif
824
825 endif
826 endif
827 endif
828 endif
829
830 %vA1%
831 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
832 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
833 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
834 if A(k,13)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,15)
835 if z<=t
836 if y<=t
837 epik=[A(n,16)-A(n,12),22211];
838 endif
839 endif
840 if z<=t
841 if y>t
842 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22212];
843 endif
844 endif
845 if z>t
846 epik=[0,22213];
847 endif
848
849 endif
850 endif
851 endif
852 endif
853
854 %vA2%
855 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
856 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
857 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
858 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
859 if z<=t
860 if y<=t
861 epik=[A(n,16)-A(n,12),22221];
862 endif
863 endif
864 if z<=t
865 if y>t
866 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22222];
867 endif
```

```
868 endif
869 if z>t
870 epik=[A(n,16)-A(k,15),22223];
871 endif
872
873 endif
874 endif
875 endif
876 endif
877
878 %vA3%
879 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
880 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
881 if A(k,13)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,15)
882 if A(n,16)>A(k,16)
883 if z<=t
884 if y<=t
885 epik=[A(k,16)-A(n,12),22231];
886 endif
887 endif
888 if z<=t
889 if y>t
890 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22232];
891 endif
892 endif
893 if z>t
894 epik=[A(k,16)-A(k,15),22233];
895 endif
896
897 endif
898 endif
899 endif
900 endif
901
902
903 %vB1%
904 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
905 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
906 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
907 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
908 if z<=t
909 if y<=t
910 epik=[A(n,16)-A(n,12),22241];
911 endif
912 endif
913 if z<=t
914 if y>t
915 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22242];
916 endif
917 endif
918 if z>t
919 if y<=t
920 epik=[A(n,16)-A(k,15),22243];
921 endif
922 endif
923 if z>t
924 if y>t
925 epik=[A(n,16)-A(n,15),22244];
```

```
926 endif
927 endif
928
929 endif
930 endif
931 endif
932 endif
933
934 %vB2%
935 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
936 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
937 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
938 if A(n,16)>A(k,16)
939 if z<=t
940 if y<=t
941 epik=[A(k,16)-A(n,12),22251];
942 endif
943 endif
944 if z<=t
945 if y>t
946 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22252];
947 endif
948 endif
949 if z>t
950 if y<=t
951 epik=[A(k,16)-A(k,15),22253];
952 endif
953 endif
954 if z>t
955 if y>t
956 epik=[A(k,16)-A(n,15),22253];
957 endif
958 endif
959
960 endif
961 endif
962 endif
963 endif
964
965 %vG%
966 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
967 if A(k,13)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,15)
968 if A(n,15)>A(k,16)
969 if A(n,16)>A(k,16)
970 if z<=t
971 if y<=t
972 epik=[A(k,16)-A(n,12),22261];
973 endif
974 endif
975 if z<=t
976 if y>t
977 epik=[A(n,13)-A(n,12),22262];
978 endif
979 endif
980 if z>t
981 if y<=t
982 epik=[A(k,16)-A(k,15),22263];
983 endif
```



```
984 endif
985 if z>t
986 if y>t
987 epik=[0,22264];
988 endif
989 endif
990
991
992
993 endif
994 endif
995 endif
996 endif
997
998
999
1000
1001 %viA1%
1002 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
1003 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1004 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
1005 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
1006 if z<=t
1007 if y<=t
1008 epik=[A(n,16)-A(n,12),22271];
1009 endif
1010 endif
1011 if z<=t
1012 if y>t
1013 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22272];
1014 endif
1015 endif
1016 if z>t
1017 if y<=t
1018 epik=[A(n,16)-A(k,15),22273];
1019 endif
1020 endif
1021 if z>t
1022 if y>t
1023 epik=[A(n,13)-A(k,15)+A(n,16)-A(n,15),22274];
1024 endif
1025 endif
1026
1027 endif
1028 endif
1029 endif
1030 endif
1031
1032 %viA2%
1033 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
1034 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1035 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
1036 if A(n,16)>A(k,16)
1037 if z<=t
1038 if y<=t
1039 epik=[A(k,16)-A(n,12),22281];
1040 endif
1041 endif
```

```
1042 if z<=t
1043 if γ>t
1044 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22282];
1045 endif
1046 endif
1047 if z>t
1048 if γ<=t
1049 epik=[A(k,16)-A(k,15),22283];
1050 endif
1051 endif
1052 if z>t
1053 if γ>t
1054 epik=[A(n,13)-A(k,15)+A(k,16)-A(n,15),22284];
1055 endif
1056 endif
1057
1058 endif
1059 endif
1060 endif
1061 endif
1062
1063 %viB%
1064 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
1065 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1066 if A(n,15)>A(k,16)
1067 if A(n,16)>A(k,16)
1068 if z<=t
1069 if γ<=t
1070 epik=[A(k,16)-A(n,12),22291];
1071 endif
1072 endif
1073 if z<=t
1074 if γ>t
1075 epik=[A(n,13)-A(n,12),22292];
1076 endif
1077 endif
1078 if z>t
1079 if γ<=t
1080 epik=[A(k,16)-A(k,15),22293];
1081 endif
1082 endif
1083 if z>t
1084 if γ>t
1085 epik=[A(n,13)-A(k,15),22294];
1086 endif
1087 endif
1088
1089 endif
1090 endif
1091 endif
1092 endif
1093
1094 %viiA%
1095 if A(k,13)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,15)
1096 if A(n,13)>A(k,16)
1097 if A(n,15)>A(k,16)
1098 if A(n,16)>A(k,16)
1099 if z<=t
```

```
1100 epik=[A(k,16)-A(n,12),22301];
1101 endif
1102 if z>t
1103 epik=[A(k,16)-A(k,15),22302];
1104 endif
1105
1106 endif
1107 endif
1108 endif
1109 endif
1110
1111 %xA1%
1112 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
1113 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1114 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
1115 if A(k,15)<A(n,16) && A(n,16)<=A(k,16)
1116 if y<=t
1117 epik=[A(n,16)-A(n,12),22311];
1118 endif
1119 if y>t
1120 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(n,16)-A(n,15),22312];
1121 endif
1122
1123 endif
1124 endif
1125 endif
1126 endif
1127
1128 %xA2%
1129 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
1130 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1131 if A(k,15)<A(n,15) && A(n,15)<=A(k,16)
1132 if A(n,16)>A(k,16)
1133 if y<=t
1134 epik=[A(k,16)-A(n,12),22321];
1135 endif
1136 if y>t
1137 epik=[A(n,13)-A(n,12)+A(k,16)-A(n,15),22322];
1138 endif
1139
1140 endif
1141 endif
1142 endif
1143 endif
1144
1145
1146 %xB%
1147 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
1148 if A(k,15)<A(n,13) && A(n,13)<=A(k,16)
1149 if A(n,15)>A(k,16)
1150 if A(n,16)>A(k,16)
1151 if y<=t
1152 epik=[A(k,16)-A(n,12),22331];
1153 endif
1154 if y>t
1155 epik=[A(n,13)-A(n,12),22332];
1156 endif
1157
```

```
1158 endif
1159 endif
1160 endif
1161 endif
1162
1163 %xG%
1164 if A(k,15)<A(n,12) && A(n,12)<=A(k,16)
1165 if A(n,13)>A(k,16)
1166 if A(n,15)>A(k,16)
1167 if A(n,16)>A(k,16)
1168 epik=[A(k,16)-A(n,12),2234];
1169 endif
1170 endif
1171 endif
1172 endif
1173
1174 %ixA%
1175 if A(n,12)>A(k,16)
1176 if A(n,13)>A(k,16)
1177 if A(n,15)>A(k,16)
1178 if A(n,16)>A(k,16)
1179 epik=[0,2235];
1180 endif
1181 endif
1182 endif
1183 endif
1184
1185 endif
1186 endif
1187 fullcross=[fullcross;epik];
1188 setepik=setepik+epik(1);
1189 kena=[kena;z,y,t];
1190
1191 endfor
1192 fullepik=[fullepik;setepik];
1193 setepik=0;
1194 epik=0;
1195 endfor
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Sub tapantaola()

,

'antlisi dedomenon

For j = 1 To 30000

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 1) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 1)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 2) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 2)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 3) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 3)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 4) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 4)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 5) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 5)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 6) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 6)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 7) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 7)

Worksheets.Item("geometry").Cells(48, 8) = Worksheets.Item("data").Cells(j + 1, 8)

'CHBranking'

I = 23

x = IsNumeric(Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I, 4))

Do Until x = False

I = I + 1

x = IsNumeric(Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I, 4))

y = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 4)

Loop

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 1) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 1)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 2) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 2)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 3) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 3)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 4) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 4)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 5) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 5)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 6) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 6)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 7) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 7)

Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 8) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(I - 1, 8)

```
Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 9) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(l - 1, 9)
Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 10) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(l - 1, 10)
Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 12) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(l - 1, 12)
Worksheets.Item("ssddemand").Cells(19, 13) = Worksheets.Item("ssddemand").Cells(l - 1, 13)
'HIDDEN_LENGTHS'
u = 19
k = IsNumeric(Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12))
Do Until k = True
u = u + 1
k = IsNumeric(Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12))
Loop
Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(14, 13) = Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12) + 0
Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(2, 11) = Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 1) + 0
Do Until k = False
u = u + 1
k = IsNumeric(Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12))
Loop
Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(14, 14) = Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u - 1, 12) + 0
Do Until k = True
u = u + 1
k = IsNumeric(Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12))
Loop
Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(16, 13) = Worksheets.Item("SSDavailable").Cells(u, 12) + 0

'results'
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 1) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 1)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 2) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 2)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 3) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 3)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 4) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 4)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 5) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 5)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 6) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 6)
```

```
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 7) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 7)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 8) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 8)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 9) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 9)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 10) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 10)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 11) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 11)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 12) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 12)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 13) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 13)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 14) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 14)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 15) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 15)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 16) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 16)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 17) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 17)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 18) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 18)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 19) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 19)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 20) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 20)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 21) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 21)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 22) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 22)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 23) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 23)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 24) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 24)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 25) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 25)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 26) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 26)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 27) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 27)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 28) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 28)
Worksheets.Item("result").Cells(j + 1, 29) = Worksheets.Item("geometry").Cells(44, 29)
```

Next j

End Sub

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

```
1 A= load ('datacross_V130.txt');
2 Per= load ('per130.txt');
3 s=size(Per);
4 sz=s(1)-1;
5 athssd=0;
6 athasd=0;
7 mossd=0;
8 moasd=0;
9 posupasd=0;
10 fullposupasd=0;
11 f=0;
12 metr1=0;
13 metr2=0;
14 metrproblem=0;
15 posproblem=0;
16 fullposproblem=0;
17 new=[0,0,0,0,0,0,0,0,0];
18 for i=1:sz
19 a=Per(i)+1;
20 b=Per(i+1);
21 for k=a:b
22 f=f+1;
23 %A(i)=ektos perioxis elelgou%
24 if A(k,19)==10
25 metr1=metr1+1;
26 athssd=athssd+0;
27 athasd=athasd+0;
28 %A(i)=entos perioxis elelgou%
29 elseif A(k,19)==2
30 metrproblem=metrproblem+1;
31 athssd=athssd+A(k,11);
32 athasd=athasd+A(k,12);
33 elseif A(k,19)==1
34 metr2=metr2+1;
35 athssd=athssd+A(k,11);
36 athasd=athasd+A(k,12);
37 endif
38 endfor
39 syn=metr1+metr2;
40 syn2=metrproblem+metr2;
41 posproblem=metrproblem/syn2;
42 if f==syn
43 posupasd=0;
44 else
45 mossd=athssd/f;
46 moasd=athasd/f;
47
```

```
48 posupasd=(mossd-moasd)/mossd;
49 endif
50 if f==metr1
51 masd=500000000;
52 mssd=500000000;
53 else
54 masd=athasd/syn2;
55 mssd=athssd/syn2;
56 endif
57 fullposproblem=[fullposproblem;posproblem];
58 fullposupasd=[fullposupasd;posupasd];
59 new=[new;A(k,1),A(k,2),A(k,3),A(k,4),A(k,5),A(k,6),A(k,7),mssd,masd];
60 athssd=0;
61 athasd=0;
62 mossd=0;
63 moasd=0;
64 f=0;
65 metr1=0;
66 metr2=0;
67 metrproblem=0;
68 endfor
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

V=130 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,288%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,058%	0,513%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,692%	2,051%	1,209%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,712%	4,000%	3,187%	1,775%	0,385%	0,000%	0,000%
2400	10,865%	6,462%	5,714%	5,089%	1,923%	1,259%	0,615%
2300	14,904%	13,949%	9,011%	8,402%	7,436%	3,357%	2,923%
2200	19,327%	18,462%	13,077%	12,544%	11,795%	9,091%	6,308%
2100	24,135%	23,897%	23,407%	17,278%	17,051%	16,364%	10,769%
2000	31,538%	29,436%	28,242%	26,154%	22,564%	20,979%	21,231%
1900	40,769%	32,615%	33,077%	33,846%	27,692%	25,594%	26,615%
1800	46,058%	44,205%	38,022%	39,053%	36,795%	30,210%	31,692%
1700	47,308%	48,923%	44,945%	39,527%	41,667%	38,881%	30,769%
1600	51,346%	53,538%	55,934%	43,432%	45,897%	48,671%	34,615%
1500	59,135%	57,641%	54,615%	52,426%	50,128%	46,014%	45,538%
1400	66,346%	55,795%	58,571%	61,065%	46,538%	49,650%	52,769%
1300	56,731%	54,974%	55,714%	63,077%	58,333%	53,427%	56,923%
1200	32,404%	38,667%	43,297%	39,053%	47,051%	52,587%	42,923%
1100	13,942%	17,026%	13,407%	16,923%	21,282%	17,203%	20,923%
1000	2,692%	3,692%	2,308%	3,195%	4,487%	2,797%	4,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-13000						
s1-s2	4/-4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1
3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,714%	0,286%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,929%	1,429%	0,816%	0,440%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	6,429%	4,190%	2,449%	1,868%	0,119%	0,000%	0,000%
2400	9,643%	8,857%	4,796%	3,956%	3,214%	0,779%	0,429%
2300	13,125%	12,571%	11,531%	7,253%	6,548%	5,584%	2,286%
2200	19,464%	16,762%	15,918%	11,319%	10,595%	9,610%	5,571%
2100	27,321%	21,905%	21,531%	20,769%	15,119%	15,325%	14,429%
2000	32,679%	29,905%	27,245%	26,264%	20,476%	20,649%	19,571%
1900	37,857%	38,476%	32,449%	31,209%	31,786%	23,636%	24,429%
1800	42,589%	43,714%	41,531%	36,044%	37,262%	32,987%	29,429%
1700	50,089%	45,333%	47,041%	40,549%	38,333%	40,000%	33,714%
1600	59,464%	49,429%	51,531%	53,297%	42,500%	44,805%	40,571%
1500	59,554%	57,143%	55,714%	52,857%	46,190%	49,221%	44,571%
1400	62,054%	65,714%	54,082%	57,033%	59,167%	45,844%	49,286%
1300	53,750%	58,095%	59,592%	58,901%	64,167%	55,325%	53,143%
1200	37,411%	37,048%	41,327%	45,055%	44,524%	49,610%	50,429%
1100	12,500%	15,333%	18,776%	15,495%	19,643%	24,286%	21,286%
1000	2,143%	3,048%	4,184%	2,747%	3,929%	5,455%	3,714%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-14000						
s1-s2	4/-4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,333%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,417%	0,089%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,167%	2,311%	0,571%	0,103%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,333%	4,533%	2,000%	1,333%	0,778%	0,000%	0,000%
2400	8,167%	7,289%	6,667%	3,487%	2,667%	1,939%	0,267%
2300	15,417%	11,022%	10,095%	8,923%	5,444%	4,848%	2,000%
2200	20,083%	15,644%	14,381%	13,846%	9,444%	8,848%	8,133%
2100	25,667%	25,067%	19,714%	19,385%	15,778%	13,697%	13,200%
2000	31,167%	30,311%	25,143%	25,128%	24,444%	19,030%	19,333%
1900	36,583%	35,467%	36,286%	28,923%	29,778%	29,697%	22,800%
1800	45,917%	40,711%	41,524%	37,538%	34,444%	36,485%	27,200%
1700	50,667%	47,200%	43,524%	45,333%	39,556%	37,455%	38,667%
1600	55,583%	57,067%	48,000%	49,949%	46,222%	41,818%	44,533%
1500	59,833%	57,244%	51,905%	54,462%	51,000%	45,697%	42,133%
1400	64,167%	61,778%	63,238%	53,128%	55,667%	56,121%	46,000%
1300	52,917%	55,467%	62,095%	59,590%	60,000%	55,152%	49,600%
1200	35,167%	40,622%	38,857%	43,487%	48,667%	45,939%	51,733%
1100	16,333%	19,378%	17,143%	20,718%	18,333%	22,909%	27,867%
1000	3,667%	2,578%	3,619%	4,821%	3,556%	4,848%	3,467%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-15000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,078%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,938%	0,417%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,422%	1,833%	1,161%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	6,797%	3,750%	3,125%	0,962%	0,625%	0,114%	0,000%
2400	10,156%	6,417%	5,625%	4,808%	2,083%	1,591%	0,125%
2300	13,906%	13,167%	9,018%	8,365%	4,688%	3,977%	3,375%
2200	18,438%	17,833%	13,393%	12,692%	11,979%	7,727%	7,250%
2100	23,594%	23,250%	22,679%	17,885%	17,396%	12,614%	12,250%
2000	33,906%	29,167%	28,393%	23,365%	23,750%	22,614%	17,875%
1900	39,922%	34,667%	33,750%	34,135%	27,604%	28,409%	23,500%
1800	45,156%	43,417%	38,839%	40,577%	32,188%	33,750%	31,500%
1700	50,156%	48,833%	43,929%	42,212%	43,333%	38,864%	36,875%
1600	51,797%	53,833%	55,000%	46,827%	49,063%	38,977%	41,500%
1500	60,938%	58,333%	55,625%	50,962%	53,333%	48,636%	45,750%
1400	65,391%	62,583%	60,089%	61,058%	52,292%	54,773%	50,000%
1300	54,844%	56,500%	57,768%	62,500%	55,104%	57,955%	51,875%
1200	32,266%	37,417%	41,339%	40,096%	46,458%	41,818%	48,875%
1100	14,766%	17,333%	15,804%	18,942%	22,813%	21,477%	25,875%
1000	2,969%	4,083%	3,036%	4,231%	3,125%	4,318%	6,125%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-16000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,544%	0,314%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,456%	1,412%	0,840%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,809%	5,098%	2,521%	1,719%	0,294%	0,000%	0,000%
2400	9,118%	8,235%	4,958%	4,163%	1,667%	1,176%	0,588%
2300	12,500%	11,922%	10,924%	7,511%	6,667%	3,529%	2,824%
2200	20,882%	16,392%	15,798%	11,674%	10,980%	7,059%	6,353%
2100	26,397%	21,569%	21,261%	16,652%	16,078%	15,615%	11,412%
2000	32,500%	29,961%	27,227%	26,606%	22,157%	22,032%	16,706%
1900	36,912%	38,039%	33,193%	32,217%	27,745%	26,524%	27,059%
1800	42,279%	43,294%	39,496%	37,647%	35,882%	31,658%	33,059%
1700	52,132%	48,392%	47,227%	42,715%	41,373%	36,471%	34,706%
1600	58,088%	50,588%	52,605%	47,240%	46,176%	47,807%	39,059%
1500	62,647%	57,412%	56,723%	53,665%	50,392%	47,166%	42,824%
1400	61,544%	64,235%	56,134%	58,371%	54,314%	51,230%	52,235%
1300	49,853%	55,216%	54,286%	56,833%	53,824%	51,230%	53,882%
1200	34,044%	34,667%	38,235%	42,986%	42,255%	44,064%	43,529%
1100	16,618%	15,686%	18,403%	17,557%	20,980%	24,920%	23,647%
1000	2,500%	3,451%	4,790%	3,710%	5,294%	4,171%	5,647%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-17000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,278%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,181%	0,148%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,708%	2,148%	0,556%	0,171%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,069%	4,296%	1,984%	1,368%	0,926%	0,000%	0,000%
2400	10,417%	7,111%	6,349%	3,590%	2,963%	0,909%	0,444%
2300	14,514%	10,741%	10,079%	6,581%	5,926%	3,030%	2,444%
2200	19,375%	17,185%	14,603%	13,932%	9,907%	9,394%	5,889%
2100	24,722%	24,222%	19,762%	19,573%	15,000%	14,545%	10,444%
2000	30,694%	30,444%	25,635%	25,726%	21,204%	20,707%	19,556%
1900	38,681%	35,778%	35,397%	30,342%	31,111%	26,667%	26,111%
1800	46,736%	40,815%	41,825%	35,470%	36,667%	29,798%	31,222%
1700	50,208%	47,704%	44,603%	45,299%	42,130%	40,101%	36,333%
1600	55,000%	56,074%	49,365%	51,282%	43,426%	45,657%	36,889%
1500	59,236%	57,185%	53,730%	55,726%	47,407%	49,899%	45,556%
1400	61,944%	57,407%	58,095%	51,624%	52,870%	45,152%	47,000%
1300	51,389%	49,926%	54,921%	50,171%	53,519%	44,646%	47,111%
1200	31,319%	35,111%	35,238%	40,085%	38,333%	43,131%	44,333%
1100	14,722%	17,037%	16,587%	19,145%	18,704%	22,525%	21,556%
1000	3,819%	2,963%	4,127%	5,556%	4,722%	6,364%	5,556%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-18000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,066%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,855%	0,351%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,303%	1,754%	1,128%	0,081%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	6,250%	3,579%	3,008%	1,053%	0,702%	0,000%	0,000%
2400	9,539%	6,246%	5,564%	2,996%	2,368%	1,627%	0,316%
2300	13,421%	12,632%	9,023%	8,340%	5,175%	4,498%	2,000%
2200	17,961%	17,404%	13,609%	12,874%	9,123%	8,517%	5,158%
2100	23,158%	22,877%	19,624%	18,219%	16,667%	13,589%	12,632%
2000	33,026%	28,912%	28,571%	24,130%	24,386%	19,522%	19,895%
1900	38,947%	34,737%	34,211%	30,121%	29,386%	25,167%	24,526%
1800	44,276%	44,702%	39,549%	40,243%	34,649%	35,502%	29,474%
1700	49,474%	48,632%	44,887%	43,725%	39,825%	38,469%	34,526%
1600	57,697%	53,684%	54,361%	48,664%	49,825%	43,349%	44,737%
1500	56,776%	54,035%	51,880%	48,988%	46,667%	43,541%	40,947%
1400	56,118%	53,614%	52,030%	48,664%	46,667%	43,349%	41,053%
1300	46,118%	46,737%	48,571%	47,692%	46,667%	47,847%	40,947%
1200	31,513%	32,140%	35,714%	36,275%	38,509%	38,852%	39,158%
1100	13,092%	14,737%	17,068%	16,923%	19,561%	20,096%	22,421%
1000	3,355%	4,421%	3,759%	5,020%	4,298%	5,933%	5,158%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-19000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,063%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,313%	0,267%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,188%	1,267%	0,786%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,500%	4,800%	2,500%	1,846%	0,417%	0,091%	0,000%
2400	8,500%	7,867%	4,929%	4,308%	2,000%	1,364%	0,200%
2300	12,125%	11,467%	8,214%	7,538%	4,667%	4,000%	1,900%
2200	19,938%	16,133%	15,429%	11,923%	11,167%	7,727%	7,100%
2100	25,750%	21,467%	21,214%	17,000%	16,833%	12,636%	12,500%
2000	31,875%	29,933%	27,500%	25,231%	23,167%	20,364%	18,700%
1900	37,875%	37,267%	33,500%	32,846%	29,167%	28,455%	24,700%
1800	42,188%	42,933%	37,643%	38,538%	33,000%	34,000%	28,200%
1700	51,438%	48,400%	46,929%	44,000%	42,333%	39,455%	37,400%
1600	57,250%	51,000%	52,786%	46,154%	48,167%	41,091%	43,200%
1500	52,875%	49,067%	48,500%	43,923%	43,917%	37,364%	39,100%
1400	51,750%	50,867%	48,071%	46,154%	43,583%	41,455%	38,900%
1300	41,188%	45,000%	42,714%	45,538%	40,083%	41,545%	34,900%
1200	28,563%	31,600%	32,643%	35,462%	36,417%	37,818%	36,900%
1100	12,563%	12,667%	14,357%	14,615%	16,750%	17,273%	19,800%
1000	4,250%	3,733%	4,857%	4,308%	5,667%	5,091%	6,800%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-20000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,179%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,012%	0,127%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,619%	1,968%	0,612%	0,293%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,762%	4,063%	2,041%	1,538%	0,317%	0,000%	0,000%
2400	9,940%	6,921%	6,259%	3,810%	2,778%	1,299%	0,190%
2300	13,988%	10,540%	9,864%	6,813%	6,111%	3,550%	2,857%
2200	18,571%	17,714%	14,422%	10,989%	10,476%	7,100%	6,381%
2100	24,226%	23,302%	20,000%	18,681%	15,635%	13,766%	11,429%
2000	30,357%	30,159%	26,190%	26,007%	21,984%	21,732%	17,714%
1900	39,524%	35,365%	35,034%	31,282%	27,698%	27,100%	23,333%
1800	45,833%	40,889%	41,633%	36,703%	37,540%	32,468%	32,667%
1700	51,548%	48,000%	47,551%	41,978%	40,794%	37,662%	36,190%
1600	54,464%	55,556%	50,272%	51,355%	45,873%	46,840%	41,333%
1500	45,833%	46,413%	41,565%	42,344%	37,302%	37,835%	32,857%
1400	47,976%	44,254%	43,537%	40,073%	36,984%	35,584%	32,667%
1300	39,821%	39,619%	42,177%	39,414%	40,238%	35,411%	35,429%
1200	25,595%	28,317%	29,320%	31,355%	32,222%	32,727%	32,571%
1100	10,298%	11,238%	11,701%	13,114%	13,730%	15,584%	16,286%
1000	3,214%	3,873%	3,810%	3,590%	4,524%	4,416%	5,429%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-21000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,057%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,739%	0,303%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,409%	1,576%	0,390%	0,140%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,739%	3,455%	2,922%	1,189%	0,758%	0,000%	0,000%
2400	9,091%	6,242%	5,584%	3,147%	2,576%	0,909%	0,455%
2300	12,955%	12,303%	9,091%	8,252%	5,530%	3,140%	2,545%
2200	17,557%	17,091%	13,571%	12,937%	9,621%	9,091%	5,909%
2100	25,227%	22,545%	18,831%	18,462%	14,773%	14,380%	10,636%
2000	58,750%	28,788%	28,052%	24,825%	22,803%	20,579%	17,091%
1900	38,352%	34,727%	34,156%	31,049%	29,924%	26,942%	25,455%
1800	43,977%	43,818%	39,935%	39,231%	36,136%	30,909%	32,091%
1700	49,148%	48,364%	45,519%	43,986%	41,742%	39,587%	37,818%
1600	56,534%	52,424%	51,234%	48,601%	45,682%	44,380%	38,364%
1500	43,693%	39,697%	37,857%	35,734%	32,197%	31,653%	26,909%
1400	41,705%	39,455%	38,117%	35,385%	33,864%	31,570%	29,182%
1300	35,284%	37,273%	36,623%	34,126%	34,091%	29,256%	29,727%
1200	24,205%	24,970%	27,532%	28,531%	29,545%	29,421%	29,273%
1100	7,955%	8,545%	9,286%	9,860%	10,530%	11,653%	11,909%
1000	2,273%	2,485%	2,597%	2,867%	3,030%	3,471%	3,636%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-22000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,217%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,196%	0,232%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,826%	1,275%	0,807%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,217%	4,522%	2,484%	0,936%	0,507%	0,000%	0,000%
2400	8,315%	7,478%	4,907%	4,281%	2,174%	0,711%	0,348%
2300	14,239%	11,304%	8,323%	7,625%	4,928%	4,269%	2,174%
2200	19,565%	15,826%	15,404%	12,107%	8,913%	8,458%	5,478%
2100	25,109%	21,275%	20,621%	17,659%	15,652%	13,518%	10,435%
2000	31,304%	29,681%	27,516%	23,411%	23,551%	19,842%	18,870%
1900	37,391%	36,696%	33,789%	32,107%	30,072%	25,929%	25,043%
1800	45,707%	42,609%	38,323%	38,930%	34,638%	34,625%	30,696%
1700	50,543%	47,942%	46,398%	44,682%	39,928%	40,949%	35,913%
1600	50,761%	48,000%	47,081%	42,408%	43,116%	38,893%	36,261%
1500	36,848%	34,493%	33,106%	29,431%	29,058%	25,296%	23,043%
1400	36,630%	35,304%	32,919%	30,569%	27,971%	24,980%	23,652%
1300	32,011%	32,174%	30,745%	31,037%	27,319%	26,798%	23,652%
1200	20,543%	22,725%	23,789%	25,485%	24,855%	25,138%	23,478%
1100	5,272%	5,623%	5,839%	6,421%	6,884%	7,510%	7,478%
1000	1,033%	1,043%	1,180%	1,137%	1,377%	1,344%	1,565%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-23000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,104%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,885%	0,167%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,344%	1,833%	0,655%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,677%	3,833%	2,083%	1,474%	0,347%	0,000%	0,000%
2400	9,531%	6,778%	5,476%	3,782%	1,875%	1,439%	0,250%
2300	13,594%	10,444%	9,762%	7,051%	5,556%	3,864%	1,917%
2200	18,333%	17,056%	14,286%	11,410%	10,625%	7,652%	5,917%
2100	23,906%	22,722%	19,821%	16,538%	16,042%	13,030%	11,417%
2000	29,896%	29,778%	26,190%	25,385%	22,639%	18,788%	18,917%
1900	38,958%	36,333%	32,262%	31,538%	28,819%	27,424%	25,417%
1800	44,896%	40,944%	41,190%	37,564%	34,722%	33,788%	29,500%
1700	46,563%	44,167%	43,155%	39,038%	37,708%	35,606%	30,750%
1600	46,042%	45,111%	41,310%	40,513%	37,639%	35,227%	33,750%
1500	30,417%	29,556%	26,607%	25,256%	22,292%	19,394%	18,250%
1400	31,927%	29,389%	25,714%	25,064%	22,153%	20,379%	18,417%
1300	26,927%	26,889%	27,143%	25,000%	21,875%	20,606%	17,833%
1200	17,708%	18,778%	19,821%	20,641%	21,042%	20,379%	17,417%
1100	2,969%	3,111%	3,512%	3,654%	3,958%	4,318%	3,667%
1000	0,208%	0,167%	0,238%	0,192%	0,278%	0,303%	0,250%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-24000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,050%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,700%	0,267%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	3,150%	1,493%	0,400%	0,123%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,500%	3,413%	2,857%	1,231%	0,267%	0,000%	0,000%
2400	8,750%	6,187%	5,371%	3,323%	2,667%	1,164%	0,160%
2300	12,600%	11,947%	8,971%	6,523%	5,867%	3,564%	2,080%
2200	18,800%	16,693%	13,429%	12,923%	10,200%	7,127%	6,640%
2100	24,850%	22,187%	19,029%	18,154%	15,200%	12,291%	11,600%
2000	31,850%	28,693%	27,429%	25,169%	21,667%	20,655%	18,160%
1900	38,450%	34,773%	33,943%	31,569%	29,267%	26,764%	24,320%
1800	40,750%	40,480%	37,371%	34,708%	33,733%	30,255%	27,680%
1700	40,650%	40,640%	37,029%	35,323%	33,667%	29,891%	28,240%
1600	42,600%	39,200%	36,571%	35,692%	32,067%	31,055%	28,400%
1500	25,850%	23,040%	20,800%	19,138%	16,133%	14,327%	12,400%
1400	25,550%	22,667%	21,371%	18,646%	15,800%	14,545%	12,080%
1300	21,850%	22,240%	21,200%	18,154%	16,933%	14,473%	11,520%
1200	14,000%	14,773%	15,657%	15,692%	16,200%	14,182%	12,240%
1100	1,500%	1,493%	1,600%	1,723%	1,867%	2,036%	1,040%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-25000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,192%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,058%	0,205%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,692%	1,231%	0,714%	0,059%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,952%	4,308%	2,473%	1,006%	0,641%	0,000%	0,000%
2400	7,981%	7,385%	5,000%	2,899%	2,308%	0,839%	0,154%
2300	13,798%	11,077%	8,352%	7,574%	5,256%	3,077%	2,462%
2200	18,750%	15,949%	14,670%	12,189%	9,487%	8,252%	6,154%
2100	24,471%	21,231%	20,165%	17,692%	14,487%	13,497%	11,154%
2000	30,769%	29,333%	27,253%	24,201%	22,436%	20,420%	17,538%
1900	36,058%	35,077%	32,637%	29,290%	28,205%	26,014%	22,462%
1800	37,692%	34,769%	31,429%	31,006%	28,077%	25,524%	24,077%
1700	37,644%	34,462%	32,527%	30,888%	27,821%	25,594%	24,154%
1600	36,779%	34,000%	33,187%	30,059%	27,372%	26,294%	23,000%
1500	19,856%	17,077%	15,934%	13,314%	10,513%	9,371%	7,154%
1400	19,423%	18,103%	15,714%	12,959%	11,282%	9,231%	6,846%
1300	17,740%	17,282%	15,330%	13,609%	11,603%	8,951%	6,846%
1200	10,337%	11,282%	11,538%	12,012%	11,154%	8,811%	7,385%
1100	0,529%	0,462%	0,549%	0,592%	0,577%	0,490%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-26000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,093%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,833%	0,148%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,222%	1,728%	0,582%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,833%	3,704%	2,063%	1,481%	0,370%	0,000%	0,000%
2400	9,167%	6,716%	4,550%	3,932%	2,099%	0,673%	0,296%
2300	13,102%	10,173%	9,788%	7,179%	4,815%	4,242%	2,370%
2200	17,778%	16,741%	14,392%	11,396%	9,877%	8,215%	5,556%
2100	23,472%	22,222%	19,894%	16,923%	15,247%	13,333%	10,593%
2000	31,528%	29,086%	26,349%	24,160%	22,531%	19,865%	17,037%
1900	32,269%	29,679%	26,614%	25,470%	23,210%	20,135%	18,519%
1800	31,991%	29,185%	27,884%	25,356%	22,407%	20,875%	18,741%
1700	31,620%	29,580%	27,989%	25,014%	21,852%	21,347%	18,593%
1600	31,157%	30,272%	27,302%	24,672%	23,519%	20,741%	18,370%
1500	15,000%	13,333%	10,952%	8,433%	7,099%	5,185%	3,259%
1400	15,602%	13,185%	10,582%	8,946%	7,099%	5,051%	2,963%
1300	13,704%	12,642%	10,899%	9,174%	6,975%	4,781%	3,556%
1200	7,454%	8,099%	8,519%	8,148%	6,852%	5,185%	3,704%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-27000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,116%	0,286%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,902%	1,381%	0,408%	0,110%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,313%	3,381%	2,551%	1,319%	0,298%	0,000%	0,000%
2400	8,393%	6,095%	5,357%	3,462%	1,845%	1,364%	0,286%
2300	12,366%	11,524%	9,082%	6,758%	5,357%	3,701%	2,143%
2200	18,929%	16,619%	13,673%	11,319%	10,417%	7,727%	5,214%
2100	24,375%	21,857%	19,133%	17,253%	15,298%	12,922%	10,071%
2000	26,741%	24,048%	21,531%	20,000%	17,679%	14,805%	13,143%
1900	26,339%	23,524%	22,449%	20,000%	17,083%	15,325%	13,500%
1800	25,982%	24,619%	22,194%	19,615%	16,964%	15,455%	13,286%
1700	26,920%	24,667%	21,837%	19,011%	17,976%	15,519%	12,643%
1600	26,920%	24,429%	21,582%	20,000%	17,619%	15,325%	12,357%
1500	11,295%	9,143%	6,837%	5,385%	3,750%	2,208%	0,857%
1400	11,161%	8,810%	7,194%	5,495%	3,690%	2,078%	0,929%
1300	9,955%	8,952%	7,449%	5,385%	3,512%	2,143%	1,143%
1200	5,089%	5,571%	5,765%	5,000%	3,631%	2,338%	1,214%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-28000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,129%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,991%	0,184%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,543%	1,149%	0,739%	0,106%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,828%	3,908%	2,414%	1,114%	0,230%	0,063%	0,000%
2400	8,922%	7,172%	4,975%	3,024%	2,356%	1,129%	0,207%
2300	13,621%	10,943%	8,325%	7,215%	5,517%	3,386%	1,931%
2200	18,534%	15,724%	13,892%	12,202%	9,828%	7,273%	5,724%
2100	21,552%	18,713%	17,291%	15,013%	12,471%	10,219%	8,414%
2000	21,207%	19,218%	17,241%	14,907%	12,299%	10,219%	8,690%
1900	21,207%	19,678%	17,094%	14,483%	12,414%	10,658%	8,345%
1800	21,767%	19,540%	16,749%	14,164%	12,816%	10,784%	8,207%
1700	21,767%	18,943%	16,552%	15,119%	12,644%	10,408%	8,000%
1600	21,509%	18,713%	17,094%	15,172%	12,586%	9,906%	8,690%
1500	7,543%	5,563%	4,187%	2,759%	1,437%	0,439%	0,000%
1400	7,328%	5,885%	4,335%	2,706%	1,264%	0,313%	0,000%
1300	7,241%	6,023%	4,236%	2,546%	1,207%	0,502%	0,000%
1200	3,319%	3,540%	3,399%	2,546%	1,609%	0,564%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-29000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,042%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,750%	0,133%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,208%	1,600%	0,571%	0,051%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,625%	3,644%	2,048%	0,872%	0,556%	0,000%	0,000%
2400	8,708%	6,622%	4,619%	3,692%	2,111%	0,848%	0,200%
2300	12,833%	10,267%	9,095%	7,385%	5,167%	3,152%	1,867%
2200	17,667%	16,400%	14,286%	11,692%	9,278%	7,455%	6,200%
2100	16,583%	15,111%	12,905%	10,410%	8,333%	6,424%	4,733%
2000	17,208%	15,156%	12,810%	10,205%	8,111%	6,848%	4,933%
1900	17,292%	14,667%	12,429%	10,513%	8,667%	6,485%	4,733%
1800	17,083%	14,489%	12,524%	10,821%	8,667%	6,424%	4,467%
1700	16,917%	14,711%	12,810%	10,769%	8,667%	6,182%	4,600%
1600	16,917%	15,333%	12,905%	10,359%	8,278%	6,606%	4,933%
1500	4,542%	3,333%	2,048%	0,974%	0,167%	0,000%	0,000%
1400	5,000%	3,467%	2,000%	0,821%	0,167%	0,000%	0,000%
1300	4,958%	3,378%	1,857%	0,718%	0,222%	0,000%	0,000%
1200	1,875%	1,956%	1,619%	0,923%	0,278%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-30000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,202%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	1,048%	0,258%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,823%	1,333%	0,461%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,121%	3,312%	1,797%	1,290%	0,323%	0,000%	0,000%
2400	8,185%	6,151%	5,438%	3,623%	1,989%	0,704%	0,065%
2300	12,782%	11,140%	8,940%	6,749%	4,839%	3,402%	2,323%
2200	18,629%	16,301%	13,641%	11,216%	9,570%	7,977%	5,806%
2100	13,427%	11,011%	8,986%	6,898%	5,054%	3,519%	2,194%
2000	13,306%	10,925%	8,479%	7,097%	5,430%	3,636%	2,065%
1900	13,105%	10,624%	8,940%	6,998%	5,430%	3,636%	1,935%
1800	12,742%	11,312%	9,217%	7,047%	5,161%	3,343%	1,871%
1700	13,185%	11,441%	9,124%	6,948%	4,785%	3,460%	2,194%
1600	13,306%	11,140%	8,986%	6,700%	5,269%	3,578%	2,129%
1500	2,782%	1,505%	0,553%	0,050%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	2,782%	1,462%	0,461%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	2,621%	1,376%	0,415%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,806%	0,860%	0,599%	0,099%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-31000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,078%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,938%	0,167%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,344%	1,167%	0,536%	0,096%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,727%	3,833%	2,411%	1,106%	0,260%	0,000%	0,000%
2400	8,867%	7,000%	4,866%	3,317%	1,771%	0,739%	0,313%
2300	13,203%	10,792%	8,482%	6,298%	5,104%	3,864%	2,125%
2200	18,281%	15,583%	13,080%	11,779%	9,792%	7,727%	5,500%
2100	9,805%	7,625%	5,580%	4,135%	2,813%	1,591%	0,563%
2000	9,531%	7,583%	6,027%	4,327%	2,760%	1,364%	0,500%
1900	9,570%	8,000%	6,116%	4,327%	2,656%	1,250%	0,313%
1800	9,883%	7,875%	5,982%	4,183%	2,500%	1,193%	0,375%
1700	9,844%	7,625%	5,714%	3,942%	2,708%	1,534%	0,563%
1600	9,648%	7,500%	5,804%	4,375%	2,865%	1,534%	0,563%
1500	1,172%	0,375%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	1,016%	0,292%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,938%	0,333%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,195%	0,208%	0,045%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-32000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,038%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,758%	0,081%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,538%	1,576%	0,563%	0,047%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,341%	3,475%	2,251%	0,979%	0,202%	0,000%	0,000%
2400	8,712%	6,465%	4,502%	2,797%	2,121%	1,102%	0,242%
2300	12,576%	10,263%	8,615%	6,993%	5,303%	3,471%	1,939%
2200	17,424%	16,000%	13,896%	11,748%	9,596%	7,273%	5,152%
2100	6,439%	5,010%	3,636%	2,331%	1,162%	0,331%	0,000%
2000	6,932%	5,172%	3,550%	2,191%	1,010%	0,275%	0,000%
1900	7,008%	5,131%	3,463%	2,005%	0,859%	0,110%	0,000%
1800	6,894%	5,051%	3,290%	1,818%	0,859%	0,220%	0,000%
1700	6,705%	4,768%	3,420%	2,098%	1,061%	0,331%	0,000%
1600	6,818%	5,253%	3,636%	2,284%	1,111%	0,275%	0,000%
1500	0,152%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,114%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,227%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-33000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,110%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,993%	0,235%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,647%	1,373%	0,462%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,963%	3,216%	1,807%	0,814%	0,441%	0,000%	0,000%
2400	8,088%	6,235%	4,958%	3,439%	2,010%	0,963%	0,176%
2300	12,868%	10,863%	8,866%	6,923%	4,951%	3,209%	1,765%
2200	18,088%	15,882%	13,571%	11,312%	9,118%	6,952%	5,294%
2100	4,632%	3,098%	1,765%	0,769%	0,147%	0,000%	0,000%
2000	4,522%	2,980%	1,681%	0,724%	0,098%	0,000%	0,000%
1900	4,412%	2,863%	1,555%	0,588%	0,049%	0,000%	0,000%
1800	4,265%	2,824%	1,681%	0,679%	0,098%	0,000%	0,000%
1700	4,559%	3,098%	1,807%	0,724%	0,147%	0,000%	0,000%
1600	4,706%	3,098%	1,765%	0,769%	0,098%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-34000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,071%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,821%	0,152%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,250%	1,105%	0,327%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,714%	3,543%	2,204%	1,143%	0,333%	0,000%	0,000%
2400	8,607%	6,743%	4,980%	3,385%	1,857%	0,727%	0,171%
2300	12,821%	10,667%	8,571%	6,549%	4,571%	2,961%	1,600%
2200	14,750%	12,457%	10,327%	8,088%	6,476%	4,779%	3,371%
2100	2,536%	1,371%	0,449%	0,044%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	2,464%	1,295%	0,408%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,464%	1,295%	0,490%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	2,607%	1,524%	0,612%	0,044%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	2,714%	1,486%	0,571%	0,088%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	2,607%	1,371%	0,490%	0,044%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-35000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,035%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,625%	0,074%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,535%	1,481%	0,556%	0,085%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	5,174%	3,556%	2,183%	1,026%	0,231%	0,000%	0,000%
2400	8,368%	6,444%	4,643%	3,034%	1,713%	0,657%	0,056%
2300	11,458%	9,333%	7,341%	5,556%	4,028%	2,525%	1,278%
2200	11,563%	9,704%	7,738%	5,897%	4,213%	2,677%	1,333%
2100	1,111%	0,333%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	1,146%	0,370%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,285%	0,444%	0,040%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	1,215%	0,407%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	1,181%	0,333%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	1,042%	0,296%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-36000						
s1-s2	4/4	4/3.5	4/3	4/2.5	4/2	4/1.5	4/1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,101%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,912%	0,216%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,500%	1,297%	0,502%	0,042%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,797%	3,207%	1,931%	0,873%	0,180%	0,000%	0,000%
2400	7,804%	6,018%	4,556%	2,994%	1,667%	0,639%	0,054%
2300	8,919%	7,027%	5,251%	3,659%	2,252%	1,081%	0,270%
2200	8,986%	7,027%	5,251%	3,534%	2,162%	1,130%	0,378%
2100	0,304%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,405%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,338%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,304%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,270%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,372%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-37000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,066%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,757%	0,175%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,138%	1,053%	0,376%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,770%	3,193%	1,842%	0,769%	0,132%	0,000%	0,000%
2400	6,546%	4,842%	3,233%	1,862%	0,833%	0,144%	0,000%
2300	6,513%	4,807%	3,271%	1,903%	0,877%	0,191%	0,000%
2200	6,382%	4,737%	3,158%	1,822%	0,789%	0,144%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-38000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,032%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,545%	0,068%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,404%	1,231%	0,403%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	4,455%	3,009%	1,758%	0,750%	0,128%	0,000%	0,000%
2400	4,455%	2,974%	1,722%	0,750%	0,128%	0,000%	0,000%
2300	4,327%	2,872%	1,648%	0,710%	0,128%	0,000%	0,000%
2200	4,231%	2,701%	1,392%	0,592%	0,043%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-39000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,094%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,844%	0,233%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	2,406%	1,300%	0,500%	0,038%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	2,719%	1,567%	0,679%	0,115%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	2,500%	1,367%	0,536%	0,077%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	2,719%	1,467%	0,464%	0,038%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	2,813%	1,600%	0,643%	0,038%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-40000						
s1-s2	4/4	4/-3.5	4/-3	4/-2.5	4/-2	4/-1.5	4/-1

V=120 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,667%	0,235%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,000%	1,412%	0,875%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	3,889%	3,176%	2,750%	2,267%	0,286%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	10,333%	5,765%	5,375%	4,800%	4,143%	1,231%	0,833%	0,545%
1600	14,556%	13,294%	8,875%	8,133%	7,857%	6,769%	3,333%	2,727%
1500	19,444%	19,059%	14,250%	13,067%	12,429%	11,846%	7,000%	6,545%
1400	24,778%	24,706%	24,625%	17,867%	17,571%	17,692%	17,667%	10,909%
1300	29,778%	30,471%	28,500%	29,067%	22,714%	23,538%	20,833%	21,818%
1200	40,889%	32,353%	33,375%	34,400%	33,571%	24,308%	25,500%	26,727%
1100	43,667%	42,353%	37,875%	39,333%	35,714%	34,769%	29,833%	31,455%
1000	40,111%	43,176%	45,125%	37,867%	40,143%	41,077%	37,667%	28,364%
900	28,333%	31,412%	29,000%	30,667%	33,714%	37,231%	33,167%	29,455%
800	12,778%	9,529%	11,375%	13,600%	16,429%	12,462%	15,333%	18,727%
720	1,889%	2,471%	3,250%	1,733%	2,429%	3,231%	4,333%	2,364%
R/Hk	-10000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,303%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	3,030%	0,856%	0,568%	0,242%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	5,354%	2,460%	2,045%	1,455%	0,909%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	8,485%	7,807%	4,205%	3,879%	2,987%	2,657%	0,606%	0,165%
1600	12,424%	11,765%	11,364%	6,909%	6,494%	5,874%	5,000%	2,149%
1500	17,273%	16,898%	16,477%	15,758%	11,039%	10,629%	10,000%	5,785%
1400	27,778%	22,246%	22,273%	22,182%	18,961%	15,944%	16,061%	16,033%
1300	33,434%	32,834%	27,500%	26,303%	26,753%	20,699%	21,515%	19,835%
1200	38,081%	38,396%	30,114%	30,909%	31,688%	31,329%	23,030%	24,132%
1100	43,131%	44,171%	40,795%	35,515%	36,623%	33,147%	32,121%	28,264%
1000	42,020%	40,535%	43,295%	44,970%	41,688%	37,483%	38,636%	32,397%
900	25,354%	28,021%	30,909%	33,939%	29,221%	32,308%	35,303%	29,752%
800	11,111%	13,048%	15,114%	12,485%	14,805%	17,762%	20,606%	17,355%
720	3,333%	2,032%	2,614%	3,515%	4,805%	2,797%	3,939%	5,289%
R/Hk	-11000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,648%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,130%	1,863%	0,313%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,259%	3,725%	3,125%	1,000%	0,714%	0,385%	0,000%	0,000%
1700	7,130%	6,569%	5,938%	2,889%	2,500%	2,051%	1,528%	0,000%
1600	14,722%	10,392%	9,792%	9,333%	5,476%	4,872%	4,444%	1,667%
1500	20,000%	17,255%	14,583%	14,222%	13,810%	9,359%	8,750%	8,485%
1400	25,833%	26,078%	20,208%	20,111%	20,119%	17,179%	14,444%	14,394%
1300	31,852%	30,294%	30,521%	25,889%	26,429%	24,744%	19,583%	20,455%
1200	34,722%	35,392%	35,833%	30,889%	29,048%	30,000%	28,889%	21,667%
1100	44,444%	40,294%	41,354%	38,222%	33,690%	35,128%	31,111%	25,909%
1000	42,222%	44,412%	40,417%	42,556%	43,333%	39,487%	35,694%	36,667%
900	25,556%	28,235%	26,354%	29,333%	32,024%	27,436%	29,167%	30,606%
800	12,870%	11,373%	13,125%	15,222%	13,452%	15,641%	17,917%	21,061%
720	2,685%	3,529%	2,083%	3,000%	4,167%	5,000%	3,472%	4,545%
R/Hk	-12000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,427%	0,181%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,538%	1,176%	0,673%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	5,556%	2,896%	2,404%	1,846%	0,330%	0,118%	0,000%	0,000%
1700	8,889%	5,430%	5,192%	4,410%	1,868%	1,657%	1,026%	0,000%
1600	12,991%	12,670%	8,558%	8,000%	7,692%	4,142%	3,846%	3,217%
1500	18,034%	17,557%	16,635%	12,718%	12,418%	11,361%	7,949%	7,413%
1400	23,761%	23,620%	23,558%	18,462%	18,462%	18,343%	13,462%	13,007%
1300	33,932%	29,593%	29,712%	28,513%	24,176%	24,379%	22,949%	18,741%
1200	39,231%	34,751%	33,269%	33,846%	29,121%	27,337%	27,949%	23,636%
1100	44,786%	41,991%	38,462%	39,282%	36,044%	32,308%	33,462%	29,231%
1000	40,342%	39,819%	41,442%	39,897%	37,473%	37,278%	34,231%	30,769%
900	22,222%	23,982%	26,250%	24,923%	26,484%	28,166%	23,590%	23,916%
800	10,855%	12,127%	11,442%	13,026%	14,725%	13,964%	16,282%	17,622%
720	4,017%	2,896%	3,654%	4,718%	3,516%	4,497%	5,897%	4,336%
R/Hk	-13000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,794%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,460%	0,672%	0,446%	0,190%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,603%	3,950%	1,875%	1,429%	1,020%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	7,619%	7,059%	4,107%	3,714%	3,163%	1,209%	0,714%	0,390%
1600	11,587%	11,176%	10,536%	7,143%	6,633%	5,934%	3,214%	2,597%
1500	19,921%	16,387%	15,536%	14,476%	11,122%	10,879%	7,857%	6,494%
1400	26,825%	21,681%	21,875%	21,810%	16,633%	16,813%	16,905%	11,818%
1300	32,857%	31,597%	27,589%	28,095%	26,327%	22,637%	23,452%	20,519%
1200	36,667%	37,059%	32,946%	31,524%	31,837%	28,132%	26,190%	26,364%
1100	38,333%	38,992%	36,696%	33,238%	33,776%	30,769%	27,857%	28,442%
1000	36,746%	36,387%	35,893%	35,619%	33,571%	31,319%	28,810%	28,571%
900	19,921%	20,084%	21,696%	23,238%	21,429%	22,418%	22,024%	17,922%
800	10,159%	9,916%	11,071%	10,762%	12,245%	13,736%	13,571%	14,286%
720	3,016%	3,866%	3,036%	3,714%	4,694%	3,846%	5,000%	6,234%
R/Hk	-14000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,444%	0,235%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,704%	1,333%	0,250%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	3,778%	3,373%	2,750%	0,978%	0,667%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	8,963%	6,196%	5,500%	3,022%	2,667%	2,051%	0,556%	0,242%
1600	13,407%	10,118%	9,250%	9,067%	5,619%	5,436%	3,444%	2,424%
1500	18,963%	17,647%	14,500%	14,044%	11,429%	9,949%	9,333%	6,061%
1400	24,889%	24,706%	20,583%	20,267%	19,714%	15,590%	15,667%	14,061%
1300	30,593%	30,980%	29,667%	26,044%	26,667%	24,000%	21,556%	20,000%
1200	36,370%	32,078%	32,167%	28,711%	27,238%	27,179%	24,333%	22,424%
1100	36,593%	31,608%	32,083%	31,644%	27,238%	27,282%	23,222%	22,182%
1000	31,333%	32,706%	31,000%	29,956%	28,286%	26,872%	25,000%	22,424%
900	16,000%	17,098%	17,167%	17,956%	17,810%	16,308%	15,556%	12,606%
800	7,556%	8,235%	8,333%	8,800%	9,333%	10,359%	11,444%	11,030%
720	2,296%	2,667%	3,000%	2,578%	3,143%	3,590%	3,556%	4,242%
R/Hk	-15000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,208%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,431%	0,956%	0,547%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,861%	2,647%	2,188%	1,583%	0,357%	0,192%	0,000%	0,000%
1700	8,125%	7,132%	4,922%	4,167%	2,054%	1,731%	0,833%	0,227%
1600	12,222%	11,618%	8,359%	7,917%	6,786%	4,615%	4,167%	1,818%
1500	17,500%	16,691%	15,781%	12,667%	12,500%	9,231%	8,438%	7,159%
1400	26,597%	23,088%	22,813%	19,167%	18,839%	17,692%	14,583%	14,205%
1300	33,403%	28,971%	29,531%	27,583%	24,732%	24,808%	20,208%	21,023%
1200	29,792%	28,897%	25,391%	25,000%	22,411%	20,962%	19,375%	16,705%
1100	29,306%	29,265%	25,000%	25,000%	22,679%	20,577%	20,521%	16,364%
1000	26,944%	26,765%	26,797%	24,750%	23,214%	20,481%	18,854%	17,500%
900	11,667%	12,426%	12,969%	12,500%	12,321%	9,615%	8,958%	7,500%
800	4,653%	5,074%	5,547%	5,667%	5,982%	6,442%	6,875%	7,273%
720	1,042%	1,250%	1,328%	1,333%	1,429%	1,442%	1,771%	1,932%
R/Hk	-16000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,523%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,961%	1,522%	0,368%	0,157%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,118%	3,529%	1,765%	1,333%	0,252%	0,090%	0,000%	0,000%
1700	7,190%	6,574%	5,221%	3,608%	3,109%	1,357%	0,882%	0,107%
1600	13,137%	10,657%	10,074%	7,137%	6,639%	3,982%	3,627%	2,353%
1500	19,216%	15,571%	15,294%	13,176%	11,513%	10,498%	7,843%	7,594%
1400	25,621%	24,567%	21,471%	20,941%	17,647%	17,104%	13,922%	13,583%
1300	31,830%	31,488%	27,574%	27,843%	25,294%	23,620%	21,765%	19,679%
1200	23,399%	22,215%	20,662%	18,745%	17,395%	15,294%	14,020%	11,551%
1100	25,098%	21,869%	21,250%	18,039%	17,731%	14,299%	13,922%	11,979%
1000	22,941%	21,315%	20,882%	18,745%	17,395%	15,837%	13,627%	12,193%
900	7,908%	8,304%	8,603%	7,922%	6,975%	5,792%	3,922%	2,888%
800	2,549%	2,768%	2,794%	2,980%	3,193%	3,439%	3,235%	2,995%
720	0,131%	0,346%	0,221%	0,235%	0,252%	0,271%	0,392%	0,214%
R/Hk	-17000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,309%	0,131%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,420%	1,046%	0,833%	0,074%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,568%	2,941%	2,569%	0,963%	0,714%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	8,272%	5,817%	5,208%	3,185%	2,619%	1,026%	0,741%	0,101%
1600	12,531%	11,242%	8,958%	8,222%	5,794%	5,299%	3,241%	2,626%
1500	17,963%	17,124%	14,167%	13,556%	10,794%	10,085%	7,222%	7,071%
1400	24,198%	23,791%	22,153%	20,000%	18,968%	16,239%	15,370%	12,727%
1300	30,864%	28,235%	27,708%	24,519%	24,286%	20,598%	20,463%	16,768%
1200	18,642%	15,882%	15,069%	12,444%	11,429%	8,974%	8,148%	5,859%
1100	18,272%	16,863%	14,583%	13,333%	11,111%	9,915%	7,963%	6,768%
1000	17,037%	16,928%	14,514%	13,407%	10,873%	10,085%	7,407%	6,869%
900	5,309%	5,556%	4,931%	4,741%	2,778%	2,137%	0,926%	0,404%
800	0,926%	1,046%	1,111%	1,185%	1,349%	1,368%	0,926%	0,505%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-18000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,526%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,105%	0,805%	0,461%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,386%	2,724%	2,039%	0,912%	0,376%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	7,485%	6,687%	4,605%	4,000%	2,256%	1,781%	0,614%	0,287%
1600	11,579%	11,207%	8,224%	7,930%	5,188%	4,939%	2,719%	2,297%
1500	18,713%	16,285%	15,263%	12,772%	11,955%	9,474%	8,509%	6,316%
1400	25,146%	22,477%	21,579%	18,807%	18,120%	15,466%	14,649%	11,962%
1300	25,380%	23,715%	21,711%	20,140%	18,195%	16,680%	14,737%	13,589%
1200	13,216%	11,765%	9,803%	8,421%	6,541%	5,344%	3,860%	2,679%
1100	12,632%	11,641%	9,342%	8,561%	6,241%	5,506%	3,509%	2,775%
1000	13,099%	11,641%	10,197%	8,351%	6,917%	5,344%	3,860%	2,775%
900	2,865%	2,910%	2,566%	1,754%	0,677%	0,324%	0,000%	0,000%
800	0,175%	0,248%	0,197%	0,281%	0,226%	0,243%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-19000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,389%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,611%	1,353%	0,313%	0,133%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	3,778%	3,235%	1,625%	1,267%	0,286%	0,077%	0,000%	0,000%
1700	8,056%	6,176%	4,938%	3,533%	2,214%	1,462%	0,333%	0,182%
1600	12,611%	10,294%	9,375%	7,267%	6,214%	4,538%	3,417%	2,182%
1500	18,167%	16,529%	14,688%	12,600%	11,357%	8,923%	8,167%	5,818%
1400	19,611%	18,353%	16,063%	14,800%	12,714%	11,308%	9,500%	7,909%
1300	19,167%	18,294%	15,313%	14,933%	11,929%	11,538%	8,750%	8,273%
1200	8,944%	7,647%	5,500%	4,800%	2,786%	2,308%	0,917%	0,545%
1100	9,389%	7,235%	6,188%	4,467%	3,500%	2,154%	1,000%	0,545%
1000	9,222%	7,059%	6,250%	4,267%	3,571%	2,000%	1,250%	0,455%
900	1,333%	1,059%	0,813%	0,133%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-20000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,212%	0,056%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,222%	0,952%	0,595%	0,063%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,550%	2,745%	2,202%	0,952%	0,408%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	7,672%	5,602%	5,000%	3,175%	2,585%	1,319%	0,794%	0,173%
1600	12,063%	10,868%	8,988%	7,429%	6,122%	4,029%	3,492%	1,732%
1500	14,233%	13,557%	11,012%	10,349%	8,095%	7,179%	5,238%	3,983%
1400	15,556%	13,333%	11,845%	10,159%	7,959%	7,106%	5,000%	3,896%
1300	15,608%	12,717%	12,083%	9,651%	8,707%	6,667%	5,476%	3,983%
1200	5,926%	3,922%	3,333%	1,905%	1,088%	0,440%	0,000%	0,000%
1100	5,714%	4,314%	3,214%	1,651%	1,224%	0,293%	0,000%	0,000%
1000	5,397%	4,538%	3,036%	2,032%	1,156%	0,293%	0,079%	0,000%
900	0,370%	0,280%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-21000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,455%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,818%	1,070%	0,455%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,091%	2,941%	1,989%	0,727%	0,455%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	6,970%	6,471%	4,432%	3,576%	2,338%	0,909%	0,758%	0,000%
1600	11,212%	9,305%	7,443%	6,364%	4,740%	3,566%	2,500%	1,074%
1500	11,414%	9,037%	8,182%	6,242%	4,870%	3,706%	2,121%	1,405%
1400	11,263%	8,984%	8,068%	6,061%	4,935%	3,636%	2,121%	1,488%
1300	10,808%	9,679%	7,670%	6,364%	4,935%	3,427%	2,500%	1,322%
1200	2,929%	1,979%	1,193%	0,303%	0,065%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	2,879%	2,032%	1,080%	0,485%	0,130%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	3,232%	2,139%	1,023%	0,545%	0,065%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-22000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,290%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,643%	1,074%	0,326%	0,116%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,010%	3,069%	1,522%	1,101%	0,373%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	7,536%	5,882%	4,565%	3,304%	2,050%	1,271%	0,580%	0,000%
1600	7,585%	5,831%	4,891%	3,478%	2,174%	1,405%	0,507%	0,000%
1500	7,343%	6,292%	4,837%	3,246%	2,484%	1,271%	0,435%	0,158%
1400	7,150%	6,394%	4,674%	3,478%	2,547%	1,137%	0,652%	0,158%
1300	7,826%	6,240%	4,457%	3,594%	2,360%	1,271%	0,652%	0,079%
1200	1,256%	0,614%	0,054%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	1,401%	0,563%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	1,401%	0,460%	0,109%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-23000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,139%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	2,037%	0,882%	0,521%	0,056%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	4,120%	2,647%	1,771%	0,944%	0,238%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	4,861%	3,382%	2,604%	1,389%	0,595%	0,256%	0,000%	0,000%
1600	4,676%	3,676%	2,500%	1,222%	0,714%	0,192%	0,000%	0,000%
1500	5,046%	3,676%	2,344%	1,500%	0,714%	0,192%	0,000%	0,000%
1400	5,093%	3,578%	2,344%	1,611%	0,655%	0,064%	0,000%	0,000%
1300	5,046%	3,382%	2,552%	1,556%	0,595%	0,192%	0,000%	0,000%
1200	0,278%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,185%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,185%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-24000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,356%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	1,600%	1,271%	0,400%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	2,667%	1,788%	0,950%	0,267%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	2,622%	1,835%	0,900%	0,160%	0,057%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	2,756%	1,741%	0,800%	0,320%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	2,800%	1,647%	0,900%	0,427%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	2,711%	1,600%	1,000%	0,320%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	2,578%	1,882%	1,050%	0,267%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
720	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-25000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

V=100 km/h

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
700	5,111%	4,706%	1,250%	0,800%	0,571%	0,308%	0,333%	0,000%
600	9,778%	9,882%	8,750%	5,067%	3,714%	2,769%	2,667%	2,545%
500	14,667%	14,353%	14,250%	10,133%	8,000%	5,231%	5,667%	5,818%
470	13,556%	11,294%	11,500%	11,733%	11,714%	11,385%	11,000%	4,000%
R/Hk	-5000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1
3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,926%	0,784%	0,417%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
700	3,704%	3,137%	2,917%	2,889%	0,476%	0,256%	0,000%	0,000%
600	7,778%	7,647%	7,708%	7,111%	5,238%	2,821%	2,500%	2,121%
500	9,444%	9,412%	9,167%	8,444%	8,095%	6,667%	3,056%	3,030%
470	12,037%	11,765%	10,000%	6,222%	6,667%	6,154%	5,556%	4,545%
R/Hk	-6000							
s1-s2	4.5/-4.5	4.5/-4	4.5/-3.5	4.5/-3	4.5/-2.5	4.5/-2	4.5/-1.5	4.5/-1

3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	0,476%	0,336%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
700	2,540%	2,353%	2,143%	1,905%	1,429%	0,220%	0,000%	0,000%
600	9,524%	6,723%	6,250%	5,714%	5,102%	4,176%	2,143%	2,078%
500	6,190%	4,538%	3,214%	2,857%	2,653%	1,758%	0,238%	0,260%
470	5,556%	4,874%	4,464%	3,238%	1,837%	1,319%	1,190%	0,519%
R/Hk	-7000							
s1-s2	4,5/-4,5	4,5/-4	4,5/-3,5	4,5/-3	4,5/-2,5	4,5/-2	4,5/-1,5	4,5/-1
3000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
2000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1800	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1700	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1600	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1500	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1400	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1300	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1200	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1100	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
1000	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
900	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
800	1,111%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
700	4,167%	3,235%	1,719%	1,167%	0,893%	0,769%	0,000%	0,000%
600	5,139%	4,265%	2,813%	2,167%	1,964%	1,346%	0,000%	0,000%
500	1,944%	1,471%	0,625%	0,167%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
470	1,806%	1,029%	0,781%	0,333%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
R/Hk	-8000							
s1-s2	4,5/-4,5	4,5/-4	4,5/-3,5	4,5/-3	4,5/-2,5	4,5/-2	4,5/-1,5	4,5/-1

