



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διπλωματική Εργασία

Μέτρα Αποτροπής Αντίθετης Κίνησης σε Συνδετήριους Κλάδους Αυτοκινητόδρομων

Θωμάς Αντωνιάδης

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

Αθήνα, Μάρτιος 2025



National Technical University of Athens
School of Civil Engineering

Department of Transportation Planning and Engineering

Thesis

Wrong-Way Driving Mitigation Strategies on Motorway Exit Ramps

Thomas Antoniadis

Supervisor: Stergios Mavromatis, Associate
Professor NTUA

Athens, March 2025

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Στέργιο Μαυρομάτη, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., που μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και επίκαιρο θέμα. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία μας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα Αντώνη Κοντιζά, για τη βοήθεια του στην εφαρμογή των λογισμικών γεωαναφοράς και προσομοίωσης διαδρομής καθώς και τον Δημήτρη Νικολάου, Διδάκτορα και Ερευνητή στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, για τη βοήθειά του στην εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για όλη τη στήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2025

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάλυση και αποτροπή του φαινομένου της αντίθετης κίνησης στους συνδετήριους κλάδους εξόδου αυτοκινητόδρομου, ένα σπάνιο αλλά εξαιρετικά επικίνδυνο φαινόμενο, με σοβαρές επιπτώσεις στην ασφάλεια. Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, τη συλλογή δεδομένων από ελληνικούς αυτοκινητόδρομους και τη θεωρητική μοντελοποίηση, η μελέτη εντοπίζει βασικές αιτίες όπως η ανεπαρκής σήμανση και οι γεωμετρικές ασυνέπειες. Η ανάλυση χρησιμοποιεί ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που εκτιμά την πιθανότητα ένας συνδετήριος κλάδος εξόδου ανισόπεδου κόμβου να παρουσιάζει γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης και προτείνει γεωμετρικές βελτιώσεις. Συνολικά, τα ευρήματα παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη βελτίωση της ασφάλειας των αυτοκινητόδρομων, δίνοντας τη δυνατότητα για εύκολο εντοπισμό των ελλείψεων και σύνταξη προτάσεων.

Λέξεις κλειδιά: αντίθετη κίνηση, συνδετήριος κλάδος εξόδου, γεωμετρικές βελτιώσεις, λογιστική παλινδρόμηση

Abstract

This thesis focuses on analyzing and addressing the phenomenon of wrong-way driving on motorway exit ramps, a rare but hazardous occurrence, with severe safety implications. Drawing upon international literature, data collection from Greek motorways, and theoretical modeling, the study identifies key causes such as inadequate signage and geometric inconsistencies. The analysis utilizes a logistic regression model to estimate the probability that a motorway exit ramp has geometric and functional characteristics associated with wrong-way driving incidents and proposes geometric redesign measures. Overall, the findings provide a comprehensive framework for improving motorway safety, allowing for easy identification of deficiencies and drafting recommendations.

Keywords: wrong-way driving, exit ramp, geometric redesign, logistic regression

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	17
1.1	Γενική ανασκόπηση	17
1.2	Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	18
1.3	Μεθοδολογία	18
1.4	Δομή	19
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	20
2.1	Στοιχεία Ανισόπεδων Κόμβων	20
2.1.1	Τετρασκελείς Ανισόπεδοι Κόμβοι.....	20
2.1.1.1	ΑΚ Μορφής “Διαμάντι”	20
2.1.1.2	ΑΚ Μορφής “Τριφύλλι”	25
2.1.1.3	ΑΚ Διασταύρωσης Αυτοκινητόδρομων.....	32
2.1.2	Τρισκελείς Ανισόπεδοι Κόμβοι	34
2.1.2.1	ΑΚ Μορφής “Σάλπιγγα”	34
2.1.2.2	ΑΚ Διασταύρωσης Αυτοκινητόδρομων.....	36
2.2	ΗΠΑ.....	39
2.2.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	41
2.2.2	Προηγμένες τεχνολογίες	47
2.3	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	50
2.3.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	52
2.3.2	Οργανωτικά μέτρα.....	53
2.3.3	Προηγμένες τεχνολογίες	54
2.4	ΓΕΡΜΑΝΙΑ.....	55
2.4.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	58
2.4.2	Οργανωτικά μέτρα.....	60
2.4.3	Προηγμένες τεχνολογίες	60
2.5	ΙΑΠΩΝΙΑ.....	62
2.5.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	64
2.5.2	Προηγμένες τεχνολογίες	66
2.6	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.....	68
2.6.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	68
2.6.2	Προηγμένες Τεχνολογίες	71
2.7	ΕΛΛΑΔΑ.....	72
2.7.1	Παρεμβάσεις στην Υποδομή	72
2.7.2	Οργανωτικά μέτρα.....	72

2.7.3	Προηγμένες τεχνολογίες	73
2.8	Μέτρα που δεν προτείνονται πλέον για την αποτροπή της αντίθετης κίνησης.....	74
3	Ανάλυση Μεθοδολογίας.....	76
3.1	Θεωρητικό υπόβαθρο	79
3.1.1	Λογιστική Παλινδρόμηση	79
3.1.2	Αξιολόγηση μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης	80
4	Συλλογή και Επεξεργασία στοιχείων	82
4.1	Συλλογή στοιχείων.....	82
4.1.1	Συλλογή στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 1	82
4.1.2	Συλλογή στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 2.....	83
4.2	Επεξεργασία στοιχείων	84
4.2.1	Επεξεργασία στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 1.....	84
4.2.2	Επεξεργασία στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 2.....	94
4.2.3	Κατασκευή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης	100
5	Εφαρμογή Μεθοδολογίας	104
5.1	Παραδείγματα εφαρμογής βελτιώσεων	110
5.1.1	ΑΚ #1-25 (κυκλικός κόμβος).....	110
5.1.2	ΗΚ #1-4 (κυκλικός κόμβος)	112
5.1.3	ΑΚ #1-10 (ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ διαμάντι)	114
5.1.4	ΑΚ #1-3 (ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο).....	117
5.2	Εφαρμογή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης	119
5.2.1	ΑΚ χωρίς καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης.....	119
5.2.2	ΑΚ με καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης.....	122
6	Συμπεράσματα.....	128
6.1	Σύνοψη αποτελεσμάτων και συμπεράσματα	128
6.2	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	131
7	Βιβλιογραφία.....	132
8	Παράρτημα	136
8.1	Γεωαναφορά και Επεξεργασία κόμβων	136
8.2	Τυπικά Παραδείγματα.....	139
8.3	Δεδομένα μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.....	142
8.4	Δεδομένα Αυτοκινητόδρομου 1 για αντίθετη κίνηση σε συνδετήριους κλάδους εξόδου 143	
8.5	Δεδομένα αντίθετης κίνησης Αυτοκινητόδρομου 2	149

Εικόνες

Εικόνα 2.1 ΑΚ μορφής “διαμάντι” [1].	21
Εικόνα 2.2(α,β) Διαδοχική και παράλληλη διάταξη αριστερόστροφων κινήσεων σε ΑΚ μορφής “διαμάντι” [3].	22
Εικόνα 2.3 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με ένα σημείο διασταύρωσης [2].	23
Εικόνα 2.4 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με διευρυμένη περιοχή διασταύρωσης [2].	24
Εικόνα 2.5 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “αποκλίνον διαμάντι” [4].	24
Εικόνα 2.6(α,β). Λειτουργικά σχήματα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με κυκλικό κόμβο [3].	25
Εικόνα 2.7(α,β). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “πλήρους τετράφυλλου” με και χωρίς συλλεκτήρια – κατανεμητήρια οδό [2].	27
Εικόνα 2.8(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “τριφύλλι” με ημι-κατευθυντήριους συνδετήριους κλάδους [3].	28
Εικόνα 2.9(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Α [1].	29
Εικόνα 2.10(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Β [1].	30
Εικόνα 2.11(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου ΑΒ [1].	31
Εικόνα 2.12(α,β). ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Α2 με κατευθυντήριο και έμμεσης μορφής κλάδο εξόδου [1], [2].	32
Εικόνα 2.13(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ σε αυτοκινητόδρομους [2].	33
Εικόνα 2.14(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ μορφής “σάλπιγγα” [7].	34
Εικόνα 2.15(α,β). Σχεδιασμός δεξιάς στρέφουσας κίνησης εισόδου στην περίπτωση ενιαίου οδοστρώματος στη δευτερεύουσα οδό [2].	35
Εικόνα 2.16(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ μορφής “αχλάδι” [3].	37
Εικόνα 2.17(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ με ομοιόμορφες αριστερόστροφες κινήσεις [4].	38
Εικόνα 2.18 Πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης σε ΑΚ “διαμάντι”, “τριφύλλι”, “αποκλίνων διαμάντι” – ΗΠΑ [5].	40
Εικόνα 2.19 Πινακίδα “Do Not Enter” – ΗΠΑ [5].	41
Εικόνα 2.20 Πινακίδα “Wrong Way” – ΗΠΑ [5].	41
Εικόνα 2.21 Πινακίδα με LED – ΗΠΑ [5].	42
Εικόνα 2.22 Επέκταση γραμμής λωρίδας σε διασταύρωση – ΗΠΑ [5].	42
Εικόνα 2.23 Μετακίνηση γραμμής στάσης προς τα εμπρός – ΗΠΑ [5].	43
Εικόνα 2.24 Οριοθετημένη και βαμμένη νησίδα μεταξύ συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου – ΗΠΑ [5].	43
Εικόνα 2.25 Υπερβολικές διαφορές κλίσης μεταξύ συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου – ΗΠΑ [5].	44
Εικόνα 2.26 Μη υπερβατή νησίδα – ΗΠΑ [5].	44
Εικόνα 2.27 Εφαρμογή διαμήκη διαχωρισμού με κολωνάκια για την απαγόρευση της εισόδου από αριστερή στροφή – ΗΠΑ [5].	45
Εικόνα 2.28 Εφαρμογή υπερυψωμένης διαχωριστικής νησίδας για ΑΚ μορφής “σάλπιγγας” [5].	45
Εικόνα 2.29 Διαφορετικές γωνίες που συνδέουν τον συνδετήριο κλάδο εξόδου και τη διασταύρωση [5].	46

Εικόνα 2.30 Σύστημα ανίχνευσης με ραντάρ μικροκυμάτων κατά μήκος του συνδετήριου κλάδου εξόδου [5].....	47
Εικόνα 2.31 Σύστημα με επεξεργαστές εικόνas βίντεο [5].....	48
Εικόνα 2.32 Ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου [5].....	49
Εικόνα 2.33 Φάροι ταχείας αναλαμπής σε συνδετήριο κλάδο εξόδου – ΗΠΑ [5].....	49
Εικόνα 2.34 Πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης – ΟΛΛΑΝΔΙΑ [9].	51
Εικόνα 2.35 Η πινακίδα C2 “Verboden in te rijden” (Απαγορεύεται η είσοδος) με την υποσημείωση “ga terug” (επιστροφή) [7].	52
Εικόνα 2.36 Παράδειγμα οριοθέτησης γραμμών οδήγησης – ΟΛΛΑΝΔΙΑ [7].....	53
Εικόνα 2.37 Κλείσιμο λωρίδων κυκλοφορίας - ΟΛΛΑΝΔΙΑ.....	53
Εικόνα 2.38 Ατυχήματα με τραυματισμούς λόγω αντίθετης κίνησης σε συνάρτηση με τη θέση – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].	55
Εικόνα 2.39 Απώλειες λόγω αντίθετης κίνησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].....	55
Εικόνα 2.40 Συνέπειες των εξετασμένων ατυχημάτων λόγω αντίθετης κίνησης (n = 224) – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].	56
Εικόνα 2.41 Αντίθετη κίνηση σε ΑΚ μορφής “τριφύλλι” – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].	57
Εικόνα 2.42 Αντίθετη κίνηση σε ΑΚ μορφής “σάλπιγγα” – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].	57
Εικόνα 2.43 Συνδετήριοι κλάδοι εισόδου και εξόδου με εμφανή σήμανση – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].	58
Εικόνα 2.44 Πινακίδα δυναμικής καθοδήγησης διαδρομής/πληροφοριών κυκλοφορίας - ΓΕΡΜΑΝΙΑ.....	58
Εικόνα 2.45 Υποδειγματική αναπαράσταση της βελτιστοποιημένης σήμανσης σε διασταυρώσεις – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].	59
Εικόνα 2.46 Υποδειγματική αναπαράσταση της σήμανσης στην περιοχή του συνδετήριου κλάδου της διασταύρωσης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].	59
Εικόνα 2.47 Ενσωμάτωση προειδοποιήσεων στα συστήματα πλοήγησης για την πρόληψη της αντίθετης κίνησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].....	60
Εικόνα 2.48 Ενσωμάτωση προειδοποιήσεων για οδηγούς που εκτελούν αντίθετη κίνηση σε συστήματα πλοήγησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].	61
Εικόνα 2.49 Αριθμός ατυχημάτων αντίθετης κίνησης (2011-2018) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].	63
Εικόνα 2.50 Σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης – ΙΑΠΩΝΙΑ [13].....	64
Εικόνα 2.51 Μεγάλο βέλος οδοστρώματος, πόλοι από καουτσούκ, βέλος υψηλής ανακλαστικότητας – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].....	64
Εικόνα 2.52 Πινακίδα προειδοποίησης (εγκατάσταση ανάπαυσης) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].....	65
Εικόνα 2.53 Οδική σήμανση με βέλη, προειδοποιητικές πινακίδες (έξοδος κόμβου) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].	65
Εικόνα 2.54 Ηλεκτρονικές και κανονικές πινακίδες προειδοποίησης αντίθετης κίνησης – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].	65
Εικόνα 2.55 Σύστημα οδικής προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με διαφορετικούς τύπους αισθητήρων – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].	66
Εικόνα 2.56 Σύστημα ειδοποίησης αντίθετης κίνησης με χρήση GPS και ψηφιακού χάρτη – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].	67
Εικόνα 2.57 Σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με επικοινωνία οδού-οχήματος (DSRC) – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].	67
Εικόνα 2.58 Σήμανση “Drive on left in Australia” που χρησιμοποιείται στην κοιλάδα “Barossa” [18].	68
Εικόνα 2.59 WRONG WAY GO BACK σε ηλεκτρονική πινακίδα – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.....	69

Εικόνα 2.60 Σήμανση λανθασμένης κατεύθυνσης/επιστροφής στην έξοδο του αυτοκινητόδρομου – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ [18].	70
Εικόνα 2.61 Χρήση της διοχέτευσης για την απαγόρευση των δεξιών στροφών – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ [18].	70
Εικόνα 2.62 Πινακίδα “Λάθος Κατεύθυνση” – ΕΛΛΑΔΑ.	72
Εικόνα 2.63 Τυπική είσοδος σε συνδετήριο κλάδο ελληνικού αυτοκινητόδρομου.	72
Εικόνα 2.64 Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας – ΕΛΛΑΔΑ [20].	73
Εικόνα 2.65 Εγκατάσταση καρφιών.	75
Εικόνα 2.66 Οδικό φράγμα [9].	75
Εικόνα 3.1 Διαστάσεις πρότυπου οχήματος.	77
Εικόνα 3.2 Διάγραμμα ροής εφαρμογής μεθοδολογίας	78
Εικόνα 4.1 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	84
Εικόνα 4.2 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	85
Εικόνα 4.3 Τύπος οχήματος αντίθετης κίνησης σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	85
Εικόνα 4.4 Κλάδος έναρξης αντίθετης κίνησης σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	86
Εικόνα 4.5 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	86
Εικόνα 4.6 Κατεύθυνση αντίθετης κίνησης από κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	87
Εικόνα 4.7 Τύπος οχήματος αντίθετης κίνησης σε κλάδους εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	88
Εικόνα 4.8 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ περίοδος 2017-2024 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	89
Εικόνα 4.9 Συχνότητα περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	90
Εικόνα 4.10 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	91
Εικόνα 4.11 Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	94
Εικόνα 4.12 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	94
Εικόνα 4.13 Κλάδος έναρξης αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	95
Εικόνα 4.14 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	95
Εικόνα 4.15 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) στους Αυτοκινητόδρομους 2Α και 2Β.	96
Εικόνα 4.16 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	97
Εικόνα 4.17 Συχνότητα περιστατικών αντίθετης κίνησης, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2	98
Εικόνα 5.1 Τυπικός σχεδιασμός συνδετηρίου κλάδου-διασταύρωσης σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο [5].	104
Εικόνα 5.2 Γωνίες κατευθυντήριων νησίδων [30].	105
Εικόνα 5.3 Συνδετήριο κλάδος εξόδου 141 του I-81 στη Βιρτζίνια [5].	106
Εικόνα 5.4 Συνδετήριο κλάδος εξόδου 147 του I-85 στο Commerce, GA [5].	107

Εικόνα 5.5 Διατάξεις αδιαίρετων διασταυρώσεων που αποθαρρύνουν την αντίθετη κίνηση [5].	108
Εικόνα 5.6 Διατάξεις διαχωρισμένων διασταυρώσεων που αποθαρρύνουν την αντίθετη κίνηση [5].	108
Εικόνα 5.7 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #1-25 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).	111
Εικόνα 5.8 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΗΚ #1-4 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).	113
Εικόνα 5.9 Βελτιώσεις στην βόρεια έξοδο στον ΑΚ #1-10 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).	115
Εικόνα 5.10 Βελτιώσεις στην νότια έξοδο στον ΑΚ #1-10 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).	116
Εικόνα 5.11 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #1-3(ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).	118
Εικόνα 5.12 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.	119
Εικόνα 5.13 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.	120
Εικόνα 5.14 Κυκλικός κόμβος σε ΑΚ χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.	121
Εικόνα 5.15 Έξοδος ΑΚ #2B-1.	122
Εικόνα 5.16 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #2B-1.	124
Εικόνα 5.17 Έξοδος ΗΚ #2A-3.	125
Εικόνα 5.18 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΗΚ #2A-3.	126
Εικόνα 8.1 Περιβάλλον QGIS.	136
Εικόνα 8.2 Φόρτωση Google Earth.	136
Εικόνα 8.3 Εισαγωγή ελληνικού συστήματος συντεταγμένων.	137
Εικόνα 8.4 Εξαγωγή γεωαναφερμένης εικόνας.	137
Εικόνα 8.5 Αποθήκευση γεωαναφερμένης εικόνας.	138
Εικόνα 8.6 Τυπικές εφαρμογές έναντι της αντίθετης κίνησης σε συνδετήριο κλάδο εξόδου σε ΑΚ Διαμάντι [35].	140
Εικόνα 8.7 Τυπικές εφαρμογές έναντι της αντίθετης κίνησης σε συνδετήριο κλάδο εξόδου σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο/Σάλπιγγα [35].	141

Πίνακες

Πίνακας 2.1 Θανατηφόρα ατυχήματα αντίθετης κίνησης ανά έτος (2010-2018)-ΗΠΑ [6]. ...	39
Πίνακας 2.2 Αριθμός περιστατικών αντίθετης κίνησης ανά έτος (2001-2018) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].	62
Πίνακας 4.1 Τύποι ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1.....	83
Πίνακας 4.2 ΑΚ και κατεύθυνση αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	87
Πίνακας 4.3 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ περίοδος 2017-2024 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	88
Πίνακας 4.4 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	91
Πίνακας 4.5 Περιστατικά αντίθετης κίνησης προς την Κατεύθυνση 1, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	92
Πίνακας 4.6 Περιστατικά αντίθετης κίνησης προς την Κατεύθυνση 2, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	93
Πίνακας 4.7 Περιστατικά αντίθετης κίνησης και στις δύο κατευθύνσεις, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.	93
Πίνακας 4.8 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	97
Πίνακας 4.9 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.	99
Πίνακας 4.10 Περιστατικά αντίθετης κίνησης, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2Α.....	99
Πίνακας 4.11 Περιστατικά αντίθετης κίνησης, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2Β.....	99
Πίνακας 4.12 Επίδραση συντελεστών στην πιθανότητα.....	102
Πίνακας 4.13 Δείκτες αξιολόγησης λογιστικού μοντέλου.....	103
Πίνακας 6.1 Εφαρμογή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης σε ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 2.....	130
Πίνακας 8.1 Δεδομένα μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.....	142
Πίνακας 8.2 Δεδομένα Αυτοκινητόδρομου 1 για αντίθετη κίνηση σε συνδετήριους κλάδους εξόδου.	143
Πίνακας 8.3 Δεδομένα αντίθετης κίνησης Αυτοκινητόδρομου 2.	149

1 Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

Οι οδηγοί που εκτελούν αντίθετη κίνηση, δηλαδή οι οδηγοί που εισέρχονται στην αντίθετη κατεύθυνση κυκλοφορίας σε αυτοκινητόδρομους αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για την ασφάλεια των άλλων οδηγών και των ιδίων. Η αντίθετη κίνηση σε αυτοκινητόδρομους αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, καθώς τα οχήματα που κινούνται αντίθετα σε λωρίδα μονής κατεύθυνσης ή στο αντίθετης κατεύθυνσης οδόστρωμα, απειλούν τη ζωή όλων των συμμετεχόντων στην κυκλοφορία.

Σε σύγκριση με άλλους τύπους ατυχημάτων σε αυτοκινητόδρομους, η αντίθετη κίνηση, παρόλο που είναι σπάνια, δύναται να οδηγήσει σε σοβαρούς τραυματισμούς ή και θανάτους με μεγαλύτερη βεβαιότητα.

Η αιτία έναρξης της αντίθετης κίνησης δεν είναι πάντα απαραίτητα ο οδηγός. Ανεπαρκείς πινακίδες ή σημάνσεις, λανθασμένη θέση ή τοποθέτηση και χαμηλή ευκρίνεια, ελλιπώς μελετημένη διάταξη του κόμβου ή της διασταύρωσης, έλλειψη κεντρικών και κατευθυντήριων νησίδων, δυσμενείς ακτίνες στροφής, και μεγάλα ανοίγματα, αποτελούν μερικούς από τους λόγους αντίθετης εισόδου σε αυτοκινητόδρομο.

Προκειμένου να αποτραπεί η εμφάνιση αυτών των εξαιρετικά επικίνδυνων κυκλοφοριακών καταστάσεων και των τραγικών ατυχημάτων που προκύπτουν, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν και να εισαχθούν τα κατάλληλα μέτρα που θα αποτρέπουν συστηματικά την αντίθετη κίνηση ή τουλάχιστον θα προειδοποιούν κατάλληλα τον οδηγό και θα τον αποθαρρύνουν από τη συνέχιση αυτής της συμπεριφοράς.

Σύμφωνα με την ανάλυση της ξένης βιβλιογραφίας τα μέτρα που λαμβάνονται γενικά συνοψίζονται σε τρεις κατηγορίες, τις παρεμβάσεις στην υποδομή, τα οργανωτικά μέτρα και τις προηγμένες τεχνολογίες.

Παρεμβάσεις στην Υποδομή

- **Οριζόντια, κατακόρυφη σήμανση και σηματοδότηση:** Προορίζονται για την καθοδήγηση και την προειδοποίηση των οδηγών, καθώς και για την αποτροπή αντίθετης κίνησης στις διασταυρώσεις.
- **Σαφής και αποτελεσματικός σχεδιασμός των γεωμετρικών στοιχείων χάραξης:** Περιορίζει κυριολεκτικά τη δυνατότητα αντίθετης κίνησης και εξασφαλίζει τη σωστή και ασφαλή χρήση της οδού.

Οργανωτικά μέτρα

Συνήθως πρόκειται για ειδοποιήσεις μέσω ραδιοφώνου σε περίπτωση εντοπισμού περιστατικού αντίθετης κίνησης και ειδοποίηση των υπόλοιπων χρηστών της οδού.

Προηγμένες τεχνολογίες

Χρησιμοποιούνται συνήθως **ευφυή συστήματα μεταφορών** για την ανίχνευση της αντίθετης κίνησης, την αποστολή ειδοποιήσεων στο κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας και την προειδοποίηση των οδηγών.

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η αντίθετη κίνηση είναι ένα φαινόμενο που πλήττει και τους ελληνικούς αυτοκινητόδρομους και ξεκινά από την αντίθετη είσοδο στον συνδεδετήριο κλάδο εξόδου ενός ΑΚ. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να δώσει **γεωμετρικές βελτιώσεις για τους συνδεδετικούς κλάδους εξόδου των ΑΚ** που θα εξαλείφουν την αντίθετη κίνηση ή τουλάχιστον θα αποθαρρύνουν τους οδηγούς από την εκτέλεση αντίθετου ελιγμού.

Οι τελικές βελτιώσεις που δίνονται, βασίζονται σε αντίστοιχα ζητήματα στην αμερικάνικη βιβλιογραφία, καθώς κρίνεται απαραίτητο οι βελτιώσεις αυτές να είναι θεμελιωμένες και να έχουν αποδεδειγμένη επιρροή στην αντιμετώπιση της αντίθετης κίνησης. Με σκοπό την υποστήριξη της σημασίας των παρεμβάσεων κατασκευάζεται και ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που εκτιμά την πιθανότητα ένας συνδεδετικός κλάδος εξόδου ανισόπεδου κόμβου να παρουσιάζει γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης.

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από τη πραγματοποίηση της μελέτης, είναι η κατηγοριοποίηση των πιθανών βελτιώσεων στους συνδεδετικούς κλάδους εξόδου ανά μορφή κόμβου και συνεπώς ο εύκολος προσδιορισμός των ελλείψεων και η σύνταξη των προτάσεων.

1.3 Μεθοδολογία

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Πρωτίστως, καθορίζεται ο στόχος της εργασίας και εξετάζονται αντίστοιχες μελέτες για την αντίθετη κίνηση στην ξένη και την εγχώρια βιβλιογραφία. Έχοντας πλέον δημιουργήσει το πλαίσιο των πιθανών λύσεων του φαινομένου της αντίθετης κίνησης από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, συλλέγονται στοιχεία από τους ελληνικούς αυτοκινητόδρομους για τα περιστατικά που παρουσιάζουν. Τα στοιχεία αυτά επεξεργάζονται με σκοπό την εύρεση των εξόδων των ΑΚ με τα περισσότερα περιστατικά αντίθετης κίνησης. Στη συνέχεια, καθορίζονται οι πιθανές βελτιώσεις ανά μορφή κόμβου στην έξοδο και μπορούν να προταθούν ακριβής και έγκυρες γεωμετρικές επεμβάσεις στις κρίσιμες εξόδους για την εύρυθμη λειτουργία του κόμβου και την αντιμετώπιση της αντίθετης κίνησης. Επιπλέον, μέσω ενός μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται περαιτέρω υπόσταση στις προτάσεις βελτίωσης των συνδεδετικών κλάδων εξόδου.

1.4 Δομή

Κεφάλαιο 1: Στο κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται μια γενική ανασκόπηση του φαινομένου της αντίθετης κίνησης και της αντιμετώπισής του, καθορίζεται ο στόχος και η μεθοδολογία που ακολουθείται για να επιτευχθεί και τέλος δίνεται η δομή της μελέτης για ευκολότερη κατανόηση των περιεχομένων.

Κεφάλαιο 2: Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, δηλαδή γίνεται μια αναζήτηση σε σχετικές έρευνες και μεθοδολογίες με σκοπό να βρεθούν χρήσιμα ευρήματα για τη Διπλωματική Εργασία, όμως πρώτα δίνεται το γενικό πλαίσιο σχεδιασμού ανισόπεδων κόμβων ώστε να υπάρχει κατανόηση των θεμάτων που θα εξεταστούν.

Κεφάλαιο 3: Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η ανάλυση της μεθοδολογίας με τα βήματα που ακολουθήθηκαν, καθώς και οι βάσεις για τη δημιουργία του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.

Κεφάλαιο 4: Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η συλλογή και επεξεργασία στοιχείων για τα περιστατικά αντίθετης κίνησης στους Αυτοκινητόδρομους 1 και 2. Πιο συγκεκριμένα, για το υπο-κεφάλαιο της συλλογής στοιχείων παρουσιάζονται οι πηγές των στοιχείων, το εύρος τους (περίοδος και περιοχή αναφοράς) καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά τους (υπο-κατηγορίες, κλπ.). Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση των προβλημάτων διαθεσιμότητας, ακρίβειας και αξιοπιστίας. Στο υπο-κεφάλαιο της επεξεργασίας στοιχείων, δίνεται η ανάλυση και η κατηγοριοποίηση τους, με σκοπό τελικά να οριστούν οι προβληματικοί έξοδοι. Τέλος, παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.

Κεφάλαιο 5: Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι βελτιώσεις που ενδέχεται να γίνουν ανά τύπο κόμβου σε μία προβληματική έξοδο, παραδείγματα με τις γεωμετρικές βελτιώσεις που προκύπτουν για τις εξόδους των ΑΚ που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4 καθώς και η εφαρμογή του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.

Κεφάλαιο 6: Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο της αντίθετης κίνησης.

Κεφάλαιο 7: Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η βιβλιογραφία με όλες τις συναφείς πηγές και έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της Διπλωματικής Εργασίας.

Κεφάλαιο 8: Στο κεφάλαιο 8 βρίσκεται το Παράρτημα, όπου δίνεται οποιαδήποτε επιπλέον πληροφορία κρίνεται απαραίτητη.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα μέτρα που λαμβάνονται ανά τον κόσμο διαφέρουν ελαφρώς, ωστόσο διατηρούν τον ίδιο σκοπό ελαχιστοποίησης της πιθανότητας εκτέλεσης αντίθετης κίνησης. Σε περίπτωση βέβαια, τέτοιου περιστατικού, θέτουν ως βασική αρχή την ειδοποίηση του ίδιου του οδηγού που πραγματοποιεί αντίθετη κίνηση αλλά και των υπόλοιπων χρηστών της οδού.

Για τη σύγκριση και την επέκταση των μέτρων στον ελλαδικό χώρο συζητούνται χώρες με εξελιγμένα συστήματα αυτοκινητόδρομων, που είναι συνάμα πρωτοπόρες στη γεωμετρική χάραξη οδών. Οι χώρες που εξετάζονται είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ), η Ολλανδία, η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Αυστραλία. Γίνεται, τέλος, μία σύντομη ανασκόπηση και για την Ελλάδα.

Παρακάτω παρουσιάζονται πρώτα οι μορφές των ανισόπεδων κόμβων (ΑΚ) που χρησιμοποιούνται και στη συνέχεια αναλυτικά η κατάσταση στην εκάστοτε χώρα αναφορικά με την αντίθετη κίνηση σε αυτοκινητόδρομο.

2.1 Στοιχεία Ανισόπεδων Κόμβων

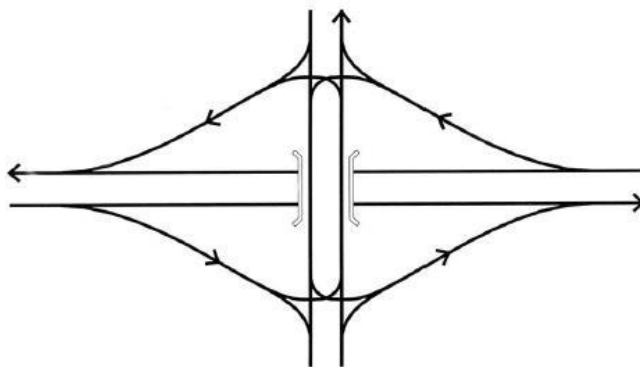
2.1.1 Τετρασκελείς Ανισόπεδοι Κόμβοι

Στα εδάφια που ακολουθούν εξετάζονται οι συνηθέστερες διατάξεις και παραλλαγές τετρασκελών ανισόπεδων κόμβων.

2.1.1.1 ΑΚ Μορφής “Διαμάντι”

Αποτελεί την απλούστερη μορφή τετρασκελούς ΑΚ. Εφαρμόζεται κυρίως σε αστικές περιοχές δεδομένου του περιορισμένου σχετικά εύρους κατάληψης που παρουσιάζει. Η κυκλοφορία επί των τεσσάρων συνδετήριων κλάδων, οι οποίοι είναι μονής κατεύθυνσης, γενικά είναι άνετη ως προς τις αναπτυσσόμενες ταχύτητες.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ΑΚ μορφής “διαμάντι” είναι οι ισόπεδες διασταυρώσεις με τη δευτερεύουσα οδό, οι οποίες στις περιπτώσεις αυξημένων αριστερόστροφων κινήσεων από και προς τους συνδετήριους κλάδους, ή υψηλών φόρτων επί της δευτερεύουσας οδού πρέπει να είναι σηματοδοτούμενες (Εικόνα 2.1). Οι φάσεις σηματοδότησης στην τυπική αυτή διάταξη είναι 4.

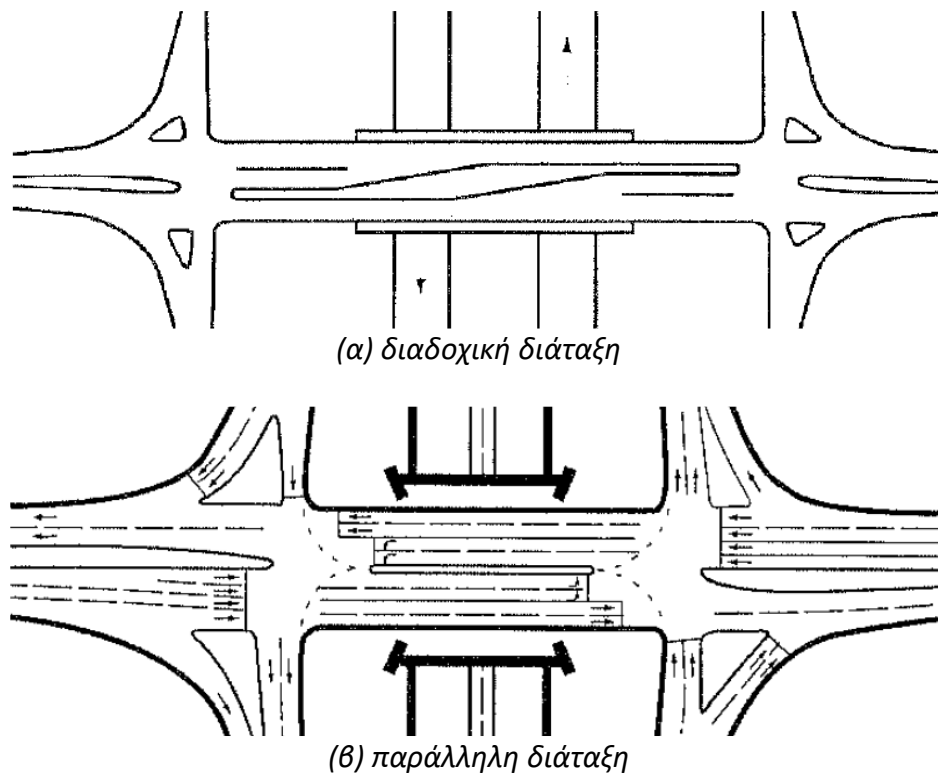


Εικόνα 2.1 ΑΚ μορφής “διαμάντι” [1].

Στη γενική μορφή του ΑΚ μορφής “διαμάντι” (Εικόνα 2.1), υπό προϋποθέσεις (πχ. ύπαρξη εναλλακτικών συνδέσεων, ανάγλυφο εδάφους, κλπ.), είναι δυνατή η παράλειψη σχεδιασμού των δύο απέναντι συνδετήριων κλάδων. Στην περίπτωση αυτή προκύπτει ημι-κόμβος είτε εξόδου – εισόδου (παράλειψη του δεξιού ζεύγους απέναντι συνδετήριων κλάδων) από και προς, είτε εισόδου – εξόδου (παράλειψη του αριστερού ζεύγους απέναντι συνδετήριων κλάδων) προς και από, την κύρια αρτηρία αντίστοιχα.

Η απόσταση μεταξύ των ισόπεδων κόμβων επί της δευτερεύουσας οδού, πρέπει γενικά να είναι μεγαλύτερη των 200m προκειμένου να παρέχονται τα αναγκαία μήκη ορατότητας από τις υψομετρικές διαμορφώσεις.

Στην Εικόνα 2.2 απεικονίζεται τμήμα του λειτουργικού σχήματος τυπικής μορφής ΑΚ τύπου “διαμάντι”, όπου η διάταξη των αριστερόστροφων κινήσεων εισόδου στην κύρια οδό είναι διατεταγμένες διαδοχικά (Εικόνα 2.2α) και παράλληλα (Εικόνα 2.2β) αντίστοιχα. Θεωρώντας ότι και στις δύο περιπτώσεις η απόσταση των συνδετήριων κλάδων παραμένει σταθερή, προφανώς η παράλληλη διάταξη υπερτερεί λειτουργικά. Γενικά, για τους ίδιους φόρτους αριστερόστροφων κινήσεων, η παράλληλη διάταξη επιτρέπει το σχεδιασμό των συνδετήριων κλάδων σε κοντινότερες αποστάσεις και άρα απαιτούνται μικρότερες απαλλοτριώσεις, δηλαδή μικρότερο κόστος κατασκευής. Βέβαια, η εκτίμηση του μικρότερου κόστους κατασκευής στην περίπτωση αυτή είναι σχετική, καθώς απαιτείται μεγαλύτερο τεχνικό έργο. Σε κάθε περίπτωση όμως, η παραλλαγή που φαίνεται στην Εικόνα 2.2β, η οποία ονομάζεται “στενό αστικό διαμάντι” [tight urban diamond interchange (TUDI)] θεωρείται ιδανική λύση σε αστικό περιβάλλον με στενότητα χώρου. Στην περίπτωση αυτή η απόσταση μεταξύ των ισόπεδων κόμβων επί της δευτερεύουσας οδού είναι μεταξύ 75m – 90m.



Εικόνα 2.2(α,β) Διαδοχική και παράλληλη διάταξη αριστερόστροφων κινήσεων σε ΑΚ μορφής “διαμάντι” [3].

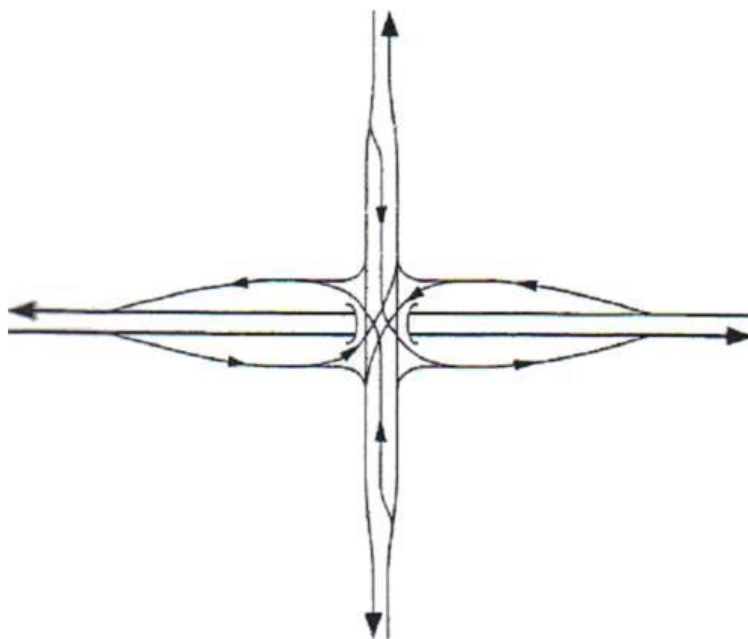
Στις περιπτώσεις χωροθέτησης ΑΚ μορφής “διαμάντι” σε αστικές περιοχές με υψηλούς φόρτους, εφαρμόζονται γενικά διάφορες παραλλαγές των διατάξεων που απεικονίζονται στην Εικόνα 2.2. Οι παραλλαγές αυτές έχουν ως βασικό στόχο την απομείωση των σημείων διασταύρωσης των αριστερόστροφων κινήσεων επί της δευτερεύουσας οδού. Τόσο στην Εικόνα 2.2α, όσο και στην Εικόνα 2.2β, τα σημεία αυτά είναι δύο.

Στην Εικόνα 2.3 φαίνεται παραλλαγή ΑΚ μορφής “διαμάντι” με ένα σημείο διασταύρωσης, η οποία εφαρμόζεται εκτός από αστικούς και σε υπεραστικούς κόμβους. Σε ό,τι αφορά στο τεχνικό έργο, παρότι μια τέτοια λύση παρουσιάζει υψηλό κόστος κατασκευής, εντούτοις πλεονεκτεί έναντι της συμβατικής διάταξης καθώς περιορίζεται ο χώρος κατάληψης του ΑΚ γεγονός που ενδεχομένως δύναται να μειώσει το συνολικό κόστος κατασκευής, ιδιαίτερα εντός αστικών περιοχών. Από λειτουργικής άποψης, δεδομένου ότι οι αντίθετες αριστερές στροφές εισόδου και εξόδου αντίστοιχα διεξάγονται ταυτόχρονα, ο συνεπαγόμενος περιορισμός των υπόψη σημείων διασταύρωσης έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη βελτίωση στην κυκλοφοριακή ικανότητα καθώς:

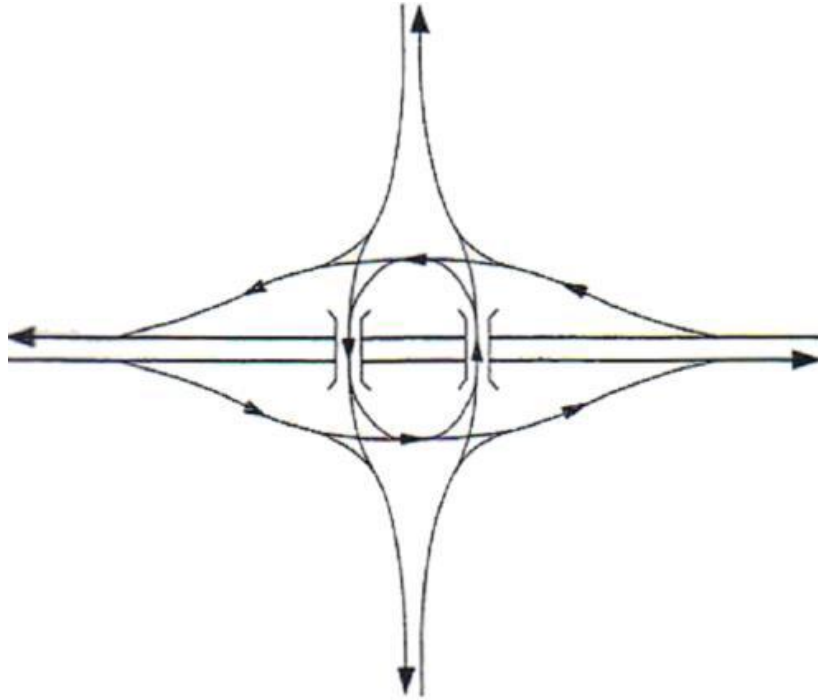
- Απαιτούνται πλέον 3 φάσεις σηματοδότησης έναντι 4 φάσεων στη συμβατική διάταξη
- Οι ακτίνες των αριστερόστροφων κινήσεων είναι πιο μεγάλες με αποτέλεσμα τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγαλύτερων ταχυτήτων
- Παρατηρούνται μικρότερες συνολικά καθυστερήσεις

Μια άλλη παραλλαγή του συμβατικού ΑΚ μορφής “διαμάντι” είναι αυτή στην οποία εφαρμόζεται διευρυμένη περιοχή σηματοδοτούμενης διασταύρωσης με δύο τεχνικά έργα μονόδρομης κυκλοφορίας (Εικόνα 2.4). Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της διάταξης, πέρα από το περιορισμένο σχετικά εύρος κατάληψης αποτελεί η απαίτηση μόνο δύο φάσεων σηματοδότησης. Κατά συνέπεια, η εφαρμογή της διάταξης με διευρυμένη περιοχή σηματοδοτούμενης διασταύρωσης είναι ιδιαίτερα αποδοτική στις περιπτώσεις κόμβων που εξυπηρετούν υψηλούς φόρτους σε συνθήκες σχετικά περιορισμένου χώρου. Η απόσταση μεταξύ των ισόπεδων κόμβων επί της δευτερεύουσας οδού, στην περίπτωση αυτή γενικά κυμαίνεται μεταξύ 90m – 120m.

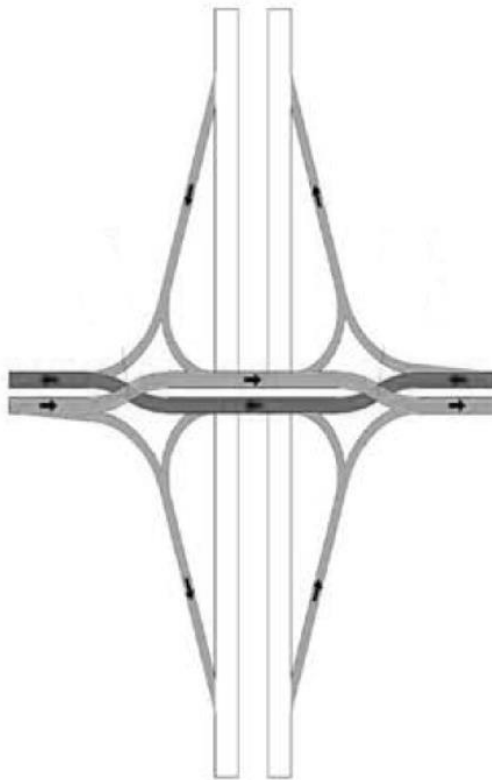
Ενδιαφέρον, από κυκλοφοριακής άποψης και όχι μόνο, παρουσιάζει ακόμα μία παραλλαγή του ΑΚ μορφής “διαμάντι”, για την οποία η σηματοδότηση εφαρμόζεται πάλι σε δύο φάσεις. Η παραλλαγή αυτή βελτιώνει σημαντικά την κυκλοφοριακή ικανότητα στον ΑΚ χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερα διευρυμένη διάταξη και ονομάζεται “αποκλίνον διαμάντι” [diverging diamond interchange (DDI)] (Εικόνα 2.5). Το χαρακτηριστικό γνώρισμα μιας τέτοιας μορφής ΑΚ αποτελεί το γεγονός ότι οι αντίθετες κυκλοφοριακές ροές επί της δευτερεύουσας οδού διασταυρώνονται στην περιοχή πριν το τεχνικό, όπου ως αποτέλεσμα, στις αριστερές στροφές εξόδου και εισόδου από και προς την κύρια αρτηρία εξαλείφονται οι διασταυρώσεις.



Εικόνα 2.3 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με ένα σημείο διασταύρωσης [2].



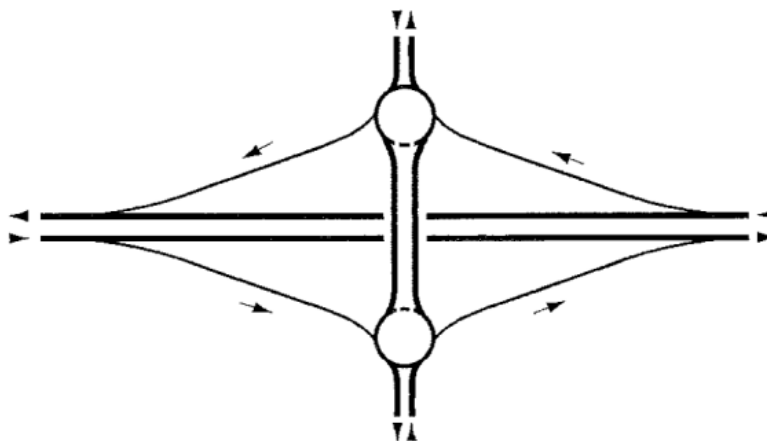
Εικόνα 2.4 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με διευρυμένη περιοχή διασταύρωσης [2].



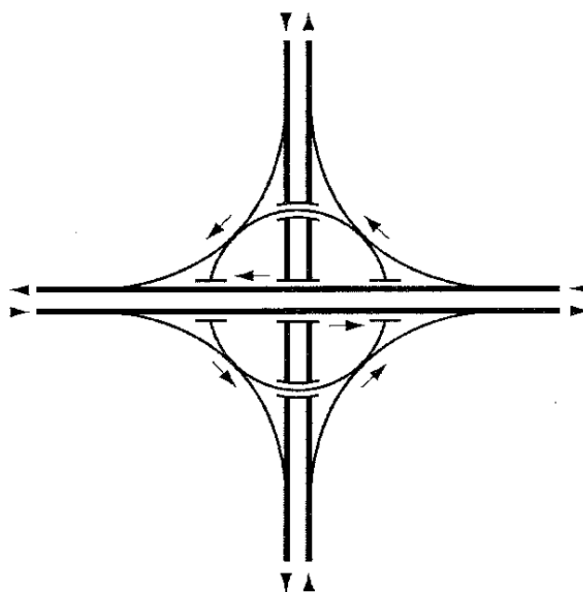
Εικόνα 2.5 Λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “αποκλίνον διαμάντι” [4].

Οι ΑΚ μορφής “διαμάντι” συνδυάζονται και με κυκλικούς κόμβους [(Εικόνα 2.6(α,β)). Στην Εικόνα 2.6α φαίνεται διάταξη όπου οι ισόπεδες διασταυρώσεις διευθετούνται μέσω δύο κυκλικών κόμβων, η οποία εφαρμόζεται σε υπεραστικό περιβάλλον κυρίως,

δεδομένου του αυξημένου εύρους κατάληψης. Στις περιπτώσεις διαχείρισης αυξημένων φόρτων σε αστικό περιβάλλον, μια ικανοποιητική παραλλαγή απεικονίζεται στην Εικόνα 2.6β, η οποία λειτουργεί σε τρία επίπεδα και προφανώς συνοδεύεται από αυξημένο κόστος κατασκευής.



(α) “διαμάντι” με δύο κυκλικούς κόμβους



(β) “διαμάντι” με κυκλικό κόμβο σε τρία επίπεδα

Εικόνα 2.6(α,β). Λειτουργικά σχήματα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με κυκλικό κόμβο [3].

2.1.1.2 ΑΚ Μορφής “Τριφύλλι”

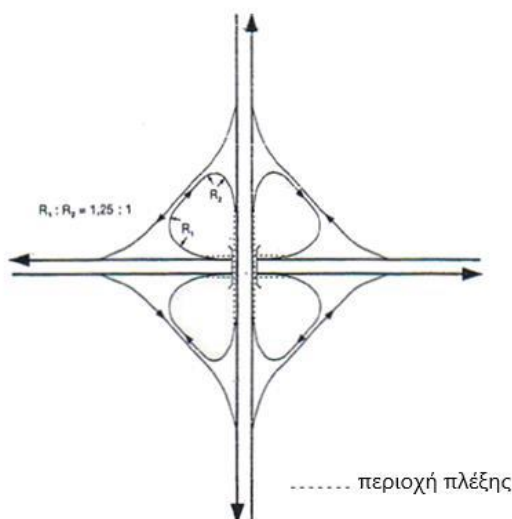
Ο ΑΚ μορφής “τριφύλλι” συναντάται σε διάφορες επιμέρους παραλλαγές. Η πιο συνήθης είναι ο ΑΚ μορφής “πλήρους τετράφυλλου” όπου σε κάθε τεταρτημόριο προβλέπεται ένας κατευθυντήριος συνδετήριος κλάδος εξόδου (εισόδου) και ένας βρόγχος εισόδου (εξόδου) αντίστοιχα. Το βασικό χαρακτηριστικό του ΑΚ μορφής “πλήρους τετράφυλλου” είναι ότι αποτελεί το μόνο ανισόπεδο κόμβο με ένα τεχνικό

έργο που δεν παρουσιάζει διασταυρώσεις. Όλες οι αριστερές στροφές πραγματοποιούνται με βρόχους.

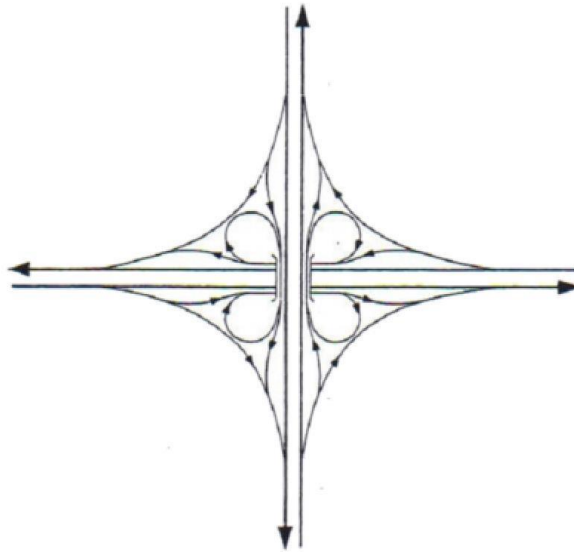
Το βασικό μειονέκτημα του ΑΚ μορφής “πλήρους τετράφυλλου”, πέρα από την πρόσθετη απόσταση που πρέπει να διανυθεί για την αριστερά στρέφουσα κυκλοφορία και τη σχετικά μεγάλη απαίτηση σε επιφάνειες προς απαλλοτρίωση, είναι οι ελιγμοί πλέξης, με την έννοια του μικρού κατά κανόνα διαθέσιμου μήκους στις 4 περιοχές πλέξης (Εικόνα 2.7α).

Το ζήτημα του μήκους πλέξης αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά στις περισσότερες περιπτώσεις με διάταξη ικανού μήκους συλλεκτήριας – κατανεμητήριας οδού, εκτός του κύριου οδοστρώματος και πριν από το τεχνικό έργο ώστε αφενός να αυξηθεί το διαθέσιμο μήκος διαχείρισης της πλέξης και αφετέρου να μειωθούν οι ταχύτητες των οχημάτων (Εικόνα 2.7β). Περισσότερα στοιχεία αναφορικά με απαιτούμενο μήκος διαχείρισης ελιγμών πλέξης δίδονται σε επόμενο εδάφιο. Το μειονέκτημα στη λύση αυτή, η οποία γενικά είναι επιβεβλημένη, είναι το πρόσθετο κόστος που προκύπτει από την επαύξηση της επιφάνειας του τεχνικού έργου.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το μήκος της συλλεκτήριας – κατανεμητήριας οδού δεν είναι επαρκές προκειμένου να αντιμετωπιστεί η πλέξη σε κάποια από τις 4 περιοχές (Εικόνα 2.7α), ή αν οι φόρτοι κάποιας στρέφουσας κίνησης είναι υψηλοί, ή ακόμα όταν επιβάλλεται από τις τοπικές συνθήκες (περιορισμοί από περιβάλλον, δόμηση, κλπ.), προβλέπεται ο σχεδιασμός ενός ή δύο ημι-κατευθυντήριων συνδετήριων κλάδων προς αντικατάσταση αντίστοιχων βρόγχων [Εικόνα 2.8(α,β,γ)].



(α) “πλήρες τετράφυλλο” χωρίς συλλεκτήρια – κατανεμητήρια οδό



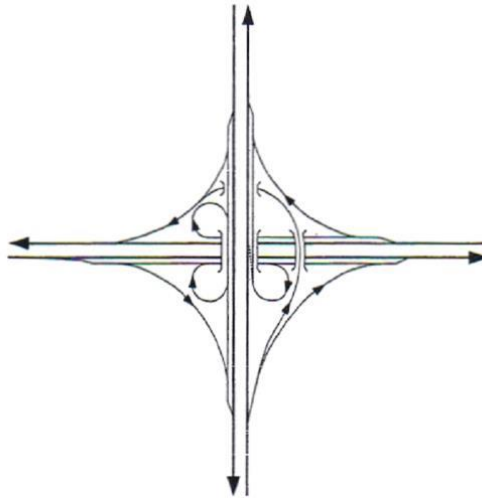
(β) “πλήρες τετράφυλλο” με συλλεκτήρια – κατανεμητήρια οδό

Εικόνα 2.7(α,β). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “πλήρους τετράφυλλου” με και χωρίς συλλεκτήρια – κατανεμητήρια οδό [2].

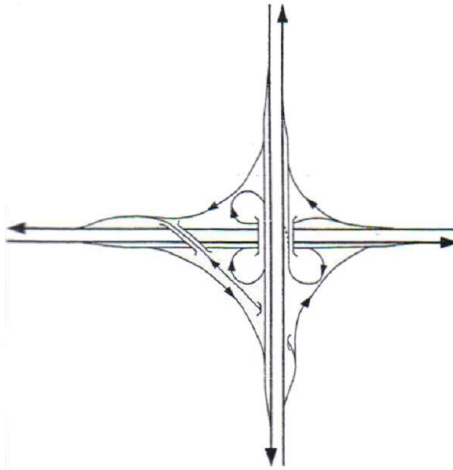
Σε ό,τι αφορά στα 4 αρχικά τμήματα πλέξης, με το σχεδιασμό ενός ημι-κατευθυντήριου συνδετήριου κλάδου καταργούνται 2 τμήματα πλέξης [Εικόνα 2.8 (α,β)], ενώ όταν προβλέπονται 2 ημι-κατευθυντήριοι συνδετήριοι κλάδοι δεν υπάρχουν πλέον τμήματα πλέξης και άρα δεν απαιτείται πουθενά συλλεκτήρια – κατανεμητήρια οδός (Εικόνα 2.8γ).

Αν και με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται σημαντικά η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής (περισσότερο ενιαίες τιμές ταχυτήτων), το βασικό μειονέκτημα, πέρα από τη μεγαλύτερη επιφάνεια κατάληψης, είναι η αναγκαιότητα δύο επιπλέον τεχνικών έργων ανά ημι-κατευθυντήριο κλάδο.

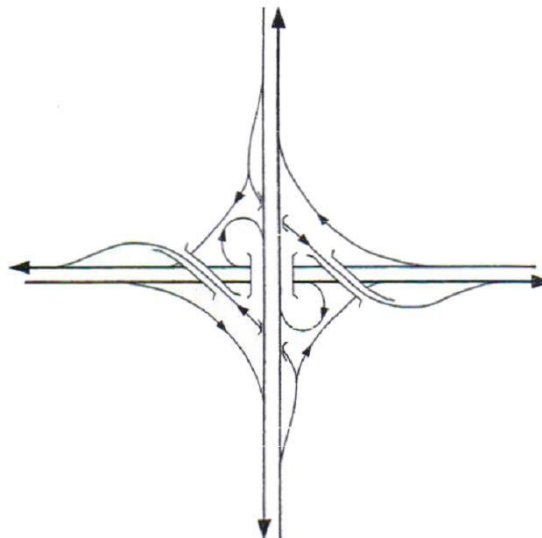
Παραλλαγή του ΑΚ μορφής “πλήρες τετράφυλλο” είναι το “μερικό τετράφυλλο”, όπου αν και εξυπηρετούνται όλες οι κινήσεις, οι βρόγχοι αναπτύσσονται κατά κανόνα σε 2 ή 3 τεταρτημόρια και επομένως υπάρχει κατ’ελάχιστον μία διασταύρωση. Το “μερικό τετράφυλλο”, ανάλογα με τον αριθμό των τεταρτημορίων που καταλαμβάνει (2, 3 ή 4) και ανάλογα με τη θέση του βρόγχου πριν (in Advance) ή μετά (Beyond) το τεχνικό μπορεί να είναι τύπου Α [Εικόνα 2.9(α,β,γ)], τύπου Β [Εικόνα 2.10(α,β,γ)] ή τύπου ΑΒ (ΒΑ) [Εικόνα 2.11(α,β,γ)].



(α) ένας ημι-κατευθυντήριος συνδετήριος κλάδος (μετά το τεχνικό έργο)

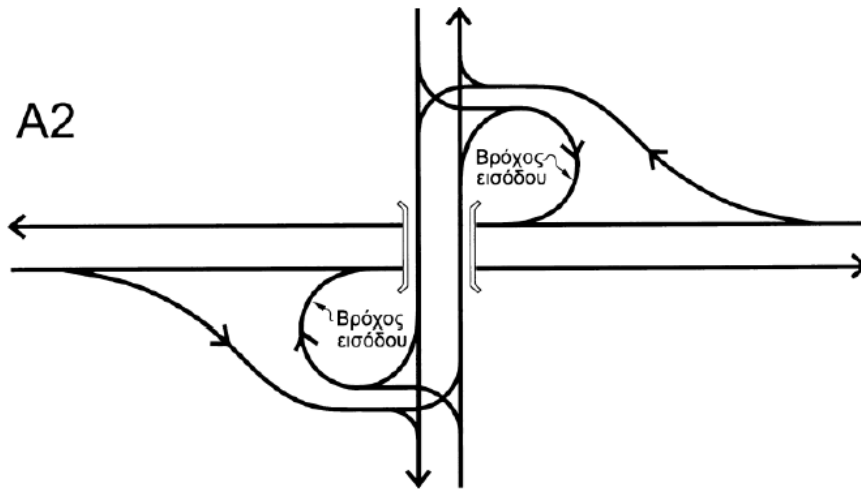


(β) ένας ημι-κατευθυντήριος συνδετήριος κλάδος (πριν το τεχνικό έργο)

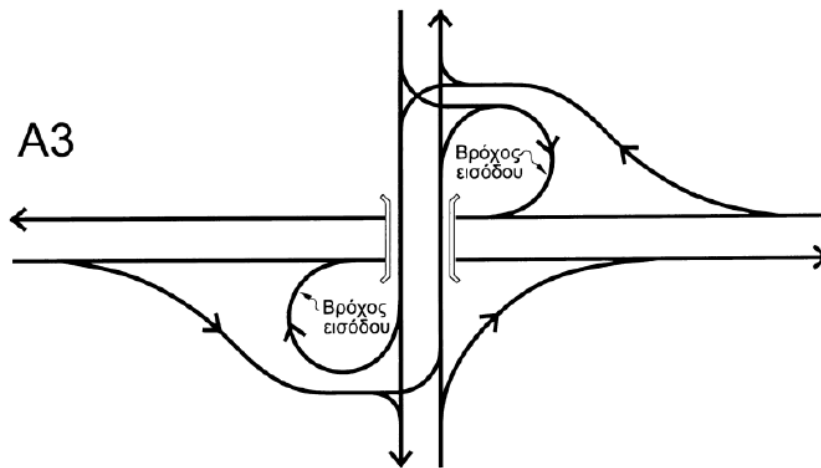


(γ) δύο παράλληλοι ημι-κατευθυντήριοι συνδετήριοι κλάδοι

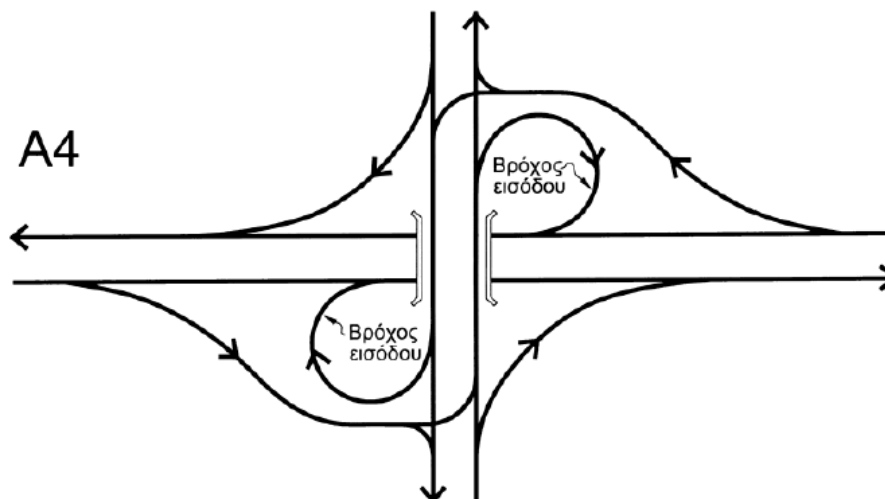
Εικόνα 2.8(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “τριφύλλι” με ημι-κατευθυντήριους συνδετήριους κλάδους [3].



(α) τύπος A2: αναπτύσσεται σε 2 τεταρτημόρια

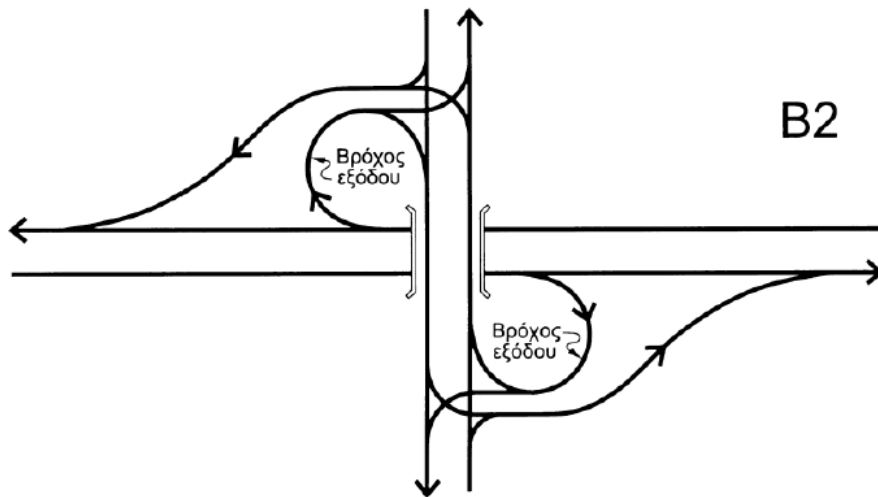


(β) τύπος A3: αναπτύσσεται σε 3 τεταρτημόρια

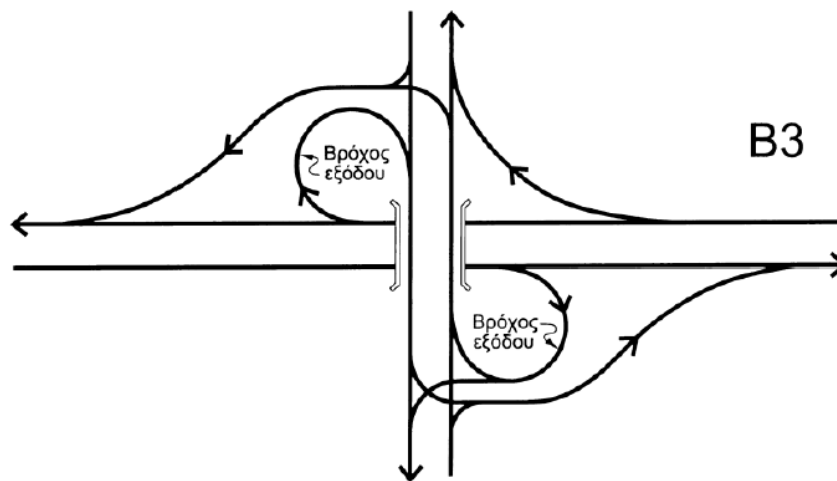


(γ) τύπος A4: αναπτύσσεται σε 4 τεταρτημόρια

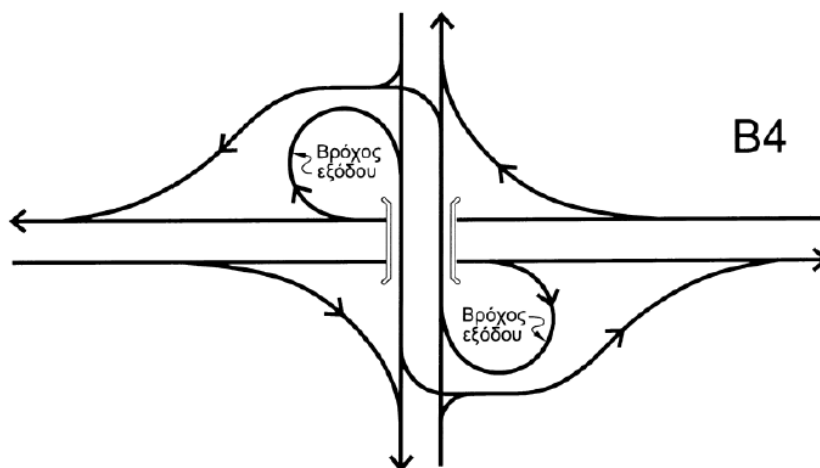
Εικόνα 2.9(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Α [1].



(α) τύπος B2: αναπτύσσεται σε 2 τεταρτημόρια

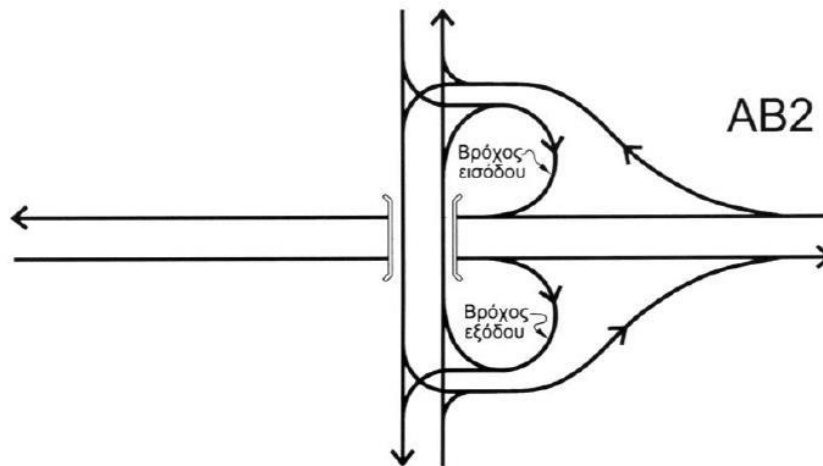


(β) τύπος B3: αναπτύσσεται σε 3 τεταρτημόρια

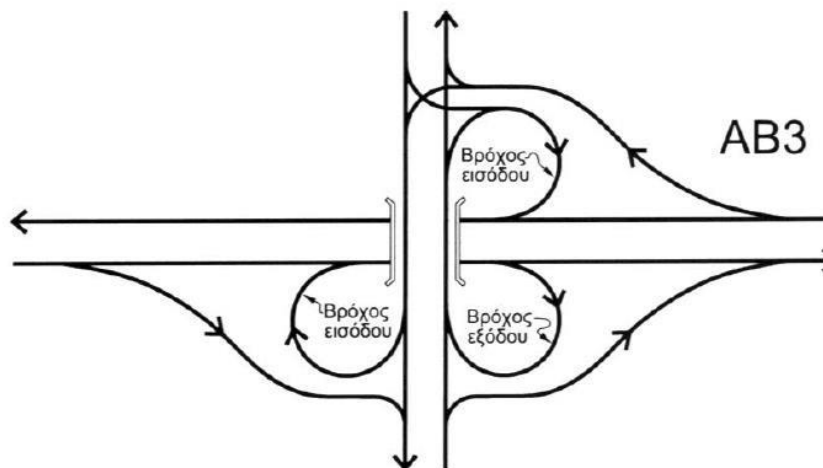


γ) τύπος B4: αναπτύσσεται σε 4 τεταρτημόρια

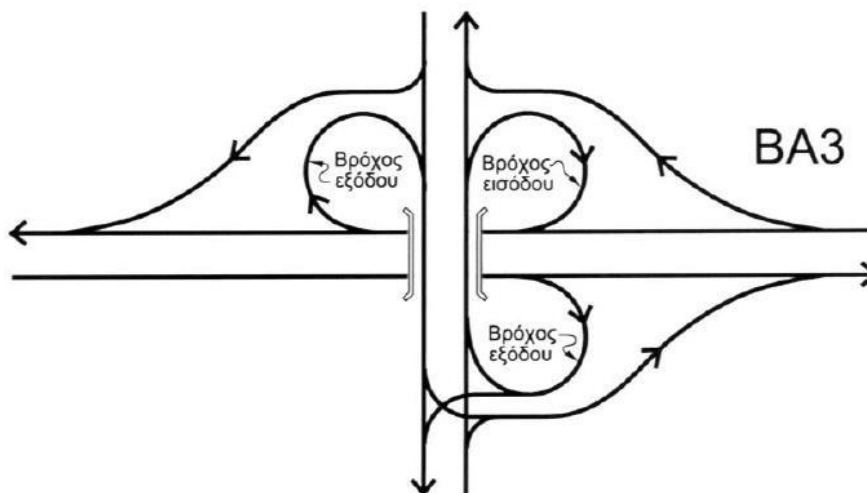
Εικόνα 2.10(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Β [1].



(α) τύπος AB2: αναπτύσσεται σε 2 τεταρτημόρια



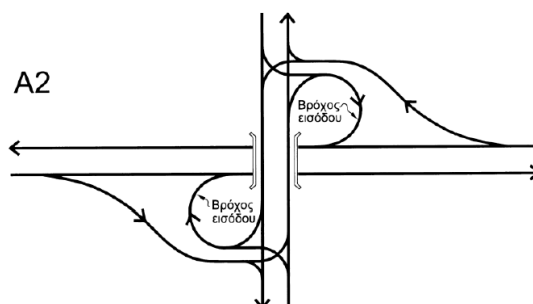
(β) τύπος AB3: αναπτύσσεται σε 3 τεταρτημόρια



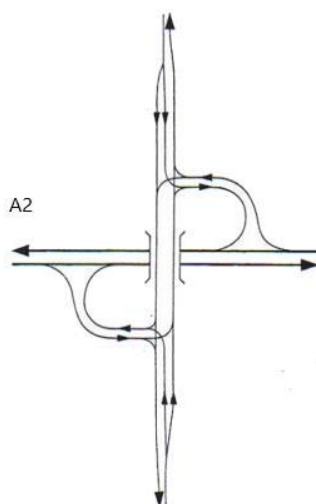
(γ) τύπος BA3: αναπτύσσεται σε 3 τεταρτημόρια

Εικόνα 2.11(α,β,γ). Λειτουργικά σχήματα ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου AB [1].

Στους παραπάνω ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” που αναπτύσσονται σε 2 τεταρτημόρια, δηλαδή στους τύπους Α2, Β2 και ΑΒ2 είναι δυνατό, υπό συνθήκες, οι κατευθυντήριοι συνδετήριοι κλάδοι εξόδου (περίπτωση Α2), εισόδου (περίπτωση Β2) και εξόδου– εισόδου (περίπτωση ΑΒ2), να αντικατασταθούν με συνδετήριους κλάδους έμμεσης μορφής (πιο έντονης καμπυλότητας). Στην Εικόνα 2.12 φαίνεται η υπόψη παραλλαγή στον τύπο Α2.



(α) κατευθυντήριος συνδετήριος κλάδος εξόδου



(β) συνδετήριος κλάδος εξόδου έμμεσης μορφής

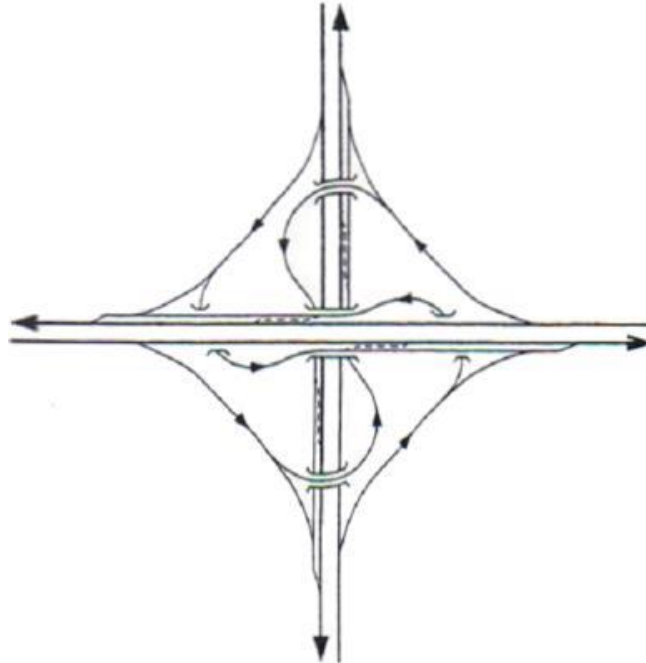
Εικόνα 2.12(α,β). ΑΚ μορφής “μερικό τετράφυλλο” τύπου Α2 με κατευθυντήριο και έμμεσης μορφής κλάδο εξόδου [1], [2].

2.1.1.3 ΑΚ Διασταύρωσης Αυτοκινητόδρομων

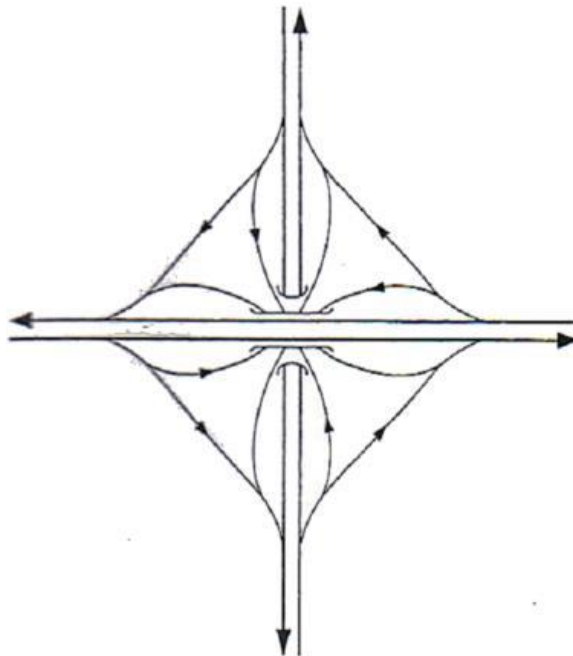
Κατά τη διασταύρωση αυτοκινητόδρομων (σύστημα ΑΚ), κατά κανόνα εφαρμόζονται διαμορφώσεις με άμεσες συνδέσεις διαμέσου κατευθυντήριων και ημι-κατευθυντήριων συνδετήριων κλάδων. Ο σχεδιασμός βρόγχων γενικά αποφεύγεται εκτός και αν προβλέπεται η εξυπηρέτηση χαμηλών φόρτων. Γενικά εφαρμόζονται 2 μορφές ΑΚ, στις οποίες προφανώς δεν παρατηρούνται τμήματα πλέξης.

Ο ΑΚ μορφής “ανεμόμυλος” ή παραλλαγές αυτού με βρόγχους, προτιμάται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχουν περιορισμοί ως προς τη διαθέσιμη επιφάνεια προς κατάληψη (Εικόνα 2.13α). Δεδομένου ότι οι ημι-κατευθυντήριοι συνδετήριοι κλάδοι σχεδιάζονται με τόξα σχετικά αυξημένης καμπυλότητας τόσο στην οριζοντιογραφία, όσο και στη μηκοτομή, απαιτείται μεγάλη προσοχή στη διασφάλιση των μικρών ορατότητας.

Ο ΑΚ μορφής “σταυρός Μάλτας” αποτελεί τον πιο συνηθισμένη διάταξη στις περιπτώσεις διασταύρωσης δύο αυτοκινητοδρόμων (Εικόνα 2.13β). Αναπτύσσεται σε 4 επίπεδα και χαρακτηρίζεται από υψηλή κυκλοφοριακή ικανότητα στη διαχείριση αυξημένων φόρτων σε όλες τις στρέφουσες κινήσεις και δυνατότητα διατήρησης σχετικά υψηλών τιμών στις ταχύτητες.



(α) ΑΚ μορφής “ανεμόμυλος”



(β) ΑΚ μορφής “σταυρός Μάλτας”

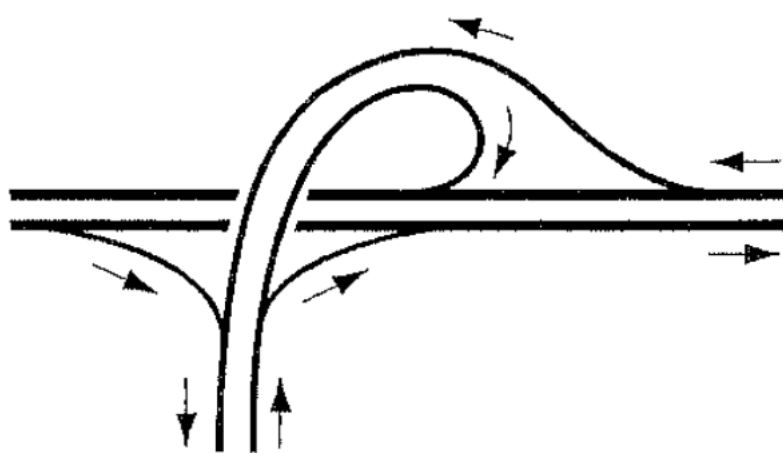
Εικόνα 2.13(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ σε αυτοκινητόδρομους [2].

2.1.2 Τρισκελείς Ανισόπεδοι Κόμβοι

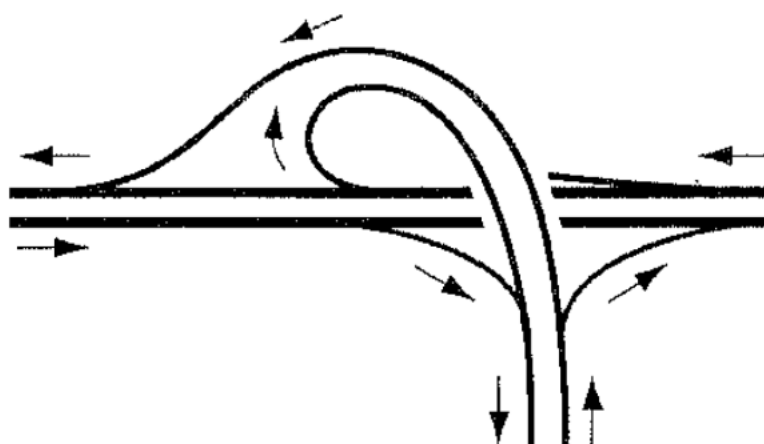
Οι τρισκελείς ΑΚ γενικά εφαρμόζονται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η μελλοντική επέκταση στο υπολειπόμενο σκέλος δεν προβλέπεται. Στα παρακάτω εδάφια παρατίθενται οι συνηθέστερες διατάξεις τρισκελών ανισόπεδων κόμβων.

2.1.2.1 ΑΚ Μορφής “Σάλπιγγα”

Η τυπική λύση για τρισκελείς ανισόπεδους κόμβους είναι η μορφή σάλπιγγας, όπου διακρίνονται δύο διαφορετικές διατάξεις [Εικόνα 2.14(α,β)]. Βασικό κριτήριο επιλογής της διάταξης δεν αποτελούν οι δεσμεύσεις ως προς τη διαθεσιμότητα σε γη ή το ανάγλυφο του εδάφους αλλά οι φόρτοι των αριστερά στρεφουσών κινήσεων. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται ο βρόγχος να εξυπηρετεί την κίνηση με το χαμηλότερο φόρτο.



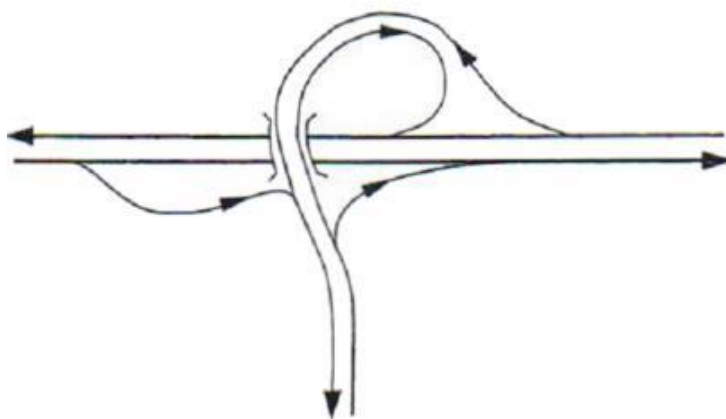
(α) τύπος Α



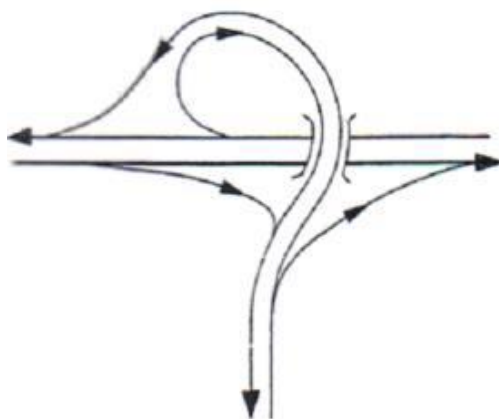
β) τύπος Β

Εικόνα 2.14(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ μορφής “σάλπιγγα” [7].

Στην περιοχή εισόδου - εξόδου στους συνδετήριους κλάδους από τη δευτερεύουσα οδό, προκειμένου να αποφευχθεί εσφαλμένη είσοδος οχήματος στην αντίθετη κατεύθυνση, πρέπει οι δύο κατευθύνσεις να διαχωρίζονται με νησίδα. Στην περίπτωση που δεν προβλέπεται κάτι τέτοιο από την επιλεχθείσα τυπική διατομή, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εσφαλμένης πορείας των οχημάτων κατά την είσοδό τους στην κύρια αρτηρία, η αρχή της δεξιάς στρέφουσας κίνησης εισόδου (στην κύρια αρτηρία) πρέπει να προηγείται του πέρατος της αντίστοιχης δεξιάς στρέφουσας κίνησης εξόδου [Εικόνα 2.15(α,β)].



(α) τύπος Α



(β) τύπος Β

Εικόνα 2.15(α,β). Σχεδιασμός δεξιάς στρέφουσας κίνησης εισόδου στην περίπτωση ενιαίου οδοστρώματος στη δευτερεύουσα οδό [2].

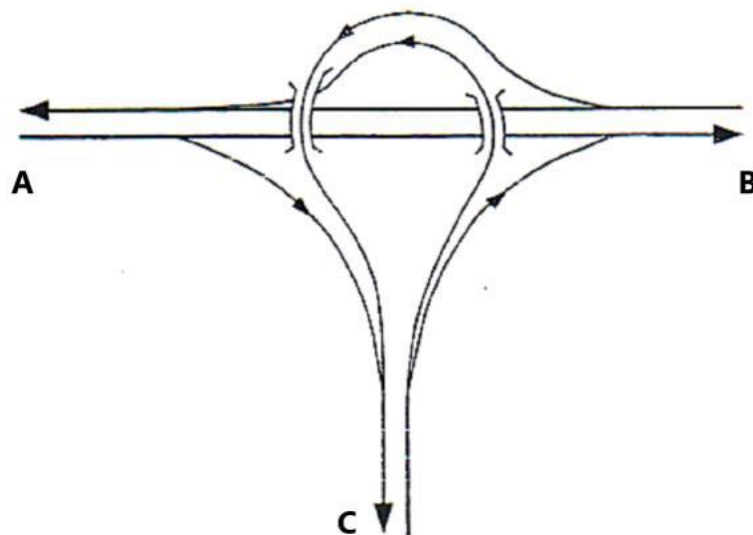
Η περίπτωση “σάλπιγγας” τύπου Α, γενικά πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή και λαμβάνοντας υπόψη μέτρα μείωσης στις ταχύτητες των αριστερά στρεφόντων οχημάτων που εισέρχονται στην κύρια αρτηρία μέσω του βρόγχου, δεδομένου ότι η οριζοντιογραφία του συνδετήριου αυτού κλάδου εισόδου, παρουσιάζει αλληλουχία τόξων αυξανόμενης καμπυλότητας. Τα μέτρα αυτά αφορούν στον κατάλληλο γεωμετρικό σχεδιασμό στην περιοχή προσέγγισης της δευτερεύουσας οδού (πχ. σχεδιασμό αλληλουχίας αντίθετων καμπυλών), αλλά ταυτόχρονα είναι επιθυμητό και ο βρόγχος να σχεδιάζεται με χρήση ωοειδούς καμπύλης.

Στην περίπτωση “σάλπιγγας” τύπου Β, ο συνδετήριος κλάδος της αριστερόστροφης κίνησης εξόδου, θα πρέπει να αρχίζει πριν το τεχνικό έργο προκειμένου η περιοχή εξόδου να είναι επαρκώς αντιληπτή από τον οδηγό. Επιπλέον, η εφαρμογή τόξου αντίθετης φοράς πριν το κύριο τόξο του συνδετήριου κλάδου συμβάλλει θετικά στη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων.

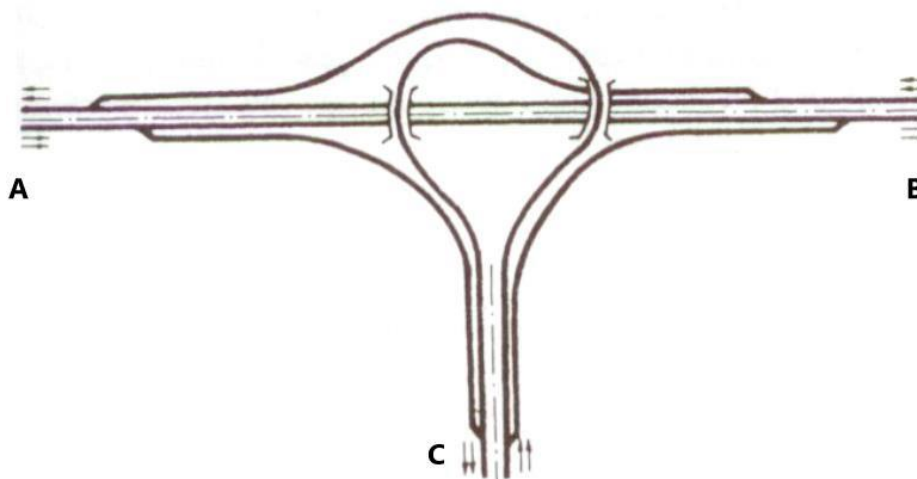
2.1.2.2 ΑΚ Διασταύρωσης Αυτοκινητόδρομων

Όπως και στην περίπτωση των τετρασκελών ΑΚ, κατά τη διασταύρωση αυτοκινητόδρομων (σύστημα ΑΚ), γενικά αποφεύγεται ο σχεδιασμός βρόγχων εκτός και αν αυτό δικαιολογείται από τους φόρτους.

Ο ΑΚ μορφής “αχλάδι”, αναπτύσσεται επίσης σε 2 επίπεδα και αφορά σε παραλλαγή του ΑΚ μορφής “σάλπιγγα”, όπου ο βρόγχος αντικαθίσταται με ημι-κατευθυντήριο συνδετήριο κλάδο. Για το σκοπό αυτό προβλέπονται δύο τεχνικά έργα [Εικόνα 2.16(α,β)]. Πιο συγκεκριμένα, στο Εικόνα 2.16α απεικονίζεται παραλλαγή η οποία ενδείκνυται στην περίπτωση κατά την οποία η αριστερόστροφη κίνηση BC παρουσιάζει πιο αυξημένους φόρτους έναντι της αντίστοιχης CA, ενώ στο Εικόνα 2.16β το αντίθετο.



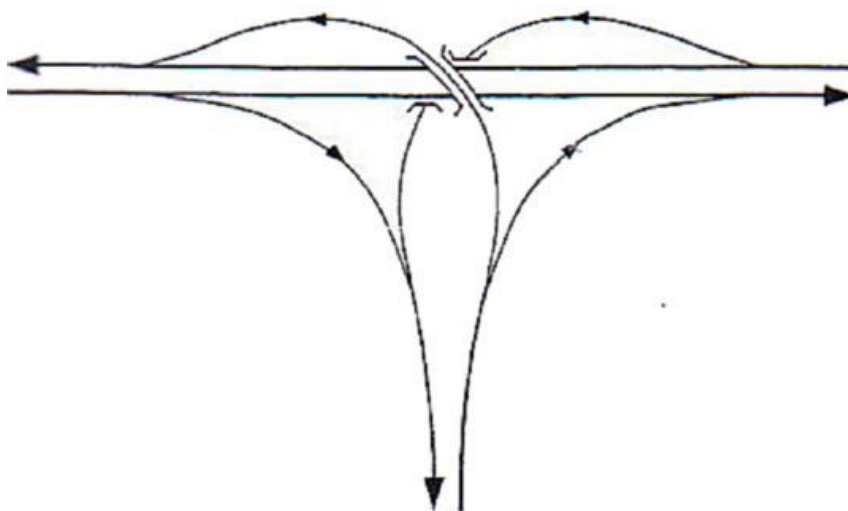
(α) αυξημένος φόρτος στην κίνηση BC



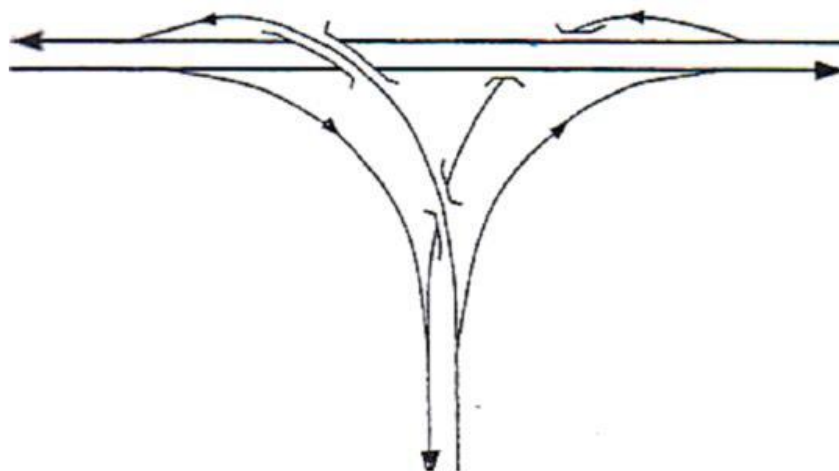
(β) αυξημένος φόρτος στην κίνηση CA

Εικόνα 2.16(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ μορφής “αχλάδι” [3].

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι φόρτοι των αριστερά στρεφουσών κινήσεων είναι λίγο πολύ της ίδιας τάξης, χρησιμοποιούνται οι τυπικές κατευθυντήριες διατάξεις που φαίνονται στο Εικόνα 2.17(α,β). Πιο συγκεκριμένα στην Εικόνα 2.17α ο ΑΚ έχει ένα τεχνικό έργο και αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα, γεγονός το οποίο αυξάνει το κόστος κατασκευής. Το κόστος αυτό δύναται να μετριαστεί με την 2 επιπέδων παραλλαγή που απεικονίζεται στην Εικόνα 2.17β, όπου προβλέπονται πλέον τρία μεμονωμένα τεχνικά έργα αλλά με σαφώς μεγαλύτερο εύρος κατάληψης, η οποία όμως ενδεχομένως να μην εφαρμόζεται σε έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο.



(α) τυπική κατευθυντήρια διάταξη με 1 τεχνικό έργο



(β) τυπική κατευθυντήρια διάταξη με 3 τεχνικά έργα

Εικόνα 2.17(α,β). Λειτουργικά σχήματα τυπικών διατάξεων ΑΚ με ομοιόμορφες αριστερόστροφες κινήσεις [4].

2.2 ΗΠΑ

Στατιστικά για ατυχήματα αντίθετης κίνησης

Ένα ατύχημα ταξινομήθηκε ως ατύχημα αντίθετης κίνησης εάν πληρούσε τα ακόλουθα κριτήρια [6]:

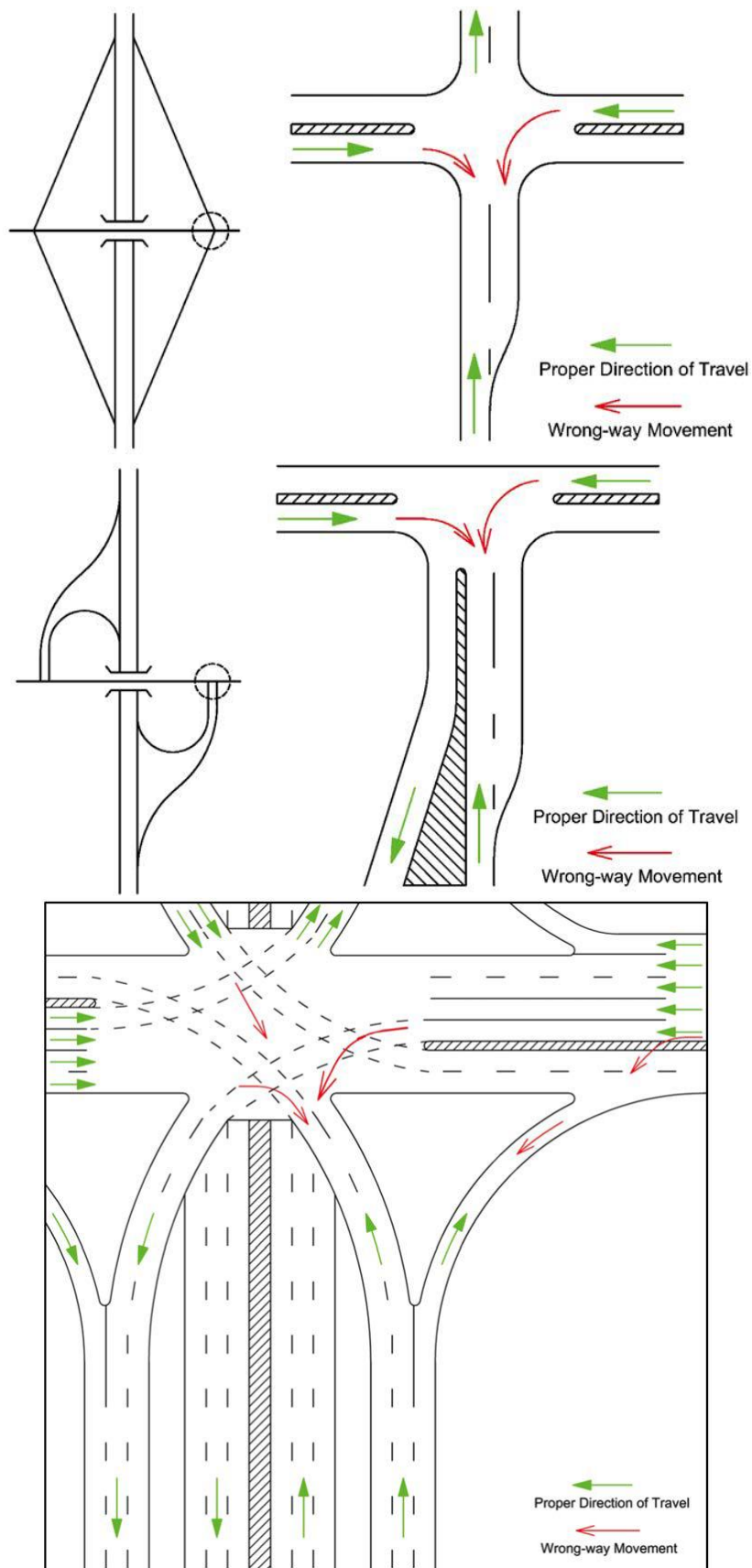
1. Το ατύχημα συνέβη σε διαπολιτειακό αυτοκινητόδρομο, αυτοκινητόδρομο ταχείας κυκλοφορίας ή κύρια αρτηρία με φυσικό διαχωρισμό μεταξύ των αντίθετων κατευθύνσεων ή συνδεδεμένο κλάδο εισόδου/εξόδου προς ή από έναν τέτοιο αυτοκινητόδρομο.
2. Στη σύγκρουση ενεπλάκη οδηγός ο οποίος φέρεται να οδηγούσε αντίθετα προς τη νόμιμη ροή της κυκλοφορίας.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι από το 2010 έως το 2018 σημειώθηκαν 2.921 θανατηφόρα ατυχήματα αντίθετης κίνησης που οδήγησαν σε 3.885 θανάτους - ένας μέσος όρος 430 θάνατοι ανά έτος. Περισσότεροι από τους μισούς από αυτούς τους θανάτους ήταν οδηγοί που εκτελούσαν αντίθετη κίνηση (52,8%), ένα μικρό ποσοστό ήταν οι επιβάτες τους (5,7%), ενώ περίπου τέσσερις στους δέκα (41,1%) ήταν επιβάτες άλλων οχημάτων. Εντός αυτής της περιόδου, τα ατυχήματα αντίθετης κίνησης ευθύνονται για κατά μέσο όρο το 3,7% όλων των θανατηφόρων ατυχημάτων σε διαχωρισμένους αυτοκινητόδρομους. Ο Πίνακας 2.1 αναλύει τα στοιχεία για τα θανατηφόρα ατυχήματα αντίθετης κίνησης ανά έτος.

Πίνακας 2.1 Θανατηφόρα ατυχήματα αντίθετης κίνησης ανά έτος (2010-2018)- ΗΠΑ [6].

Year	All Fatal Crashes	Fatal Crashes on Divided Highways	Wrong-Way Fatal Crashes on Divided Highways	Wrong-Way Fatal Crashes as Percentage of Fatal Crashes on Divided Highways	Wrong-Way Crash Fatalities
2010	30,296	8,075	276	3.42%	336
2011	29,867	7,835	289	3.69%	367
2012	31,006	7,867	288	3.66%	391
2013	30,202	8,109	300	3.70%	393
2014	30,056	8,220	292	3.55%	390
2015	32,538	9,369	345	3.68%	461
2016	34,748	10,152	368	3.62%	521
2017	34,560	10,204	394	3.86%	518
2018	33,654	9,996	369	3.69%	508

Στην Εικόνα 2.18 φαίνονται τα **πιθανά σημεία αντίθετης κίνησης** για διάφορους τύπους ΑΚ. Με κόκκινο βέλος απεικονίζονται οι αντίθετες κινήσεις και με πράσινο η ορθή κατεύθυνση κυκλοφορίας.



Εικόνα 2.18 Πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης σε ΑΚ “διαμάντι”, “τριφύλλι”, “αποκλίνων διαμάντι” – ΗΠΑ [5].

Διάφορες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι οι κόμβοι μορφής “μερικό τετράφυλλο” είναι πιο επιρρεπείς σε περιστατικά αντίθετης κίνησης και ατυχήματα σε σύγκριση με άλλους τύπους κόμβων [23],[24],[25]. Ο ΑΚ μορφής “μερικού τετράφυλλου” τύπου Β είναι πιο επιρρεπής σε φαινόμενα αντίθετης κίνησης από το ΑΚ μορφής “μερικού τετράφυλλου” τύπου Α. Επιπλέον, σε ΑΚ διαμάντι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα για ελιγμούς αντίθετης κίνησης από ό,τι σε έναν πλήρη κόμβο τριφυλλιού. Ο λόγος είναι ότι παρόλο που οι διασταυρώσεις των συνδετήριων κλάδων και του κόμβου έχουν τέσσερα σκέλη, λειτουργούν ως διασταυρώσεις τύπου Τ και θα πρέπει να σχεδιάζονται με παρόμοιο τρόπο. Αυτός ο συνδυασμός με δύο σκέλη μονής κατεύθυνσης εισάγει προκλήσεις για τους μηχανικούς στην αποτροπή ελιγμών αντίθετης κίνησης

2.2.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

ο **Οριζόντια, κατακόρυφη σήμανση και σηματοδότηση**

Κατακόρυφη σήμανση

- “Μην εισέρχεστε” (Do Not Enter”)
- “Λάθος κατεύθυνση” (“Wrong Way”)
- “Μονόδρομος” (“One Way”)
- “Συνεχίστε δεξιά” (“Keep Right”)
- “Απαγορεύεται η δεξιά στροφή”/“Απαγορεύεται η αριστερή στροφή” (“No Right Turn”/ “No Left Turn”)

Οι πινακίδες πρέπει να είναι τοποθετημένες με κατεύθυνση προς τους οδηγούς και να είναι ευδιάκριτες. Σε περιπτώσεις που ενδείκνυται, μπορεί να γίνει χρήση υπερμεγεθών και συμπληρωματικών πινακίδων τοποθετημένων στον ίδιο στύλο για να βελτιωθεί η ορατότητα και η ευκρίνεια. Επιπλέον, εξετάζεται η ενδεχόμενη χρήση χαμηλότερου ύψους τοποθέτησης και η χρήση κόκκινων ανακλαστικών λωρίδων στις πινακίδες, ή LED που εκπέμπουν φως, ή φάρων που αναβοσβήνουν [5].



Εικόνα 2.19 Πινακίδα “Do Not Enter” – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.20 Πινακίδα “Wrong Way” – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.21 Πινακίδα με LED – ΗΠΑ [5].

Οριζόντια σήμανση

- **Βέλος εντός λωρίδας**
- **Διαμήκεις γραμμές:** Οι γραμμές του οδοστρώματος επεκτείνονται ώστε να απεικονίζουν την ορθή πορεία στροφής προς τον συνδετήριο κλάδο εισόδου όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.22.
- **Γραμμή στάσης:** Η γραμμή στάσης μετακινείται προς τα εμπρός ώστε η στροφή προς τον συνδετήριο κλάδο εξόδου από την διασταύρωση να είναι δυσκολότερη όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.23.
- **Ενισχυμένη οριοθέτηση:** Χρήση κόκκινων ανακλαστικών δεικτών στο οδόστρωμα και στα στηθαία ασφαλείας για την ενίσχυση της ορατότητας της σήμανσης στους συνδετήριους κλάδους εξόδου. Επιπλέον, γίνεται χρήση βαμμένων και οριοθετημένων νησίδων μεταξύ των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.24.



Εικόνα 2.22 Επέκταση γραμμής λωρίδας σε διασταύρωση – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.23 Μετακίνηση γραμμής στάσης προς τα εμπρός – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.24 Οριοθετημένη και βαμμένη νησίδα μεταξύ συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου – ΗΠΑ [5].

Σηματοδότηση

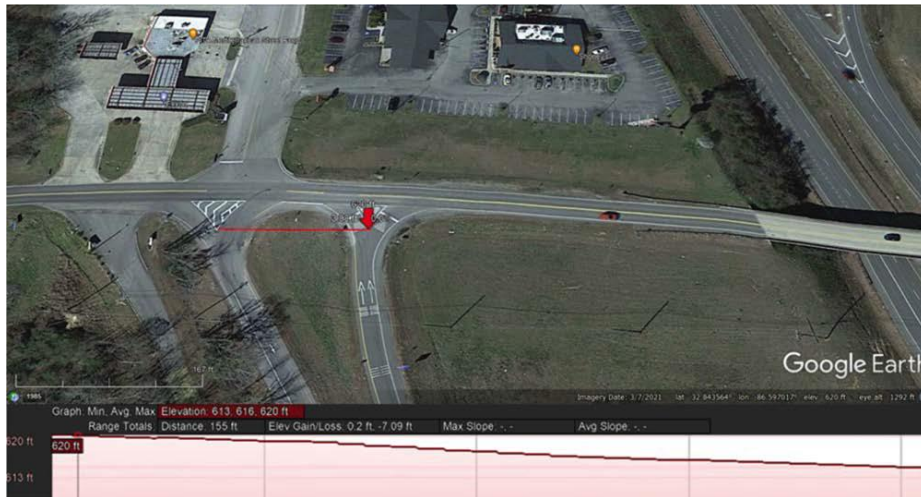
Οι περισσότεροι σηματοδοτούμενοι συνδετήριοι κλάδοι χρησιμοποιούν κυκλικούς πράσινους σηματοδότες που συμπληρώνονται με πινακίδες “Απαγορεύεται η δεξιά στροφή/αριστερή στροφή”. Ωστόσο, οι σηματοδότες με ένδειξη πράσινου βέλους στέλνουν ένα πιο προφανές μήνυμα στους οδηγούς και μπορούν να αντικαταστήσουν έναν κυκλικό πράσινο σηματοδότη που χρησιμοποιείται με την πινακίδα “Απαγορεύεται η δεξιά στροφή/αριστερή στροφή” [5].

○ Γεωμετρικά στοιχεία σχεδιασμού

Συνδετήριοι κλάδοι εισόδου/εξόδου

- Χρήση οξείων γωνιών για τη σύνδεση των συνδετήριων κλάδων εξόδου με οδούς μονής κατεύθυνσης και ορθών γωνιών για τη σύνδεση των συνδετήριων κλάδων εξόδου με οδούς διπλής κατεύθυνσης, ώστε να αποδίδεται καλύτερα η κατεύθυνση της κίνησης.
- Μείωση του πλάτους των συνδετήριων κλάδων εξόδου όπου οι συνδετήριοι κλάδοι εισόδου και εξόδου βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και αύξηση του πλάτους του συνδετήριου κλάδου εισόδου με την αφαίρεση νησίδων ή τη χρήση μεγάλων ακτινών.

- Αποφυγή υπερβολικών διαφορών κλίσης μεταξύ συνδετήριων κλάδων και διασταυρώσεων [27]. Μια σημαντική διαφορά κλίσης μεταξύ των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου μπορεί να οδηγήσει σε προβληματική απόσταση ορατότητας και να αυξήσει την πιθανότητα εμφάνισης αντίθετης κίνησης (Εικόνα 2.25).



Εικόνα 2.25 Υπερβολικές διαφορές κλίσης μεταξύ συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου – ΗΠΑ [5].

Υπερυψωμένη νησίδα

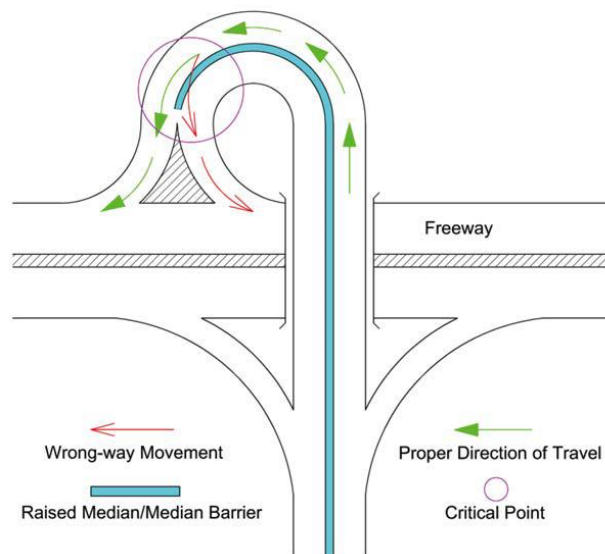
- Χρήση μη υπερβατών διαχωριστικών νησίδων για την αποθάρρυνση των αριστερών στροφών αντίθετης κίνησης σε συνδετήριους κλάδους εξόδου όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.26.
- Χρήση διαμήκη διαχωρισμού με κολωνάκια για την απαγόρευση της εισόδου από αριστερή στροφή όταν δεν υπάρχουν υπερυψωμένα διαχωριστικά όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.27.
- Εγκατάσταση υπερυψωμένων διαχωριστικών νησίδων ή διαχωριστικών στηθαίων μεταξύ των συνδετήριων κλάδων των κόμβων τύπου σάλπιγγας όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.28.



Εικόνα 2.26 Μη υπερβατή νησίδα – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.27 Εφαρμογή διαμήκη διαχωρισμού με κολωνάκια για την απαγόρευση της εισόδου από αριστερή στροφή – ΗΠΑ [5].



Εικόνα 2.28 Εφαρμογή υπερυψωμένης διαχωριστικής νησίδας για ΑΚ μορφής “σάλπιγγας” [5].

Κατευθυντήρια νησίδα

- Χρήση υπερυψωμένων κατευθυντήριων νησίδων για τη μείωση της αντίθετης κίνησης, ιδίως για τους ηλικιωμένους οδηγούς.
- Χρήση κατευθυντήριων νησίδων για τη μείωση του πλάτους του συνδετήριου κλάδου εξόδου.
- Χρήση ύψους τουλάχιστον 4in (10cm) όπου η νησίδα προορίζεται να απαγορεύσει ή να αποτρέψει αντίθετη κίνηση.

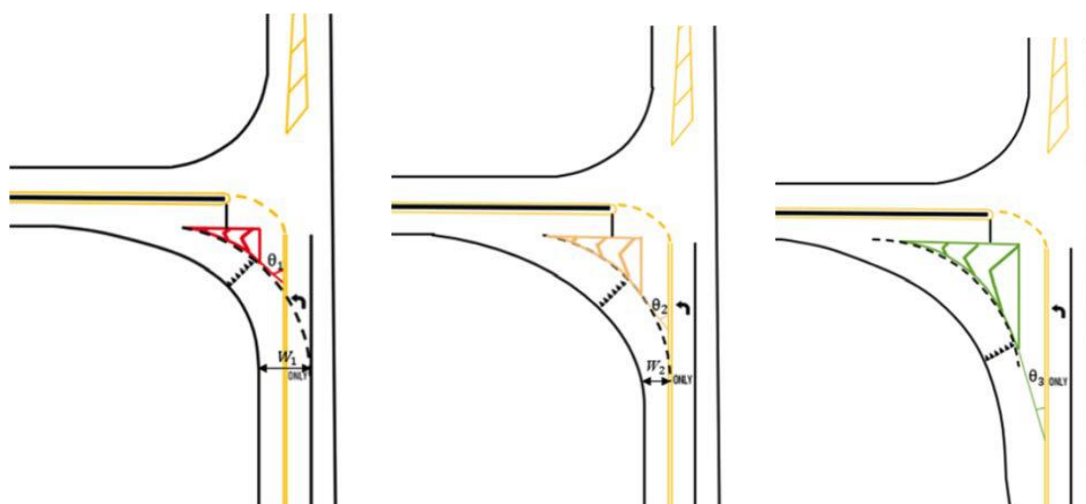
Ακτίνα ελέγχου/γωνίας

- Χρήση καμπύλης μικρής ακτίνας ή γωνιακή διακοπή στη διασταύρωση του συνδετήριου κλάδου εξόδου για την αποθάρρυνση των δεξιών στροφών αντίθετης κίνησης από τις διασταυρώσεις.

Τα **πιο συχνά περιστατικά αντίθετης κίνησης** είναι αυτά που στα οποία γίνεται αριστερή στροφή σε συνδετήριους κλάδους εξόδου από τη διασταύρωση. Τοποθεσίες όπου ο συνδετήριος κλάδος εξόδου συνδέεται με τη διασταύρωση με μικρή γωνία, είχαν πολλά λιγότερα περιστατικά αντίθετης κίνησης από εκείνα με μεγαλύτερη γωνία σύνδεσης.

Τρεις τύποι σχεδιασμού για κατευθυντήριες νησίδες βρέθηκαν στις τρέχουσες πρακτικές σε μη σηματοδοτούμενους συνδετήριους κλάδους εξόδου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.29. Ο τύπος της νησίδας έχει αντίκτυπο στην ακτίνα στροφής της λωρίδας δεξιάς στροφής του συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- Η Εικόνα 2.29α δείχνει μια μεγάλη γωνία (θ_1) μεταξύ της λωρίδας δεξιάς στροφής συνδετήριου κλάδου εξόδου και της διασταύρωσης, με μεγαλύτερη απόσταση εισβολής στη διασταύρωση (W1)- ως αποτέλεσμα, οι αριστερά στρεφόμενοι οδηγοί από τη διασταύρωση μπορούν να πραγματοποιήσουν εύκολα ελιγμούς αντίθετης κίνησης.
- Η Εικόνα 2.29β παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαπτόμενης λωρίδας δεξιάς στροφής συνδετήριου κλάδου εξόδου με το κέντρο μιας διπλής κίτρινης γραμμής στη διασταύρωση, η οποία μπορεί να θεωρηθεί σχετικά χαμηλότερου κινδύνου για αντίθετη κίνηση - το στενότερο πλάτος (W2) είναι πιθανό να μειώσει τον κίνδυνο αντίθετης κίνησης
- Η Εικόνα 2.29γ έχει μικρότερη γωνία (θ_3) μεταξύ της λωρίδας δεξιάς στροφής συνδετήριου κλάδου εξόδου και της διασταύρωσης, γεγονός που καθιστά πιο δύσκολο για τους οδηγούς να πραγματοποιήσουν αριστερές στροφές αντίθετης κίνησης από τη διασταύρωση. Αυτή η πρακτική σχεδιασμού θα πρέπει να εξεταστεί για τη μείωση του κινδύνου αντίθετης κίνησης όταν δεν υπάρχει υπερυψωμένη νησίδα σε διασταύρωση σε ΑΚ “μερικού τετράφυλλου” τύπου Β.



Εικόνα 2.29 Διαφορετικές γωνίες που συνδέουν τον συνδετήριο κλάδο εξόδου και τη διασταύρωση [5].

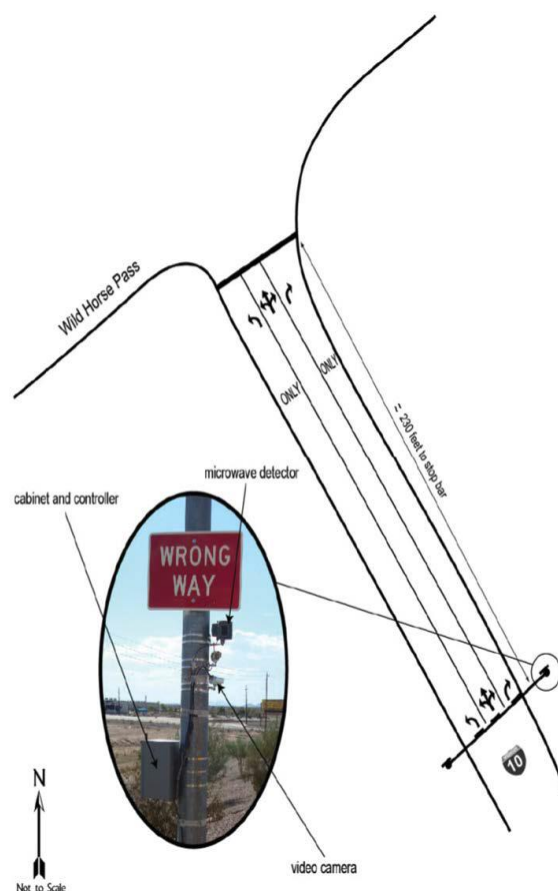
2.2.2 Προηγμένες τεχνολογίες

Οι προηγμένες τεχνολογίες περιλαμβάνουν αισθητήρες (π.χ. θερμικές κάμερες) και συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας που παρέχουν λειτουργίες ανίχνευσης και προειδοποίησης. Τα συστήματα αυτά έχουν κατά κύριο λόγο δύο συνιστώσες, **ανίχνευση και προειδοποίηση**.

Ανίχνευση

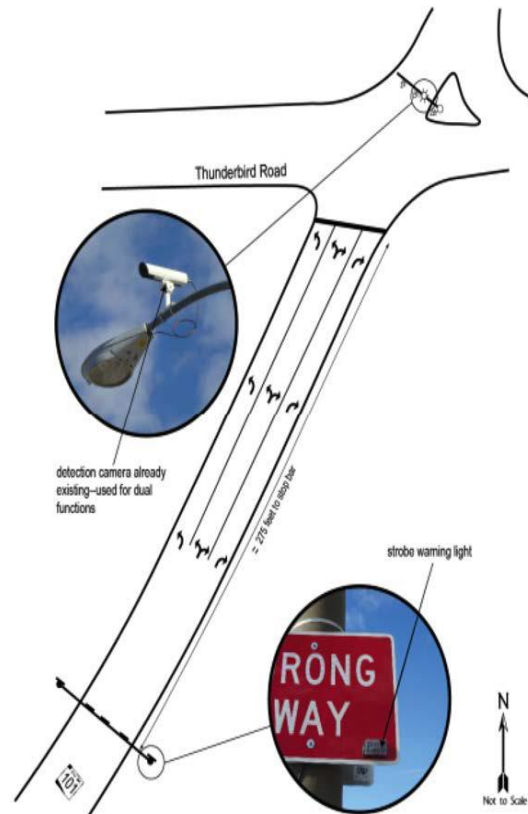
- Τεχνολογίες αισθητήρων πάνω από την οδό
 - Ανίχνευση με ραντάρ μικροκυμάτων
 - Σύστημα ανίχνευσης με βάση τη θερμική απεικόνιση
 - Επεξεργαστές εικόνας βίντεο

Στην Εικόνα 2.30 φαίνεται μία τυπική εγκατάσταση συστήματος ανίχνευσης με ραντάρ μικροκυμάτων κατά μήκος του συνδετήριου κλάδου εξόδου που περιλαμβάνει έναν ανιχνευτή μικροκυμάτων, μία κάμερα και έναν πίνακα ελέγχου επί της κολώνας. Οι αισθητήρες μικροκυμάτων δεν είναι ευαίσθητοι στις καιρικές συνθήκες, συνεπώς η ακρίβειά τους δεν μειώνεται κατά τη διάρκεια κακοκαιρίας. Τα κύρια οφέλη των ανιχνευτών μικροκυμάτων περιλαμβάνουν τη δυνατότητα ανίχνευσης πολλαπλών λωρίδων και τη χαμηλή συντήρηση.



Εικόνα 2.30 Σύστημα ανίχνευσης με ραντάρ μικροκυμάτων κατά μήκος του συνδετήριου κλάδου εξόδου [5].

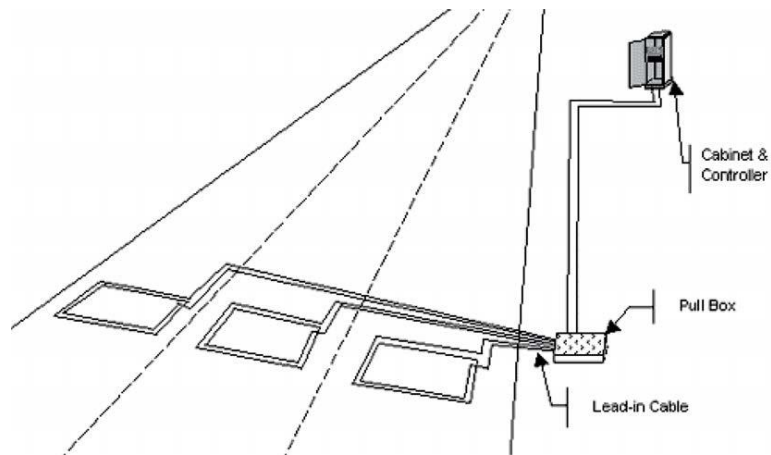
Στην Εικόνα 2.31 φαίνεται μία τυπική εγκατάσταση συστήματος με επεξεργαστές εικόνας βίντεο κατά μήκος του συνδετήριου κλάδου εξόδου που περιλαμβάνει μία κάμερα που συνδέεται με έναν υπολογιστή για την ψηφιοποίηση και την ανάλυση των εικόνων και έναν λαμπτήρα που αναβοσβήνει στην επιφάνεια της σήμανσης “WRONG WAY”. Η απόδοση του συστήματος μπορεί να επηρεαστεί από δυσμενή καιρικά φαινόμενα (π.χ. ομίχλη, βροχή, χιόνι), τους προβολείς των οχημάτων και τις νυχτερινές συνθήκες.



Εικόνα 2.31 Σύστημα με επεξεργαστές εικόνας βίντεο [5].

- Τεχνολογίες αισθητήρων εντός της οδού
 - Μαγνητικοί αισθητήρες
 - Ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου

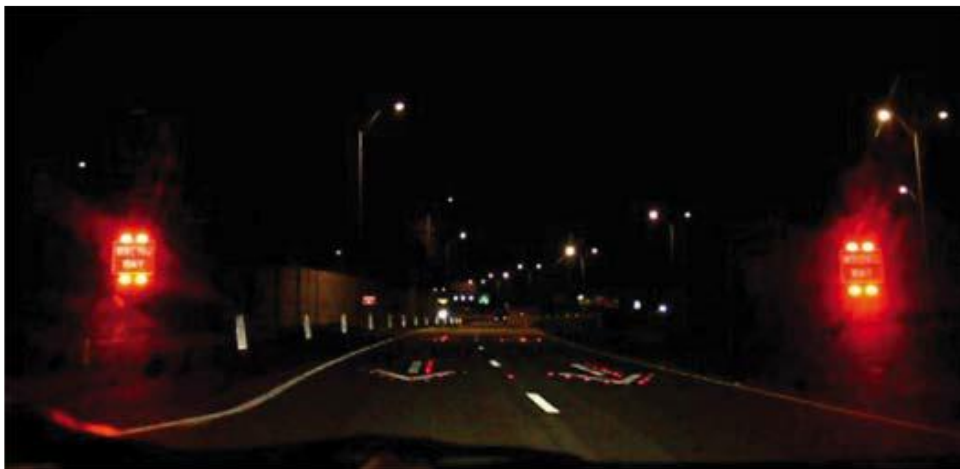
Στην Εικόνα 2.32 φαίνεται μία τυπική εγκατάσταση συστήματος με ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου κατά μήκος του συνδετήριου κλάδου εξόδου και αποτελεί ένας συνδυασμός τεσσάρων κύριων τμημάτων: τους βρόχους καλωδίου τοποθετημένους σε ένα συγκεκριμένο βάθος στο οδόστρωμα, ένα καλώδιο που συνδέει τους βρόχους με έναν σταθμό, ένα καλώδιο που συνδέει τον σταθμό με το χειριστήριο και έναν ανιχνευτή που τροφοδοτεί τους βρόχους και ανιχνεύει τη μεταβολή της αυτεπαγωγής του βρόχου.



Εικόνα 2.32 Ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου [5].

Προειδοποίηση

- Κόκκινοι ορθογώνιοι φάροι ταχείας αναλαμπής γύρω από πινακίδες (Εικόνα 2.33).
- Φώτα LED με ενεργοποίηση ανίχνευσης γύρω από πινακίδες.
- Φάροι αναλαμπής “Wigwag” γύρω από πινακίδες.
- Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων.
- Προειδοποιητικά φώτα εντός του οδοστρώματος και κόκκινα εσωτερικά φωτιζόμενα φώτα χωνευτής τοποθέτησης στο οδόστρωμα.



Εικόνα 2.33 Φάροι ταχείας αναλαμπής σε συνδετήριο κλάδο εξόδου – ΗΠΑ [5].

2.3 ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Στατιστικά για ατυχήματα σε περιστατικά αντίθετης κίνησης

Μία μελέτη του ολλανδικού ινστιτούτου έρευνας οδικής ασφάλειας SWOV (SWOV Road Safety Research) [8] ανέλυσε περιστατικά αντίθετης κίνησης που συνέβησαν στους ολλανδικούς εθνικούς δρόμους την περίοδο 2015-2019. Χρησιμοποιήθηκαν τα αρχεία της αστυνομίας για τη μελέτη 68 περιστατικών αντίθετης κίνησης. Ένα περιστατικό συμπεριλήφθηκε εάν είχε καταλήξει σε σύγκρουση σε εθνική οδό, η οποία είχε διερευνηθεί από την ομάδα εγκληματολογικών ερευνών της αστυνομίας.

Σχεδόν όλα τα μελετημένα περιστατικά αντίθετης κίνησης συνέβησαν σε αυτοκινητόδρομο (n=66) - τα άλλα δύο συνέβησαν σε κεντρική οδό.

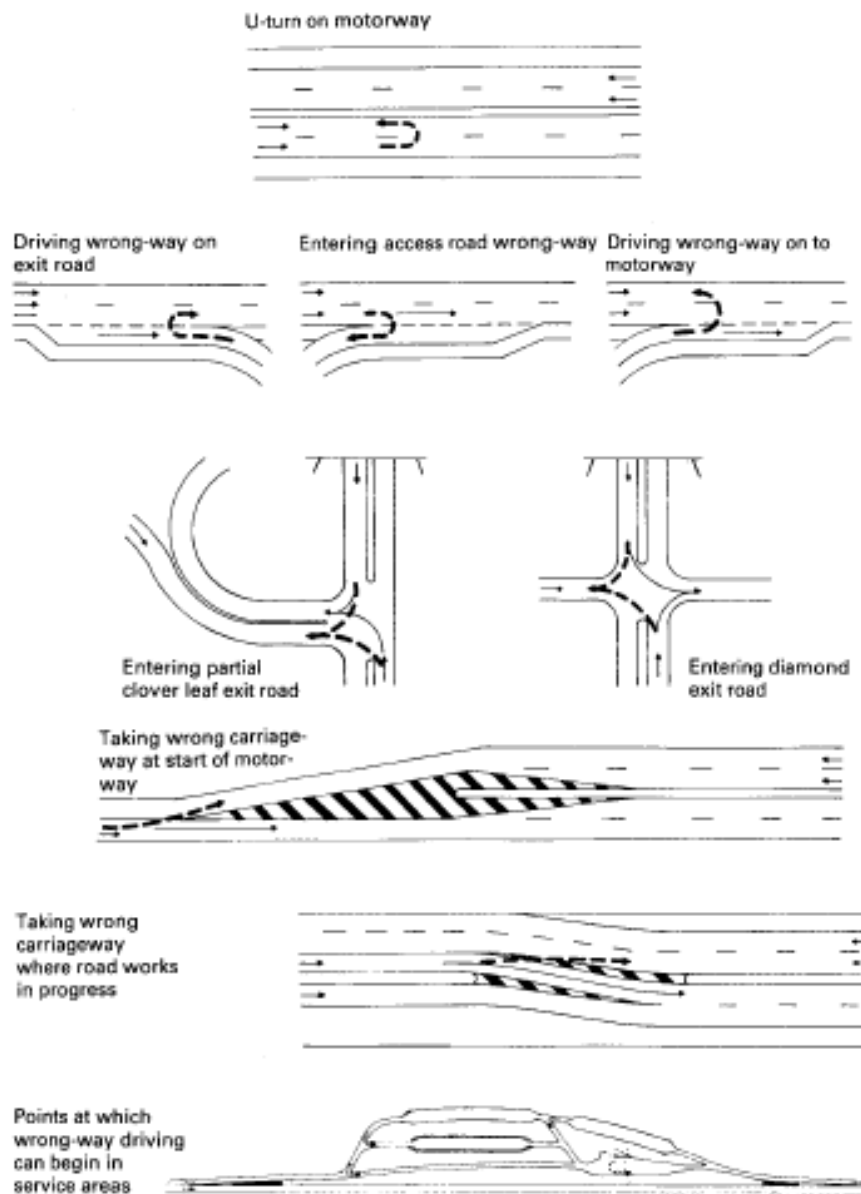
Οι περισσότεροι οδηγοί που εκτελούσαν αντίθετη κίνηση και χρησιμοποιούσαν το κύριο οδόστρωμα αυτοκινητόδρομου ή της κεντρικής οδού (n=45), οδηγούσαν στη δεξιά πλευρά (n=34). Αυτό σημαίνει ότι οδηγούσαν στη “λωρίδα 1”: τη λωρίδα που βρίσκεται πιο αριστερά για την κυκλοφορία που κινείται προς τη σωστή κατεύθυνση. Το ένα τέταρτο των διαδρομών αντίθετης κίνησης ήταν μικρότερο από ένα χιλιόμετρο (n=17). Οι περισσότερες από αυτές (n=13) κατέληξαν σύντομα σε σύγκρουση, κυρίως σε σύγκρουση με αντίθετο όχημα. Ωστόσο, ένας σημαντικός αριθμός οδηγών εκτέλεσε αντίθετη κίνηση για περισσότερα από δέκα χιλιόμετρα (n=19), εκ των οποίων οι πέντε για τουλάχιστον είκοσι χιλιόμετρα. Η διάρκεια 13 διαδρομών αντίθετης κίνησης ήταν άγνωστη.

Σαράντα από τα 68 ταξίδια αντίθετης κίνησης σε εθνική οδό που μελετήθηκαν οδήγησαν σε σύγκρουση. Δώδεκα ατυχήματα ήταν θανατηφόρα και 19 ατυχήματα με τραυματισμό. Συνολικά, 84 χρήστες του οδικού δικτύου τραυματίστηκαν, εκ των οποίων 24 σκοτώθηκαν.

Από τα σαράντα ταξίδια αντίθετης κίνησης, οι τοποθεσίες από τις οποίες ξεκίνησαν μπορούσαν να προσδιοριστούν με εύλογη βεβαιότητα. Τα μισά από αυτά (n=20) ξεκίνησαν αφού ο οδηγός εισήλθε σε εθνική οδό μέσω **του συνδετήριου κλάδου εξόδου**. Το ένα τέταρτο (n=9) άρχισε να πραγματοποιεί αντίθετη κίνηση κάνοντας **αναστροφή στο οδόστρωμα** του αυτοκινητόδρομου ή της εθνικής οδού. Τα υπόλοιπα περιστατικά αντίθετης κίνησης συνέβησαν επειδή ο οδηγός έφυγε εκτέλεσε **αντίθετη κίνηση μετά από σύγκρουση** (n=3), εισήλθε με **αντίθετη κίνηση στο οδόστρωμα από χώρο εξυπηρέτησης** (n=3), **διέσχισε τη διαχωριστική νηίδα προς το άλλο οδόστρωμα** και συνέχισε με αντίθετη κίνηση (n=3) ή συνδυασμός των προαναφερθέντων ενεργειών σε διαδοχικά περιστατικά αντίθετης κίνησης (n=2).

Στην Εικόνα 2.34 παρουσιάζονται όλες οι πιθανές αντίθετες κινήσεις που δύνανται να συμβούν σύμφωνα με την ολλανδική βιβλιογραφία [9].

- Αναστροφή στον αυτοκινητόδρομο.
- Αντίθετη κίνηση στον συνδετήριο κλάδο εξόδου και αναστροφή στον αυτοκινητόδρομο ώστε ο οδηγός να επανέλθει στην ορθή κατεύθυνση κυκλοφορίας.
- Έξοδος από τον αυτοκινητόδρομο μέσω του συνδετήριου κλάδου εισόδου.
- Είσοδος από τον συνδετήριο κλάδο εισόδου αλλά μετέπειτα αναστροφή στον αυτοκινητόδρομο αντίθετα από την κατεύθυνση κυκλοφορίας.
- Αντίθετη κίνηση στον συνδετήριο κλάδο εξόδου.
- Επιλογή αντίθετης κατεύθυνσης στον μερισμό των κατευθύνσεων κυκλοφορίας.
- Αντίθετη κίνηση σε προσωρινές μεταβολές της κυκλοφορίας λόγω έργων.
- Αντίθετη κίνηση από σταθμούς εξυπηρέτησης.



Εικόνα 2.34 Πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης – ΟΛΛΑΝΔΙΑ [9].

2.3.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

ο Οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση και σηματοδότηση

- Το πιο διαδεδομένο μέτρο υποδομής για την πρόληψη του κινδύνου, ιδίως της ακούσιας, αντίθετης κίνησης είναι η τοποθέτηση πινακίδων C2 "Verboden in te rijden" (απαγόρευση εισόδου) με την υποσημείωση "ga terug" (επιστροφή).



Εικόνα 2.35 Η πινακίδα C2 "Verboden in te rijden" (Απαγορεύεται η είσοδος) με την υποσημείωση "ga terug" (επιστροφή) [7].

- Ένδειξη της υποχρεωτικής κατεύθυνσης κίνησης με πινακίδες και σημάνσεις με βέλη στο δευτερεύον οδικό δίκτυο κοντά σε συνδετήριους κλάδους εξόδου.
- Βέλη στο οδόστρωμα των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου για να δείχνουν την κατεύθυνση οδήγησης.
- Χρήση βελών στους φωτεινούς σηματοδότες αντί για πλήρεις κύκλους.
- Πραγματοποίηση συνδέσεων μέσω ενός σηματοδοτούμενου κόμβου ή ενός κυκλικού κόμβου.

ο Γεωμετρικά στοιχεία σχεδιασμού

- Κατασκευή διαχωριστικών νησίδων σε διασταυρώσεις με συνδετήριους κλάδους εξόδου αυτοκινητόδρομου που καθιστούν την είσοδο εκεί αδύνατη ή τουλάχιστον δύσκολη.
- Κατασκευή διαχωριστικής νησίδας σε συνδυασμένους συνδετήριους κλάδους εισόδου και εξόδου σε κόμβους τριφύλλι με δύο κλάδους.
- Όταν οι συνδετήριοι κλάδοι εισόδου και εξόδου βρίσκονται κοντά ο ένας στον άλλον (όπως συμβαίνει με ένα μερικό τριφύλλι) και χωρίζονται φυσικά από ένα εμπόδιο, μπορεί να προβλεφθεί μία οδός διαφυγής για να συνδέσει τους δύο.
- Τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας σε πλατιές διαχωριστικές νησίδες αυτοκινητοδρόμων.
- Οριοθέτηση των γραμμών οδήγησης στην υποκείμενη οδό, για παράδειγμα με τη χρήση μπλοκ από βασάλτη, εάν δεν είναι δυνατή η δημιουργία κυκλικού κόμβου. Αυτό διατηρεί τη δυνατότητα ελιγμών διέλευσης για τα οχήματα έκτακτης ανάγκης, αλλά δεν την καθιστά άνετη για την υπόλοιπη κυκλοφορία που κατευθύνεται προς τον συνδετήριο κλάδο εξόδου όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.36.



Εικόνα 2.36 Παράδειγμα οριοθέτησης γραμμών οδήγησης – ΟΛΛΑΝΔΙΑ [7].

2.3.2 Οργανωτικά μέτρα

Στην Ολλανδία, όταν αναφέρεται ένας οδηγός που εκτελεί αντίθετη κίνηση, συνήθως μέσω του αριθμού έκτακτης ανάγκης 112, διακόπτονται όλοι οι ραδιοφωνικοί σταθμοί και οι χρήστες της οδού καλούνται να “κρατηθούν στα δεξιά, να μην προσπεράσουν και να προειδοποιήσουν τον οδηγό που εκτελεί αντίθετη κίνηση αναβοσβήνοντας τα φώτα των προβολών”. Όπου υπάρχουν ηλεκτρονικές πινακίδες, οι λωρίδες κυκλοφορίας μπορεί να κλείνουν με κόκκινους σταυρούς. Οι σήραγγες μπορούν γενικά να κλείνουν με μπάρες.

Αυτή η διαδικασία απαιτεί προφανώς χρόνο καθώς χρειάζονται τουλάχιστον 2,5 λεπτά, αλλά στην πράξη 3 έως 5 λεπτά, για να μεταδοθεί στον ασύρματο η θέση ενός οδηγού που εκτελεί αντίθετη κίνηση από άλλον χρήστη της οδού. Σε αυτό το διάστημα, η αντίθετη κίνηση έχει συνήθως ήδη τελειώσει, είτε με σύγκρουση είτε όχι, και αν όχι, ο παράνομος οδηγός (με ταχύτητα 120 km/h) βρίσκεται ήδη περίπου 6 χιλιόμετρα μακριά.



Εικόνα 2.37 Κλείσιμο λωρίδων κυκλοφορίας - ΟΛΛΑΝΔΙΑ.

2.3.3 Προηγμένες τεχνολογίες

- **Ανίχνευση περιστατικών αντίθετης κίνησης μέσω καμερών**

Πολλά σημεία του δικτύου αυτοκινητοδρόμων διαθέτουν κάμερες που μπορούν να ανιχνεύσουν οδηγούς που εκτελούν αντίθετη κίνηση. Μέσα και κοντά σε σήραγγες, εγκαθίσταται ένα σύστημα διάκρισης ταχύτητας που προειδοποιεί για την ακινητοποιημένη και αργή κυκλοφορία, καθώς και για τους οδηγούς που εκτελούν αντίθετη κίνηση.

- **“Wrong-Way Alert” ή “Wrong-Way Assistant” εντός του οχήματος.**

Τα συστήματα αυτά έχουν ως στόχο να προειδοποιούν τους οδηγούς (οπτικά και ηχητικά) εάν κινδυνεύουν να εκτελέσουν αντίθετη κίνηση, για παράδειγμα κατά την είσοδο σε συνδετήριο κλάδος εξόδου. Τα συστήματα αυτά βασίζονται συνήθως σε δεδομένα GPS σε συνδυασμό με ένα σύστημα πλοήγησης. Χρησιμοποιούν, επίσης, ενσωματωμένες κάμερες που “διαβάζουν” τις πινακίδες κυκλοφορίας.

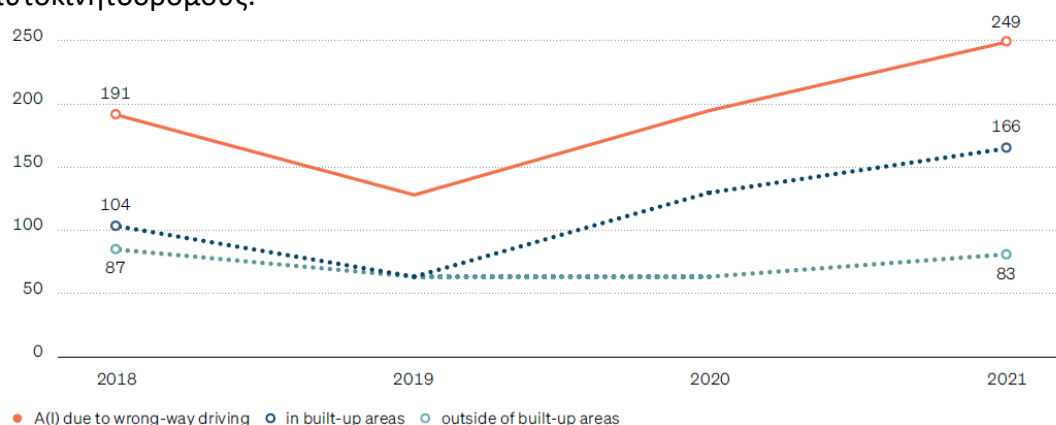
Τελευταία, υπάρχουν και εξελίξεις για τη χρήση της επικοινωνίας “οχήματος προς όχημα” για την προειδοποίηση των άλλων οδηγών, για έναν οδηγό που εκτελεί αντίθετη κίνηση.

2.4 ΓΕΡΜΑΝΙΑ

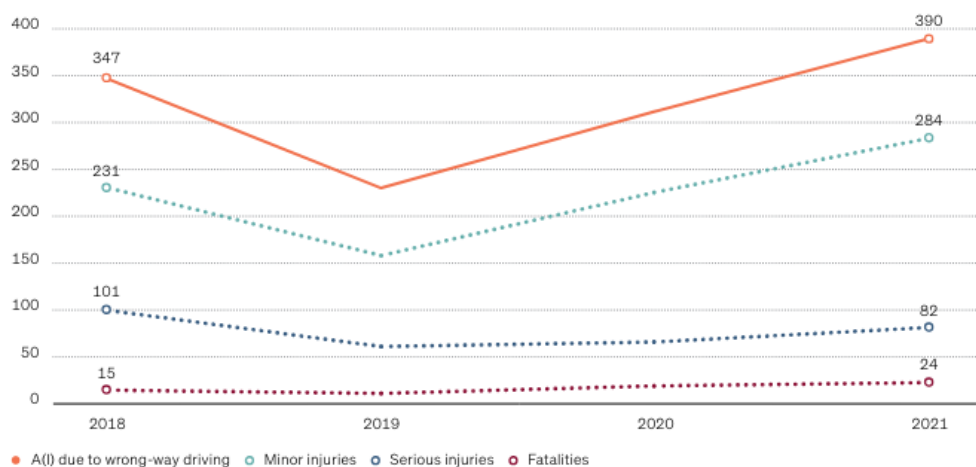
Στατιστικά για ατυχήματα σε περιστατικά αντίθετης κίνησης

Ατυχήματα στους γερμανικούς αυτοκινητόδρομους που χαρακτηρίζονται ως ατυχήματα “αντίθετης κίνησης σε οδούς με διαχωρισμένα οδοστρώματα” αντιμετωπίζονται μόνο ασαφώς στα έγγραφα που δημοσιεύει η γερμανική στατιστική υπηρεσία (DESTATIS) διότι αυτά λαμβάνουν υπόψη όχι μόνο όλες τις πιθανές θέσεις - δηλαδή όχι μόνο τις αυτοκινητόδρομους - αλλά και όλα τα είδη οδικής χρήσης (συμπεριλαμβανομένων των ποδηλατών, για παράδειγμα) [10].

Οι πληροφορίες για τα ατυχήματα που οφείλονται λόγω αντίθετης κίνησης εκτός κατοικημένων περιοχών που αφορούν κυρίως αυτοκινητόδρομους (83 ατυχήματα με τραυματισμό, 24 θάνατοι) δίνουν την καλύτερη εικόνα του προβλήματος των ατυχημάτων που προκαλούνται από αντίθετη κίνηση στους αυτοκινητόδρομους. Φαίνεται ότι μόνο το 0,5 % του συνόλου των ατυχημάτων που συμβαίνουν στους αυτοκινητόδρομους οφείλεται σε αντίθετη κίνηση. Ωστόσο, ευθύνονται για το 6% όλων των θανατηφόρων ατυχημάτων και το 7% όλων των θανάτων σε αυτοκινητόδρομους.



Εικόνα 2.38 Ατυχήματα με τραυματισμούς λόγω αντίθετης κίνησης σε συνάρτηση με τη θέση – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].



Εικόνα 2.39 Απώλειες λόγω αντίθετης κίνησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].

Σε ανάλυση δεδομένων για συνολικά 224 ατυχήματα που οφείλονται σε περιστατικά αντίθετης κίνησης μεταξύ 2002 και 2022 προκύπτουν περισσότερα εμπειριστατωμένα αποτελέσματα.

Ένα περιστατικό στο οποίο ο οδηγός εκτελούσε αντίθετη κίνηση στην προκαθορισμένη κατεύθυνση κίνησης σε αυτοκινητόδρομο αποτελούσε προϋπόθεση για να θεωρηθεί ότι το ατύχημα οφείλεται σε αντίθετη κίνηση. Το ατύχημα επίσης έπρεπε να συμβεί μετά την έναρξη του δομικού διαχωρισμού μεταξύ των οδών κυκλοφορίας.

Η Εικόνα 2.40 απεικονίζει με σαφήνεια τις πολύ σοβαρές συνέπειες που προκύπτουν από αυτά τα ατυχήματα. Στο 28,1 %, το υψηλό ποσοστό των ατυχημάτων με θανάτους είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό. Εάν εξεταστεί αυτός ο αριθμός μόνο ως ποσοστό των ατυχημάτων με τραυματισμό (n=169), τότε η αντίστοιχη τιμή φτάνει το 37,3 %. Συνολικά, σε 169 ατυχήματα με τραυματισμό, 99 άτομα σκοτώθηκαν, 207 υπέστησαν σοβαρούς τραυματισμούς και 210 ελαφρούς τραυματισμούς.



Εικόνα 2.40 Συνέπειες των εξετασμένων ατυχημάτων λόγω αντίθετης κίνησης (n = 224) – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [10].

Αναφορικά, με τη σύνδεση μεταξύ του τύπου του ΑΚ και της εμφάνισης της αντίθετης κίνησης ή των αιτιών που περιβάλλουν την αντίθετη κίνηση, δεν εξάγεται εύκολα συμπέρασμα.

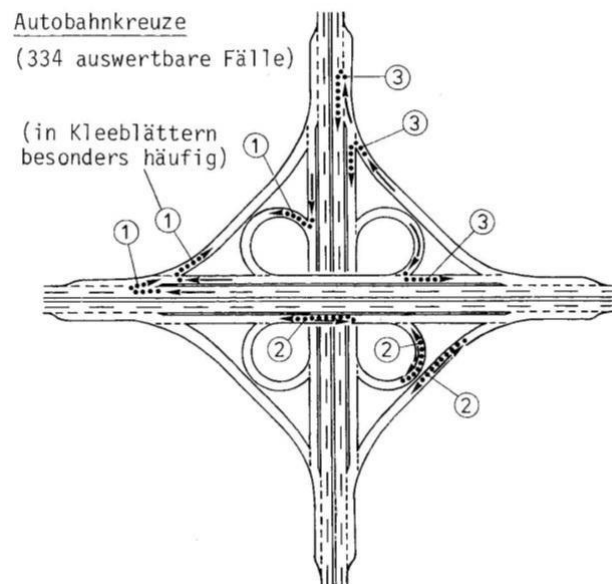
Στο 50% περίπου των περιπτώσεων, η αντίθετη κίνηση ξεκίνησε σε διασταυρώσεις που έχουν ένα βασικό σχήμα τριφυλλίου ή στοιχεία ενός τριφυλλίου. Οι **κόμβοι “μερικού τετράφυλλου” τύπου A4, B4** με έξοδο πριν/μετά το τεχνικό και το συμμετρικό **“μερικό τετράφυλλο” AB2** καταλαμβάνουν την πλειονότητα. Το “πλήρες τετράφυλλο” και τα “μερικά τετράφυλλα” τύπου A3, B3 που αναπτύσσονται σε τρία τεταρτημόρια, αποτελούν εξαίρεση.

Περίπου το 20% των ταξιδιών αντίθετης κίνησης ξεκίνησαν σε ΑΚ τύπου **“διαμάντι”, “σάλπιγγας”** ή μικτές μορφές **“τριφυλλίου” σε συνδυασμό με “διαμάντι”/ “σάλπιγγα”**. Σε 30% περίπου των περιπτώσεων, ο τύπος του ΑΚ δεν μπορούσε να προσδιοριστεί εξαιτίας έλλειψης πληροφορίας σχετικά με την ακριβή θέση του και το όνομά του.

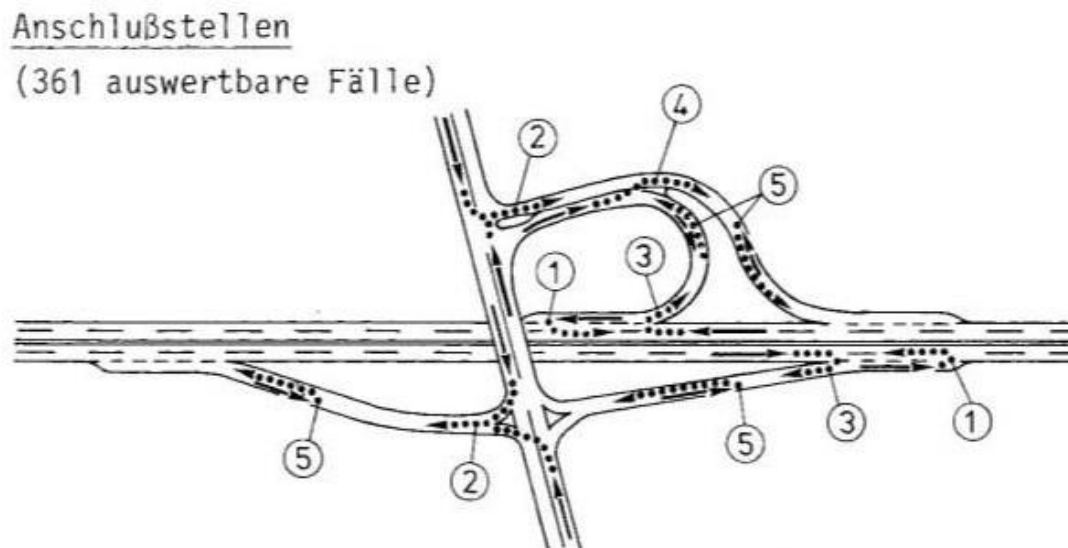
Σε ποσοστό 61% των περιστατικών αντίθετης κίνησης, οι οδηγοί που ξεκίνησαν το ταξίδι τους, εισήλθαν στον αυτοκινητόδρομο μέσω του συνδετήριου κλάδου εξόδου, ενώ σημειώθηκαν και αλλαγές λωρίδας στη περιοχή των συνδετήριων κλάδων. Σημαντικό το ποσοστό 11% των οδηγών που επέλεξαν πρώτα τη σωστή διαδρομή μέσω του συνδετήριου κλάδου εισόδου και στη συνέχεια έστριψαν **“αριστερά”** στην

αρχή της λωρίδα επιτάχυνσης (σχεδόν στροφή 180°) και εισήλθαν στον αυτοκινητόδρομο από την αντίθετη κατεύθυνση από την προβλεπόμενη του ταξιδιού. Για το υπολειπόμενο 28% δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για να εξαχθεί συμπέρασμα.

Στις Εικόνες 2.41 και 2.42 απεικονίζονται οι πιθανές αντίθετες κινήσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ΑΚ Μερικό Τετράφυλλο και σε ΑΚ Σάλπιγγα, σύμφωνα με την γερμανική βιβλιογραφία [11].



Εικόνα 2.41 Αντίθετη κίνηση σε ΑΚ μορφής “τριφύλλι” – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].



Εικόνα 2.42 Αντίθετη κίνηση σε ΑΚ μορφής “σάλπιγγα” – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].

2.4.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

Προκειμένου να αποφευχθεί, κατά το δυνατόν, η αντίθετη κίνηση που αρχίζει ασυνείδητα στις διασταυρώσεις, τα μέτρα που θεωρούνται κατάλληλα είναι αυτά που αναγκάζουν διαισθητικά τους χρήστες της οδού να οδηγούν σωστά. Στόχος είναι να αποφεύγεται η αντίθετη κίνηση στον αυτοκινητόδρομο ή, αν είναι δυνατόν, η ολική αποτροπή της αντίθετης εισόδου.

- Σήμανση, οδική σήμανση, καθοδήγηση λωρίδων
- Σαφής σχεδιασμός των κόμβων αυτοκινητοδρόμων: Αντιμετωπίζεται η ακούσια είσοδος στον αυτοκινητόδρομο μέσω εξόδου στην περιοχή των κόμβων
- Πινακίδες δυναμικής καθοδήγησης (μεταβλητών μηνυμάτων) (Εικόνα 2.44)

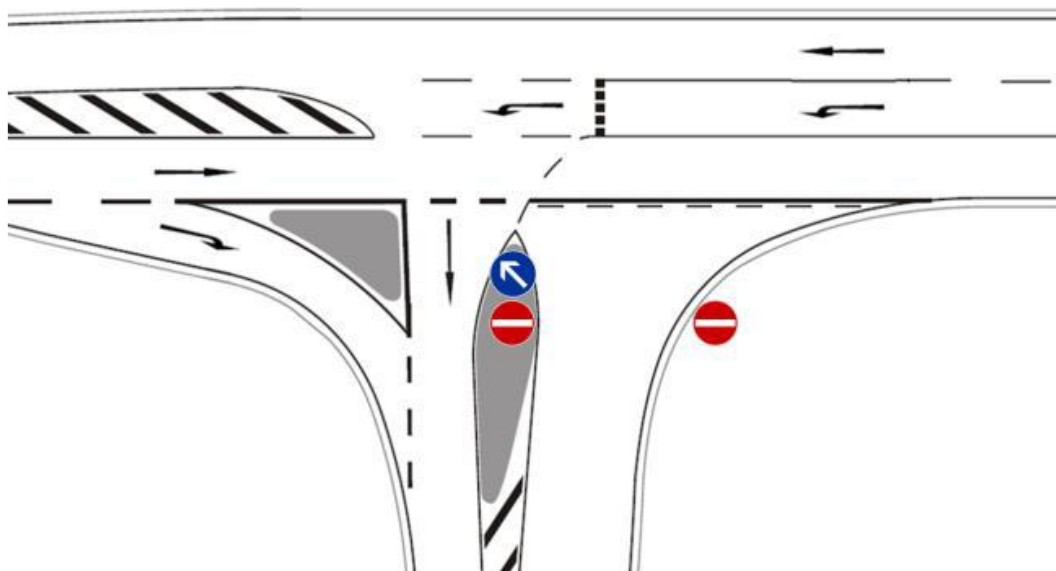


Εικόνα 2.43 Συνδεδημένοι κλάδοι εισόδου και εξόδου με εμφανή σήμανση – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].



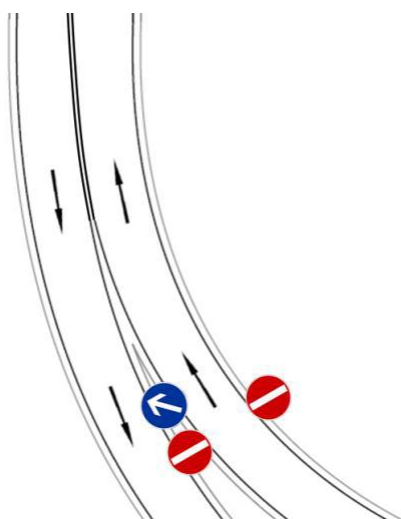
Εικόνα 2.44 Πινακίδα δυναμικής καθοδήγησης διαδρομής/πληροφοριών κυκλοφορίας - ΓΕΡΜΑΝΙΑ.

Ειδικότερα, η γραμμή στάσης για τη στροφή της κυκλοφορίας στον συνδετήριο κλάδο εισόδου σχεδιάζεται προς τα εμπρός όσο το δυνατόν περισσότερο, λαμβάνοντας υπόψη τις καμπύλες κυκλοφορίας των βαρέων οχημάτων που στρίβουν. Επιπλέον, επισημαίνονται βέλη κατεύθυνσης και η περιοχή της εξόδου στη δευτερεύουσα οδό σηματοδοτείται με σήμανση “μονομερούς περιορισμού λωρίδας κυκλοφορίας” όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.45.



Εικόνα 2.45 Υποδειγματική αναπαράσταση της βελτιστοποιημένης σήμανσης σε διασταυρώσεις – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].

Επιπλέον, η δυσμενής οπτική πληροφόρηση σε συνδετήριους κλάδους εισόδου/εξόδου χωρίς δομικό διαχωρισμό θα πρέπει να αποφεύγεται όσο το δυνατόν περισσότερο. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλες κατάλληλες σημάνσεις ή εγκαταστάσεις για την ορθή καθοδήγηση των χρηστών της οδού (Εικόνα 2.47).



Εικόνα 2.46 Υποδειγματική αναπαράσταση της σήμανσης στην περιοχή του συνδετήριου κλάδου της διασταύρωσης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [11].

2.4.2 Οργανωτικά μέτρα

Ειδοποιήσεις μέσω ραδιοφώνου: Αντιμετωπίζονται τα περιστατικά αντίθετης κίνησης που διαρκούν αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα π.χ. > 5 χλμ. (3 λεπτά στα 100 χλμ./ώρα)

Οι ειδοποιήσεις που ήδη υπάρχουν ενημερώνουν τους χρήστες της οδού σε ευρεία περιοχή για την παρουσία οδηγού που εκτελεί αντίθετη κίνηση. Λόγω των πολύπλοκων καναλιών ειδοποίησης, μεταξύ της λήψης της ειδοποίησης και της μετάδοσης της προειδοποίησης σχετικά με τον οδηγό που εκτελεί αντίθετη κίνηση μεσολαβούν περίπου τριάνμισι έως τέσσερα λεπτά.

2.4.3 Προηγμένες τεχνολογίες

Η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο στη Γερμανία με σημαντικά περιορισμένη χρήση των παρακάτω μέτρων [12].

- Ηλεκτρονικές εφαρμογές εντός οχήματος (App-Lösung Ghosthunter, Bosch app solution).
- Ανίχνευση περιστατικών αντίθετης κίνησης μέσω αναγνώρισης πινακίδων κυκλοφορίας (π.χ. κάμερα).
- Ανίχνευση αντίθετης κίνησης, παρέμβαση & επικοινωνία όχημα προς όχημα.



Εικόνα 2.47 Ενσωμάτωση προειδοποιήσεων στα συστήματα πλοήγησης για την πρόληψη της αντίθετης κίνησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].



Εικόνα 2.48 Ενσωμάτωση προειδοποιήσεων για οδηγούς που εκτελούν αντίθετη κίνηση σε συστήματα πλοήγησης – ΓΕΡΜΑΝΙΑ [12].

Τα τεχνολογικά μέτρα που βασίζονται σε εφαρμογές, εντός του οχήματος, απευθύνονται τόσο στους ίδιους τους οδηγούς που παρανομούν όσο και στους άλλους χρήστες του οδικού δικτύου. Οι λύσεις εφαρμογών έχουν ταχύτερη διείσδυση στη γερμανική αγορά από ότι οι λύσεις που βασίζονται αποκλειστικά στο όχημα, επειδή οι χρήστες της οδού πληροφορούνται, για παράδειγμα, μέσω ενημερώσεων στο κινητό τους και επίσης μέσω “Apple CarPlay/Android Auto” στο ταμπλό του αυτοκινήτου.

Οι εξεταζόμενες λύσεις εφαρμογών διαπιστώνουν την κατεύθυνση κίνησης των οχημάτων και τη συγκρίνουν με την προβλεπόμενη κατεύθυνση κίνησης μέσω GPS. Εάν εντοπιστεί περιστατικό αντίθετης κίνησης, ενημερώνεται/προειδοποιείται τόσο ο λανθασμένος οδηγός όσο και οι άλλοι επηρεαζόμενοι χρήστες της οδού. Μόνο τα περιστατικά που οδηγούν άμεσα σε σύγκρουση δεν αντιμετωπίζονται.

Τα συμβατικά τεχνολογικά μέτρα εντός του οχήματος, όπως η αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας χωρίς ενεργή παρέμβαση πέδησης, αντιμετωπίζουν μόνο τα περιστατικά ακούσιας αντίθετης κίνησης. Σε αυτό το πλαίσιο, τα συστήματα που παρεμβαίνουν ενεργά στο όχημα και αποτρέπουν επίσης την έναρξη της εκούσιας παράνομης οδήγησης σταματώντας το όχημα είναι πιο αποτελεσματικά. Σε συνδυασμό με την επικοινωνία μεταξύ αυτοκινήτων, τα περιστατικά αντίθετης κίνησης αντιμετωπίζονται ευκολότερα επειδή προειδοποιούνται αξιόπιστα και οι υπόλοιποι χρήστες της οδού που επηρεάζονται.

2.5 ΙΑΠΩΝΙΑ

Στατιστικά για ατυχήματα σε περιστατικά αντίθετης κίνησης

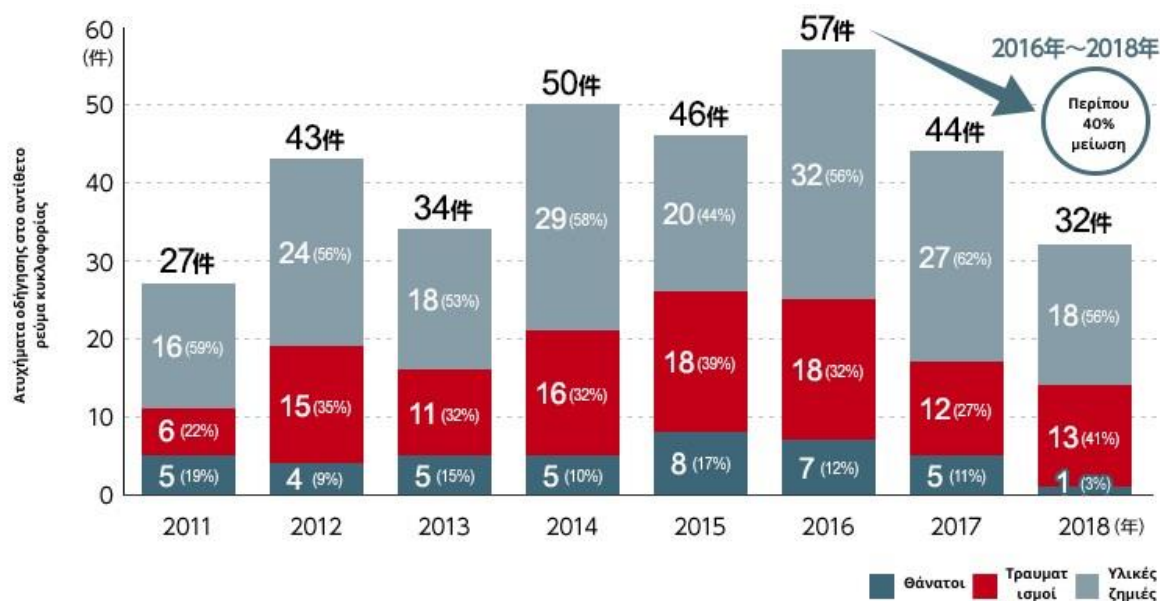
Στους αυτοκινητόδρομους ταχείας κυκλοφορίας στην Ιαπωνία, η αντίθετη κίνηση συμβαίνει περίπου μία φορά κάθε δύο ημέρες. Περίπου το 60% των περιστατικών αντίθετης κίνησης συμβαίνουν σε ΑΚ [15].

Πίνακας 2.2 Αριθμός περιστατικών αντίθετης κίνησης ανά έτος (2001-2018) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].

Έτος	Αριθμός περιστατικών αντίθετης κίνησης
2011	211
2012	209
2013	143
2014	212
2015	259
2016	249
2017	207
2018	200

Τα ατυχήματα αντίθετης κίνησης το 2018 μειώθηκαν κατά 40% περίπου σε σχέση με το 2016. Δεν υπήρξε σημαντική αλλαγή στην τάση για τραυματισμούς και υλικές ζημιές, αλλά υπήρξε ένας θάνατος.

Τα ατυχήματα αντίθετης κίνησης έχουν περίπου 15 φορές περισσότερες πιθανότητες να καταλήξουν σε θανατηφόρα ατυχήματα σε σχέση με όλα τα ατυχήματα στις οδούς ταχείας κυκλοφορίας και περίπου 5 φορές περισσότερες πιθανότητες να καταλήξουν σε ατυχήματα με θανάτους ή τραυματισμούς.



Εικόνα 2.49 Αριθμός ατυχημάτων αντίθετης κίνησης (2011-2018) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].

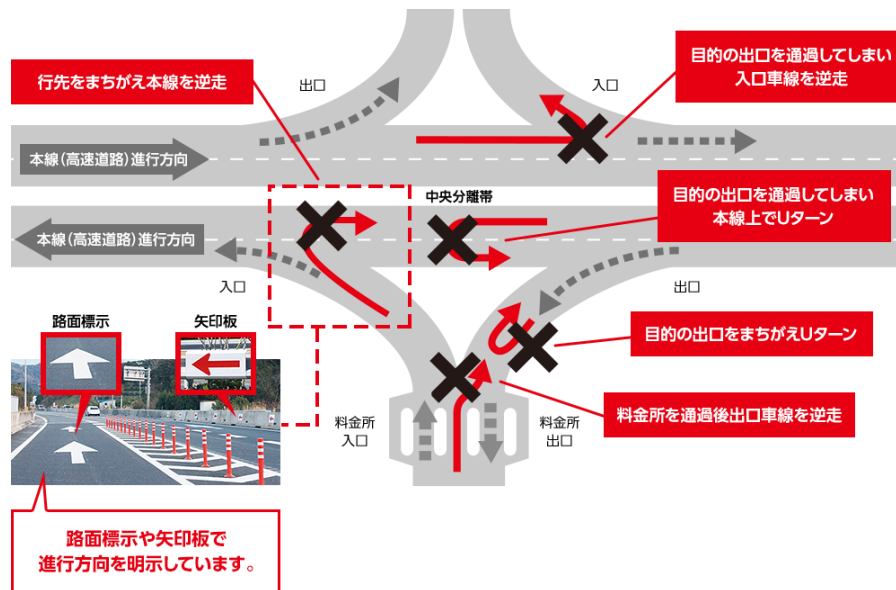
- **2011** 5 θάνατοι (19%), 6 τραυματισμοί (22%), 16 υλικές ζημιές (59%), σύνολο 27
- **2012** 4 θάνατοι (9%), 15 τραυματισμοί (35%), 24 υλικές ζημιές (56%), σύνολο 43
- **2013** 5 θάνατοι (15%), 11 τραυματισμοί (32%), 18 υλικές ζημιές (53%), σύνολο 34
- **2014** 5 θάνατοι (10%), 16 τραυματισμοί (32%), 29 υλικές ζημιές (58%), σύνολο 50
- **2015** 8 θάνατοι (17%), 18 τραυματισμοί (39%), 20 υλικές ζημιές (44%), σύνολο 46
- **2016** 7 θάνατοι (12%), 18 τραυματισμοί (32%), 32 υλικές ζημιές (56%), σύνολο 57
- **2017** 5 θάνατοι (11%), 12 τραυματισμοί (27%), 27 υλικές ζημιές (62%), σύνολο 44
- **2018** 1 νεκρός (3%), 13 τραυματισμοί (41%), 18 υλικές ζημιές (56%), σύνολο 32

Ο αριθμός των ατυχημάτων για αντίθετη κίνηση ήταν 57 το 2016, αλλά μειώθηκε κατά περίπου 20% σε 44 το 2017 και κατά περίπου 40% σε 32 το 2018.

Η αντίθετη κίνηση συμβαίνει σε ΑΚ για τους εξής λόγους:

- Ο οδηγός έχασε την έξοδο που ήθελε και κατέληξε να εκτελεί αντίθετη κίνηση στον συνδετήριο κλάδο εισόδου.
- Ο οδηγός έχασε την έξοδο που ήθελε και έκανε αναστροφή στην κεντρική οδό.
- Ο οδηγός πήρε τη λάθος έξοδο και έκανε αναστροφή.
- Ο οδηγός αφού πέρασε την πύλη διοδίων, εκτέλεσε αντίθετη κίνηση.
- Ο οδηγός εισήλθε σωστά από τον συνδετήριο κλάδο εισόδου αλλά έστριψε αντίθετα από την κατεύθυνση της κυκλοφορίας.

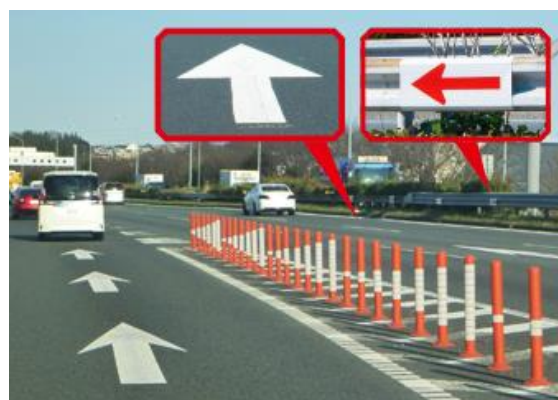
Οι παραπάνω κινήσεις αποτυπώνονται στην Εικόνα 2.50.



Εικόνα 2.50 Σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης – ΙΑΠΩΝΙΑ [13].

2.5.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

- Βέλη καθοδήγησης στο οδόστρωμα
- Βέλη υψηλής ανακλαστικότητας
- Ελαστικοί στύλοι τοποθετούνται στα σημεία όπου τα οχήματα συγχωνεύονται από τους χώρους εξυπηρέτησης και τους σταθμούς διοδίων στον άξονα του αυτοκινητόδρομου
- Σήμανση με βέλη και καθοδήγηση σε έξοδο (εγκαταστάσεις ανάπαυσης)
- Πινακίδες για την προειδοποίηση των οχημάτων που ενδέχεται να εκτελέσουν αντίθετη κίνηση που ενημερώνουν τους οδηγούς πως δεν μπορούν να προχωρήσουν.
- Προειδοποιητικές πινακίδες που ανάβουν μόνο όταν εντοπίζουν ένα όχημα που εκτελεί αντίθετη κίνηση και εμφανίζουν προειδοποιήσεις όπως “αναστροφή προς τα πίσω” για να γνωρίζουν οι οδηγοί ότι εκτελούν αντίθετη κίνηση.



Εικόνα 2.51 Μεγάλο βέλος οδοστρώματος, πόλοι από καουτσούκ, βέλος υψηλής ανακλαστικότητας – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].



Εικόνα 2.52 Πινακίδα προειδοποίησης (εγκατάσταση ανάπαυσης) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].



Εικόνα 2.53 Οδική σήμανση με βέλη, προειδοποιητικές πινακίδες (έξοδος κόμβου) – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].



Εικόνα 2.54 Ηλεκτρονικές και κανονικές πινακίδες προειδοποίησης αντίθετης κίνησης – ΙΑΠΩΝΙΑ [15].

2.5.2 Προηγμένες τεχνολογίες

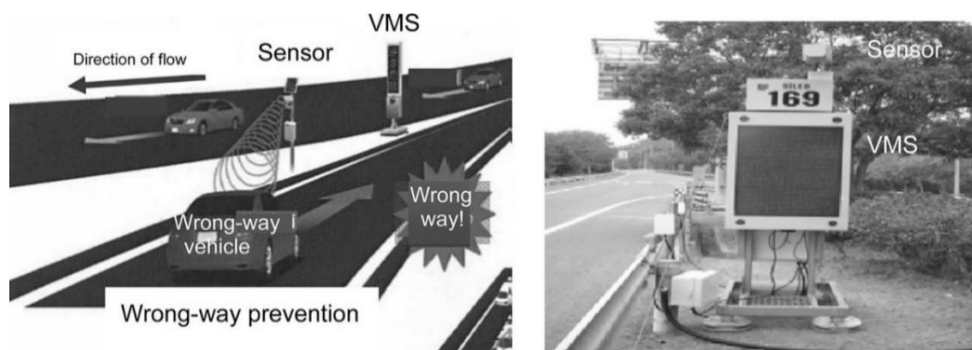
Στην Ιαπωνία υιοθετήθηκαν τρεις τύποι μέτρων που εφαρμόζουν ευφυή μεταφορικά συστήματα για την περαιτέρω μείωση της αντίθετης κίνησης στους αυτοκινητόδρομους [17].

Πρόκειται για:

- το σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης στην άκρη του δρόμου με διάφορους τύπους αισθητήρων
- το σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με χρήση GPS και ψηφιακού χάρτη
- το σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με επικοινωνία οδού-οχήματος (DSRC: Dedicated Short Range Communication)

Οδικά συστήματα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης

Το σύστημα ανιχνεύει τα οχήματα που οδηγούν αντίθετα και προειδοποιεί αμέσως τον οδηγό που εκτελεί αντίθετη κίνηση με φώτα που αναβοσβήνουν για να προσελκύσει την προσοχή του. Ορισμένα συστήματα υποστηρίζουν και ηχητικές προειδοποιήσεις. Μόλις το σύστημα ανιχνεύσει ένα όχημα που εκτελεί αντίθετη κίνηση, ενεργοποιεί ένα σύστημα βίντεο και καταγράφει εικόνες ένα λεπτό πριν και μετά την ανίχνευση της αντίθετης κίνησης. Τα συστήματα αυτά εγκαταστάθηκαν περαιτέρω μεταξύ 2009-2010 σε περισσότερες από 1000 συνδετήριους κλάδους, σε διασταυρώσεις και χώρους ανάπαυσης και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της αντίθετης κίνησης.



Εικόνα 2.55 Σύστημα οδικής προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με διαφορετικούς τύπους αισθητήρων – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].

Συστήματα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με χρήση GPS και ψηφιακού χάρτη

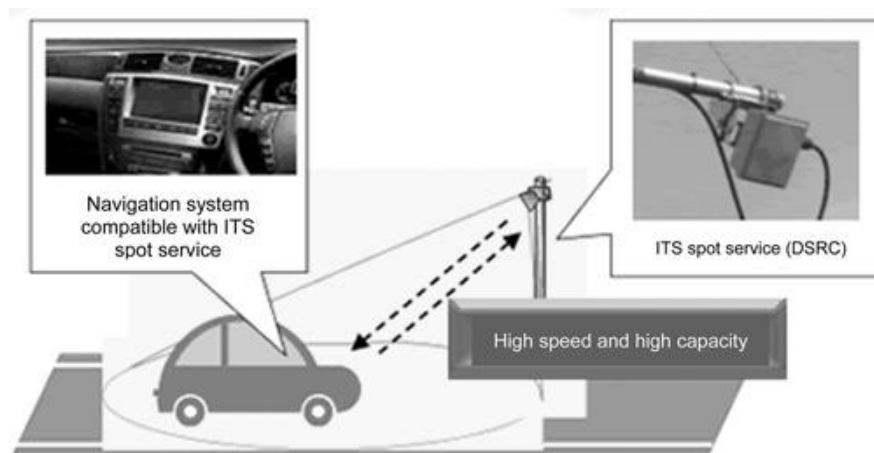
Ένα σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης έχει αναπτυχθεί και τεθεί σε λειτουργία από κοινού από το 2011 από έναν κατασκευαστή αυτοκινήτων και έναν φορέα εκμετάλλευσης αυτοκινητόδρομων. Το σύστημα εντοπίζει τα οχήματα που εκτελούν αντίθετη κίνηση με βάση τις συντεταγμένες GPS, τους ψηφιακούς χάρτες, τις ταχύτητες κίνησης και άλλα σχετικά δεδομένα. Ο οδηγός που εκτελεί αντίθετη κίνηση σε συνδετήριους κλάδους, σε διασταυρώσεις και χώρους ανάπαυσης αυτοκινητοδρόμων λαμβάνει ηχητικές και οπτικές προειδοποιήσεις.



Εικόνα 2.56 Σύστημα ειδοποίησης αντίθετης κίνησης με χρήση GPS και ψηφιακού χάρτη – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].

Σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με επικοινωνία οδού-οχήματος

Το σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης χρησιμοποιεί επικοινωνία οδού προς όχημα για την αποστολή προειδοποιητικών μηνυμάτων σε ένα όχημα που εκτελεί αντίθετη κίνηση και σε άλλα οχήματα που κινούνται στη σωστή κατεύθυνση μέσω ραδιοφάρου. Στη συνέχεια, το ενσωματωμένο σύστημα πλοήγησης προειδοποιεί τον οδηγό για αντίθετη κίνηση με ηχητικά μηνύματα και στατικές οπτικές εικόνες.



Εικόνα 2.57 Σύστημα προειδοποίησης αντίθετης κίνησης με επικοινωνία οδού-οχήματος (DSRC) – ΙΑΠΩΝΙΑ [17].

2.6 ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ

Στατιστικά για ατυχήματα σε περιστατικά αντίθετης κίνησης

Φαίνεται ότι, λόγω του μικρού αριθμού τέτοιων σεναρίων σύγκρουσης, δεν έχει βρεθεί βιβλιογραφία που να εξετάζει τα περιστατικά αντίθετης κίνησης. Ωστόσο, λόγω της μεγάλης σοβαρότητάς τους, εξακολουθεί να είναι σημαντικό να αντιμετωπίζονται όπου υπάρχει αυξημένη πιθανότητα τέτοιων επικίνδυνων ενεργειών.

Τα ατυχήματα που σχετίζονται με την αντίθετη κίνηση προέρχονται συχνότερα από τους συνδετήριους κλάδους εξόδου αυτοκινητοδρόμου (δηλ. όταν ένας οδηγός εισέρχεται στον αυτοκινητόδρομο μέσω του συνδετήριου κλάδου εξόδου).

Από την αυστραλιανή βιβλιογραφία [39] επισημαίνονται **τα είδη των ΑΚ που είτε αυξάνουν ή μειώνουν τα περιστατικά αντίθετης κίνησης**. Συγκεκριμένα οι ΑΚ μορφής “διαμάντι” (Εικόνα 2.1), και το λειτουργικό σχήμα παραλλαγής ΑΚ μορφής “διαμάντι” με ένα σημείο διασταύρωσης (Εικόνα 2.1), έχουν περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης περιστατικών αντίθετης κίνησης. Αντίθετα, οι ΑΚ μορφής “μερικού τετράφυλλου” τύπου Α4, Β4 (Εικόνα 2.9γ, 2.10γ) και οι ΑΚ μορφής “διαμάντι” με κυκλικό κόμβο σε τρία επίπεδα (Εικόνα 2.6β) ελαχιστοποιούν την αντίθετη κίνηση.

2.6.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

Στην Εικόνα 2.58 παρουσιάζεται η σήμανση που χρησιμοποιείται στην κοιλάδα “Barossa” στη Νότια Αυστραλία. Λόγω του μεγάλου αριθμού ξένων επισκεπτών, σήμανση όπως αυτή περιλαμβάνεται κοντά στις θέσεις στάσης και κατά μήκος των σημείων εισόδου για να υπενθυμίζει στους οδηγούς να ταξιδεύουν στη σωστή πλευρά του δρόμου και να αποφεύγουν έτσι την αντίθετη κίνηση.



Εικόνα 2.58 Σήμανση “Drive on left in Australia” που χρησιμοποιείται στην κοιλάδα “Barossa” [18].

Οι πινακίδες “Λάθος κατεύθυνση/πίσω” (“Wrong way/go back”) μπορούν επίσης να χρησιμοποιούνται στις εξόδους των αυτοκινητοδρόμων, στραμμένες αντίθετα από το σωστό ρεύμα κίνησης, ώστε οι οδηγοί που πραγματοποιούν αντίθετη κίνηση στον συνδεδετήριο κλάδο εξόδου να γνωρίζουν ότι πρέπει να γυρίσουν πίσω για να αποφύγουν τη σύγκρουση. Το ίδιο μήνυμα εμφανίζεται σε πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων στον αυτοκινητόδρομο “Southern Expressway” προς το κέντρο της Μελβούρνης.



Εικόνα 2.59 WRONG WAY GO BACK σε ηλεκτρονική πινακίδα – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.

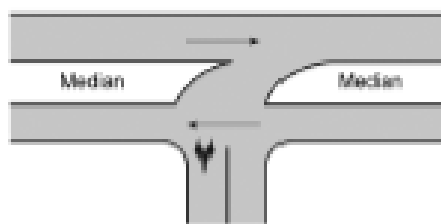
Οι κύριες συστάσεις που αφορούν τις παρεμβάσεις στην υποδομή είναι [18]:

- χαμηλότερη τοποθέτηση των πινακίδων κάτω από το πρότυπο, ώστε να διασφαλίζεται ότι βρίσκονται στο ύψος των ματιών του οδηγού
- χρήση υπερμεγεθών πινακίδων
- ανακλαστικά στα στηρίγματα των πινακίδων
- ενίσχυση των πινακίδων με LED
- τοποθέτηση STOP στους συνδεδετικούς κλάδους εξόδου ως ένδειξη ότι ο συνδεδετικός κλάδος εξόδου προορίζεται μόνο για την κυκλοφορία που εγκαταλείπει τον αυτοκινητόδρομο
- τοποθέτηση βελών σήμανσης οδοστρώματος για λάθος κατεύθυνση
- τοποθέτηση επεκτάσεων σήμανσης οδοστρώματος που καθοδηγούν την κυκλοφορία μετά τον συνδεδετήριο κλάδο εξόδου και στον συνδεδετήριο κλάδο εισόδου
- όπου παρακείμενοι συνδεδετήριοι κλάδοι εισόδου και εξόδου συνδέονται με διασταύρωση, προτείνεται η χρήση διαχωριστικής νησίδας, με την ακμή της νησίδας να οροθετείται με κίτρινο χρώμα και να εκτείνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στη διασταύρωση, χωρίς να εμποδίζεται η πορεία στροφής των οχημάτων. Επιπλέον, συνιστάται η τοποθέτηση πινακίδας “KEEP RIGHT” (“LEFT” στην Αυστραλία) στη ακμή της νησίδας
- πολλαπλές πινακίδες στην ίδια κολώνα
- χρήση πινακίδων 1.200mm x 750mm “FREEWAY ENTRANCE” για θετική καθοδήγηση σε όλες τους συνδεδετικούς κλάδους εισόδου, συνιστάται ελάχιστο ύψος γραμμάτων 200 χιλιοστών
- αντανakλαστικοί δείκτες οδοστρώματος με κόκκινο χρώμα για την κυκλοφορία σε αντίθετη κατεύθυνση
- κόκκινος δείκτης τοποθετημένος στο προστατευτικό κιγκλίδωμα κατά μήκος του συνδεδετικού κλάδου εξόδου, απέναντι από την αντίθετη κατεύθυνση κυκλοφορίας.

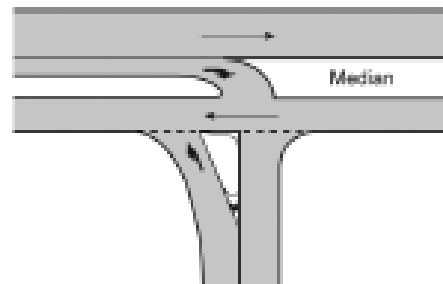


Εικόνα 2.60 Σήμανση λανθασμένης κατεύθυνσης/επιστροφής στην έξοδο του αυτοκινητόδρομου – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ [18].

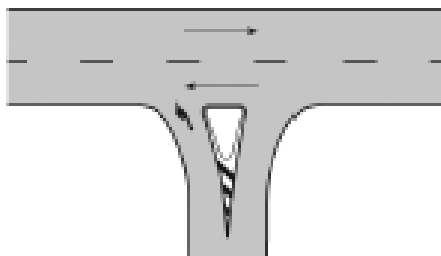
Η Εικόνα 2.61 απεικονίζει πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διοχέτευση σε αστικές διασταυρώσεις για τον περιορισμό ορισμένων κινήσεων δεξιάς στροφής και την αποθάρρυνση της αντίθετης κίνησης.



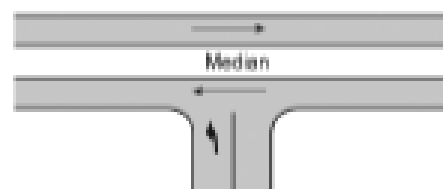
(a) Single right turn lane (reinforce with signs)



(b) Right turn lane from side road



(c) Double right turn lane (reinforce with signs)



(d) Right turn restricted by side median

Εικόνα 2.61 Χρήση της διοχέτευσης για την απαγόρευση των δεξιών στροφών – ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ [18].

2.6.2 Προηγμένες Τεχνολογίες

Ο εξοπλισμός ανίχνευσης συμβάντων [19] χρησιμοποιείται για τον αυτόματο εντοπισμό περιστατικών στον αυτοκινητόδρομο και πληροφορεί τους χειριστές στο κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας. Συνεπώς, είναι κρίσιμος για τοποθεσίες με υψηλό κίνδυνο για την ασφάλεια των χρηστών, ώστε να βελτιωθεί η ανίχνευση συμβάντων και οι χρόνοι απόκρισης σε σύγκριση με τη χειροκίνητη ανίχνευση.

Η ανίχνευση συμβάντων μπορεί να χρησιμοποιεί πληθώρα διαφορετικών και συμπληρωματικών τεχνολογιών στον εξοπλισμό και στο σύστημα ελέγχου του αυτοκινητόδρομου. Ειδικά, για την ανίχνευση της αντίθετης κίνησης γίνεται χρήση καμερών. Τα συστήματα επεξεργασίας εικόνας εφαρμόζονται στις εικόνες που λαμβάνουν οι κάμερες για την ανίχνευση συμβάντων ή αλλαγών στη γενική ροή της κυκλοφορίας, συμπεριλαμβανομένης της βραδυκίνητης κυκλοφορίας ή ακίνητων αντικειμένων. Η ανίχνευση περιστατικών με βίντεο (VID) χρησιμοποιείται συνήθως σε σήραγγες (π.χ. ως μέρος ενός συστήματος ανίχνευσης καπνού) και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό οχημάτων που εκτελούν αντίθετη κίνηση.

Η αυτόματη ανίχνευση συμβάντων εξακολουθεί να είναι ένας εξελισσόμενος τομέας και άλλες τεχνολογίες αναπτύσσονται και δοκιμάζονται, όπως συστήματα με ραντάρ, προσεγγίσεις μοντελοποίησης της κυκλοφορίας (με χρήση δεδομένων ανιχνευτών) και συστήματα που χρησιμοποιούν ψηφιακή οπτικοποίηση του αυτοκινητοδρόμου.

2.7 ΕΛΛΑΔΑ

2.7.1 Παρεμβάσεις στην Υποδομή

- Πινακίδες υπόδειξης σωστής και απαγορευμένης κατεύθυνσης
- Βέλη καθοδήγησης στο οδόστρωμα
- Βέλη υψηλής ανακλαστικότητας
- Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων
- Τοποθέτηση γραμμών στάσης στο τέλος των συνδετήριων κλάδων εξόδου
- Σημείωση “STOP” στο οδόστρωμα και επανάληψή του μετά το πέρας της πιθανής αντίθετης εισόδου ώστε να μειωθεί η πιθανότητα ο οδηγός να κάνει λάθος ελιγμό.
- Ως ένα σημαντικό επίπεδο σαφής γεωμετρική χάραξη



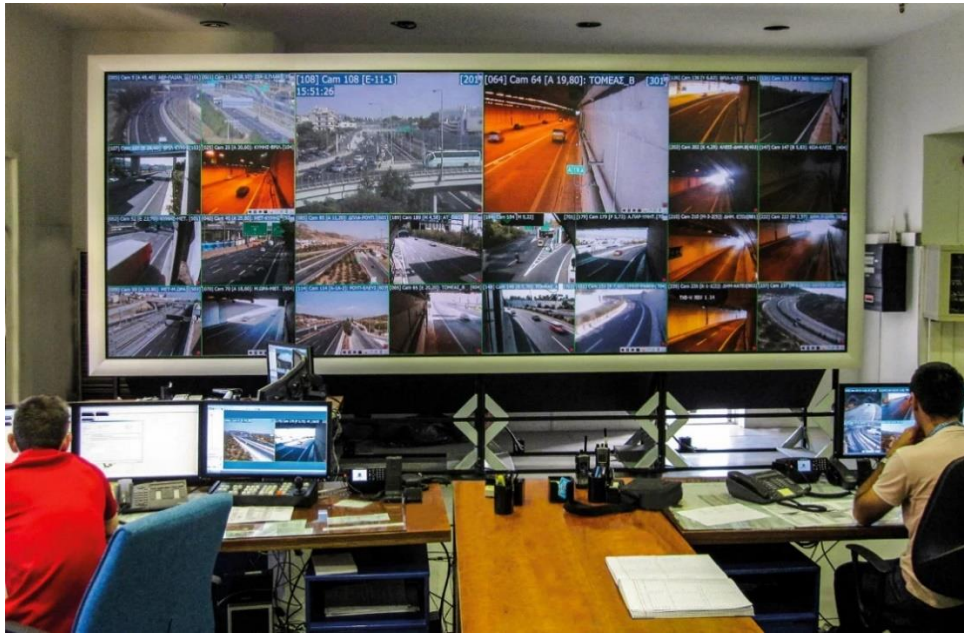
Εικόνα 2.62 Πινακίδα “Λάθος Κατεύθυνση” – ΕΛΛΑΔΑ.



Εικόνα 2.63 Τυπική είσοδος σε συνδετήριο κλάδο ελληνικού αυτοκινητόδρομου.

2.7.2 Οργανωτικά μέτρα

Ειδοποιήσεις μέσω ραδιοφώνου: Στα Κέντρα Διαχείρισης Κυκλοφορίας υπάρχει η υπηρεσία ενημέρωσης των ΜΜΕ. Σε περίπτωση συμβάντος αντίθετης κίνησης ενημερώνει απευθείας τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς σχετικά με τις συνθήκες κυκλοφορίας που επικρατούν στον αυτοκινητόδρομο.



Εικόνα 2.64 Κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας – ΕΛΛΑΔΑ [20].

2.7.3 Προηγμένες τεχνολογίες

Στην Ελλάδα, δεν γίνεται ακόμη πλήρης εκμετάλλευση των προηγμένων τεχνολογιών και των ευφυών μεταφορικών συστημάτων. Υφίσταται εκτεταμένη χρήση καμερών ωστόσο άλλα μέτρα όπως αισθητήρες, επικοινωνία με GPS ή μέσω εφαρμογής για την ανίχνευση, προειδοποίηση και αποτροπή αντίθετης κίνησης είναι ιδιαίτερα περιορισμένα. Αισθητήρες υπάρχουν κυρίως με στόχο τη συλλογή κυκλοφοριακών δεδομένων (κυκλοφοριακός φόρτος, ταχύτητα κλπ.) με το μόνο ουσιαστικά τεχνολογικά εφαρμοσμένο μέτρο για την αντίθετη κίνηση να είναι οι ειδοποιήσεις μέσω ραδιοφώνου.

Παράδειγμα αποτελεί ο **Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου** [36] ο οποίος έχει θέσει σε εφαρμογή σύστημα αντιμετώπισης της αντίθετης εισόδου στον ΑΚ Λεπτοκαρυάς στον κλάδο εξόδου. Ειδικότερα, έχουν εγκατασταθεί κάμερες και αισθητήρες που επικουρούνται από προηγμένο λογισμικό που μπορούν και εντοπίζουν την αντίθετη είσοδο κάθε είδους οχήματος. Έπειτα από την ανίχνευση το σύστημα παρέχει άμεση ειδοποίηση στον οδηγό που έχει υποπέσει στο λάθος μέσω ειδικής πινακίδας οδικής σήμανσης και παράλληλα επιτρέπει στις δυνάμεις της Τροχαίας να δράσουν άμεσα ώστε να ακινητοποιηθεί το όχημα και να μην διακυβευτεί η ασφάλεια τόσο του ίδιου του οδηγού όσο και των υπόλοιπων χρηστών του αυτοκινητόδρομου.

2.8 Μέτρα που δεν προτείνονται πλέον για την αποτροπή της αντίθετης κίνησης

Στις **ΗΠΑ** υπάρχει ως πρακτική η χρήση καρφιών για τη διακοπή της αντίθετης κίνησης, ωστόσο η μέθοδος αυτή δεν προτείνεται πλέον. Οι δέκα κυριότεροι λόγοι για τη μη χρήση καρφιών για τη διακοπή της αντίθετης κίνησης δίδονται παρακάτω [5]:

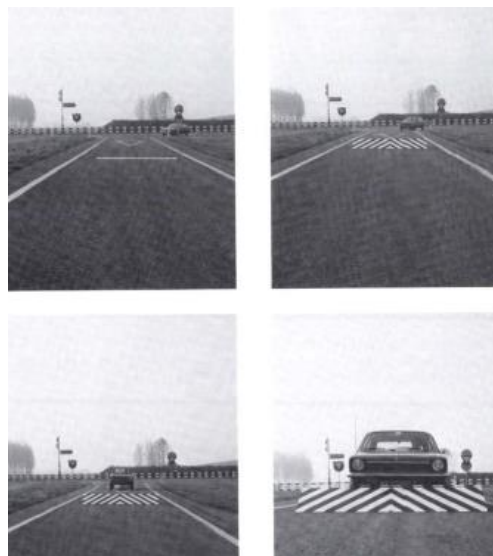
- Οι λωρίδες καρφιών ελαστικών έχουν σχεδιαστεί για θέσεις χαμηλής ταχύτητας.
- Κατά τη διάρκεια των δοκιμών, τα καρφιά, ακόμη και όταν τροποποιούνταν το σχήμα τους, δεν προκαλούσαν στα ελαστικά ξεφούσκωμα αρκετά γρήγορα ώστε να αποτρέψουν την είσοδο ενός οχήματος σε αυτοκινητόδρομο.
- Κατά τη διάρκεια των δοκιμών, τα καρφιά έσπασαν υπό συνθήκες κυκλοφορίας υψηλού όγκου και υψηλής ταχύτητας συνθήκες, αφήνοντας απολήξεις που προκάλεσαν ζημιές στα ελαστικά των οχημάτων που κινούνταν στη σωστή κατεύθυνση.
- Βλέποντας τις συσκευές φραγμού με καρφιά στο οδόστρωμα μπροστά τους, οι οδηγοί που κινούνται στη σωστή κατεύθυνση, τα αντιλαμβάνονται ως κίνδυνο και φρενάρουν, δημιουργώντας επικίνδυνη κατάσταση.
- Κατά τη διάρκεια μιας παγετώδους καταιγίδας, οι συνθήκες παγετού ενδέχεται να εμποδίσουν την αναδίπλωση των καρφιών στην κίνηση προς τη σωστή κατεύθυνση.
- Με την πάροδο του χρόνου, η βρωμιά και τα συντρίμια συσσωρεύονται στο εσωτερικό της συσκευής, εμποδίζοντας την ικανότητά της να αναδιπλωθεί πλήρως όπως προβλέπεται.
- Η μεταλλική επιφάνεια των λωρίδων καρφιών δημιουργεί κίνδυνο κατά τη διάρκεια της βροχής, της ομίχλης και των συνθηκών πάγου λόγω έλλειψης πρόσφυσης σε όλη τη συσκευή.
- Ακόμη και όταν λειτουργούν σωστά, τα καρφιά αποτελούν άμεσο κίνδυνο για μοτοσικλέτες και μικρά αυτοκίνητα που εξέρχονται προς τη σωστή κατεύθυνση.
- Επειδή κανένα διαθέσιμο στο εμπόριο σύστημα λωρίδας καρφιών δεν έχει σχεδιαστεί για μόνιμη εγκατάσταση σε οδούς με ταχύτητες μεγαλύτερες από 5 μίλια/ώρα, το κόστος αυτής της προσέγγισης θα ήταν υψηλό.
- Όλα τα μέτρα διαχείρισης της κυκλοφορίας που εγκαθίστανται σε κρατικούς αυτοκινητόδρομους πρέπει να συμμορφώνονται με το εγχειρίδιο για τις συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας (MUTCD). Λόγω του κινδύνου πρόκλησης ζημιών σε οχήματα που κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση και των πιθανών τραυματισμών και θανάτων που υφίστανται οι επιβάτες των οχημάτων σωστής κατεύθυνσης, οι εν λόγω συσκευές δεν συμμορφώνονται με το εγχειρίδιο για τις συσκευές ελέγχου κυκλοφορίας.



Εικόνα 2.65 Εγκατάσταση καρφιών.

Στη **Γερμανία** και στην **Ολλανδία** [9], [10] υπήρχε η πιθανότητα εφαρμογής οδικών φραγμάτων, ωστόσο δεν συνίσταται η χρήση τους. Τα εμπόδια αυτού του είδους φαίνονται πολύ αποτελεσματικά αρχικά, αλλά έχουν επίσης προφανή μειονεκτήματα:

- Επηρεάζουν και τους οδηγούς που κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση και συνεπώς μπορούν να βλάψουν το όχημα, τους επιβάτες και το φορτίο τους. Αυτό δεν είναι αποδεκτό.
- Τα οδικά φράγματα θα θεωρούνταν εμπόδια ακόμη και από τους οδηγούς που κινούνται στη σωστή κατεύθυνση και θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε απροσδόκητο φρενάρισμα.
- Θα εμπόδιζαν επίσης τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, οι οποίες μερικές φορές χρησιμοποιούν δρόμους εξόδου για να φθάσουν στον τόπο του ατυχήματος ενάντια στη ροή της κυκλοφορίας.
- Το κόστος τόσο της εγκατάστασης όσο και της συντήρησης δεν θα ήταν αμελητέο.



Εικόνα 2.66 Οδικό φράγμα [9].

3 Ανάλυση Μεθοδολογίας

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται λεπτομερώς η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή της αποτροπής εμφάνισης περιστατικών αντίθετης κίνησης σε συνδεδηγίριους κλάδους εξόδου αυτοκινητόδρομου.

Με την ανάλυση της ξένης και της εγχώριας βιβλιογραφίας στο **Κεφάλαιο 2** καθορίστηκε το πλαίσιο των πιθανών λύσεων του φαινομένου της αντίθετης κίνησης. Τα μέτρα που λαμβάνονται γενικά συνοψίζονται σε τρεις κατηγορίες, τις παρεμβάσεις στη υποδομή, τα οργανωτικά μέτρα και τις προηγμένες τεχνολογίες.

Παρεμβάσεις στην Υποδομή

- Οριζόντια, κατακόρυφη σήμανση και σηματοδότηση: Προορίζονται για την καθοδήγηση και την προειδοποίηση των οδηγών, για την αποτροπή αντίθετης κίνησης στον συνδεδηγίριο κλάδο εξόδου αυτοκινητόδρομου και στις διασταυρώσεις.
- Σαφής και αποτελεσματικός σχεδιασμός των γεωμετρικών στοιχείων χάραξης: Περιορίζει κυριολεκτικά τη δυνατότητα αντίθετης κίνησης και εξασφαλίζει τη σωστή και ασφαλή χρήση της οδού.

Οργανωτικά μέτρα

Συνήθως πρόκειται για ειδοποιήσεις μέσω ραδιοφώνου σε περίπτωση εντοπισμού περιστατικού αντίθετης κίνησης και ειδοποίηση των υπόλοιπων χρηστών της οδού.

Προηγμένες τεχνολογίες

Χρησιμοποιούνται συνήθως **ευφυή συστήματα μεταφορών** για την ανίχνευση της αντίθετης κίνησης, την αποστολή ειδοποιήσεων στο κέντρο διαχείρισης κυκλοφορίας και την προειδοποίηση των οδηγών.

Η συνέχεια της Διπλωματικής εργασίας επικεντρώνεται στις γεωμετρικές βελτιώσεις που προκύπτουν και στην επιρροή τους στην αντίθετη κίνηση.

Έπειτα, συλλέγονται στοιχεία αντίθετης κίνησης από τους Αυτοκινητόδρομους 1 και 2. Τα στοιχεία αυτά αναλύονται και εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την ετήσια διακύμανση των περιστατικών αντίθετης κίνησης, τον κλάδο έναρξης της αντίθετης κίνησης, τον τύπο του οχήματος, την κατεύθυνση κίνησης και τους ΑΚ που είναι πιο επιρρεπείς σε περιστατικά αντίθετης κίνησης στον συνδεδηγίριο κλάδο εξόδου.

Προκειμένου να προταθούν βελτιώσεις στο **Κεφάλαιο 5**, κρίνεται απαραίτητο να κατηγοριοποιηθούν τα πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης σε συνδεδηγίριο κλάδο εξόδου αυτοκινητόδρομου, ως εξής:

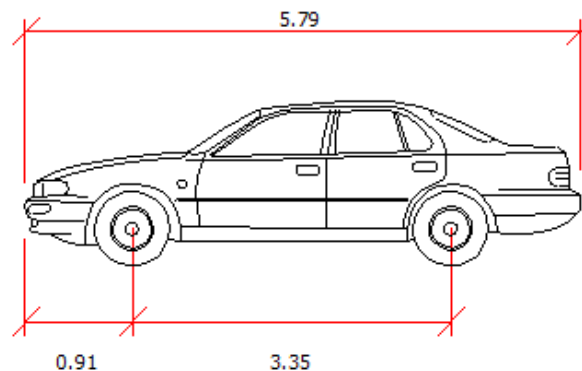
- Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο
- Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι
- Κυκλικός κόμβος

Επομένως, οι βελτιώσεις που προτείνονται, ανάλογα με τη μορφή του κόμβου, αναφέρονται σε μία από τις τρεις κατηγορίες και κατά συνέπεια μπορούν να προταθούν ακριβείς και έγκυρες γεωμετρικές επεμβάσεις στις κρίσιμες εξόδους για την εύρυθμη λειτουργία του κόμβου και την αποτροπή της αντίθετης κίνησης.

Προκειμένου να εφαρμοστούν βελτιώσεις στην έξοδο του εκάστοτε ΑΚ πρέπει να επεξεργαστούν γεωαναφερμένες εικόνες των προβληματικών εξόδων. Για να πραγματοποιηθεί η οπτικοποίηση των προτεινόμενων γεωμετρικών βελτιώσεων πρέπει να χρησιμοποιηθούν κάποια εργαλεία προκειμένου οι παρεμβάσεις να είναι έγκυρες. Τα προγράμματα που θα χρησιμοποιηθούν είναι το **QGIS** και το **AutoTURN**. Ειδικότερα, για να είναι οι διαστάσεις των κόμβων ακριβής θα πρέπει να γίνει χρήση του QGIS και στη συνέχεια η επεξεργασία τους θα γίνει σε περιβάλλον AutoCAD με τη βοήθεια του AutoTURN, η χρήση των προγραμμάτων δίνεται στο **Παράρτημα**.

Για την επιβεβαίωση της εγκυρότητας των βελτιώσεων σχεδιάζονται οι διαδρομές ενός επιβατικού ΙΧ εφαρμόζοντας επιπλέον ένα περιθώριο σαράντα εκατοστών (40 cm) σε κάθε πλευρά.

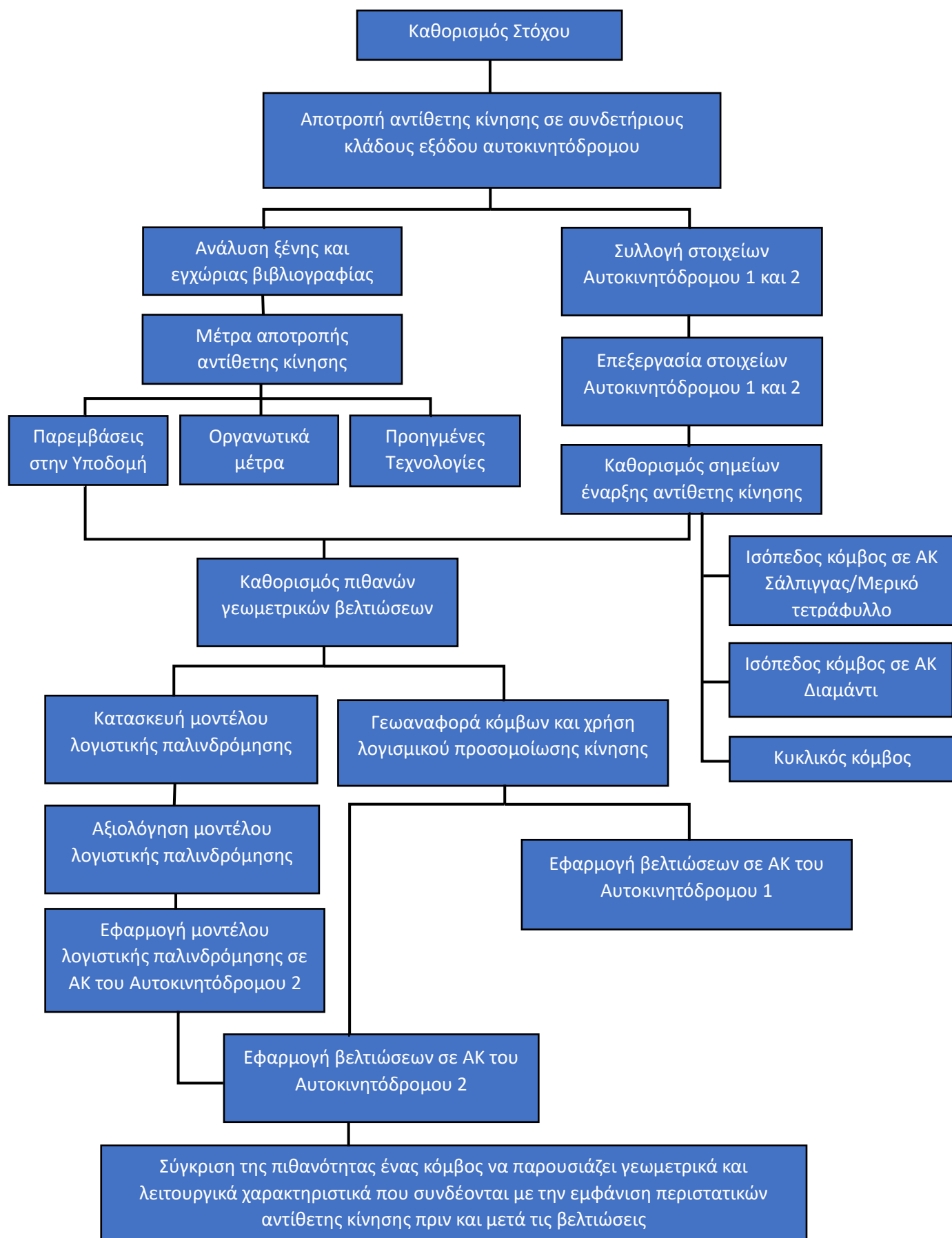
Units: meters



Εικόνα 3.1 Διαστάσεις πρότυπου οχήματος.

Επιπλέον, για να υποστηριχτεί η σημασία των βελτιώσεων στις εξόδους κατασκευάζεται ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που εκτιμά την πιθανότητα ένας συνδετήριος κλάδος εξόδου ΑΚ να παρουσιάζει γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης πριν και μετά από τις παρεμβάσεις. Συνολικά, εξετάζονται **21 ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1** και οι τερματικοί σταθμοί στους συνδετήριους κλάδους εξόδου, εκ των οποίων οι **13 είχαν εμφανίσει περιστατικό αντίθετης κίνησης και οι υπόλοιποι 8 δεν είχαν ιστορικό αντίθετης κίνησης**. Η σημασία και η αξιοπιστία του μοντέλου αξιολογείται με την εφαρμογή του σε ΑΚ του **Αυτοκινητόδρομου 2** με και χωρίς καταγεγραμμένα περιστατικά αντίθετης κίνησης.

Παρακάτω στην Εικόνα 3.2 παρατίθεται ένα **Διάγραμμα Ροής** που παρουσιάζει τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της Μεθοδολογίας.



Εικόνα 3.2 Διάγραμμα ροής εφαρμογής μεθοδολογίας.

3.1 Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1.1 Λογιστική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης (“regression analysis”). Ο όρος εξαρτημένη μεταβλητή αφορά εκείνη της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος ανεξάρτητη αποδίδεται στη μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία, αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται τυχαία και “καθοδηγείται” από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκάλεσε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Σημειώνεται πως η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής ή διακριτή. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτό μέγεθος χρησιμοποιείται η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης.

Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης, ενώ καθίσταται δυνατή η έκβαση μιας κατηγορικής μεταβλητής με δύο ή περισσότερες κατηγορίες με τη χρήση ενός συνόλου συνεχών και διακριτών μεταβλητών. Επιπλέον, η εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζει την πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται, λοιπόν, ο νεπέριος λογάριθμος για την πιθανότητα ή το λόγο πιθανοφάνειας (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να ισούται με 1, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$Y = \text{Logit}(P) = \ln\left(\frac{P_i}{(1 - P_i)}\right) = B_0 + B_i X_i$$

Όπου:

- P_i η πιθανότητα η i -οστή περίπτωση να έχει έκβαση του αποτελέσματος ίση με τη μονάδα (π.χ. P_5 η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα στην 5η περίπτωση)
- B_0 , η σταθερά του μοντέλου
- B_i , παραμετρικές εκτιμήτριες για τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i ($i = 1, 2, \dots, n$, όπου n το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών)

Η πιθανότητα κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ ο νεπέριος λογάριθμος $\ln(P_i/(1-P_i))$ κυμαίνεται από μείον άπειρο έως συν άπειρο. Τα μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζουν την καμπυλόγραμμη σχέση ανάμεσα στην κατηγορική επιλογή Y και στις μεταβλητές X_i οι οποίες μπορεί να είναι συνεχείς ή διακριτές. Η καμπύλη της λογιστικής παλινδρόμησης είναι προσεγγιστικά γραμμική στις μεσαίες τιμές και λογαριθμική στις ακραίες. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης προκύπτει η εξής νέα σχέση:

$$\frac{P_i}{(1 - P_i)} = e^{(B_0 + B_i X_i)} = e^{B_0} e^{B_i X_i}$$

Η θεμελιώδης εξίσωση για τη λογιστική παλινδρόμηση δείχνει ότι όταν η τιμή μίας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξάνεται κατά μία μονάδα και οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, τότε ο νέος λόγος πιθανοφάνειας $[P_i/(1-P_i)]$ δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\left[\frac{P_i}{(1 - P_i)} \right]' = e^{B_0} e^{B_i (X_i + 1)} = e^{B_0} e^{B_i X_i} e^{B_i}$$

Παρατηρείται, λοιπόν, ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μία μονάδα και οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, τότε η πιθανότητα $[P_i/(1-P_i)]$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{B_i} (Adjusted Odds Ratio). Όταν οι πιθανές κατηγορίες της εξαρτημένης μεταβλητής είναι δύο (όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση), η ανάλυση ονομάζεται Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression) ενώ σε περίπτωση πλήθους κατηγοριών περισσότερων των δύο, χρησιμοποιείται η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression).

3.1.2 Αξιολόγηση μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Για την αξιολόγηση του μοντέλου και την μέτρηση της αξιοπιστίας χρησιμοποιούνται οι δείκτες Accuracy, το F1-score, το Brier score και το Hosmer-Lemeshow test.

Accuracy

Δείχνει το ποσοστό των σωστών προβλέψεων του μοντέλου σε σχέση με το σύνολο των παρατηρήσεων και αξιολογεί τη συνολική ακρίβεια του μοντέλου. Ένα Accuracy > 0,8 θεωρείται γενικά καλό και υπολογίζεται ως:

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{True Positives} + \text{True Negatives}}{\text{Total Observations}}$$

F1-score

Το F1-score είναι ένας συνδυαστικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τόσο την ακρίβεια/precision όσο και την ευαισθησία/recall. Είναι ο αρμονικός μέσος αυτών των δύο δεικτών.

- Precision: Το ποσοστό των σωστών θετικών προβλέψεων από όλες τις θετικές προβλέψεις.
- Recall: Το ποσοστό των σωστών θετικών προβλέψεων από όλες τις πραγματικές θετικές περιπτώσεις.

Αξιολογεί κατά πόσο το μοντέλο είναι ισορροπημένο στη σωστή πρόβλεψη και στις δύο κατηγορίες (true positives, false positives) και όσο πιο κοντά στο 1, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση. Ένα F1-score γύρω στο 0,7–1,0 θεωρείται καλό, ανάλογα με το πρόβλημα και υπολογίζεται ως:

$$F1 = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

Για την αξιολόγηση του μοντέλου, χρησιμοποιήθηκε ως σημείο αποκοπής το 0,6, αντί για το τυπικό 0,5. Αυτό σημαίνει ότι, μια παρατήρηση προβλέπεται ως θετική μόνο εάν η πιθανότητα που επιστρέφει το μοντέλο είναι τουλάχιστον 60%. Η επιλογή του “cutoff” έγινε με στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του μοντέλου, εξισορροπώντας την ακρίβεια (precision) και την ευαισθησία (recall), ώστε να επιτευχθεί το υψηλότερο δυνατό F1-score.

Brier score

Το Brier score μετρά την διαφορά μεταξύ των προβλεπόμενων πιθανοτήτων του μοντέλου και των πραγματικών αποτελεσμάτων, όπου μικρότερες τιμές σημαίνουν καλύτερη ακρίβεια στις προβλέψεις. Αξιολογεί κατά πόσο το μοντέλο είναι καλά βαθμονομημένο και αν οι προβλεπόμενες πιθανότητες αντικατοπτρίζουν σωστά την πραγματικότητα. Ένα Brier score κάτω από 0,1 θεωρείται πολύ καλό.

Hosmer-Lemeshow test

Το Hosmer-Lemeshow test είναι στατιστικό τεστ που αξιολογεί τη βαθμονόμηση του μοντέλου. Δηλαδή, κατά πόσο το μοντέλο ταιριάζει σωστά στα δεδομένα και αν υπάρχει συστηματική απόκλιση στις προβλέψεις του, διαιρώντας τις προβλεπόμενες πιθανότητες σε υποσύνολα και συγκρίνοντας τις προβλέψεις με τις πραγματικές παρατηρήσεις. Εάν το p-value του τεστ είναι > 0,05, τότε το μοντέλο θεωρείται καλά βαθμονομημένο.

4 Συλλογή και Επεξεργασία στοιχείων

Για την εξέταση των περιστατικών αντίθετης κίνησης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από δύο συστήματα αυτοκινητόδρομων. Επιπλέον, για την κατασκευή του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1 και για την αξιολόγησή του, ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 2.

4.1 Συλλογή στοιχείων

4.1.1 Συλλογή στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 1

Η Αυτοκινητόδρομος 1 παρείχε δεδομένα για τα περιστατικά αντίθετης κίνησης από το 2017 έως τον Απρίλιο του 2024 σε ένα αρχείο .xls.

Τα δεδομένα παρουσιάζουν ορισμένες ελλείψεις σε όλες τις εξεταζόμενες στήλες και στη συνέχεια στο κεφάλαιο της επεξεργασίας των στοιχείων θα αναγράφονται στα διαγράμματα ως έλλειψη δεδομένων.

Από τα **συνολικά 214 περιστατικά αντίθετης κίνησης** του Αυτοκινητόδρομου 1, διαθέσιμη **πληροφορία για τον ΑΚ** που ξεκίνησε το περιστατικό υπάρχει για τα **71**, από τα οποία τα **37** είναι αναγνωρισμένα πως είχαν σημείο έναρξης τον **κλάδο εξόδου**.

Ωστόσο, με τα υπολειπόμενα πλήρως συμπληρωμένα στοιχεία είναι δυνατόν να εξαχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα που αντιπροσωπεύουν τη συνολική κατάσταση του Αυτοκινητόδρομου 1.

Σε αυτή την έρευνα δίνεται έμφαση στα περιστατικά που ξεκινούν στους κλάδους εξόδου των ΑΚ και οι ΑΚ που παρουσιάζουν τα περισσότερα περιστατικά αντίθετης κίνησης θα είναι και αυτοί που θα αναλυθούν στο κεφάλαιο της επεξεργασίας των στοιχείων και στη εφαρμογή της μεθοδολογίας όπου θα δοθούν τα μέτρα για την βελτίωση των συνθηκών του εκάστοτε ΑΚ.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει τον τύπο του ΑΚ για τους 30 ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1.

Πίνακας 4.1 Τύποι ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1.

ΑΚ	Τύπος ΑΚ	
ΑΚ #1-1	Διαμάντι	
ΑΚ #1-2	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	
ΑΚ #1-3	Μερικό τετράφυλλο	τύπου Β2
ΗΚ #1-4	Διαμάντι	
ΑΚ #1-5	Διαμάντι	
ΗΚ #1-6	Διαμάντι	
ΑΚ #1-7	Διαμάντι	
ΑΚ #1-8	Σάλπιγγα	τύπου Α
ΑΚ #1-9	Διαμάντι	
ΑΚ #1-10	Διαμάντι	
ΗΚ #1-11	Διαμάντι	
ΑΚ #1-12	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	
ΑΚ #1-13	Διαμάντι	
ΑΚ #1-14	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΑΚ #1-15	Σάλπιγγα	τύπου Α
ΑΚ #1-16	Σάλπιγγα	τύπου Α
ΑΚ #1-17	Διαμάντι	
ΑΚ #1-18	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΑΚ #1-19	Αχλάδι	
ΑΚ #1-20	παραλλαγή Σάλπιγγας	
ΑΚ #1-21	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΑΚ #1-22	Διαμάντι	
ΑΚ #1-23	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΗΚ #1-24	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΑΚ #1-25	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	
ΑΚ #1-25Α	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	
ΑΚ #1-26	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	
ΑΚ #1-27	Σάλπιγγα	τύπου Β
ΑΚ #1-28	παραλλαγή Σάλπιγγας	
ΑΚ #1-29	Μερικό τετράφυλλο	τύπου ΑΒ2
ΑΚ #1-30	Διαμάντι	

4.1.2 Συλλογή στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 2

Ο Αυτοκινητόδρομος 2 παρείχε δεδομένα για τα περιστατικά αντίθετης κίνησης από το 2021 έως το 2023 σε ένα αρχείο .pdf.

Τα δεδομένα αφορούν τους Αυτοκινητόδρομους 2Α και 2Β, με τρεις κόμβους να παρουσιάζουν περιστατικά αντίθετης κίνησης σε εκάστοτε αυτοκινητόδρομο.

Από τα συνολικά 1149 περιστατικά αντίθετης κίνησης τα 1004 αφορούν αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου. Φαινομενικά σε σύγκριση με τα περιστατικά του Αυτοκινητόδρομου 1 ο αριθμός των περιστατικών στον Αυτοκινητόδρομο 2 είναι αξιοσημείωτα υψηλός. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, στους ημικόμβους του Αυτοκινητόδρομου 2Α, η αντίθετη κίνηση στους κλάδους εξόδου είναι συχνά

εσκεμμένα. Κατά συνέπεια, λόγω έλλειψης επί τόπου μετρήσεων δεν δύναται να διαχωριστούν οι εσκεμμένες από τις κατά λάθος αντίθετες κινήσεις. Ωστόσο, οι κύριοι μέτοχοι για την υπεραύξησή των αριθμών περιστατικών αντίθετης κίνησης είναι ο ΗΚ #2Α-1 και ο ΗΚ #2Α-2 των οποίων τα αποτελέσματα μπορούν αναλογιστούν ως ζήτημα αστυνόμευσης και οδικής ασφάλειας αντί για ελλιπή γεωμετρική χάραξη σε συνδυασμό με κατακόρυφη και οριζόντια σήμανση.

Παρόλα αυτά, τα δεδομένα για τους υπόλοιπους κόμβους κρίνονται επαρκή για να εξαχθούν ικανοποιητικά συμπεράσματα που αντιπροσωπεύουν τη συνολική κατάσταση του Αυτοκινητόδρομου 2.

4.2 Επεξεργασία στοιχείων

Στην επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιείται το Excel, για τη σύνταξη πινάκων και τη δημιουργία διαγραμμάτων.

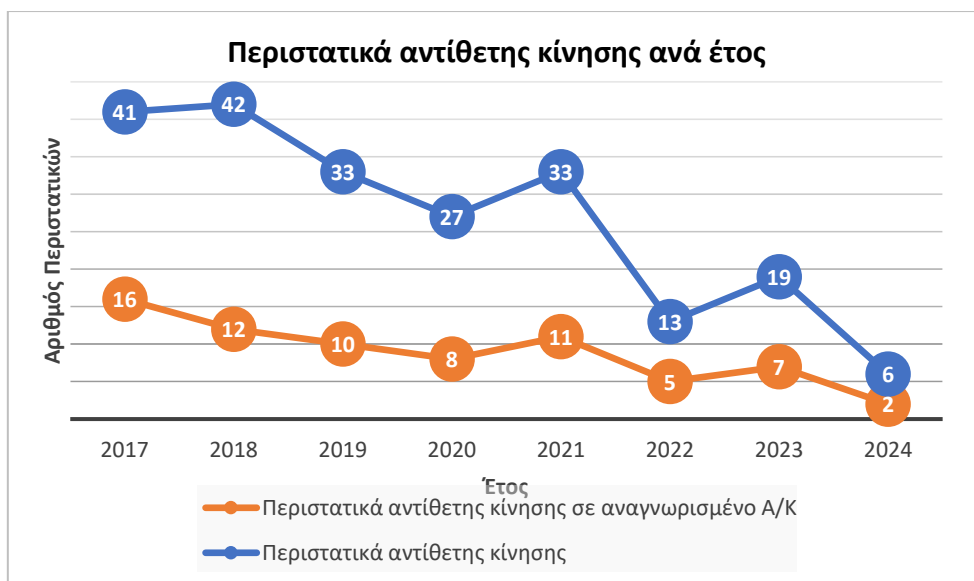
4.2.1 Επεξεργασία στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 1

Από τα δεδομένα που παρατίθενται στο παράρτημα τα περιστατικά αντίθετης κίνησης στην Αυτοκινητόδρομο 1 την περίοδο 2017-2024 είναι **συνολικά 214**. Στην Εικόνα 4.1 δίνεται η κατανομή των περιστατικών ανά έτος η οποία φαίνεται να παρουσιάζει πτωτική πορεία.



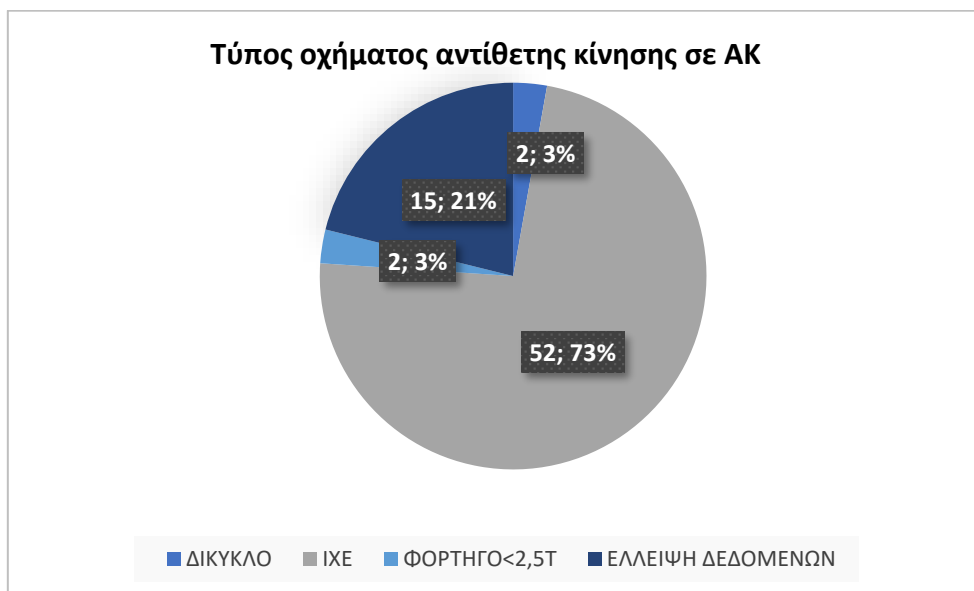
Εικόνα 4.1 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

Τα περιστατικά αντίθετης κίνησης στα οποία είναι γνωστός ο ΑΚ που ξεκίνησαν και δηλαδή τα περιστατικά τα οποία έχουν σημασία να αναλυθούν είναι **συνολικά 71**. Στην Εικόνα 4.2 δίνονται τα περιστατικά αντίθετης κίνησης σε αναγνωρισμένο ΑΚ σε σχέση με τα συνολικά ανά έτος.



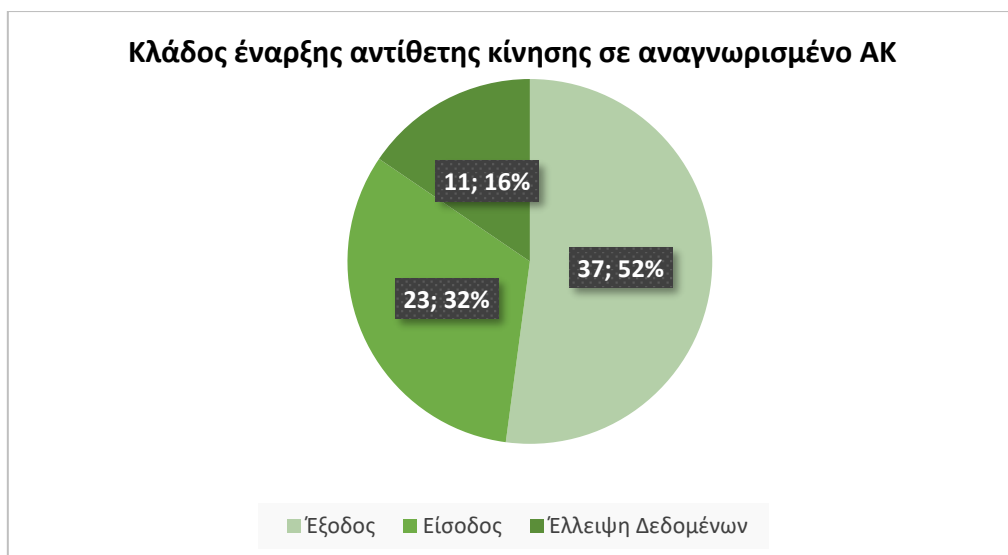
Εικόνα 4.2 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

Έπειτα, διαχωρίζονται οι τύποι οχημάτων που εντοπίστηκαν να εκτελούν αντίθετη κίνηση. Στην Εικόνα 4.3 φαίνεται πως ο επικρατέστερος τύπος οχήματος που εντοπίστηκε να εκτελεί αντίθετη κίνηση είναι τα ΙΧΕ, με 52 οχήματα και ακολουθούν τα δίκυκλα μαζί με τα φορτηγά<2,5Τ, με 2 οχήματα το καθένα. Με γκρι χρώμα φαίνονται τα ΙΧ, με μπλε τα δίκυκλα, με γαλάζιο τα φορτηγά<2,5Τ και με σκούρο μπλε η έλλειψη δεδομένων.



Εικόνα 4.3 Τύπος οχήματος αντίθετης κίνησης σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

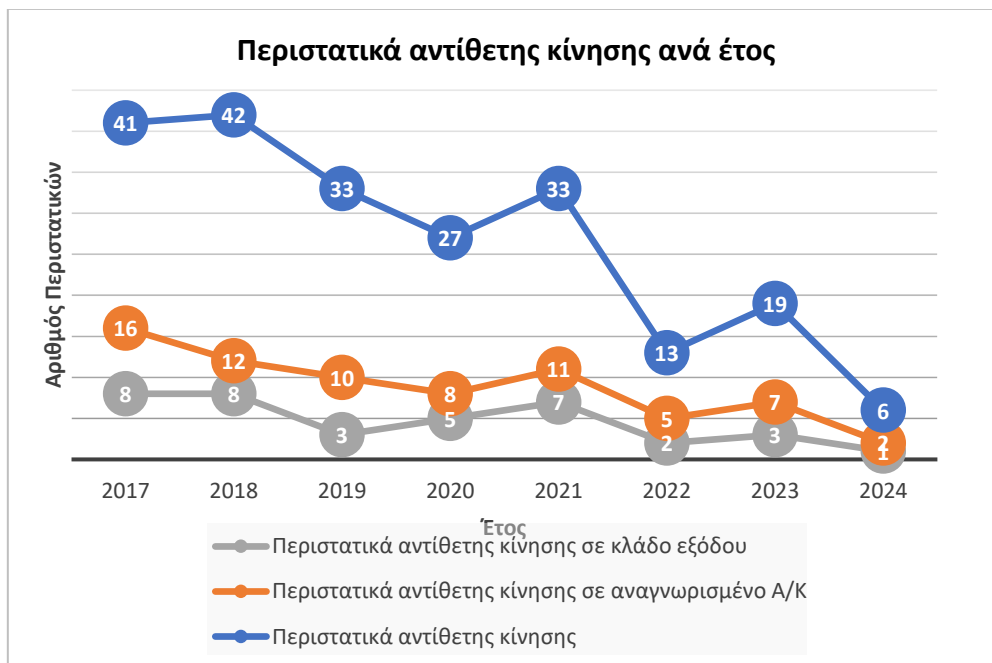
Στην Εικόνα 4.4 φαίνεται ο κλάδος που πραγματοποιήθηκε αντίθετη κίνηση όσον αφορά τα αναγνωρισμένα 71 περιστατικά. Τα 37 ξεκίνησαν από τον συνδεδετήριο κλάδο εξόδου, τα 23 ξεκίνησαν από τον συνδεδετήριο κλάδο εισόδου και για τα υπόλοιπα 11 δεν υπήρχαν δεδομένα.



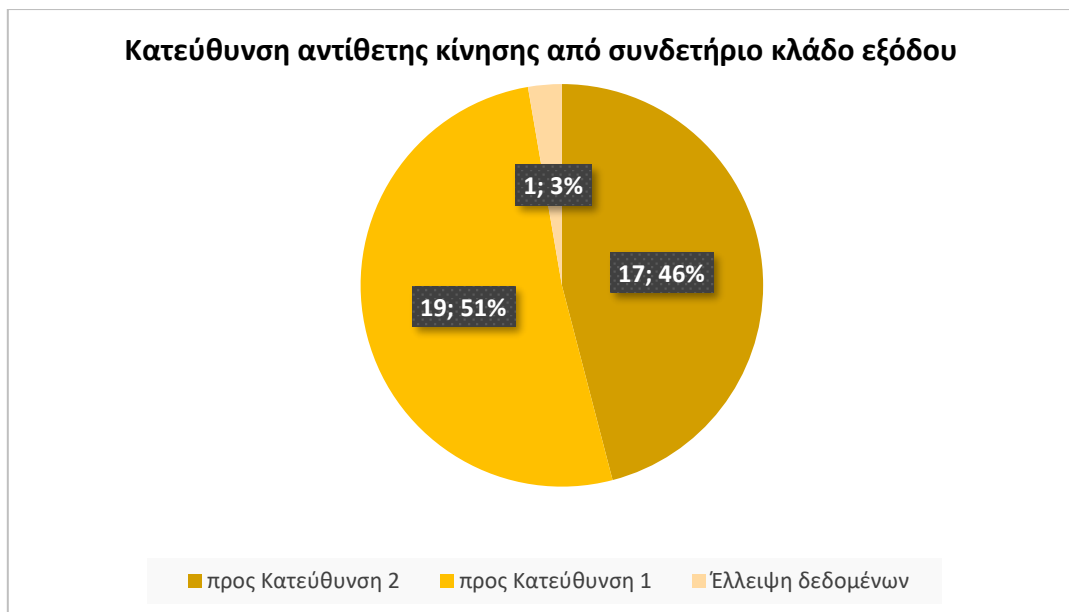
Εικόνα 4.4 Κλάδος έναρξης αντίθετης κίνησης σε αναγνωρισμένο ΑΚ – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

Στη συνέχεια της ανάλυσης διατηρούνται μόνο τα περιστατικά με κλάδο έναρξης της αντίθετης κίνησης, τον συνδετήριο κλάδο εξόδου.

Τα περιστατικά αντίθετης κίνησης τα οποία ξεκίνησαν από τον συνδετήριο κλάδο εξόδου είναι **συνολικά 37**. Στην Εικόνα 4.5 δίνεται η κατανομή ανά έτος των περιστατικών αντίθετης κίνησης σε ΑΚ με σημείο έναρξης τον συνδετήριο κλάδο εξόδου την περίοδο 2017-2024 και στην Εικόνα 4.6 η κατεύθυνση της κίνησης, που φαίνεται να είναι ισομοιρασμένη με 17 στη μία κατεύθυνση, 19 στην άλλη και 1 χωρίς δεδομένα.



Εικόνα 4.5 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2017-2024) σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.



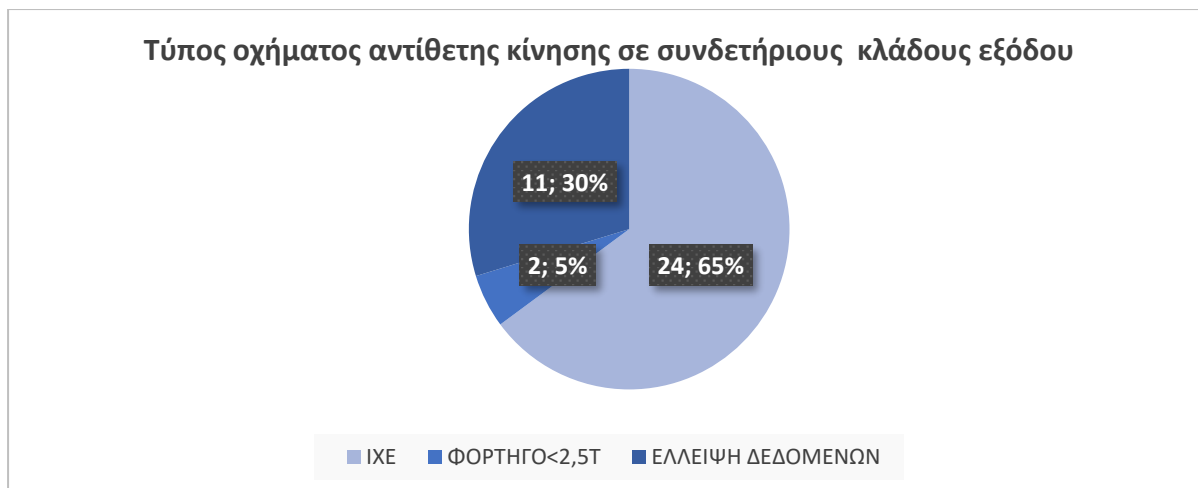
Εικόνα 4.6 Κατεύθυνση αντίθετης κίνησης από κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

Επιπλέον στον Πίνακα 4.2 δίνονται οι ΑΚ κατηγοριοποιημένοι ανάλογα με την κατεύθυνση της κυκλοφορίας που πραγματοποιήθηκε αντίθετη κίνηση, δηλαδή εάν στον κόμβο που εντοπίστηκε περιστατικό, η αντίθετη κίνηση έγινε στην κατεύθυνση 1 ή 2 είτε και στις δύο κατευθύνσεις.

Πίνακας 4.2 ΑΚ και κατεύθυνση αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

	Κατεύθυνση κυκλοφορίας που πραγματοποιήθηκε αντίθετη κίνηση		
	προς Κατεύθυνση 1	προς Κατεύθυνση 2	προς 1 και 2
Ανισόπεδος Κόμβος	HK #1-11	AK #1-15	AK #1-12
	HK #1-4	AK #1-13	AK #1-10
	HK #1-24	AK #1-3	AK #1-21
	AK #1-19	AK #1-8	
	AK #1-18	AK #1-5	
	AK #1-20	AK #1-25	
		AK #1-28	
		AK #1-29	

Έπειτα, διαχωρίζονται οι τύποι οχημάτων που εντοπίστηκαν να εκτελούν αντίθετη κίνηση. Στην Εικόνα 4.7 φαίνεται πως ο επικρατέστερος τύπος οχήματος που εντοπίστηκε να εκτελεί αντίθετη κίνηση είναι τα ΙΧΕ, με 24 οχήματα. Με γαλάζιο χρώμα φαίνονται τα ΙΧ, με μπλε τα φορτηγά<2,5Τ και με σκούρο μπλε η έλλειψη δεδομένων



Εικόνα 4.7 Τύπος οχήματος αντίθετης κίνησης σε κλάδους εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

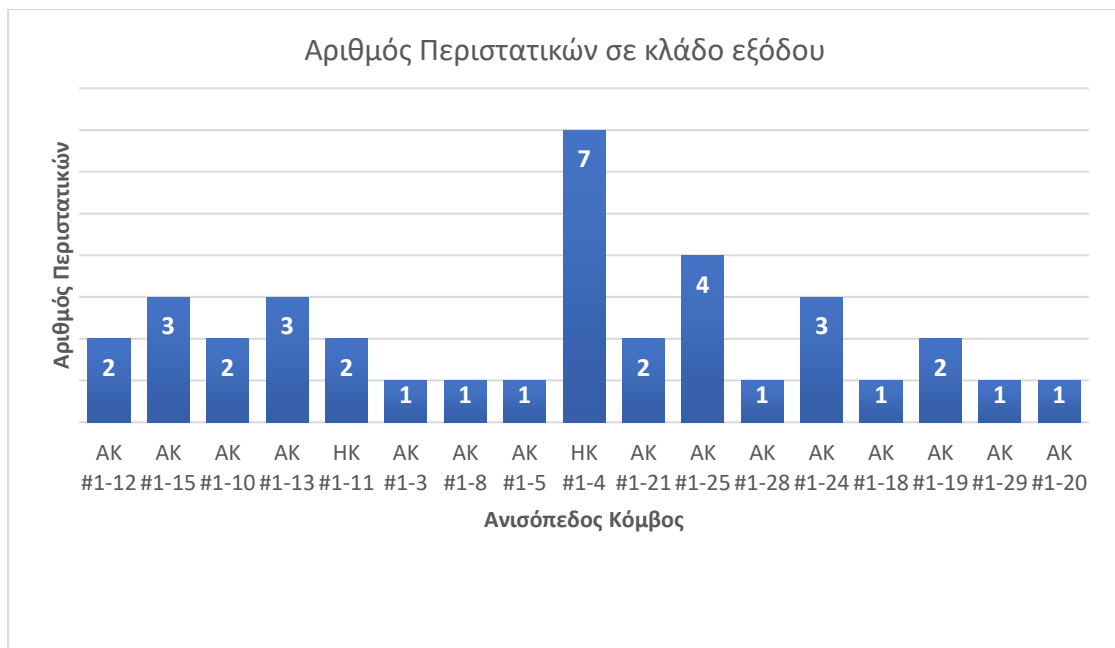
Στη συνέχεια για την επεξεργασία των στοιχείων και περαιτέρω ανάλυση των ΑΚ γίνεται κατηγοριοποίηση των περιστατικών αντίθετης κίνησης με βάση τη συχνότητά τους. **Επισημαίνεται ότι η ανάλυση γίνεται μόνο για τους ΑΚ με σημείο έναρξης της αντίθετης κίνησης τον συνδεδεμένο κλάδο εξόδου.**

- **Εξαγωγή δεδομένων**

Αρχικά, υπολογίζεται ο αριθμός των περιστατικών για την περίοδο 2017-2024 για τον εκάστοτε ΑΚ και συντάσσεται ο Πίνακας 4.3. Στην Εικόνα 4.8 απεικονίζεται ο αριθμός των περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κάθε ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1 που εντοπίστηκε, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ περίοδος 2017-2024 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2017-2024)
ΑΚ #1-12	2
ΑΚ #1-15	3
ΑΚ #1-10	2
ΑΚ #1-13	3
ΗΚ #1-11	2
ΑΚ #1-3	1
ΑΚ #1-8	1
ΑΚ #1-5	1
ΗΚ #1-4	7
ΑΚ #1-21	2
ΑΚ #1-25	4
ΑΚ #1-28	1
ΗΚ #1-24	3
ΑΚ #1-18	1
ΑΚ #1-19	2
ΑΚ #1-29	1
ΑΚ #1-20	1
ΣΥΝΟΛΟ	37



Εικόνα 4.8 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ περίοδος 2017-2024 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

- **Καθορισμός κατηγοριών συχνότητας**

Τίθενται τα όρια για τις κατηγορίες υψηλής, μέσης και χαμηλής συχνότητας.

Υψηλή συχνότητα: περιστατικά: Περισσότερα από 3 περιστατικά (>3)

Μέτρια συχνότητα: 2-3 περιστατικά (>2 και ≤ 3)

Χαμηλή συχνότητα: 1 περιστατικό (≤ 1)

- **Κατηγοριοποίηση των ΑΚ**

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω κατώτατα όρια, κατηγοριοποιούνται οι ΑΚ:

- Υψηλή συχνότητα:

HK #1-4 (7)

AK #1-25 (4)

- Μέση συχνότητα:

AK #1-15(3)

AK #1-13(3)

HK #1-24(3)

AK #1-12(2)

AK #1-10(2)

HK #1-11(2)

AK #1-21(2)

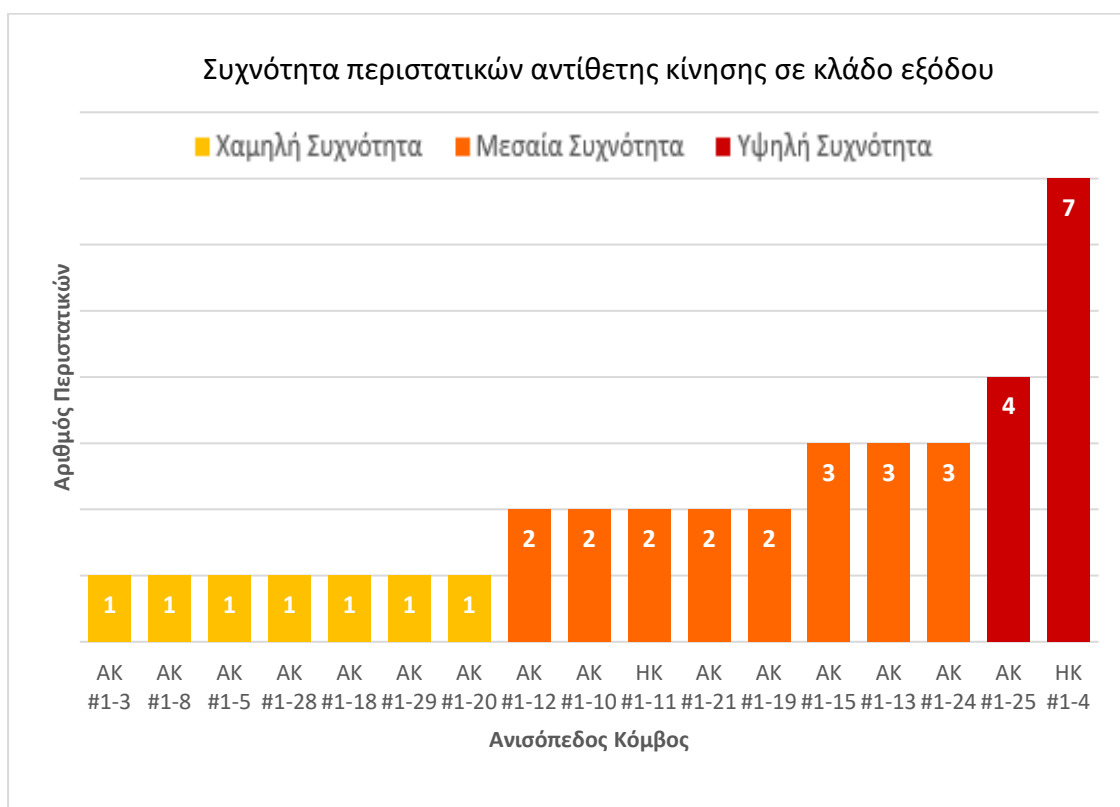
AK #1-19(2)

- Χαμηλή συχνότητα:

AK #1-3(1)
AK #1-8(1)
AK #1-5(1)
AK #1-28(1)
AK #1-18 (1)
AK #1-29(1)
AK #1-20(1)

- **Οπτικοποίηση**

Με βάση τα δεδομένα δημιουργείται ένα ραβδόγραμμα για την οπτικοποίηση της συχνότητας των περιστατικών αντίθετης κίνησης στους ΑΚ.



Εικόνα 4.9 Συχνότητα περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

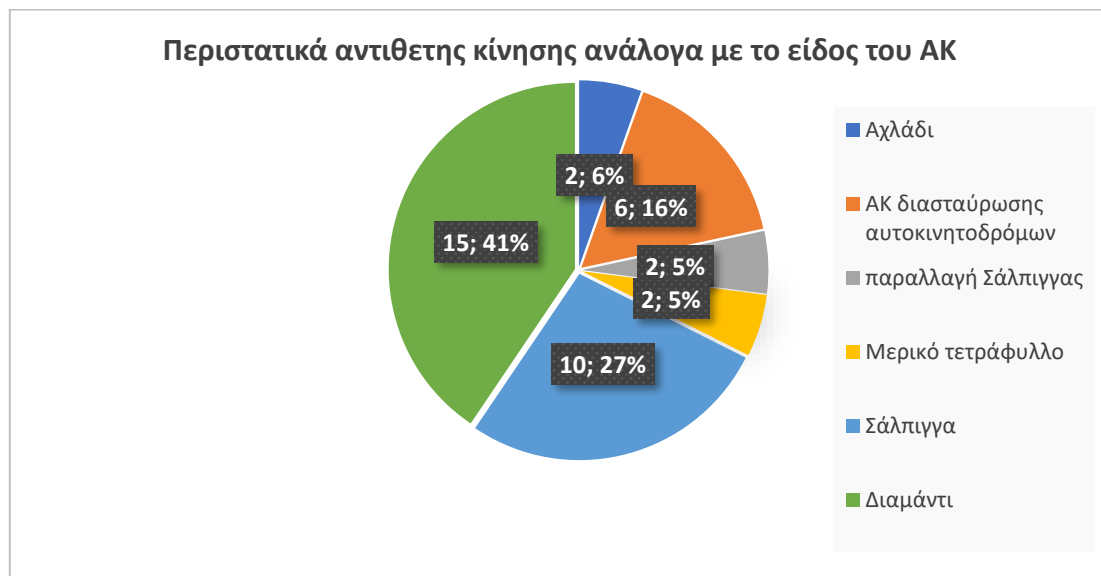
Αυτή η απεικόνιση βοηθά στον εύκολο εντοπισμό των ΑΚ με τα υψηλότερα περιστατικά αντίθετης κίνησης, επιτρέποντας στοχευμένες παρεμβάσεις και μέτρα ασφαλείας.

Αφού βρέθηκαν οι ΑΚ που παρουσιάζουν τα περισσότερα περιστατικά αντίθετης κίνησης κρίνεται απαραίτητο να προσδιορισθούν και οι τύποι των ΑΚ που είναι περισσότερο επιρρεπής στην αντίθετη κίνηση στον συνδεδετήριο κλάδο εξόδου.

Πίνακας 4.4 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2017-2024)	Τύπος ΑΚ
ΑΚ #1-3	1	Μερικό τετράφυλλο
ΑΚ #1-8	1	Σάλπιγγα
ΑΚ #1-5	1	Διαμάντι
ΑΚ #1-28	1	παραλλαγή Σάλπιγγας
ΑΚ #1-18	1	Σάλπιγγα
ΑΚ #1-29	1	Μερικό τετράφυλλο
ΑΚ #1-20	1	παραλλαγή Σάλπιγγας
ΑΚ #1-12	2	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων
ΑΚ #1-10	2	Διαμάντι
ΗΚ #1-11	2	Διαμάντι
ΑΚ #1-21	2	Σάλπιγγα
ΑΚ #1-19	2	Αχλάδι
ΑΚ #1-15	3	Σάλπιγγα
ΑΚ #1-13	3	Διαμάντι
ΗΚ #1-24	3	Σάλπιγγα
ΑΚ #1-25	4	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων
ΗΚ #1-4	7	Διαμάντι

Στην Εικόνα 4.10 φαίνεται πως ο πιο επιρρεπής ΑΚ σε αντίθετη κίνηση σε συνδετήριο κλάδο εξόδου είναι το “Διαμάντι” με 15 περιστατικά, μετά η “Σάλπιγγα” με 10 περιστατικά, οι ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων, δηλαδή οι κόμβοι χωρίς κάποια ιδιαίτερη μορφή, με 6 περιστατικά και τέλος το “μερικό τετράφυλλο”, το “αχλάδι” και η “παραλλαγή Σάλπιγγας” με 2 περιστατικά.



Εικόνα 4.10 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

Στους ΑΚ που εξετάζονται, σε ορισμένες περιπτώσεις που δίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 4.5, 4.6 και 4.7, στον συνδετήριο κλάδο εξόδου που εντοπίστηκε αντίθετη κίνηση υπάρχουν **πλευρικά διόδια**, γεγονός που σημαίνει πως είτε υπήρξε παραβίαση της μπάρας των διοδίων ή ο οδηγός βγήκε στην έξοδο, είδε πως έπρεπε να καταβάλλει χρηματικό αντίτιμο για να συνεχίσει την πορεία του και πραγματοποίησε αναστροφή και συνεπώς αντίθετη κίνηση. Τέλος πιθανή είναι και η περίπτωση της σύγχυσης του οδηγού που έκανε λάθος επιλογή εξόδου, κατευθύνθηκε προς την έξοδο και πραγματοποίησε αναστροφή στο χώρο των διοδίων.

Στους Πίνακες 4.5, 4.6 και 4.7 παρατίθενται ο εκάστοτε από τους **17 ΑΚ**, με τα περιστατικά αντίθετης κίνησης σε κλάδο εξόδου, την ύπαρξη ή μη πλευρικών διοδίων καθώς και το πιθανό σημείο έναρξης της αντίθετης κίνησης.

Τα πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο**
- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι**
- **Κυκλικός κόμβος**

Πίνακας 4.5 Περιστατικά αντίθετης κίνησης προς την Κατεύθυνση 1, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

προς Κατεύθυνση 1				
ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2017-2024)	Τύπος ΑΚ	Διόδια στην έξοδο	Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης
ΗΚ #1-11	2	Διαμάντι	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος
ΗΚ #1-4	7	Διαμάντι	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος
ΗΚ #1-24	3	Σάλπιγγα	ΝΑΙ	ισόπεδος κόμβος
ΑΚ #1-19	2	Αχλάδι	ΝΑΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-18	1	Σάλπιγγα	ΝΑΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-20	1	παραλλαγή Σάλπιγγας	ΝΑΙ	κυκλικός κόμβος

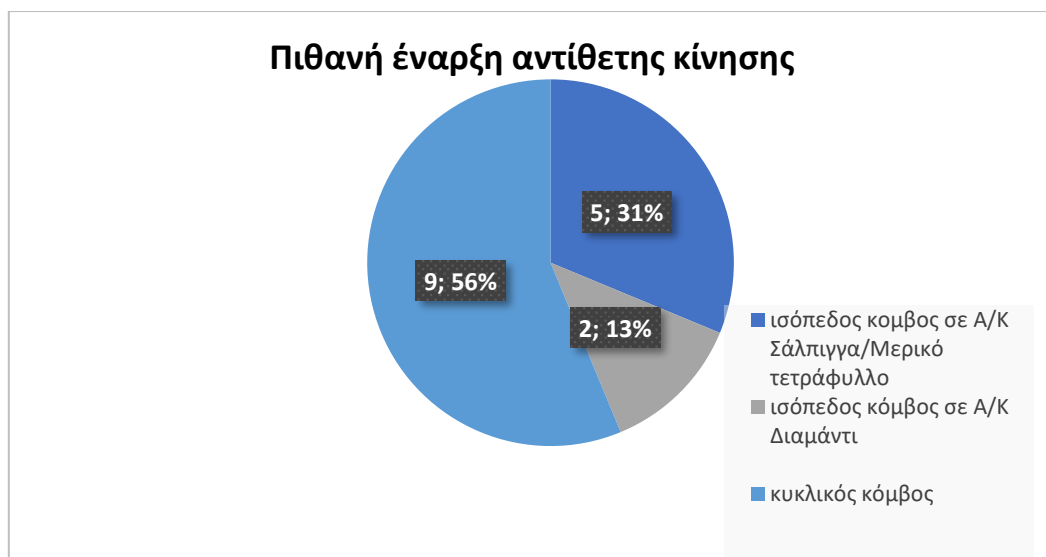
Πίνακας 4.6 Περιστατικά αντίθετης κίνησης προς την Κατεύθυνση 2, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

προς Κατεύθυνση 2				
ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2017-2024)	Τύπος ΑΚ	Διόδια στην έξοδο	Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης
ΑΚ #1-15	3	Σάλπιγγα	ΝΑΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-13	3	Διαμάντι	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-3	1	Μερικό τετράφυλλο	ΝΑΙ	ισόπεδος κόμβος
ΑΚ #1-8	1	Σάλπιγγα	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος
ΑΚ #1-5	1	Διαμάντι	ΝΑΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-25	3	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος
ΑΚ #1-28	1	παραλλαγή Σάλπιγγας	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος
ΑΚ #1-29	1	Μερικό τετράφυλλο	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος

Πίνακας 4.7 Περιστατικά αντίθετης κίνησης και στις δύο κατευθύνσεις, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

προς Κατεύθυνση 1&2				
ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2017-2024)	Τύπος ΑΚ	Διόδια στην έξοδο	Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης
ΑΚ #1-12	2	ΑΚ διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	ΟΧΙ	-
ΑΚ #1-10	2	Διαμάντι	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος
ΑΚ #1-21	2	Σάλπιγγα	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος

Στην Εικόνα 4.11 δίνονται τα ποσοστά των πιθανών σημείων έναρξης αντίθετης κίνησης για τους **16 ΑΚ** (στον ΑΚ #1-12 δεν εντοπίζεται σημείο έναρξης), με πρώτο τον κυκλικό κόμβο, μετά ο ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγα/Μερικό τετράφυλλο και ακολουθεί ο ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ διαμάντι.

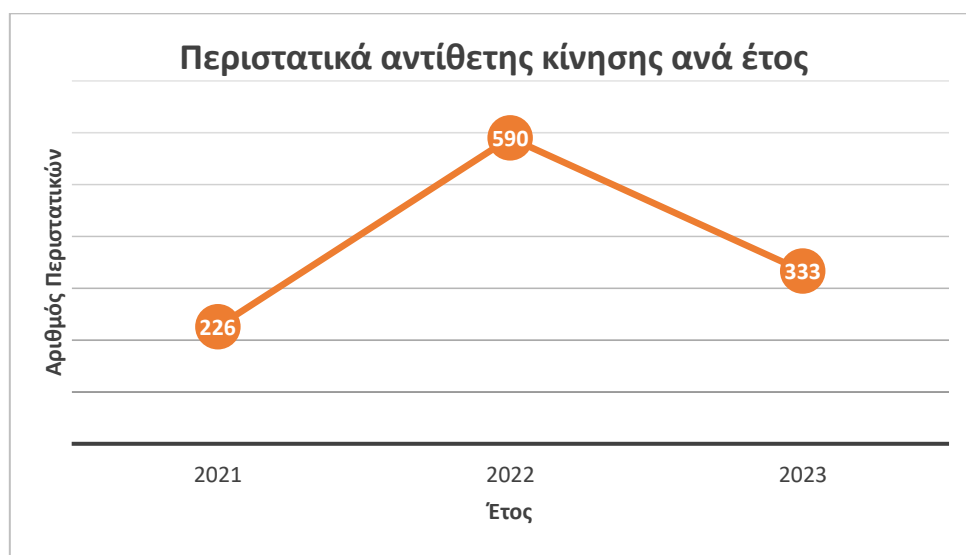


Εικόνα 4.11 Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 1.

4.2.2 Επεξεργασία στοιχείων Αυτοκινητόδρομου 2

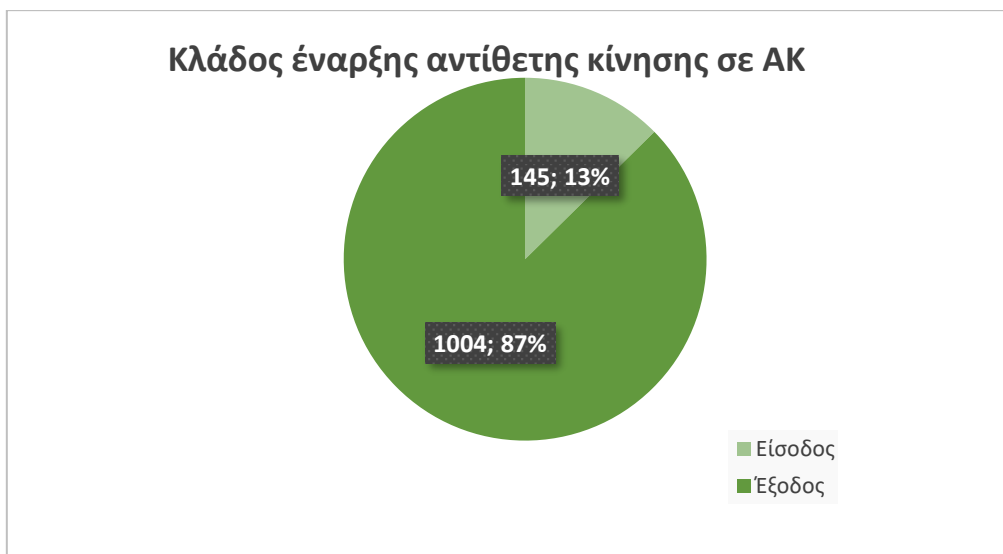
Από τα δεδομένα που παρατίθενται στο παράρτημα τα περιστατικά αντίθετης κίνησης στον Αυτοκινητόδρομο 2 την περίοδο 2021-2023 είναι **συνολικά 1149**.

Στην Εικόνα 4.12 δίνεται η κατανομή των περιστατικών αντίθετης κίνησης ανά έτος την περίοδο 2021-2023. Εξαρχής παρατηρείται ότι ο αριθμός περιστατικών αντίθετης κίνησης ενός έτους του Αυτοκινητόδρομου 2 ξεπερνά σημαντικά το συνολικό αριθμό περιστατικών της περιόδου 2017-2024 του Αυτοκινητόδρομου 1 (214).



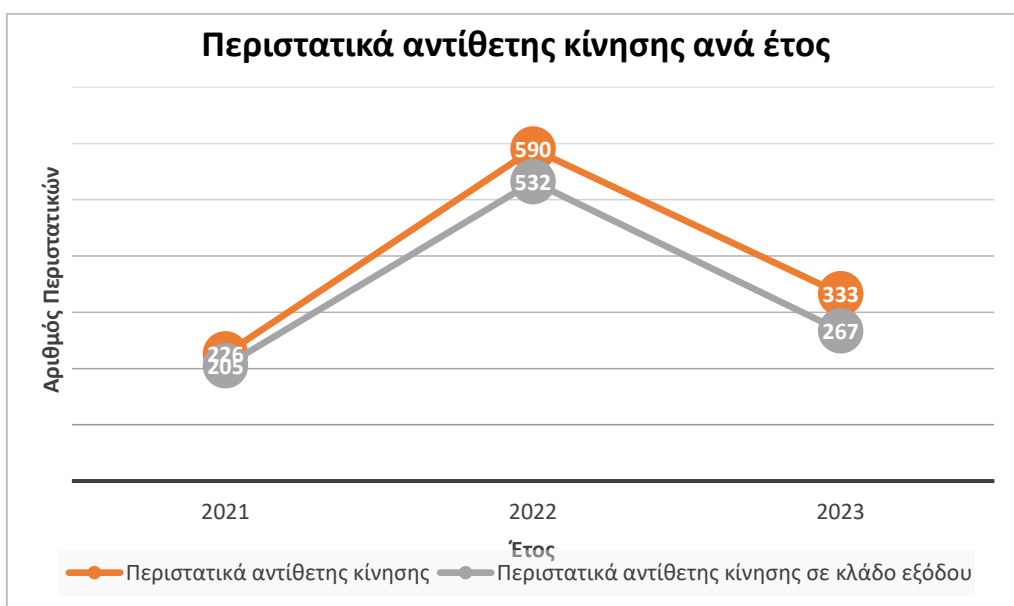
Εικόνα 4.12 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

Από τα συνολικά 1149 την περίοδο 2021-2023, τα 1004 περιστατικά αντίθετης κίνησης εντοπίζονται σε συνδετήριους κλάδους εξόδου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.13.



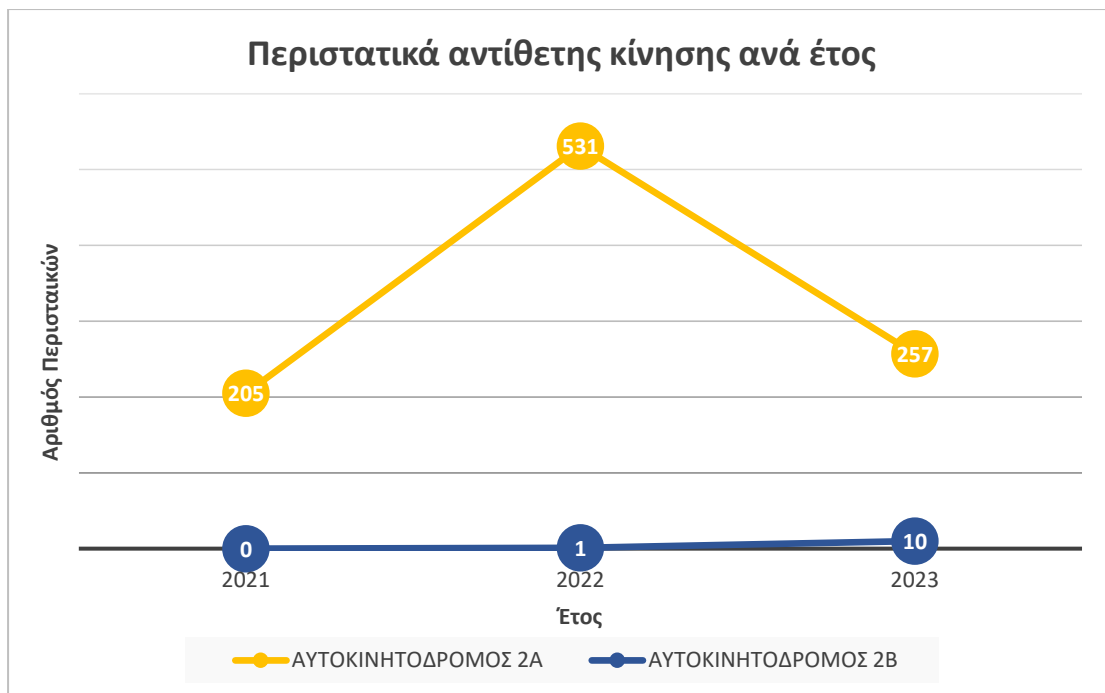
Εικόνα 4.13 Κλάδος έναρξης αντίθετης κίνησης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

Στην Εικόνα 4.14 δίνεται η κατανομή των περιστατικών αντίθετης κίνησης ανά έτος σε συνδυασμό με τα περιστατικά αντίθετης κίνησης σε συνδεδεμένους κλάδους εξόδου.



Εικόνα 4.14 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

Στην Εικόνα 4.15 δίνεται η κατανομή των περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κλάδο εξόδου με διαχωρισμό του Αυτοκινητόδρομου 2 σε 2Α και 2Β, όπου γίνεται αντιληπτό ότι οι πραγματικά προβληματικοί κόμβοι είναι αυτοί του Αυτοκινητόδρομου 2Α.



Εικόνα 4.15 Περιστατικά αντίθετης κίνησης ανά έτος (2021-2023) στους Αυτοκινητόδρομους 2Α και 2Β.

Στη συνέχεια για την επεξεργασία των στοιχείων και περαιτέρω ανάλυση των ΑΚ γίνεται κατηγοριοποίηση των περιστατικών αντίθετης κίνησης με βάση τη συχνότητά τους. **Επισημαίνεται ότι η ανάλυση γίνεται μόνο για τους ΑΚ με σημείο έναρξης της αντίθετης κίνησης τον συνδετήριο κλάδο εξόδου.**

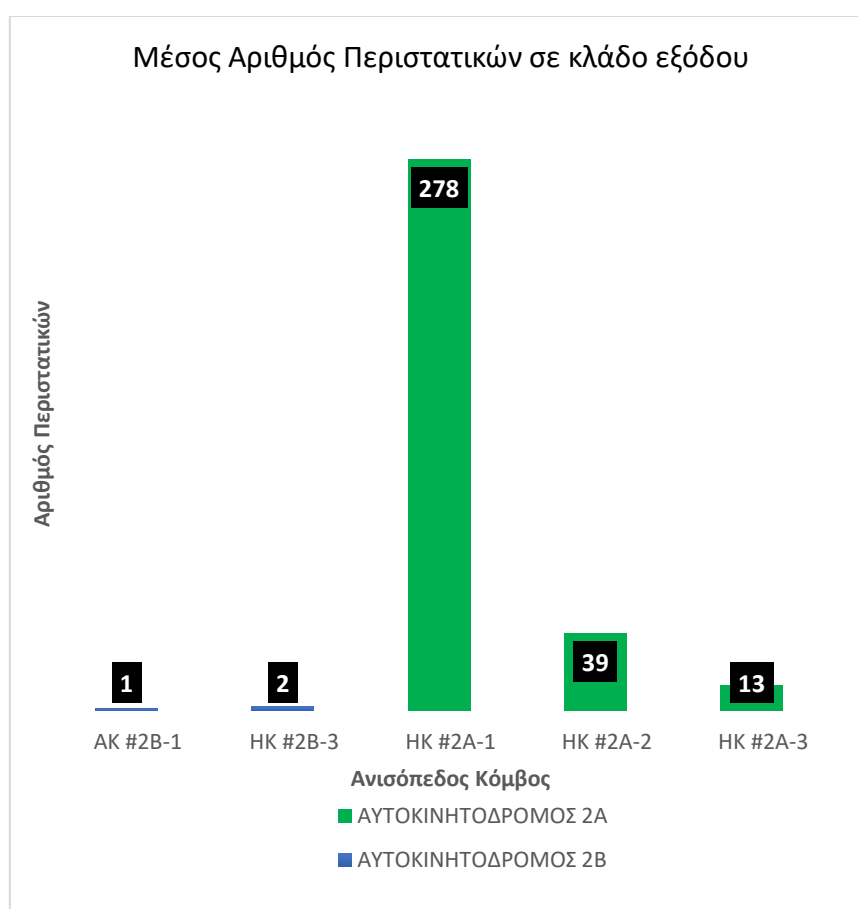
- **Εξαγωγή δεδομένων**

Σε αντίθεση με την περίπτωση του Αυτοκινητόδρομου 1, όπου ο αριθμός των περιστατικών ήταν χαμηλός ανά ΑΚ ώστε να εξαχθεί ένας μέσος όρος περιστατικών ανά έτος οπότε και χρησιμοποιήθηκε το σύνολο της περιόδου 2017-2024, στην περίπτωση του Αυτοκινητόδρομου 2, ο αριθμός των περιστατικών είναι ιδιαίτερα υψηλός και προκειμένου η ανάλυση να μην παρεκτραπεί από τις ακραίες τιμές του συνόλου της περιόδου 2021-2023 χρησιμοποιείται ένας **μέσος όρος ανά έτος**.

Επομένως, υπολογίζεται ο μέσος αριθμός των περιστατικών για την περίοδο 2021-2023 για τον εκάστοτε ΑΚ και συντάσσεται ο Πίνακας 4.8. Στην Εικόνα 4.16 απεικονίζεται ο αριθμός των περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κάθε ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 2 που εντοπίστηκε, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

	Κόμβος	Μέσος Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2021-2023)
Αυτοκινητόδρομος 2Α	ΗΚ #2Α-1	278
	ΗΚ #2Α-2	39
	ΗΚ #2Α-3	13
Αυτοκινητόδρομος 2Β	ΑΚ #2Β-1	1
	ΗΚ #2Β-3	2



Εικόνα 4.16 Περιστατικά αντίθετης κίνησης στους ΑΚ, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

- **Καθορισμός κατηγοριών συχνότητας**

Ορίζονται οι κατηγορίες υψηλής, μέσης και χαμηλής συχνότητας στους αυτοκινητόδρομους της Αυτοκινητόδρομου 2.

Υψηλή συχνότητα: περιστατικά: Περισσότερα από 20 περιστατικά (>20)

Μέτρια συχνότητα: 5-20 περιστατικά (>5και ≤20)

Χαμηλή συχνότητα: έως 5 περιστατικά (≤5)

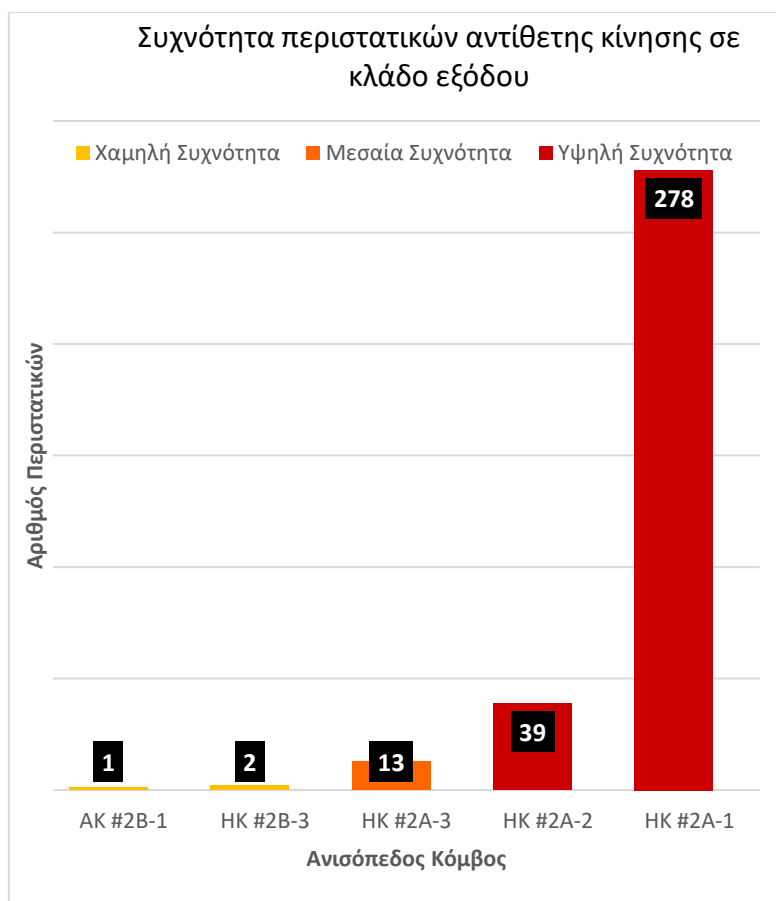
- **Κατηγοριοποίηση των ΑΚ**

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω κατώτατα όρια, κατηγοριοποιούνται οι ΑΚ:

- Υψηλή συχνότητα:
ΗΚ #2Α-1 (278)
ΗΚ #2Α-2 (39)
- Μέση συχνότητα:
ΗΚ #2Α-3 (13)
- Χαμηλή συχνότητα:
ΑΚ #2Β-1 (1)
ΗΚ #2Β-3 (2)

- **Οπτικοποίηση**

Με βάση τα δεδομένα δημιουργείται ένα ραβδόγραμμα για την οπτικοποίηση της συχνότητας των περιστατικών αντίθετης κίνησης στους ΑΚ.



Εικόνα 4.17 Συχνότητα περιστατικών αντίθετης κίνησης, μέσος όρος περιόδου 2021-2023 – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2

Πίνακας 4.9 Τύποι ΑΚ που συμβαίνει αντίθετη κίνηση σε κλάδο εξόδου – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2.

	Κόμβος	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2021-2023)	Τύπος ΑΚ
Αυτοκινητόδρομος 2Α	ΗΚ #2Α-1	278	Διαμάντι
	ΗΚ #2Α-2	39	Διαμάντι
	ΗΚ #2Α-3	13	Διαμάντι
Αυτοκινητόδρομος 2Β	ΑΚ #2Β-1	1	Διαμάντι
	ΗΚ #2Β-3	2	Διαμάντι

Όλοι κόμβοι είναι μορφής διαμαντιού, οπότε δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση για την επιρρέπεια στην αντίθετη κίνηση ενός τύπου ΑΚ από έναν άλλον.

Στους Πίνακες 4.10 και 4.11 παρατίθενται ο εκάστοτε από τους **6 ΑΚ**, με τα περιστατικά αντίθετης κίνησης σε κλάδο εξόδου, την ύπαρξη ή μη πλευρικών διοδίων καθώς και το πιθανό σημείο έναρξης της αντίθετης κίνησης.

Τα πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο**
- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι**
- **Κυκλικός κόμβος**

Πίνακας 4.10 Περιστατικά αντίθετης κίνησης, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2Α.

Αυτοκινητόδρομος 2Α				
ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2021-2023)	Τύπος ΑΚ	Διόδια στην έξοδο	Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης
ΗΚ #2Α-3	13	Διαμάντι	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος
ΗΚ #2Α-2	39	Διαμάντι	ΟΧΙ	κυκλικός κόμβος
ΗΚ #2Α-1	278	Διαμάντι	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος

Πίνακας 4.11 Περιστατικά αντίθετης κίνησης, ύπαρξη διοδίων και πιθανό σημείο έναρξης – ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ 2Β.

Αυτοκινητόδρομος 2Β				
ΑΚ	Αριθμός Περιστατικών σε κλάδο εξόδου (2021-2023)	Τύπος ΑΚ	Διόδια στην έξοδο	Πιθανή έναρξη αντίθετης κίνησης
ΑΚ #2Β-1	1	Διαμάντι	ΝΑΙ	ισόπεδος κόμβος
ΗΚ #2Β-3	2	Διαμάντι	ΟΧΙ	ισόπεδος κόμβος

4.2.3 Κατασκευή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Στην παρούσα μελέτη, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που εκτιμά την πιθανότητα ένας συνδετήριος κλάδος εξόδου ΑΚ να παρουσιάζει γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης. Για την κατασκευή του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης εξετάζονται **21 ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 1** και οι τερματικοί σταθμοί στους συνδετήριους κλάδους εξόδου, εκ των οποίων οι 13 είχαν εμφανίσει περιστατικό αντίθετης κίνησης και οι υπόλοιποι 8 δεν είχαν ιστορικό αντίθετης κίνησης. Η σημασία και η αξιοπιστία του μοντέλου αξιολογείται με την εφαρμογή του σε ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 2, με και χωρίς καταγεγραμμένα περιστατικά αντίθετης κίνησης.

Οι προγνωστικοί συντελεστές δεν έφτασαν στατιστική σημαντικότητα λόγω του περιορισμένου μεγέθους του συνόλου δεδομένων, ωστόσο το μοντέλο στο σύνολό του επέδειξε ισχυρή απόδοση ($p\text{-value} < 0,001$). Τα ευρήματα αυτά, αν και διερευνητικά, προσφέρουν ένα πολύτιμο σημείο εκκίνησης για στοχευμένες παρεμβάσεις και μελλοντική έρευνα με μεγαλύτερα σύνολα δεδομένων.

Σκοπός του μοντέλου δεν είναι να υποδείξει σε ποιους κόμβους θα συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης, αλλά να αναδείξει τους κόμβους που έχουν όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για να συμβεί αντίθετη κίνηση. **Οποιαδήποτε πιθανότητα πάνω από 60% θεωρείται κρίσιμη και προτείνεται περαιτέρω εξέταση της κατάστασης του εκάστοτε κόμβου.**

Οι παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του μοντέλου αποτελούν ερωτήσεις που απαντώνται με **ΝΑΙ-1 ή ΟΧΙ-0**. Δεν αφορούν όλοι παράγοντες όλους τους τύπους κόμβων, το μοντέλο αναγνωρίζει το μορφή του κόμβου ανάλογα με την αρίθμηση, **1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο, 2 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι, 3 - Κυκλικός κόμβος**, και χρησιμοποιεί τους ανάλογους παράγοντες για τον υπολογισμό της πιθανότητας. Παρακάτω, δίνονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίθετη κίνηση και οι τύποι κόμβων που αφορούν.

Σχεδιασμός Διασταύρωσης:

- X1: Αν η διασταύρωση έχει μη υπερβατές κεντρικές νησίδες (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο, 2 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι)

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- X2: Αν ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο, 2 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι)
- X3: Αν η κατευθυντήρια νησίδα έχει επαρκές μήκος – Δηλαδή αν έχει μήκος περίπου 30m στους ισόπεδους κόμβους και στους ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ διαμάντι αν έχει μήκος $\geq 4,5m$ ώστε να δίνει ξεκάθαρο σήμα στον οδηγό ότι

πρόκειται για έξοδο. Το μήκος των 30m οφείλει να εφαρμόζεται όταν συνδυάζεται με την απουσία κεντρικής μη υπερβατής διαχωριστικής νησίδας και την ύπαρξη λωρίδας επιτάχυνσης. Σε άλλη περίπτωση, οι κατευθυντήριες νησίδες δεν θα πρέπει να έχουν πλευρές μικρότερες από 3,5 m και κατά προτίμηση θα πρέπει να είναι πάνω από 4,5 m μετά τη στρογγυλοποίηση των γωνιών [30]. (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο, 2 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι))

- Χ4: Αν ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κεντρική νησίδα (εφόσον είναι αμφίδρομος) (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο, 3 - Κυκλικός κόμβος)
- Χ5: Γωνία κεντρικής νησίδας – Δηλαδή αν η γωνία που σχηματίζει η κεντρική νησίδα είναι πάνω από 11 μοίρες (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο)
- Χ6: Αν υπάρχει δυνατότητα διόρθωσης του λανθασμένου ελιγμού – Δηλαδή αν υπάρχει άνοιγμα στη κεντρική νησίδα για αναστροφή (1 - Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο)
- Χ7: Αν οι ακτίνες/γωνίες είναι ικανοποιητικές – Δηλαδή για τους ισόπεδους κόμβους η ακτίνα στροφής να είναι μεταξύ 15-30m, στους ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ διαμάντι να υφίσταται απότομη γωνία στροφής και στους κυκλικούς κόμβους να υφίστανται γωνίες εισόδου μεταξύ 20° και 40° για ιδανική ορατότητα και ασφάλεια.
- Χ8: Γεωμετρία εισόδου στον κυκλικό κόμβο – Δηλαδή αν η χάραξη θέτει ξεκάθαρα ότι πρόκειται για έξοδο και η καμπυλότητα που χρειάζεται για να εισέλθει όχημα είναι τουλάχιστον άβολη. (3 - Κυκλικός κόμβος)

Κατακόρυφη σήμανση

- Χ9: Αν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ”

Οριζόντια σήμανση

- Χ10: Αν έχει βέλη οδοστρώματος
- Χ11: Αν τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση – Δηλαδή αν είναι άμεσα διακριτά

Επομένως, κατασκευάζονται στήλες για τα δεδομένα και σύμφωνα με τις εξισώσεις του θεωρητικού υποβάθρου, υπολογίζεται η πιθανότητα ένας συνδετήριος κλάδος εξόδου να παρουσιάζει χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης

Το μοντέλο λαμβάνει την παρακάτω μορφή εξίσωσης:

$$\text{logit}(P) = 1,767 + (-1,058) \cdot X_1 + (-0,406) \cdot X_2 + (-0,388) \cdot X_3 + (-0,869) \cdot X_4 + (-0,120) \cdot X_5 + (-0,183) \cdot X_6 + (-0,583) \cdot X_7 + (-0,961) \cdot X_8 + (-0,209) \cdot X_9 + (-0,163) \cdot X_{10} + (-0,198) \cdot X_{11}$$

Η πιθανότητα που προκύπτει δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, καθώς το μοντέλο δεν βασίζεται σε κυκλοφοριακά δεδομένα. Αντίθετα, η πιθανότητα αυτή εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν. Το μοντέλο λειτουργεί ως εργαλείο προτεραιοποίησης, βοηθώντας στον εντοπισμό κόμβων που μπορεί να χρειάζονται περαιτέρω αξιολόγηση και πιθανές παρεμβάσεις βελτίωσης της οδικής ασφάλειας.

Στον Πίνακα 4.12 φαίνεται η επίδραση της κάθε μεταβλητής στη μείωση της πιθανότητα εμφάνισης περιστατικού αντίθετης κίνησης.

Πίνακας 4.12 Επίδραση συντελεστών στην πιθανότητα.

Μεταβλητή	Σημασία	Επίδραση στην Πιθανότητα Εμφάνισης Περιστατικού Αντίθετης Κίνησης
X1	Μη υπερβατές κεντρικές νησίδες στη διασταύρωση	Μειώνει την πιθανότητα κατά 66%
X2	Μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα στον κλάδο εξόδου	Μειώνει την πιθανότητα κατά 33%
X3	Επαρκές μήκος κατευθυντήριας νησίδας	Μειώνει την πιθανότητα κατά 32%
X4	Μη υπερβατή κεντρική νησίδα στον κλάδο εξόδου	Μειώνει την πιθανότητα κατά 58%
X5	Γωνία κεντρικής νησίδας >11°	Μειώνει την πιθανότητα κατά 11%
X6	Δυνατότητα διόρθωσης λανθασμένου ελιγμού (άνοιγμα για αναστροφή)	Μειώνει την πιθανότητα κατά 17%
X7	Ικανοποιητικές ακτίνες/γωνίες στροφής	Μειώνει την πιθανότητα κατά 44%
X8	Ξεκάθαρη γεωμετρία εισόδου σε κυκλικό κόμβο	Μειώνει την πιθανότητα κατά 62%
X9	Πινακίδα "ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ"	Μειώνει την πιθανότητα κατά 19%
X10	Ύπαρξη βελών οδοστρώματος	Μειώνει την πιθανότητα κατά 15%
X11	Καλή κατάσταση βελών οδοστρώματος (διακριτά)	Μειώνει την πιθανότητα κατά 18%

Σημείωση: Οι μειώσεις στην πιθανότητα υπολογίζονται ως $1-e^{\beta}$, όπου β είναι ο συντελεστής της κάθε μεταβλητής.

Τα δεδομένα του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης παρατίθενται στο παράρτημα.

Για το μοντέλο, έπειτα από την αξιολόγηση, προκύπτουν οι παρακάτω δείκτες.

Πίνακας 4.13 Δείκτες αξιολόγησης λογιστικού μοντέλου.

Accuracy	95%
F1-score	0,96
Brier score	0,092
Hosmer-Lemeshow test	p-value = 0,128 > 0,05

- Το **Accuracy** και το **F1-Score** δείχνουν την **ικανότητα πρόβλεψης** του μοντέλου.
- Το **Brier Score** δείχνει τη **βαθμονόμηση των προβλεπόμενων πιθανοτήτων**.
- Το **Hosmer-Lemeshow test** δείχνει αν το μοντέλο είναι **στατιστικά αξιόπιστο**.

Όλα τα αποτελέσματα των δεικτών υποδεικνύουν ότι το μοντέλο είναι αξιόπιστο και ακριβές, οπότε και δύναται να υποστηρίξει τη σημασία των παρεμβάσεων σε κόμβους σε συνδετήριους κλάδους εξόδου.

5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας

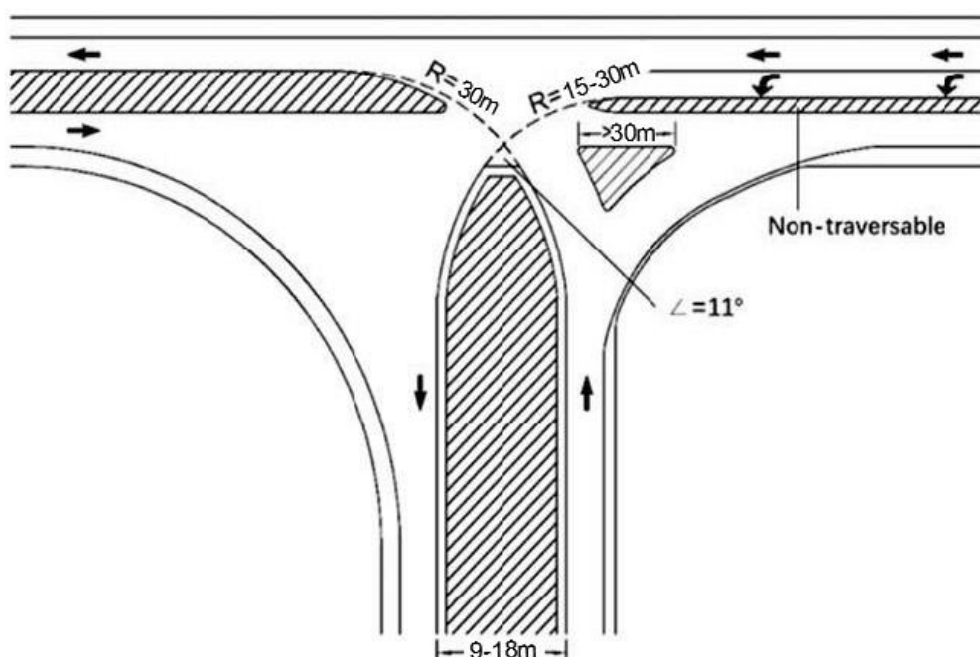
Με σκοπό την ελαχιστοποίηση των περιστατικών αντίθετης κίνησης παρατίθενται παρακάτω οι γεωμετρικές επεμβάσεις που προτείνονται ανά περίπτωση, οι οποίες πρέπει να συνδυάζονται με τη κατάλληλη κατακόρυφη και οριζόντια σήμανση. Οι προτάσεις αυτές υποστηρίζονται από το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης.

Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο

Στην Εικόνα 5.1 παρουσιάζεται μια τυπική εφαρμογή της γωνίας μεταξύ των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου, ακτίνα ελέγχου, υπερυψωμένης διαχωριστικής νησίδας και κατευθυντήριας νησίδας μεταξύ συνδετήριου κλάδου-διασταύρωσης.

Γεωμετρικές βελτιώσεις σε **ισόπεδο κόμβο** [5]:

- Κατασκευή διαχωριστικών, μη υπερβατών νησίδων
- Επανεξέταση γωνίας και ακτίνας στροφής
- Μεταβολή πλάτους συνδετήριων κλάδων και νησίδων
- Μετακίνηση γραμμών στάσης
- Περιθώριο για διόρθωση λανθασμένου ελιγμού



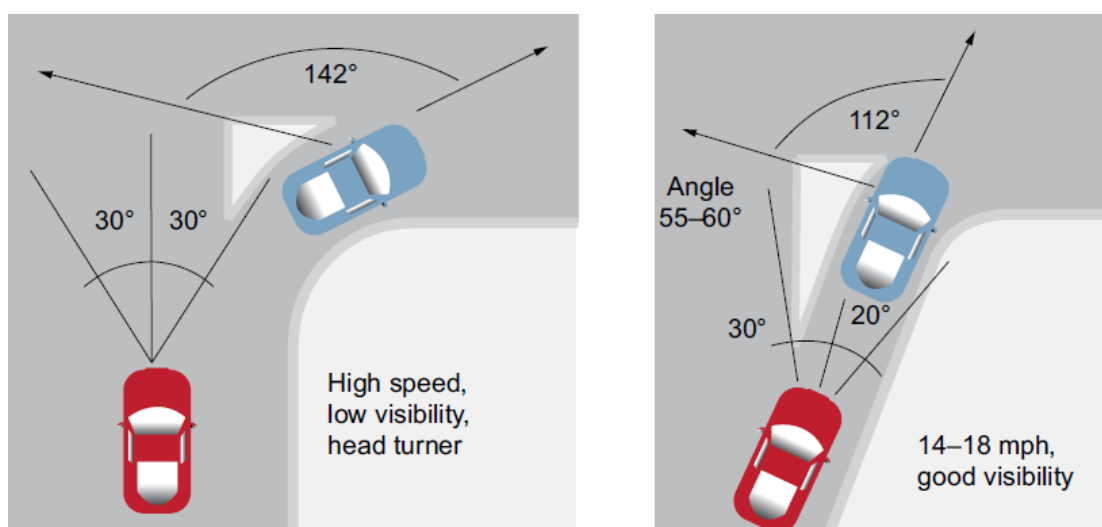
Εικόνα 5.1 Τυπικός σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου-διασταύρωσης σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο [5].

Διάταξη και μέγεθος νησίδων

- Κατευθυντήρια νησίδα: Το μήκος της πλευράς της νησίδας που είναι παράλληλη προς τη διασταύρωση πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 30m (100 ft) για την αποφυγή αντίθετης εισόδου μέσω της λωρίδας δεξιάς στροφής. Το μήκος των 30m οφείλει να εφαρμόζεται όταν συνδυάζεται με την απουσία κεντρικής μη υπερβατής διαχωριστικής νησίδας και την ύπαρξη λωρίδας επιτάχυνσης. Σε άλλη περίπτωση, οι κατευθυντήριες νησίδες δεν θα πρέπει να έχουν πλευρές μικρότερες από 3,5 m και κατά προτίμηση θα πρέπει να είναι πάνω από 4,5 m μετά τη στρογγυλοποίηση των γωνιών [30].
- Μη υπερβατή διαχωριστική νησίδα: Προτείνεται η χρήση της σε διασταυρώσεις για αποφυγή πρώιμων αριστερών στροφών, ειδικά σε μη σηματοδοτούμενους συνδετήριους κλάδους.

Γωνίες και ακτίνες στροφής

- Γωνία μεταξύ του συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου: Συνιστάται να είναι πάνω από 11 μοίρες αντί για παράλληλη διάταξη.
- Μέγιστη ακτίνα ελέγχου αριστερής στροφής: Η ακτίνα ελέγχου από τη διασταύρωση προς τον συνδετήριο κλάδο εισόδου πρέπει να είναι 15-30m (50-100 ft). Από την έξοδο προς τη διασταύρωση πρέπει να περιορίζεται στα 30m (100 ft).
- Γωνία λωρίδας δεξιάς στροφής: Ο σχεδιασμός με αμβλεία γωνία εισόδου περιλαμβάνει κατευθυντήρια νησίδα που τυπικά έχει σχήμα ισόπλευρο τρίγωνο (συχνά με μία καμπύλη πλευρά), ενθαρρύνει υψηλές ταχύτητες και πρέπει να συνδυάζεται με λωρίδα επιτάχυνσης. Ενώ, ο σχεδιασμός σχεδόν ορθής γωνίας έχει συνήθως σχήμα ισοσκελούς τριγώνου και ενθαρρύνει τη μείωση της ταχύτητας στροφής και βελτιώνει την οπτική επαφή του οδηγού με τη διασταύρωση [30].



Εικόνα 5.2 Γωνίες κατευθυντήριων νησίδων [30].

Πλάτη συνδετήριων κλάδων και νησίδων

- Πλάτος συνδετήριου κλάδου: Συνιστάται μείωση του πλάτους του συνδετήριου κλάδου εξόδου και αύξηση του πλάτους του συνδετήριου κλάδου εισόδου.
- Πλάτος υπερυψωμένης νησίδας: Πρέπει να έχει ελάχιστο πλάτος 2m (7 ft) και προτείνεται πλάτος 9-18m (30-60 ft).

Ορατότητα και γραμμές στάσης

- Μετακίνηση γραμμών στάσης: Η προώθηση των γραμμών στάσης για τις λωρίδες αριστερής στροφής στη διασταύρωση παρέχει καλύτερη ορατότητα και καλύτερη ακτίνα στροφής.

Διόρθωση λανθασμένων ελιγμών

- Διευκόλυνση επαναφοράς στη σωστή κατεύθυνση: Ένα άνοιγμα στη νησίδα μεταξύ των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου μπορεί να βοηθήσει τους οδηγούς να επιστρέψουν στη σωστή κατεύθυνση μετά από έναν λανθασμένο ελιγμό, μειώνοντας τον χρόνο αναστροφής.



Εικόνα 5.3 Συνδετήριος κλάδος εξόδου 141 του I-81 στη Βιρτζίνια [5].



Εικόνα 5.4 Συνδετήριο κλάδος εξόδου 147 του I-85 στο Commerce, GA [5].

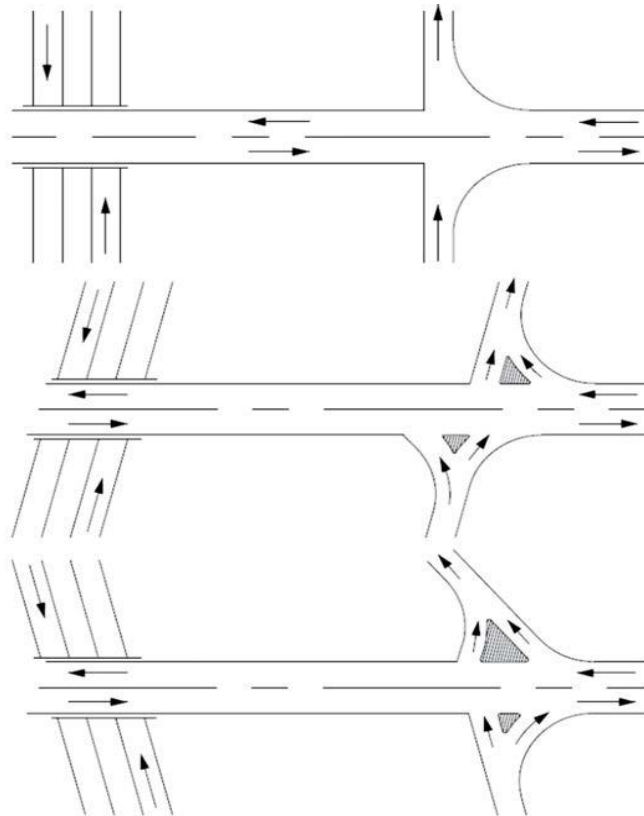
Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι

Γεωμετρικές βελτιώσεις σε ΑΚ μορφής “διαμάντι” σε συνδετήριους κλάδους εξόδου [5]:

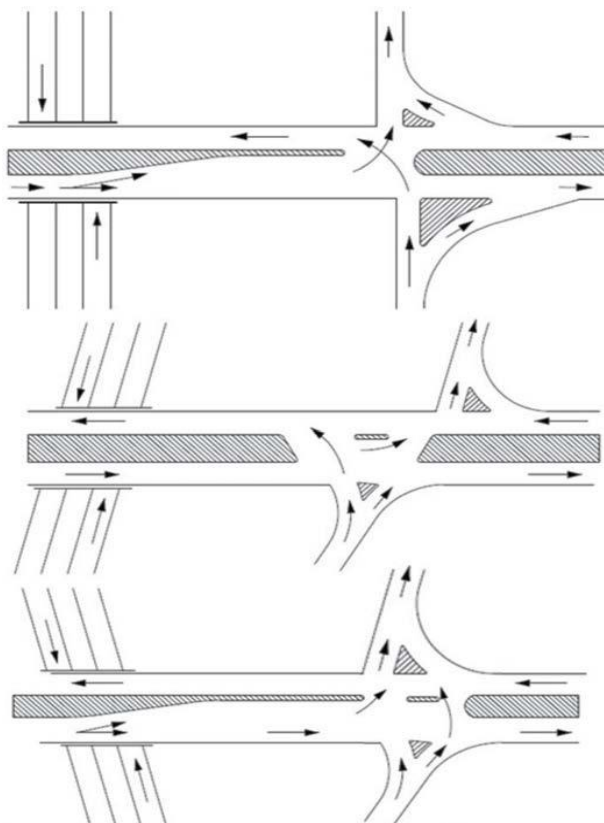
- Κατασκευή υπερυψωμένης κεντρικής νησίδας
- Κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας
- Επανεξέταση ακτίνας ελέγχου/γωνίας

Σε **αδιαίρετες διασταυρώσεις**, μη υπερβατές κατευθυντήριες νησίδες και απότομη ακτίνα στροφής θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να αποθαρρύνουν τις αριστερές και δεξιές στροφές αντίθετης κίνησης προς τον συνδετήριο κλάδο εξόδου. Η Εικόνα 5.5 δείχνει τρία παραδείγματα συνδετήριων κλάδων και **αδιαίρετων διασταυρώσεων** για την αποθάρρυνση της αντίθετης κίνησης. Η εφαρμογή απότομης ακτίνας στροφής και μη υπερβατών κατευθυντήριων νησίδων στις εισόδους και εξόδους των συνδετήριων κλάδων που έχουν τη δυνατότητα για δεξιόστροφες αντίθετες κινήσεις παρουσιάζονται σε αυτές τις διατάξεις.

Για τις **διαιρεμένες διασταυρώσεις**, εξετάζεται το ενδεχόμενο τοποθέτησης υπερυψωμένης διαχωριστικής νησίδας για την αποτροπή των αριστερών στροφών αντίθετης κίνησης. Στην Εικόνα 5.6 παρουσιάζεται η εφαρμογή μιας ακτίνας ελέγχου, μη υπερβατής κατευθυντήριας νησίδας, και υπερυψωμένης διαχωριστικής νησίδας για διαχωρισμένα οδοστρώματα.



Εικόνα 5.5 Διατάξεις αδιαίρετων διασταυρώσεων που αποθαρρύνουν την αντίθετη κίνηση [5].



Εικόνα 5.6 Διατάξεις διαχωρισμένων διασταυρώσεων που αποθαρρύνουν την αντίθετη κίνηση [5].

Κυκλικός κόμβος

Γεωμετρικές βελτιώσεις σε **κυκλικούς κόμβους** σε συνδεδεμένους κλάδους εξόδου [31],[33]:

- **Κατασκευή διαχωριστικών νησίδων**
- **Επέκταση ήδη κατασκευασμένης νησίδας**
- **Επανεξέταση γεωμετρίας εισόδου στον κυκλικό κόμβο**
- **Βελτίωση της ορατότητας**
- **Διαχωριστικές νησίδες:**
 - Χρησιμεύουν στον έλεγχο των ταχυτήτων και την κατεύθυνση της κυκλοφορίας.
 - Πρέπει να διαχωρίζουν φυσικά τα ρεύματα κυκλοφορίας εισόδου και εξόδου.
 - Ελάχιστο μήκος: 15 μέτρα (προτιμητέο μήκος: 30 μέτρα).
 - Για υψηλές ταχύτητες, μήκος νησίδας 45 μέτρων ή περισσότερο.
- **Επέκταση νησίδας:**
 - Η νησίδα πρέπει να εκτείνεται πέρα από το τέλος της καμπύλης εξόδου για να αποτρέπει την τυχαία είσοδο στην αντίθετη πορεία.
- **Γεωμετρία εισόδου:**
 - Η γεωμετρία εισόδου θα πρέπει να παρέχει επαρκή καμπυλότητα ώστε να διοχετεύει τους οδηγούς στα δεξιά της κεντρικής νησίδας. Είναι επίσης συχνά επιθυμητό η διαχωριστική νησίδα να έχει αρκετή καμπυλότητα ώστε να εμποδίζει την άμεση διαδρομή προς την κεντρική νησίδα του κυκλικού κόμβου για τα οχήματα που πλησιάζουν. Αυτό συμβάλλει στην αποφυγή προσκρούσεων οχημάτων στην κεντρική νησίδα και επίσης αποθαρρύνει περαιτέρω τους οδηγούς από το να κάνουν μια στροφή αντίθετης κίνησης.
- **Γωνία ορατότητας:**
 - Η γωνία ορατότητας πρέπει να είναι επαρκής ώστε οι εισερχόμενοι οδηγοί να βλέπουν άνετα την αντίθετη κυκλοφορία από την αμέσως ανάντη είσοδο ή από τον κυκλικό κόμβο. Σε γενικές γραμμές, οι πολύ οξείες γωνίες εισόδου παράγουν κακές γωνίες ορατότητας προς τα αριστερά, απαιτώντας από τους οδηγούς να προσπαθούν να κοιτάξουν πάνω από τους ώμους τους, και μπορεί να ενθαρρύνουν συμπεριφορές συγχώνευσης παρόμοιες με τους συνδεδεμένους κλάδους εισόδου σε αυτοκινητόδρομο. Εν τω μεταξύ, οι γωνίες εισόδου που είναι πιο κοντά σε ορθές μπορεί να μην παρέχουν αρκετή θετική ευθυγράμμιση για να αποθαρρύνουν την αντίθετη κίνηση.
 - Η γωνία εισόδου (ϕ) πρέπει να είναι μεταξύ 20° και 40° για ιδανική ορατότητα και ασφάλεια.

5.1 Παραδείγματα εφαρμογής βελτιώσεων

5.1.1 ΑΚ #1-25 (κυκλικός κόμβος)

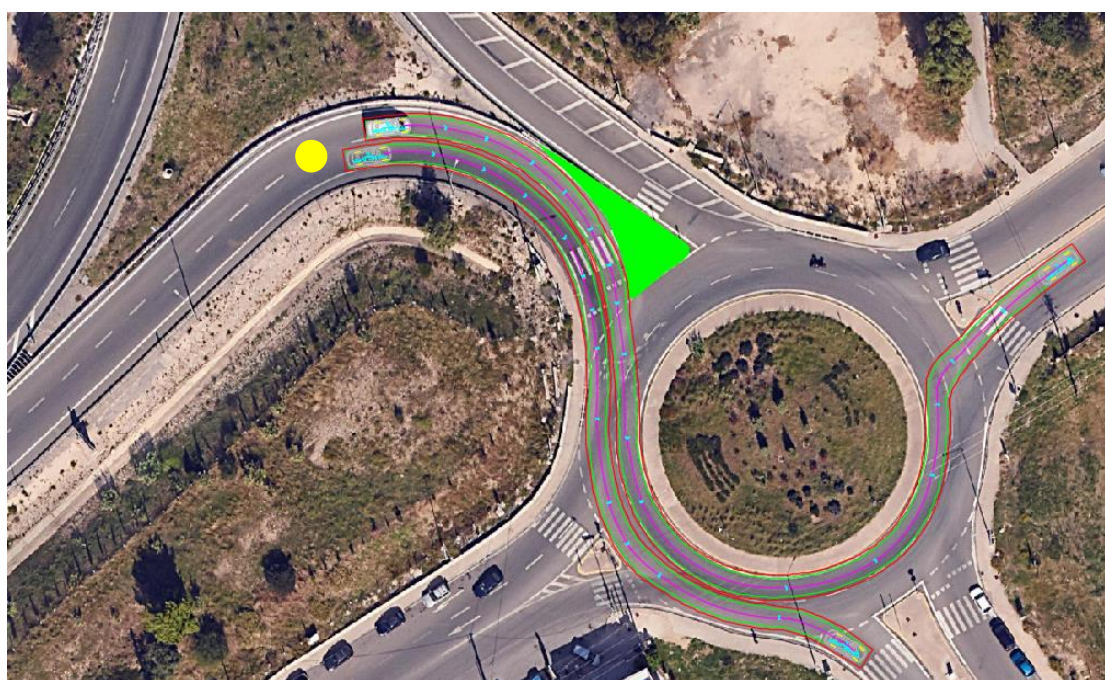
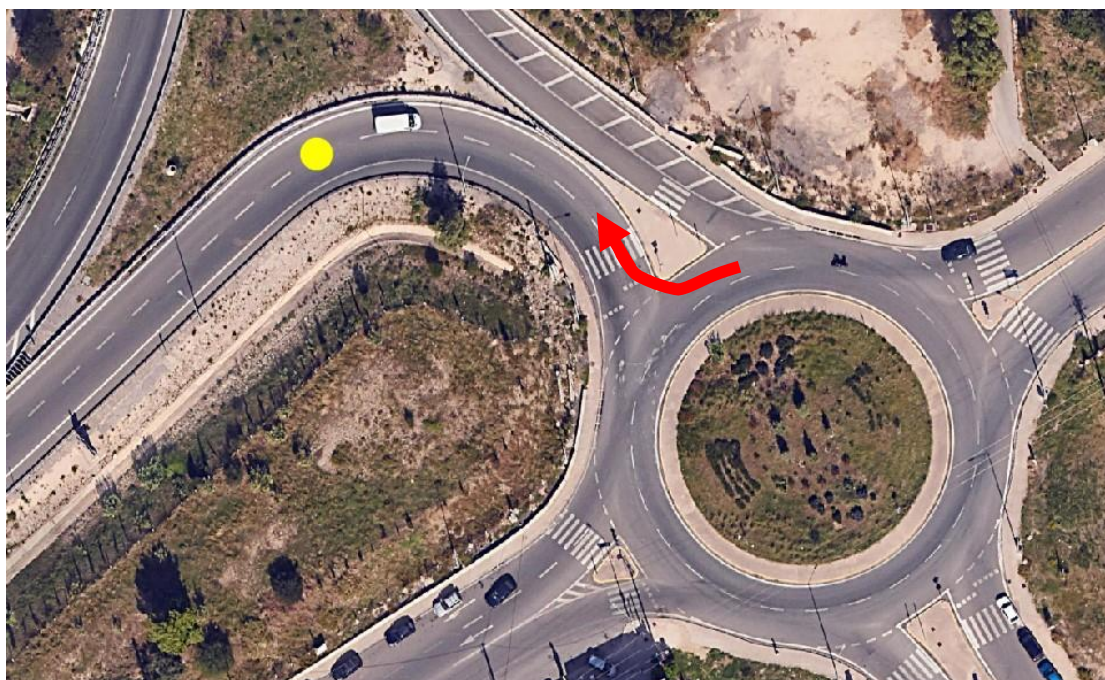
Στην Εικόνα 5.7 απεικονίζεται η προβληματική έξοδος που καταλήγει σε κυκλικό κόμβο στον ΑΚ #1-25 (4 περιστατικά, 2017-2024). Με βάση τις παραπάνω πιθανές βελτιώσεις για τους κυκλικούς κόμβους προτείνονται τα εξής:

Διαχωριστικές Νησίδες:

- **Επέκταση νησίδας:** Η υπάρχουσα νησίδα μπορεί να επεκταθεί για να αποτρέπει την αντίθετη είσοδο οχημάτων σε συνδυασμό με τη διαγράμμιση περί της νησίδας.

Οπτική γωνία και γεωμετρία:

- **Διόρθωση γεωμετρίας εισόδου:** Εάν ο διατιθέμενος χώρος είναι επαρκής ενδέχεται η είσοδος προς τον κόμβο να αναπροσαρμοστεί ώστε οι οδηγοί που ακολουθούν τη σωστή κατεύθυνση κίνησης να εισέρχονται στον κυκλικό κόμβο με ικανοποιητική γωνία που δε θα χρειάζεται να κοιτούν πάνω από τον ώμο τους, ωστόσο οι οδηγοί που βρίσκονται εντός του κυκλικού κόμβου να μην μπορούν να μπερδευτούν και να εκτελέσουν αντίθετη κίνηση.



Εικόνα 5.7 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #1-25 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).

5.1.2 ΗΚ #1-4 (κυκλικός κόμβος)

Στην Εικόνα 5.8 απεικονίζεται η προβληματική έξοδος που καταλήγει σε κυκλικό κόμβο στον ΗΚ #1-4 (7 περιστατικά, 2017-2024). Με βάση τις παραπάνω πιθανές βελτιώσεις για τους κυκλικούς κόμβους προτείνονται τα εξής:

Διαχωριστικές Νησίδες:

- **Κατασκευή νησίδων:** Κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή υπερυψωμένων διαχωριστικών νησίδων σε όλους τους κλάδους του κόμβου για τον καλύτερο διαχωρισμό της κυκλοφορίας.
- **Επέκταση τεχνητού εμποδίου στην προβληματική έξοδο:** Το υπάρχον τεχνητό εμπόδιο μπορεί να επεκταθεί προς την πλευρά της εξόδου χωρίς να περιορίζει την ορατότητα προς την κυκλοφορία αλλά να εξαλείφει την κατά λάθος αντίθετη κίνηση.

Οπτική γωνία και γεωμετρία:

- **Διόρθωση γεωμετρίας εισόδου:** Η είσοδος προς τον κόμβο μπορεί να αναπροσαρμοστεί ώστε οι οδηγοί να διατηρούν μειωμένη ταχύτητα αλλά να μη δίνεται δυνατότητα στους οδηγούς που πραγματοποιούν κυκλική πορεία να εκτελέσουν αντίθετη κίνηση.



Εικόνα 5.8 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΗΚ #1-4 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).

5.1.3 ΑΚ #1-10 (ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ διαμάντι)

Στις Εικόνες 5.9 και 5.10 απεικονίζονται οι δύο προβληματικοί έξοδοι που καταλήγουν σε ισόπεδο κόμβο διαμαντιού στον ΑΚ #1-10 (2 περιστατικά, 2017-2024). Με βάση τις παραπάνω πιθανές βελτιώσεις για τους ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ Διαμάντι προτείνονται τα εξής:

Για τον βόρειο κλάδο εξόδου:

- **Κατασκευή υπερυψωμένης κεντρικής νησίδας:** Η υπερυψωμένη κεντρική νησίδα αποτρέπει της αριστερές στροφές αντίθετης κίνησης
- **Κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας:** Η κατασκευή δύο κατευθυντήριων νησίδων μία στον συνδετήριο κλάδο εξόδου και μία στον συνδετήριο κλάδο εισόδου διαχωρίζει πιο εύκολα την κυκλοφορία και αποτρέπει τους λανθασμένους ελιγμούς.
- **Επανεξέταση ακτίνας ελέγχου/γωνίας:** Με τη βοήθεια των κατευθυντήριων νησίδων μπορεί να μεταβληθούν ελάχιστα οι ακτίνες ώστε να θέτουν πιο αντιληπτή τη διάκριση μεταξύ συνδετηρίου κλάδου εξόδου και συνδετηρίου κλάδου εισόδου.



Εικόνα 5.9 Βελτιώσεις στην βόρεια έξοδο στον ΑΚ #1-10 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).

Για τον νότιο κλάδο εξόδου:

- **Κατασκευή υπερυψωμένης κεντρικής νησίδας:** Η υπερυψωμένη κεντρική νησίδα αποτρέπει της αριστερές στροφές αντίθετης κίνησης, δημιουργώντας γωνίες από την κεντρική οδό που απαιτούν εσκεμμένο ελιγμό για να περάσουν αντίθετα.



Εικόνα 5.10 Βελτιώσεις στην νότια έξοδο στον ΑΚ #1-10 (ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).

5.1.4 ΑΚ #1-3 (ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο)

Στην Εικόνα 5.11 απεικονίζεται η προβληματική έξοδος που καταλήγει σε ισόπεδο κόμβο στον ΑΚ #1-3 (1 περιστατικό, 2017-2024). Με βάση τις παραπάνω πιθανές βελτιώσεις για τους ισόπεδους κόμβους προτείνονται τα εξής:

Γωνίες και Ακτίνες Στροφής

- Αύξηση της γωνίας μεταξύ συνδετήριου κλάδου εισόδου και εξόδου.
- Δημιουργία κλάδου εξόδου δεξιάς στροφής στον συνδετήριο κλάδο εξόδου.

Διάταξη και Μέγεθος Νησίδων

- Κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας στον συνδετήριο κλάδο εξόδου με κατάλληλη γεωμετρία και καμπυλότητα ώστε να αποθαρρύνει την αντίθετη κίνηση.
- Κατασκευή μη υπερβατής διαχωριστική νησίδα για την αποφυγή πρώιμων αριστερών στροφών.

Ορατότητα και Γραμμές Στάσης

- Προώθηση των γραμμών στάσης για την λωρίδα αριστερής στροφής στη διασταύρωση παρέχει καλύτερη ορατότητα και καλύτερη ακτίνα στροφής.

Διόρθωση λανθασμένων ελιγμών

- Ένα άνοιγμα στη νησίδα μεταξύ των συνδετήριων κλάδων εισόδου και εξόδου μπορεί να βοηθήσει τους οδηγούς να επιστρέψουν στη σωστή κατεύθυνση μετά από έναν λανθασμένο ελιγμό, μειώνοντας τον χρόνο αναστροφής.



Εικόνα 5.11 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #1-3(ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ).

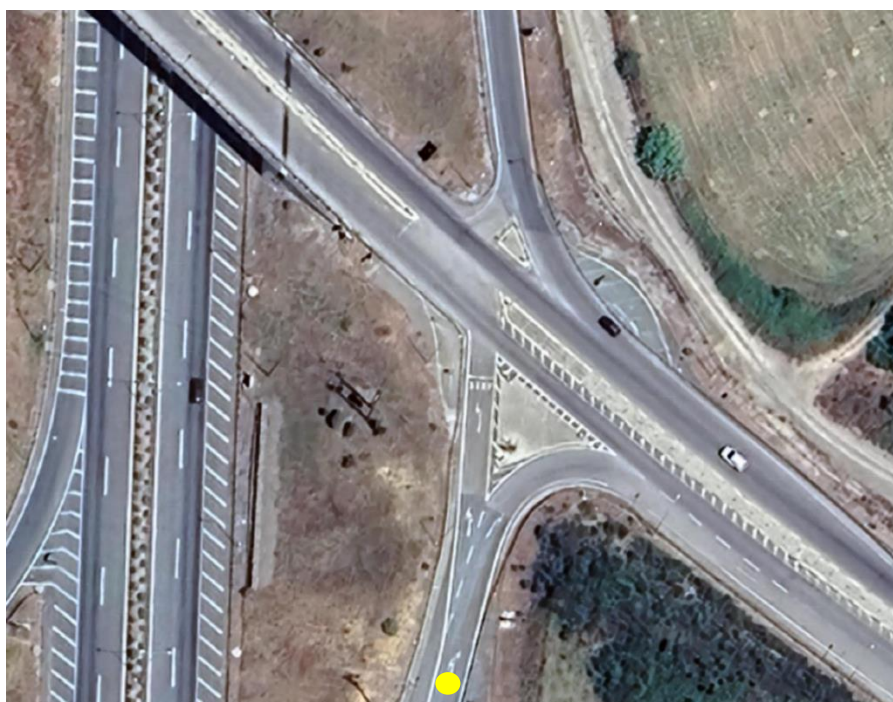
Επομένως οι παραπάνω προτάσεις σε συνδυασμό με την κατάλληλη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση, επαναλαμβανόμενες πινακίδες λάθος κατεύθυνσης, θετική καθοδήγηση με γραμμές στο οδόστρωμα και άλλες εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια δύναται να βελτιώσουν την λειτουργικότητα των ΑΚ. Συνολικά, οι προτεινόμενες αλλαγές αποσκοπούν στην αύξηση της ασφάλειας των εξεταζόμενων ΑΚ και στην εξάλειψη του ενδεχόμενου εμφάνισης αντίθετης κίνησης παρέχοντας στους οδηγούς ένα υψηλότερο επίπεδο καθοδήγησης και ασφαλείας. Οι προτάσεις αυτές υποστηρίζονται περαιτέρω από την εφαρμογή του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

5.2 Εφαρμογή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Για την αξιολόγηση της χρησιμότητας του μοντέλου αλλά και της αξιοπιστίας του, αναλύονται μερικοί ΑΚ με και χωρίς καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης, που ανήκουν στον **Αυτοκινητόδρομο 2** και συζητούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν. Επισημαίνεται ότι οποιαδήποτε πιθανότητα $\geq 60\%$, **θεωρείται κρίσιμη και αποτελεί αιτία για περαιτέρω εξέταση των συνθηκών του εκάστοτε κόμβου.**

5.2.1 ΑΚ χωρίς καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης

ΑΚ #2Α-4 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι



Εικόνα 5.12 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.

Σχεδιασμός Διασταύρωσης:

- X1: η διασταύρωση έχει μη υπερβατές κεντρικές νησίδες → 1

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- X2: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα → 1
- X3: η κατευθυντήρια νησίδα έχει επαρκές μήκος ($>20\text{m}$, από το απαιτούμενο $4,5\text{m}$) → 1
- X7: υφίσταται απότομη γωνία στροφής → 1

Κατακόρυφη σήμανση:

- X9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” → 0

Οριζόντια σήμανση:

- X10: έχει βέλη οδοστρώματος → 1
- X11: τα βέλη οδοστρώματος δεν είναι σε καλή κατάσταση → 0

Σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 30%.

Η πιθανότητα αυτή δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν. Επομένως, ο εξεταζόμενος ΑΚ δεν αποτελεί κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

ΑΚ #2Α-5 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο



Εικόνα 5.13 Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.

Σχεδιασμός Διασταύρωσης:

- X1: η διασταύρωση έχει μη υπερβατές κεντρικές νησίδες → 1

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- X2: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα → 1
- X3: η κατευθυντήρια νησίδα έχει επαρκές μήκος (έχει μήκος $>4,5$ m) → 1
- X4: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κεντρική νησίδα → 1
- X5: η γωνία που σχηματίζει η κεντρική νησίδα είναι πάνω από 11 μοίρες → 1
- X6: δεν υπάρχει άνοιγμα στη κεντρική νησίδα για αναστροφή → 0
- X7: η ακτίνα στροφής είναι μεταξύ 15-30m → 1

Κατακόρυφη σήμανση:

- X9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” → 0

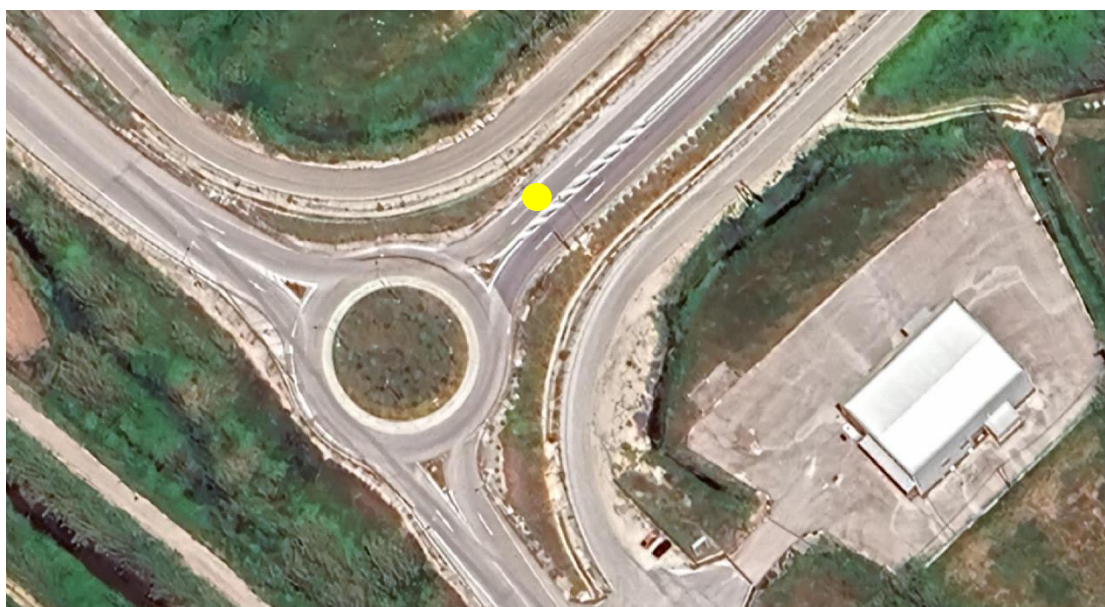
Οριζόντια σήμανση:

- X10: έχει βέλη οδοστρώματος → 1
- X11: τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση → 1

Σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 12%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο εξεταζόμενος ΑΚ δεν αποτελεί κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

ΑΚ #2Α-6 Κυκλικός κόμβος



Εικόνα 5.14 Κυκλικός κόμβος σε ΑΚ χωρίς περιστατικό αντίθετης κίνησης.

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- X4: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κεντρική νησίδα → 1
- X7: υφίστανται γωνίες εισόδου μεταξύ 20° και 40° για ιδανική ορατότητα και ασφάλεια → 1
- X8: η χάραξη θέτει ξεκάθαρα ότι πρόκειται για έξοδο και η καμπυλότητα που χρειάζεται για να εισέλθει όχημα είναι τουλάχιστον άβολη → 1

Κατακόρυφη σήμανση:

- X9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” → 0

Οριζόντια σήμανση:

- X10: έχει βέλη οδοστρώματος → 1
- X11: τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση → 0

Σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 31%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο εξεταζόμενος ΑΚ δεν αποτελεί κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

Η εφαρμογή του μοντέλου σε κόμβους που δεν έχουν παρουσιάσει περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν και η απόδοση χαμηλής πιθανότητας από το μοντέλο αποτελεί μια ένδειξη της ορθότητας και της προβλεπτικής ικανότητάς του. Το γεγονός ότι οι γεωμετρικές και λειτουργικές παράμετροι αυτών των κόμβων δεν ταυτίζονται με τα χαρακτηριστικά των κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά, ενισχύει την αξιοπιστία του μοντέλου ως εργαλείο εκτίμησης του κινδύνου αντίθετης κίνησης βάσει της ομοιότητας των χαρακτηριστικών.

5.2.2 ΑΚ με καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης

ΑΚ #2B-1 – Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι



Εικόνα 5.15 Έξοδος ΑΚ #2B-1.

Σχεδιασμός Διασταύρωσης:

- X1: η διασταύρωση δεν έχει μη υπερβατές κεντρικές νησίδες $\rightarrow 0$

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- X2: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου δεν έχει μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα $\rightarrow 0$
- X3: δεν έχει κατευθυντήρια νησίδα $\rightarrow 0$
- X7: υφίσταται απότομη γωνία στροφής $\rightarrow 1$

Κατακόρυφη σήμανση:

- X9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” $\rightarrow 0$

Οριζόντια σήμανση:

- X10: δεν έχει βέλη οδοστρώματος $\rightarrow 0$
- X11: δεν έχει βέλη οδοστρώματος $\rightarrow 0$

Σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 77%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο ΑΚ #2B-1 αποτελεί κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

Ο κόμβος μπορεί να επιδεχθεί τις παρακάτω βελτιώσεις λαμβάνοντας τη μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 5.16.

- **Κατασκευή υπερυψωμένης κεντρικής νησίδας:** Η υπερυψωμένη κεντρική νησίδα αποτρέπει της αριστερές στροφές αντίθετης κίνησης
- **Κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας:** Η κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας στον συνδετήριο κλάδο εξόδου διαχωρίζει πιο εύκολα την κυκλοφορία και αποτρέπει τους λανθασμένους ελιγμούς.
- **Επανεξέταση ακτίνας ελέγχου/γωνίας:** Με τη βοήθεια της κατευθυντήριας νησίδας μπορεί να μεταβληθούν ελάχιστα οι ακτίνες ώστε να θέτουν πιο αντιληπτή τη διάκριση μεταξύ συνδετήριου κλάδου εξόδου και εισόδου.



Εικόνα 5.16 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΑΚ #2Β-1.

Πλέον, για το λογιστικό μοντέλο ισχύει:

Σχεδιασμός Διασταύρωσης:

- Χ1: η διασταύρωση έχει μη υπερβατές κεντρικές νησίδες → 1

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- Χ2: ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έχει μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα → 1
- Χ3: η κατευθυντήρια νησίδα έχει επαρκές μήκος $>4,5\text{m}$ → 1
- Χ7: υφίσταται απότομη γωνία στροφής → 1

Κατακόρυφη σήμανση:

- Χ9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” → 0

Οριζόντια σήμανση:

- Χ10: έχει βέλη οδοστρώματος → 1
- Χ11: τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση → 1

Με τις βελτιώσεις που έγιναν, και σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 26%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο ΑΚ #2Β-1 δεν αποτελεί πλέον κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

ΗΚ #2Α-3 – Κυκλικός κόμβος



Εικόνα 5.17 Έξοδος ΗΚ #2Α-3.

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- Χ7: υφίστανται γωνίες εισόδου μεταξύ 20° και 40° για ιδανική ορατότητα και ασφάλεια $\rightarrow 1$
- Χ8: η χάραξη επιτρέπει στα οχήματα να εισέλθουν στον συνδετήριο κλάδο εξόδου $\rightarrow 0$

Κατακόρυφη σήμανση:

- Χ9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” $\rightarrow 0$

Οριζόντια σήμανση:

- Χ10: έχει βέλη οδοστρώματος $\rightarrow 1$
- Χ11: τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση $\rightarrow 1$

Σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 69%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο ΗΚ #2Α-3 αποτελεί κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

Ο κόμβος μπορεί να επιδεχθεί τις παρακάτω βελτιώσεις λαμβάνοντας τη μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 5.18.

Διαχωριστικές Νησίδες:

- **Κατασκευή τεχνητού εμποδίου στην προβληματική έξοδο:** Κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή μη υπερβατού εμποδίου που δε θα περιορίζει την ορατότητα προς την κυκλοφορία αλλά θα εξαλείφει την κατά λάθος αντίθετη κίνηση.

Οπτική γωνία και γεωμετρία:

- **Διόρθωση γεωμετρίας εισόδου:** Η είσοδος προς τον κόμβο μπορεί να αναπροσαρμοστεί ώστε οι οδηγοί να διατηρούν μειωμένη ταχύτητα αλλά να μη δίνεται δυνατότητα στους οδηγούς που πραγματοποιούν κυκλική πορεία να εκτελέσουν αντίθετη κίνηση.



Εικόνα 5.18 Βελτιώσεις στην έξοδο στον ΗΚ #2Α-3.

Πλέον, για το λογιστικό μοντέλο ισχύει:

Σχεδιασμός συνδετήριου κλάδου εξόδου:

- Χ7: υφίστανται γωνίες εισόδου μεταξύ 20° και 40° για ιδανική ορατότητα και ασφάλεια → 1
- Χ8: η χάραξη θέτει ξεκάθαρα ότι πρόκειται για έξοδο και η καμπυλότητα που χρειάζεται για να εισέλθει όχημα είναι τουλάχιστον άβολη → 1

Κατακόρυφη σήμανση:

- Χ9: δεν έχει πινακίδα “ΛΑΘΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ” → 0

Οριζόντια σήμανση:

- Χ10: έχει βέλη οδοστρώματος → 1
- Χ11: τα βέλη οδοστρώματος είναι σε καλή κατάσταση → 1

Με τις βελτιώσεις που έγιναν, και σύμφωνα με το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, ο συγκεκριμένος κόμβος παρουσιάζει πιθανότητα 47%.

Η πιθανότητα αυτή **δεν εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί περιστατικό αντίθετης κίνησης** στον συγκεκριμένο κόμβο κατά τη χρήση του, ωστόσο **εκφράζει το βαθμό ομοιότητας των γεωμετρικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του κόμβου με εκείνα κόμβων όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν**. Επομένως, ο ΗΚ #2Α-3 δεν αποτελεί πλέον κρίσιμο κόμβο για παρεμβάσεις έναντι της αντίθετης κίνησης.

Η εφαρμογή του μοντέλου σε κόμβους όπου έχουν σημειωθεί περιστατικά αντίθετης κίνησης στο παρελθόν και η απόδοση υψηλής πιθανότητας από το μοντέλο ενισχύει την αξιοπιστία και την εγκυρότητά του. Το μοντέλο καταφέρνει να ταυτοποιήσει κόμβους με γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που ευνοούν την εμφάνιση τέτοιων περιστατικών, επιβεβαιώνοντας την ικανότητά του να λειτουργεί ως ένα προγνωστικό εργαλείο για την αναγνώριση κόμβων υψηλού κινδύνου. Επιπλέον, η μείωση της πιθανότητας εμφάνισης περιστατικών μέσω προσομοίωσης βελτιωτικών παρεμβάσεων στους κόμβους υποδεικνύει πως το μοντέλο μπορεί να αξιοποιηθεί και ως εργαλείο υποστήριξης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

6 Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη και ανάλυση του φαινομένου της αντίθετης κίνησης στους συνδετήριους κλάδους εξόδου αυτοκινητόδρομων, καθώς και στη διερεύνηση των μέτρων αντιμετώπισης του. Σκοπός ήταν να δώσει **γεωμετρικές βελτιώσεις για τις εξόδους των ΑΚ** που θα εξαλείφουν την αντίθετη κίνηση ή τουλάχιστον θα αποθαρρύνουν τους οδηγούς από την εκτέλεση αντίθετου ελιγμού. Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τη συλλογή δεδομένων από ελληνικούς αυτοκινητόδρομους και την εφαρμογή θεωρητικών μοντέλων, προέκυψαν σημαντικά ευρήματα που παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση όπου εντοπίστηκαν οι διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης της αντίθετης κίνησης σε παρεμφερείς μελέτες, μετά καθορίστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν στοιχεία αντίθετης κίνησης από τους Αυτοκινητόδρομους 1 και 2. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή ενός μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης που σκοπό έχει να υποδείξει ποιοι κόμβοι απαιτούν περαιτέρω εξέταση για περιστατικά αντίθετης κίνησης. Στη συνέχεια, δόθηκαν οι πιθανές βελτιώσεις που δύνανται να γίνουν προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα ένας συνδετήριος κλάδος εξόδου ΑΚ να παρουσιάζει γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την εμφάνιση περιστατικών αντίθετης κίνησης σε κόμβους του Αυτοκινητόδρομου 1 και εφαρμόστηκε το μοντέλο σε κόμβους του Αυτοκινητόδρομου 2 ούτως ώστε να δοθεί υπόσταση στις παρεμβάσεις που προτείνονται, αναδεικνύοντας τη σημασία των βελτιώσεων και την χρησιμότητά τους.

Τα περιστατικά αντίθετης κίνησης σε συνδετήριους κλάδους εξόδου ξεκινούν από τον κόμβο που καταλήγει ο συνδετήριος κλάδος εξόδου έπειτα από την διάσπασή του από τον ΑΚ. Τα πιθανά σημεία έναρξης αντίθετης κίνησης κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο**
- **Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι**
- **Κυκλικός κόμβος**

Για τους **ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο** προτείνονται οι παρακάτω παρεμβάσεις:

- **Κατασκευή διαχωριστικών, μη υπερβατών νησίδων**
- **Επανεξέταση γωνίας και ακτίνας στροφής**
- **Μεταβολή πλάτους συνδετήριων κλάδων και νησίδων**
- **Μετακίνηση γραμμών στάσης**
- **Περιθώριο για διόρθωση λανθασμένου ελιγμού**

Για τους **ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ Διαμάντι** προτείνονται οι παρακάτω παρεμβάσεις:

- Κατασκευή υπερυψωμένης κεντρικής νησίδας
- Κατασκευή κατευθυντήριας νησίδας
- Επανεξέταση ακτίνας ελέγχου/γωνίας

Για τους **κυκλικούς κόμβους** προτείνονται οι παρακάτω παρεμβάσεις:

- Κατασκευή διαχωριστικών νησίδων
- Επέκταση ήδη κατασκευασμένης νησίδας
- Επανεξέταση γεωμετρίας εισόδου στον κυκλικό κόμβο
- Βελτίωση της ορατότητας

Επιπλέον, κατασκευάζεται το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης το οποίο εκπαιδεύεται σε δεδομένα των κόμβων του Αυτοκινητόδρομου 1 και αποτελεί δείκτη για περαιτέρω έρευνα στην αντιμετώπιση της αντίθετης κίνησης στους συνδεδεμένους κλάδους εξόδου. Οποιαδήποτε πιθανότητα **άνω του 60%** θεωρείται κρίσιμη και αποτελεί αιτία για περαιτέρω διερεύνηση.

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις εφαρμόζονται σε κόμβους του Αυτοκινητόδρομου 1 και συγκεκριμένα στον **ΑΚ #1-25**, στον **ΗΚ #1-4**, στον **ΑΚ #1-10** και στον **ΑΚ #1-3**.

Για την υποστήριξη της αξιοπιστίας του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης καθώς και για την ανάδειξη της σημασίας των παρεμβάσεων που προτείνονται, αξιολογείται η πιθανότητα εμφάνισης περιστατικού αντίθετης κίνησης σε κόμβους του Αυτοκινητόδρομου 2 πριν και μετά τις παρεμβάσεις.

Επομένως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης σε ΑΚ με και χωρίς καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης στον Πίνακα 6.1 αναδεικνύοντας την ικανότητα του μοντέλου να εξάγει επαρκή συμπεράσματα.

Ειδικότερα, οι κόμβοι του Αυτοκινητόδρομου 2 που αξιολογούνται είναι ο **ΑΚ #2Α-4**, ο **ΑΚ #2Α-5**, ο **ΑΚ #2Α-6**, ο **ΑΚ #2Β-1** και ο **ΗΚ #2Α-3**. Συνοπτικά, δίνονται τα αποτελέσματα των προτεινόμενων παρεμβάσεων στον Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1 Εφαρμογή μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης σε ΑΚ του Αυτοκινητόδρομου 2.

ΑΚ	Τύπος Κόμβου	Με καταγεγραμμένο περιστατικό αντίθετης κίνησης	Πιθανότητα	
			Πριν	Μετά
ΑΚ #2Α-4	Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι	ΟΧΙ	30%	-
ΑΚ #2Α-5	Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο	ΟΧΙ	12%	-
ΑΚ #2Α-6	Κυκλικός κόμβος	ΟΧΙ	31%	-
ΑΚ #2Β-1	Ισόπεδος κόμβος σε ΑΚ Διαμάντι	ΝΑΙ	77%	26%
ΗΚ #2Α-3	Κυκλικός κόμβος	ΝΑΙ	69%	47%

Ενδεικτικά, μεγαλύτερη βαρύτητα για τους ισόπεδους κόμβους σε ΑΚ Σάλπιγγας/Μερικό τετράφυλλο/Διαμάντι έχει η ύπαρξη μη υπερβατής διαχωριστικής νησίδας στη διασταύρωση, που εμποδίζει τις λανθασμένες αριστερές στροφές ενώ για τους κυκλικούς κόμβους, η γεωμετρία εισόδου στον κυκλικό κόμβο δηλαδή αν η χάραξη θέτει ξεκάθαρα ότι πρόκειται για έξοδο και η καμπυλότητα που χρειάζεται για να εισέλθει όχημα είναι τουλάχιστον άβολη.

Με τη συμβολή του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης γίνεται φανερή η σημασία των βελτιώσεων που προτείνονται και φαίνεται πως οι παρεμβάσεις δύνανται να παρέχουν ένα πιο σαφές και ασφαλέστερο οδηγικό περιβάλλον.

Συμπερασματικά, η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί ένα εργαλείο για την κατηγοριοποίηση των κόμβων στους συνδετήριους κλάδους εξόδου αυτοκινητόδρομων, τον εύκολο εντοπισμό των ελλείψεων και τη σύνταξη των κατάλληλων προτάσεων προκειμένου να αποτρέπεται η αντίθετη κίνηση.

6.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγείρει ερωτήματα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της αντίθετης κίνησης στους ελληνικούς αυτοκινητόδρομους που δύνανται να απαντηθούν με περαιτέρω έρευνα. Οι πιθανές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα παρατίθενται παρακάτω:

- Κατασκευή ενός μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης που να βασίζεται σε πολλά περισσότερα δεδομένα για ακόμη ακριβότερες προβλέψεις και βελτιστοποιημένους συντελεστές.
- Ανάλυση περισσότερων παραμέτρων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που εξαιτίας της έλλειψης ποικιλομορφίας των δεδομένων δε μπορούσαν να εξεταστούν.
- Μοντελοποίηση κόμβων σε ένα πρόγραμμα ψηφιακής αποτύπωσης με σκοπό την καλύτερη καταγραφή των αποτελεσμάτων των παρεμβάσεων.
- Αξιολόγηση σοβαρότητας της αντίθετης κίνησης, δηλαδή καταγραφή των περιστατικών που οδήγησαν σε θανάτους, βαριά/ελαφρά τραυματίες προκειμένου να δοθεί περαιτέρω βαρύτητα στη σημασία αντιμετώπισης της αντίθετης κίνησης καθώς και στον προσδιορισμό των παρεμβάσεων που είναι πιο καθοριστικές και κρίσιμες στην αποτροπή λανθασμένου ελιγμού.
- Κόστος εφαρμογής των παρεμβάσεων.
- Ανάλυση συμπεριφοράς οδηγού.
- Πραγματική εφαρμογή των προτάσεων που δίνονται και σύγκριση των περιστατικών πριν και μετά τις παρεμβάσεις σε βάθος πενταετίας με σκοπό τη καταγραφή της αποτελεσματικότητάς τους.

7 Βιβλιογραφία

1. Κανελλαΐδης Γ., Φ. Μερτζάνης, Γ. Γλαρός, Α. Δραγουμάνοβιτς, 2016. Σημειώσεις Ειδικών Κεφαλαίων Οδοποιίας, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
2. Ed.German Road and Transportation Research Association, Committee, Geometric Design Standards, 2008. Guidelines for the Design of Freeways, (RAA), Germany.
3. Leisch J., J. Mason, 2005. Freeway and Interchange Geometric Design Handbook. Institute of Transportation Engineers. Publication No.TB-017, Washington, DC, USA.
4. Federal highway Administration, (FHWA), 2014. Diverging Diamond Interchange: Informational Guide. US. Department of Transportation, Washington, DC, USA.
5. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2023. Wrong-Way Driving Solutions Handbook. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/27199>.
6. Villavicencio, L.I., Añorve, V., & Arnold, L.S, 2021. Fatal Wrong-Way Crashes on Divided Highways. (Research Brief.) Washington, D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety. <https://aaaafoundation.org/wp-content/uploads/2021/03/20-1347-AAAFTS-Wrong-Way-Driving-Brief-FNL-CX.pdf>
7. SWOV, 2022. Wrong-way driving. SWOV fact sheet, SWOV, The Hague. <https://swov.nl/en/fact-sheet/wrong-way-driving>
8. Davidse, R. J., Duijvenvoorde, K., & Louwerse, W. J. R., 2022. Spookrijders, spookritten en spookrijongevallen. In SWOV & Rijkswaterstaat, SWOV (Report R-2022-3; p. 55). SWOV, Den Haag. <https://swov.nl/nl/publicatie/spookrijders-spookritten-en-spookrijongevallen>
9. Brevoord, G. A., 1984. Wrong-way driving: driving the wrong way on one-way roads and specifically motorway carriageways: description of the magnitude and nature of the problem and of measures which may reduce the incidence of this phenomenon with particular reference to roads. Rijkswaterstaat. The Hague.
10. Unfallforschung der Versicherer (UDV), 2023. Accidents caused by wrong-way driving on motorways: Accident patterns and measures. Retrieved from: <https://www.udv.de/resource/blob/155018/3089a2cd78291191d09a914cc5e4496c/127-e-falschfahrer-d-data.pdf>

11. Gerlach J., Seipel S., 2012. Falschfahrten auf Autobahnen Schlussbericht. Bundesanstalt für Straßenwesen. https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45bast/frontdoor/deliver/index/docId/578/file/falschfahrten_bericht_lang.pdf
12. Universität der Bundeswehr München, 2024. Wrong-Way Drivers. <https://www.unibw.de/human-factors-en/wrong-way-drivers>
13. NEXCO East Japan, 2024. Expressway Reverse Runs Occur in Places Like This. <https://www.e-nexco.co.jp/en/activity/reverse/place.html>
14. NEXCO East Japan, 2024. Expressway Status of Reverse Run. <https://www.e-nexco.co.jp/en/activity/reverse/status.html>
15. NEXCO Central Japan, 2024. Expressway in Reverse Running Situation. <https://www.c-nexco.co.jp/en/safety/gyakusouboushi/status.html>
16. NEXCO East Japan, 2024. Measures to Prevent Wrong-Way Driving on Expressways. <https://www.e-nexco.co.jp/en/activity/reverse/policy.html>
17. Xing, J., 2015. Characteristics of wrong-way driving on motorways in Japan. IET Intelligent Transport Systems, 9(1), 3–11. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2014.0017>
18. Beck D., Duerden A., 2016. Guidance on Median and Centerline Treatments to Reduce Head-on Casualties. (Research Report AP-R519-16; p. 72). Austroads Ltd. https://austroads.gov.au/publications/road-design/ap-r519-16/media/AP-R519-16_Guidance_on_median_and_centrelines_treatments_to_reduce_head-on_casualties.pdf
19. Morgante M., Boddington K., Espada I., Nash D., 2016. Guide to Smart Motorways. Austroads Ltd. (AGSM-16;p.226) https://austroads.com.au/publications/traffic-management/agsm/media/AGSM-16-Guide_to_Smart_Motorways.pdf
20. Αττική Οδός. Διαχείριση κυκλοφορίας & συντήρησης. <https://www.aodos.gr/leitourgia-sudirisi/diaheirisi-kukloforias-sudirisi/>
21. Monsere, C., P. E., Kothuri, S., Razmpa, A., & Portland State University, 2017. WRONG WAY DRIVING ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS. Oregon Department of Transportation, Department of Civil and Environmental Engineering. https://www.oregon.gov/odot/Engineering/Docs_TrafficEng/Wrong-Way-Driver-Report.pdf

22. Copelan, J. E., 1989. Prevention of Wrong-Way Accidents on Freeways. California Department of Transportation, Sacramento, CA.
23. Moler, S., 2002. Stop. You're Going the Wrong Way! Public Roads, 66(2). <http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/02sep/06.cfm>.
24. Zhou, H., J. Zhao, R. Fries, M. R. Gahrooei, L. Wang, B. Vaughn, K. Bahaaldin, and B. Ayyalasomayajula, 2012. Investigation of Contributing Factors Regarding Wrong-Way Driving on Freeways. Illinois Center for Transportation, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana IL.
25. Baratian-Ghorghi, F., & Zhou, H., 2017. Traffic control devices for deterring wrong-way driving: Historical evolution and current practice. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 4(3), 280–289. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.07.004>
26. Caltrans (California Department of Transportation), 2012. Highway Design Manual. Los Angeles, CA.
27. Rossow, M. Preventing Wrong-Way Driving on Freeways Course No: C06-013 <https://www.cedengineering.com/userfiles/C06-013%20-%20Preventing%20Wrong-Way%20Driving%20on%20Freeways%20-%20US.pdf>
28. View of Prevention of Wrong-Way Driving on Freeways, 2024. <https://traffic.fpz.hr/index.php/PROMTT/article/view/966/816>
29. Road Bureau - MLIT Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2015. https://www.mlit.go.jp/road/road_e/s1_safety_2.html
30. AASHTO - AASHTO Innovation Initiative - Systemic Approach to Wrong Way Driver Safety. (2024). Transportation.org. <https://aii.transportation.org/Pages/Systemic-Approach-to-Wrong-Way-Driver-Safety.aspx>
31. NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM NCHRP REPORT 672 Roundabouts: An Informational Guide Second Edition. <https://nacto.org/docs/usdg/nchrprpt672.pdf>
32. AASHTO (2018) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. The American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO Green Book, Washington DC.
33. Robinson, B. W., Bared, J. G., United States Federal Highway Administration, Kittelson & Associates & Turner-Fairbank Highway Research Center. (2000) Roundabouts: An Informational Guide. [Washington, D.C.: U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration] Retrieved from the Library of Congress, <https://www.loc.gov/item/2023693025/>.

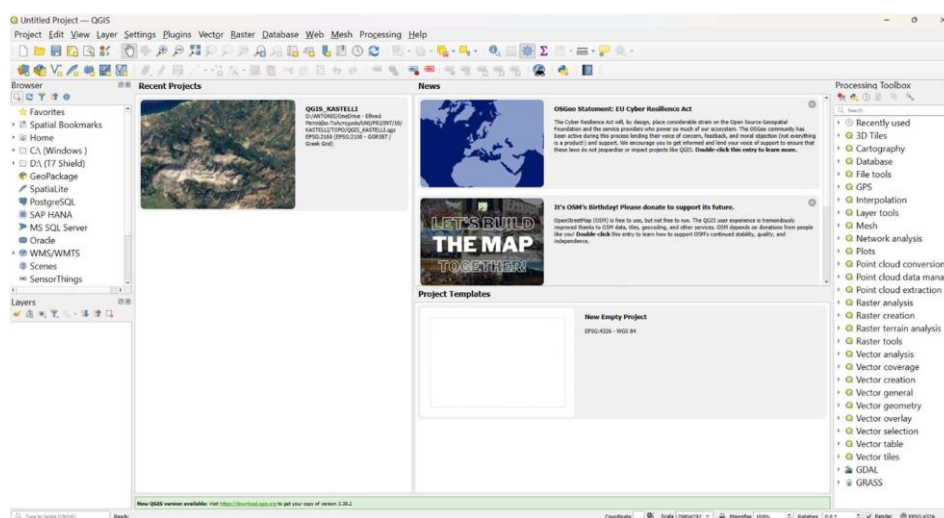
34. Delplace R., Davies R., Green D., Lewis K., Head A.M., Ward J., Munro C., 2020. Guide to Traffic Management Part 6: Intersections, Interchanges and Crossings. Austroads Ltd. https://austroads.gov.au/publications/traffic-management/agtm06/media/AGTM06-20_Part_6_Intersections_Interchanges_and_Crossings_Management.pdf
35. Florida DOT. 2022a. Section 230: Signing and Pavement Marking. In FDOT Design Manual. Tallahassee, FL. <https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/roadway/fdm/2022/2022fdm230spavtmarkings.pdf>.
36. Γαλάνης Α. 2024. Τέλος στην οδήγηση στο αντίθετο ρεύμα -Το νέο σύστημα που μπήκε στην Εθνική Οδό. <https://www.carandmotor.gr/nea/ellada-odigisi-antitheto-reyma-prostateyei-odigoys>

8 Παράρτημα

8.1 Γεωαναφορά και Επεξεργασία κόμβων

Με σκοπό την έγκυρη αποτύπωση των προβληματικών εξόδων χρησιμοποιείται το QGIS. Το QGIS είναι ένα λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών δομημένο σε ανοικτό και ελεύθερο κώδικα. Μερικές από τις χρήσεις του είναι η θέαση αεροφωτογραφιών, δημιουργία μοντέλου εδάφους, αποτυπώσεις κλπ.

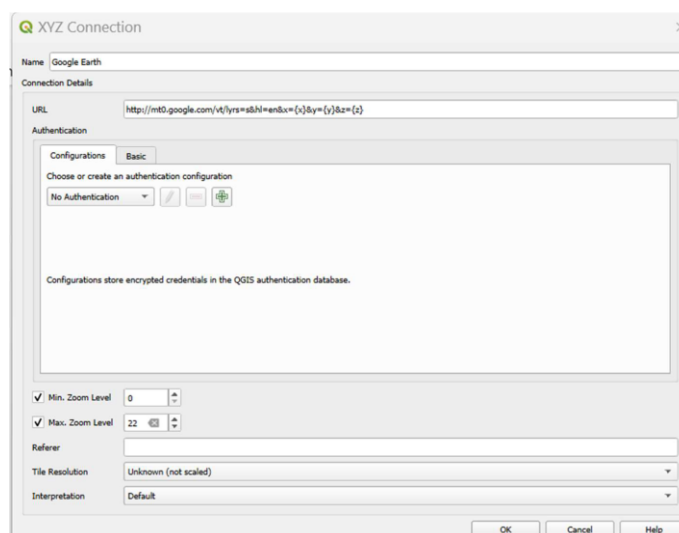
Όταν γίνει εκκίνηση του QGIS εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 8.1 Περιβάλλον QGIS.

Για να φορτώθει το Google Earth επιλέγεται στην αριστερή καρτέλα, η γραμμή XYZ Tiles και με δεξιά κλικ New Connection.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο όπου πρέπει να συμπληρωθούν τα εξής στοιχεία:

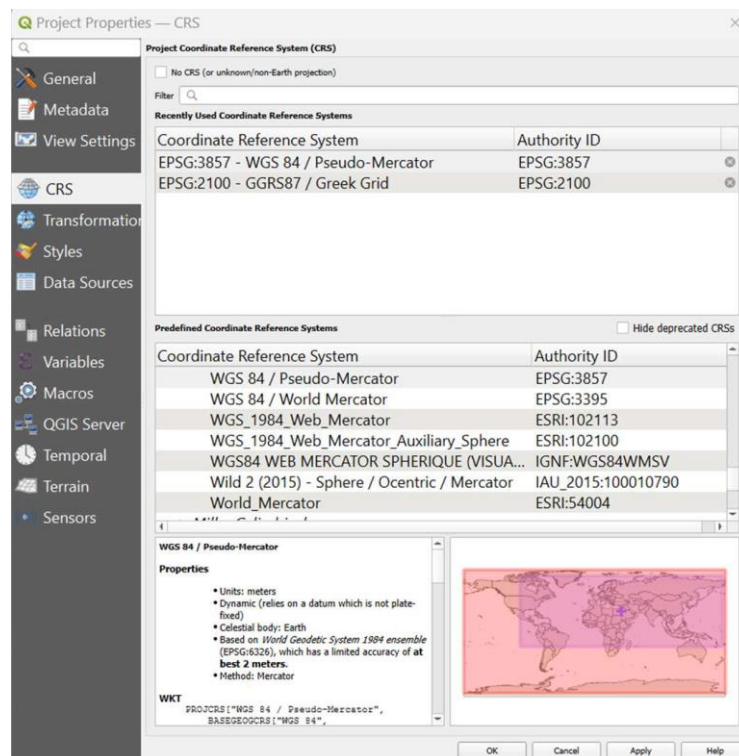


Εικόνα 8.2 Φόρτωση Google Earth.

Το url για τη σύνδεση είναι:

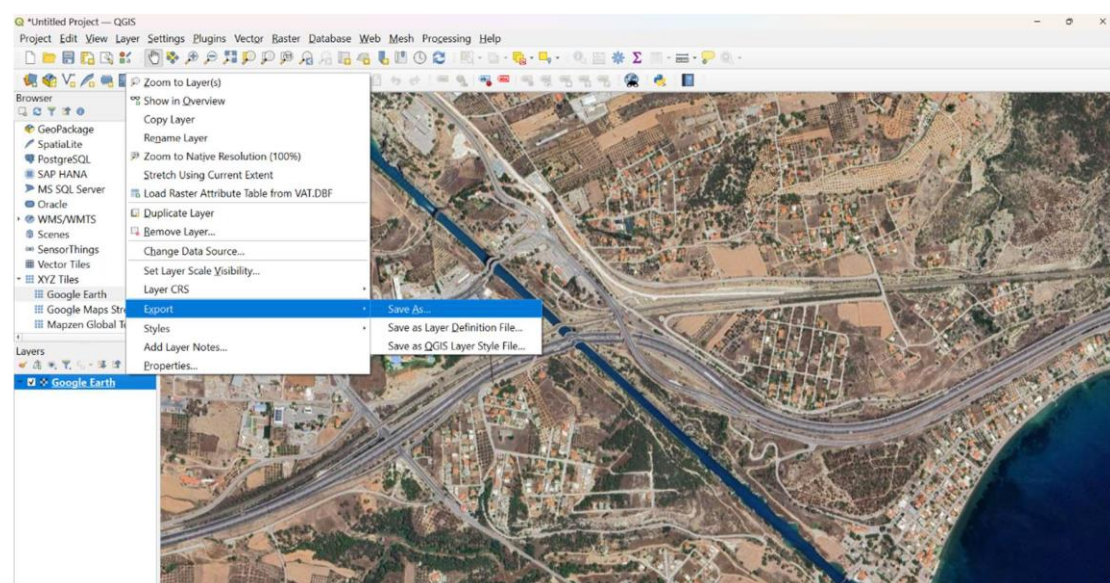
<http://mt0.google.com/vt/lyrs=s&hl=en&x={x}&y={y}&z={z}>

Επιβεβαιώνεται ότι κάτω δεξιά αναγράφεται: EPSG:3857. Επειδή η ανάλυση γίνεται στον ελληνικό χώρο πρέπει να καταχωριστεί το σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87 επιλέγοντας κάτω δεξιά.

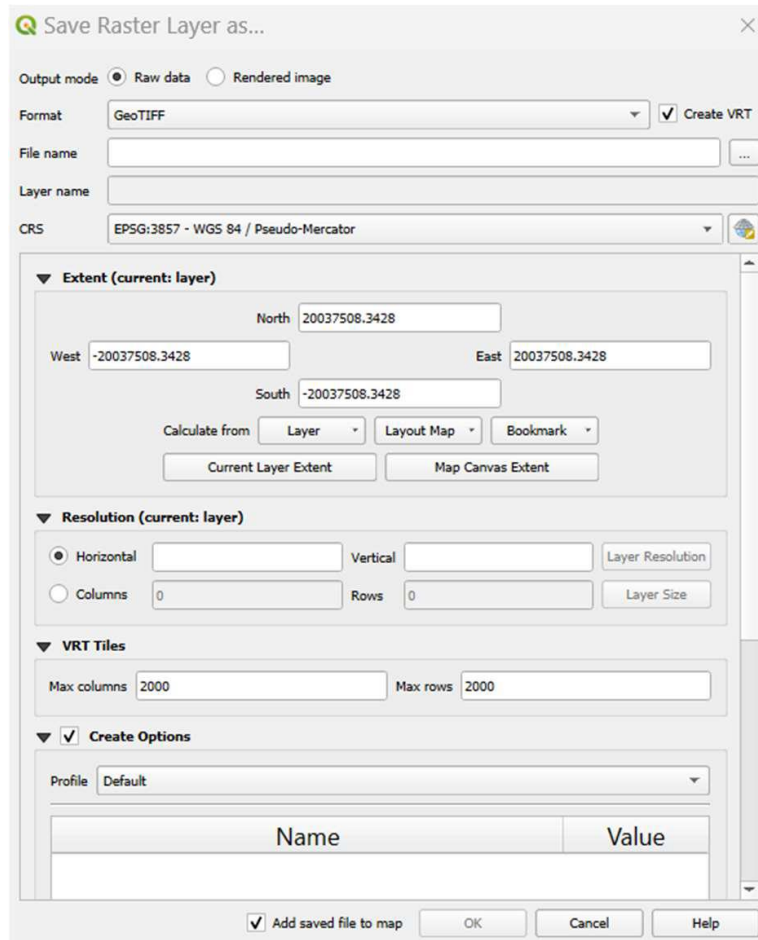


Εικόνα 8.3 Εισαγωγή ελληνικού συστήματος συντεταγμένων.

Για να πραγματοποιηθεί εξαγωγή της γεωαναφερμένης φωτογραφίας στα Layer (αριστερά) επιλέγεται με δεξί κλικ → Export → Save as



Εικόνα 8.4 Εξαγωγή γεωαναφερμένης εικόνας.



Εικόνα 8.5 Αποθήκευση γεωαναφερμένης εικόνας.

Ορίζεται GeoTiff για το format και αποεπιλέγεται η εντολή Create VRT. Στην επιλογή CRS επιλέγεται το ελληνικό σύστημα συντεταγμένων EPSG 2100 και στο file name ορίζεται η θέση αποθήκευσης

Στη συνέχεια, για την λήψη της αεροφωτογραφίας μεγεθύνεται η περιοχή ενδιαφέροντος έτσι ώστε τα όρια του παραθύρου να καλύπτουν την επιθυμητή περιοχή και επιλέγεται η εντολή Map Canvas Extent που υπολογίζει αυτόματα τα όρια.

Το πρόγραμμα στο οποίο θα γίνει επεξεργασία των γεωαναφερμένων εικόνων είναι το AutoCAD της Autodesk, επομένως απαιτείται άλλο ένα βήμα.

Στην καρτέλα Ribbon, στην εντολή Raster επιλέγεται Conversion → Translation. Στην επιλογή Additional command-line parameters συμπληρώνεται -co tfw=yes και ορίζεται η θέση αποθήκευσης.

Συνεπώς, ολοκληρώνεται η διαδικασία στο **QGIS** και πλέον η ανάλυση γίνεται σε περιβάλλον AutoCAD.

Στο **AutoCAD**, εισάγεται η φωτογραφία με την εντολή IMAGEATTACH και με την εντολή GeoRefImg επιλέγεται η φωτογραφία και αυτόματα γίνεται γεωαναφορά.

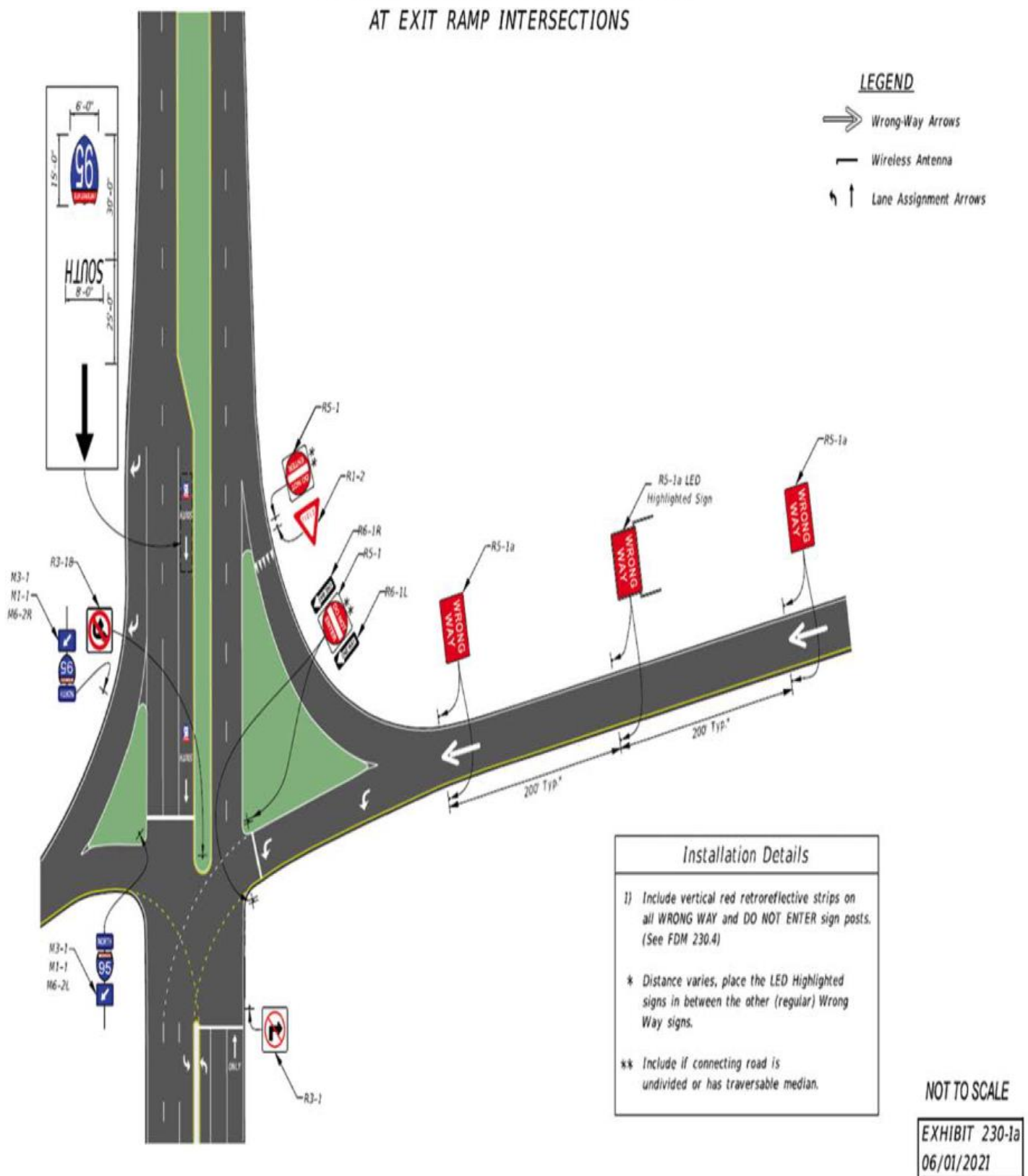
Για την επεξεργασία των κόμβων και τη βελτίωση της γεωμετρικής χάραξης προκειμένου οι επεμβάσεις που θα γίνουν να είναι ρεαλιστικές και εφαρμόσιμες γίνεται χρήση του AutoTURN.

Το AutoTURN είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σάρωσης διαδρομών, με το οποίο ελέγχονται εύκολα οι διασταυρώσεις και τα σχέδια των οδών, ώστε να διασφαλιστεί ότι όλοι οι τύποι οχημάτων μπορούν να κινηθούν με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Από ποδήλατα έως αυτοκίνητα, από λεωφορεία και φορτηγά έως βιομηχανικές μεταφορές βαρέων φορτίων – μπορεί να γίνει δοκιμή γρήγορα πολλαπλών ελιγμών και να επιβεβαιωθεί ότι τα σχέδια είναι ακριβή και έγκυρα.

8.2 Τυπικά Παραδείγματα

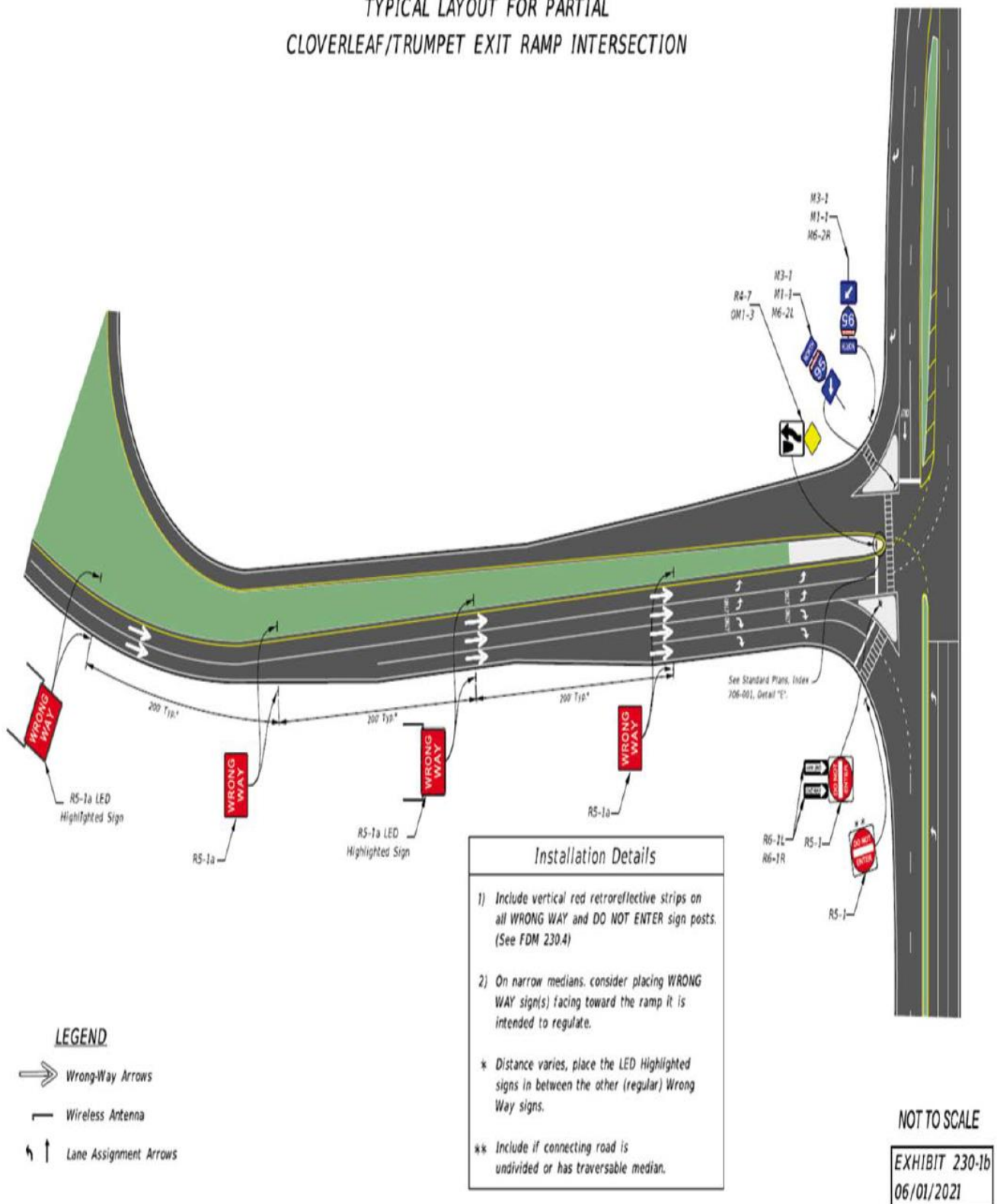
Παρακάτω, δίνονται δύο τυπικά παραδείγματα εφαρμογών μέτρων αντίθετης κίνησης σε ΑΚ σύμφωνα με την αμερικάνικη βιβλιογραφία [35].

STANDARD SIGNING AND PAVEMENT MARKING AT EXIT RAMP INTERSECTIONS



Εικόνα 8.6 Τυπικές εφαρμογές έναντι της αντίθετης κίνησης σε συνδετήριο κλάδο εξόδου σε ΑΚ Διαμάντι [35].

TYPICAL LAYOUT FOR PARTIAL CLOVERLEAF/TRUMPET EXIT RAMP INTERSECTION



Εικόνα 8.7 Τυπικές εφαρμογές έναντι της αντίθετης κίνησης σε συνδετήριο κλάδο εξόδου σε ΑΚ Μερικό τετράφυλλο/Σάλπιγγα [35].

8.3 Δεδομένα μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Πίνακας 8.1 Δεδομένα μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης.

	Τύπος ΑΚ	Τύπος κόμβου έναρξης	Μη υπερβατές κεντρικές νησίδες	μη υπερβατή κατευθυντήρια νησίδα	Επαρκές μήκος νησίδας διαχέτευσης	μη υπερβατή κεντρική νησίδα	Γωνία κεντρικής νησίδας	Δυνατότητα διόρθωσης	Ικανοποιητικές ακτίνες	Γεωμετρία εισόδου	Πινακίδα Λάθος Κατεύθυνση	Βέλη Οδοστρώματος	Σε καλή κατάσταση	Αντίθετη Κίνηση	Γραμμικός συνδυασμός	Πιθανότητα	log-loss
AK #1-1	Διαμάντι	2	1	0	0	-	-	-	1	-	0	1	1	0	-0,23	44%	0,58
AK #1-3	Μερικό τετράφυλλο	1	0	0	0	1	1	0	0	-	1	1	0	1	0,41	60%	0,51
HK #1-4	Διαμάντι	3	-	-	-	0	-	-	0	0	1	0	0	1	1,56	83%	0,19
AK #1-7	Διαμάντι	2	1	0	0	-	-	-	1	-	1	1	1	0	-0,44	39%	0,50
AK #1-8	Σάλπιγγα	1	0	0	0	0	1	1	1	-	0	1	0	1	0,72	67%	0,40
AK #1-10	Διαμάντι	2	0	0	0	-	-	-	0	-	1	1	0	1	1,39	80%	0,22
HK #1-11	Διαμάντι	2	0	0	0	-	-	-	1	-	1	1	0	1	0,81	69%	0,37
AK #1-13	Διαμάντι	3	-	-	-	0	-	-	0	0	1	0	0	1	1,56	83%	0,19
AK #1-14	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	1	1	0	1	1	0	-1,01	27%	0,31
AK #1-15	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	1	0	0	0	0	1	0,32	58%	0,55
AK #1-16	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	1	1	0	1	1	0	-1,01	27%	0,31
AK #1-18	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	0	0	0	0	0	1	0,90	71%	0,34
AK #1-19	Αχλάδι	3	-	-	-	1	-	-	0	0	0	0	0	1	0,90	71%	0,34
AK #1-20	παραλλαγή Σάλπιγγας	3	-	-	-	1	-	-	0	0	0	0	0	1	0,90	71%	0,34
AK #1-21	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	0	0	0	0	0	1	0,90	71%	0,34
AK #1-22	Διαμάντι	3	-	-	-	1	-	-	1	1	0	0	0	0	-0,65	34%	0,42
AK #1-23	Σάλπιγγα	3	-	-	-	1	-	-	1	1	0	0	0	0	-0,65	34%	0,42
AK #1-25	AK διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	3	-	-	-	1	-	-	0	0	0	0	0	1	0,90	71%	0,34
AK #1-25A	AK διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων	3	-	-	-	1	-	-	1	1	0	0	0	0	-0,65	34%	0,42
AK #1-27	Σάλπιγγα	1	1	0	0	1	1	1	1	-	0	1	1	0	-1,41	20%	0,22
AK #1-29	Μερικό τετράφυλλο	1	0	1	0	1	0	0	0	-	0	0	0	1	0,49	62%	0,48

8.4 Δεδομένα Αυτοκινητόδρομου 1 για αντίθετη κίνηση σε συνδεδεμένους κλάδους εξόδου

Πίνακας 8.2 Δεδομένα Αυτοκινητόδρομου 1 για αντίθετη κίνηση σε συνδεδεμένους κλάδους εξόδου.

α/α	Κατεύθυνση		ΑΚ	Κλάδος	Αποτελέσματα	ΔΙΚΥΚΛΟ	ΙΧΕ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	ΦΟΡΤΗΓΟ <2,5Τ	ΕΛΛΕΙΨΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
1	2		ΑΚ #1-15	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ				1	
2	2		ΑΚ #1-15	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
3	2		ΑΚ #1-15	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
4	2		ΑΚ #1-13	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
5	1		ΗΚ #1-11	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΤΡΟΧΑΙΑ)		1			

6	2		ΑΚ #1-3	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
7	1		ΑΚ #1-10	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
8	1		ΑΚ #1-12	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
9	2		ΑΚ #1-13	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΥΠ)		1			
10	1		ΗΚ #1-11	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
11	2		ΑΚ #1-8	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
12	2		ΑΚ #1-5	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			

13	2		AK #1-13	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
14	1		HK #1-4	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
15	1		HK #1-4	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
16	1		HK #1-4	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
17	1		HK #1-4	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
18	1		HK #1-4	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1
19	1		HK #1-4	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ					1

20	2		AK #1-12	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
21	2		AK #1-10	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
22	1		HK #1-4	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)				1	
23	2		AK #1-21	1	ΔΕΝ ΕΓΙΝΕ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ		1			
24	2		AK #1-25	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΥΠ)		1			
25	2		AK #1-25	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΥΠ)		1			
26	2		AK #1-28	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΥΠ)					1
27	2		AK #1-25	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			

28	1		AK #1-21	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
29	1		HK #1-24	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΥΠ)		1			
30	1		AK #1-19	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)					1
31	1		AK #1-18	1	ΣΥΝΟΔΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΠ (ΤΡΟΧΑΙΑ)		1			
32	1		AK #1-19	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
33	2		AK #1-29	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			
34	1		AK #1-20	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			

35	1		HK #1-24	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)					1
36			AK #1-25	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΤΡΟΧΑΙΑ)					1
37	1		HK #1-24	1	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΥΠ)		1			

8.5 Δεδομένα αντίθετης κίνησης Αυτοκινητόδρομου 2

Πίνακας 8.3 Δεδομένα αντίθετης κίνησης Αυτοκινητόδρομου 2.

Αυτοκινητόδρομος		Κόμβος	Κλάδος	2021	2022	2023
2B		AK #2B-1	Εισόδου	1	20	35
			Εξόδου	0	0	4
		AK #2B-2	Εισόδου	2	4	4
			Εισόδου	1	7	7
		HK #2B-3	Εισόδου	3	0	0
			Εξόδου	0	1	6
2A		HK #2A-1	Εισόδου	11	11	3
			Εξόδου	202	502	131
		HK #2A-2	Εισόδου	1	1	0
			Εξόδου	1	24	93
		HK #2A-3	Εισόδου	2	15	17
			Εξόδου	2	5	33