



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ
ΟΔΩΝ ΚΑΤΑ RAL-2012**

ΝΙΚΟΛΕΤΟΥ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων : Ανδρέας Λοΐζος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με τη Διπλωματική Εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. Θα ήθελα λοιπόν, με την αφορμή αυτή, να ευχαριστήσω όλους εκείνους που στάθηκαν δίπλα μου, σε ολόκληρη τη φοιτητική μου πορεία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ανδρέα Λοΐζο, καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ για την ανάθεση του θέματος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, καθώς και τον κύριο Στέργιο Μαυρομάτη, καθηγητή επίσης της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, για την πολύτιμη καθοδήγηση και την δημιουργική συνεργασία μας σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου που με στηρίζουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο σε κάθε στιγμή της ζωής μου, χωρίς τους οποίους τίποτα από όσα έχω καταφέρει μέχρι σήμερα δε θα ήταν πραγματικότητα.

Αθήνα, Νοέμβρης 2018
Νικολέτου Μαρία

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ

ΟΔΩΝ ΚΑΤΑ RAL-2012

Νικολέτου Μαρία

Επιβλέπων : Ανδρέας Λοΐζος, Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματεύεται τον σχεδιασμό ασφαλών και λειτουργικών κόμβων των υπεραστικών οδών σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012, οι οποίοι αποσκοπούν στην συγκεκριμενοποίηση του σχεδιασμού οδών και κόμβων σε υπεραστικές οδούς. Αυτό πραγματοποιείται μέσω κατηγοριοποίησης όλων των περιπτώσεων εισόδων, εξόδων και διασταυρώσεων ώστε κατά την προβλεπόμενη τους χρήση να παρέχεται υψηλή ασφάλεια της κυκλοφορίας αλλά και ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής. Παρουσιάζονται οι μορφές και οι τύποι ισόπεδων κόμβων, με ή χωρίς φωτεινή σηματοδότηση, οι βοηθητικές λωρίδες κυκλοφορίας και οδηγίες κατασκευής στοιχείων των κόμβων. Τέλος, πρωταρχικός στόχος στις οδηγίες σχεδιασμού ισόπεδων κόμβων κατά RAL-2012 είναι η ασφαλής και προσιτή καθοδήγηση για ποδηλάτες και πεζούς.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ : ισόπεδος κόμβος, RAL-2012, μορφές ισόπεδων κόμβων, τύποι ισόπεδων κόμβων, αριστερές στροφές, δεξιές στροφές, νησίδες, σταγόνα, πεδίο ορατότητας, διασταύρωση, κίνηση ποδηλατών-πεζών.

DESIGN AND EVALUATION OF AT-GRADE JUNCTION OF RURAL ROADS

ACCORDING TO RAL-2012

Nikoletou Maria

Supervisor: Andreas Loizos, Professor NTUA

ABSTRACT

This diploma theses aims to analyze the at-grade junction design of rural roads according to RAL-2012. The main object is to increase convenience, comfort and safety while at the same time enhancing the efficient movement of all road users and mostly to bicyclists and pedestrians. Emphasis is given to the junction layout, to entries, exits, left or right turns and to interceptions in order to succeed traffic safety and sufficient traffic volume. In this theses, types and forms of at-grade junctions with or without traffic lights are analyzed as well as the special lanes and the junction design rules.

KEY WORDS: at-grade, RAL-2012, types of at-grade, visibility, left turn, right turn, central islands, divisional island, field of view, intersection, bicycle passages, pedestrians passages.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση ισόπεδων κόμβων των υπεραστικών οδών σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012. Αρχικά παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία κόμβων με τους τύπους ελιγμών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην κατηγοριοποίηση των υπεραστικών οδών σε κλάσεις που έχουν ορίσει οι γερμανικοί κανονισμοί και στα χαρακτηριστικά των τεσσάρων αυτών κλάσεων των οδών.

Στο τρίτο κεφάλαιο, για την σχεδίαση πλέον των ισόπεδων κόμβων των υπεραστικών οδών υπάρχουν οι γενικές απαιτήσεις που περιλαμβάνουν, τις μορφές, τους τύπους αλλά και τις αποστάσεις μεταξύ κόμβων οδού, οι οποίες πρέπει να είναι μεγάλες για λόγους ασφαλείας και για να μπορούν να αναπτυχθούν οι επιθυμητές ταχύτητες. Επίσης, αναφέρονται τα στοιχεία οριζοντιογραφίας και μηκοτομής για την σύνδεση δευτερευόντων εισόδων των κόμβων. Το κεφάλαιο αυτό κλείνει με την ανάλυση τρισκελών και τετρασκελών ισόπεδων κόμβων με ή χωρίς φωτεινή σηματοδότηση.

Οι βοηθητικές λωρίδες για αριστερή στροφή, δεξιά στροφή για είσοδο και έξοδο από οδό συγκεκριμενοποιούνται και κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012. Έτσι, ανάλογα με το είδος της στροφής, την τάξη μελέτης της οδού απ την οποία πραγματοποιείται η στροφή και την τάξη μελέτης της οδού στην οποία εισέρχεται, δίνονται συγκεκριμένες τιμές για τα διάφορα τμήματα αναμονής, επιβράδυνσης, προσαρμογής, ανάλογα με την ύπαρξη ή μη σηματοδότησης καθώς και μεγάλες ή μικρές σταγόνες και ενδιάμεσες νησίδες.

Σημαντικότερο ρόλο στην σχεδίαση ισόπεδων κόμβων υπεραστικών οδών κατά RAL-2012, παίζουν τα πεδία ορατότητας. Διακρίνουμε το πεδίο ορατότητας για στάση, για εκκίνηση και για προσέγγιση. Στόχος είναι η ορατότητα ενός κόμβου από οδηγούς, πεζούς και ποδηλάτες σε απόσταση η οποία θα επιτρέπει στον οδηγό να σταματήσει εγκαίρως και θα εξασφαλίζει στους υπόλοιπους χρήστες πεδία ορατότητας εξασφαλισμένα από εμπόδια και βλάστηση με τεχνικές εγκαταστάσεις (φωτεινοί σηματοδότες, στύλοι σημάτων).

Ο κύριος στόχος των κανονισμών αυτών μέσω της συγκεκριμενοποίησης της σχεδίασης ισόπεδων κόμβων για υπεραστικές οδούς, είναι συμπερασματικά η ασφαλής καθοδήγηση όλων των χρηστών ενός ισόπεδου κόμβου και κυρίως των ευάλωτων χρηστών. Οι διαβάσεις, οι διαγραμμίσεις, οι στύλοι σημάτων, οι νησίδες και η ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης συμβάλουν στην ομαλή και άνετη κίνηση αυτών.

Τέλος, παρατίθενται οι οδηγίες για την κατασκευή στοιχείων ισόπεδων κόμβων υπεραστικών οδών κατά RAL-2012, καθώς και παράρτημα με παραδείγματα τρισκελών και τετρασκελών ισόπεδων κόμβων με οδούς ίδιας ή και διαφορετικής κλάσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΜΒΩΝ.....	1
1.2 ΤΥΠΟΙ ΕΛΙΓΜΩΝ.....	1
1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ.....	3
2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΤΑ RAL-2012.....	5
2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΩΝ.....	5
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	7
2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΑΣΕΩΝ.....	8
3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ	12
3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ RAL-2012.....	12
3.1.1 Μορφές Ισόπεδων Κόμβων	12
3.1.2 Αποστάσεις Ισόπεδων Κόμβων και Ταχύτητα Μελέτης.....	12
3.1.3 Πεδία εφαρμογής Ισόπεδων Κόμβων.....	13
3.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	15
3.3 ΜΗΚΟΤΟΜΗ.....	16
3.4 ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΛΙΣΗΣ.....	17
4. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΛΩΡΙΔΕΣ.....	19
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	19
4.2 ΑΡΙΣΤΕΡΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ.....	19
4.3 ΔΕΞΙΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ.....	23
4.4 ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΙ ΣΕ ΚΟΜΒΟ	29
4.5 ΙΣΟΠΕΔΟΙ ΤΡΙΣΚΕΛΕΙΣ Η΄ ΤΕΤΡΑΣΚΕΛΕΙΣ ΚΟΜΒΟΙ.....	33
4.5.1 Με φωτεινό σηματοδότη.....	33
4.5.2 Χωρίς φωτεινό σηματοδότη.....	36
4.6 ΝΗΣΙΔΕΣ.....	39
4.6.1 Γενικά.....	39
4.6.2 Διαχωριστική Νησίδα Μορφής Σταγόνα.....	39
4.6.3 Τριγωνική Νησίδα.....	40
4.6.4 Σημεία Διαβάσεων.....	41
5. ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ.....	43
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	43
5.2 ΜΗΚΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	43
6. ΕΥΑΛΩΤΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ.....	46
6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	46
6.2 ΚΙΝΗΣΗ ΕΥΑΛΩΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΙΣΟΠΕΔΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ.....	47
6.2.1 Χωρίς φωτεινό σηματοδότη.....	47
6.2.2 Με φωτεινό σηματοδότη.....	48
6.3 ΚΙΝΗΣΗ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	48
7. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΟΜΒΩΝ	50
7.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΚΡΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ.....	50
7.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ.....	51
7.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕ ΣΦΗΝΑ ΕΞΟΔΟΥ.....	54
7.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕ ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ.....	60

7.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΜΕ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ ΜΕ ΣΦΗΝΑ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ.....	63
7.6 ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΩΝ.....	65
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
8.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	68
8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	69
8.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΕΥΑΛΩΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ.....	69
8.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΜΒΩΝ

Οι κόμβοι ορίζονται σαν κυκλοφοριακές επιφάνειες στις οποίες τέμνονται δύο ή περισσότερα κυκλοφοριακά ρεύματα. Οι επιφάνειες αυτές εξυπηρετούν την ομαλή κατανομή της κυκλοφορίας από και προς τις κύριες οδούς. Επιπλέον, όπου υπάρχει συχνή διέλευση πεζών σκοπός τους είναι να επιτύχουν την ομαλή και άνετη κίνηση αυτών.

Διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Ισόπεδους κόμβους,
- Ανισόπεδους κόμβους.

Σύμφωνα με τις υπό έκδοση Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), Τεύχος 10, οι κόμβοι αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της οδικής υποδομής, που καθορίζει σ' ένα οδικό άξονα:

- την αποτελεσματικότητα,
- την οδική ασφάλεια,
- την ταχύτητα,
- το λειτουργικό κόστος των οχημάτων,
- τη συνολική κυκλοφοριακή ικανότητα και αντίστοιχα την προσφερόμενη στάθμη εξυπηρέτησης.

Έτσι, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον σχεδιασμό και την κατασκευή των κόμβων οδικού δικτύου ώστε να παρέχεται σαφής, κατανοητή και προσιτή καθοδήγηση για οχήματα και πεζούς καθώς και επαρκής ορατότητα για αναγνώριση των άλλων χρηστών της οδού.

1.2. ΤΥΠΟΙ ΕΛΙΓΜΩΝ

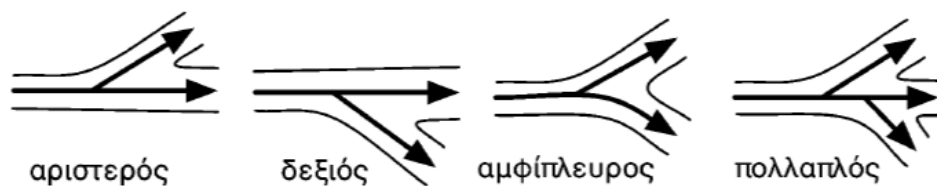
Βασικό στοιχείο κάθε κόμβου (ισόπεδου και ανισόπεδου) αποτελούν οι χώροι ελιγμών στα σημεία συναντήσεως των κυκλοφοριακών ρευμάτων. Διακρίνονται τρεις μορφές ελιγμών:

- (α) Μερισμός,
- (β) Συμβολή,
- (γ) Διασταύρωση.

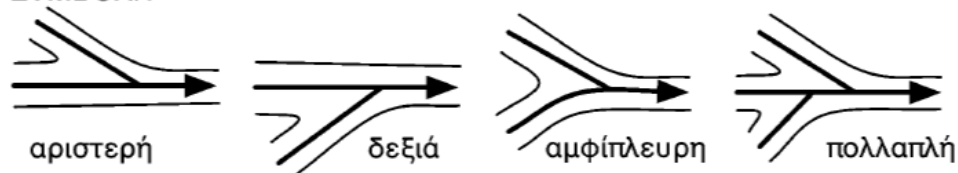
Οι ελιγμοί ονομάζονται *στοιχειώδεις* όταν συναντώνται δύο μόνο ρεύματα μιας κατεύθυνσης ή *πολλαπλοί* όταν συναντώνται περισσότερα ρεύματα. Όταν ένας ελιγμός συμβολής ακολουθείται από έναν ελιγμό μερισμού σε μικρή απόσταση, δημιουργείται ένας σύνθετος ελιγμός που ονομάζεται *πλέξη* (περίπτωση (δ)).

Μερισμός - Συμβολή

ΜΕΡΙΣΜΟΣ

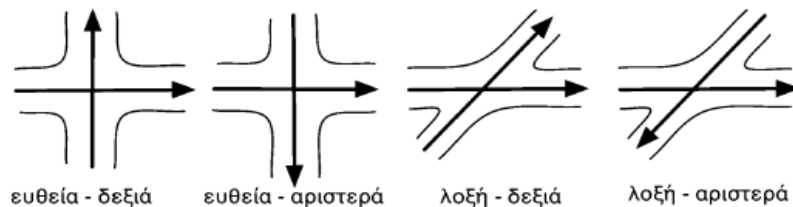


ΣΥΜΒΟΛΗ

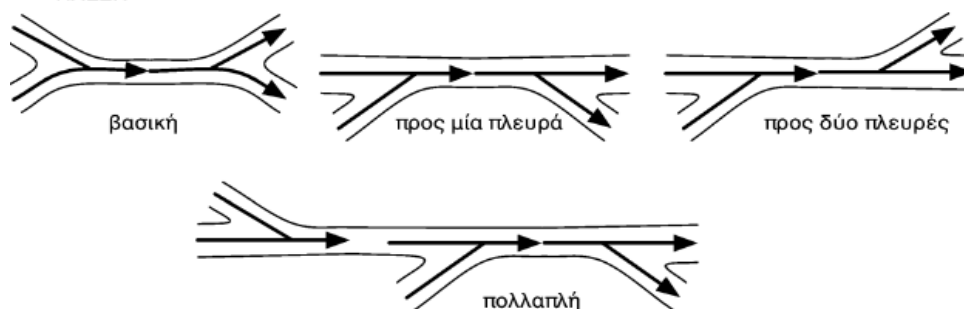


Διασταύρωση - Πλέξη

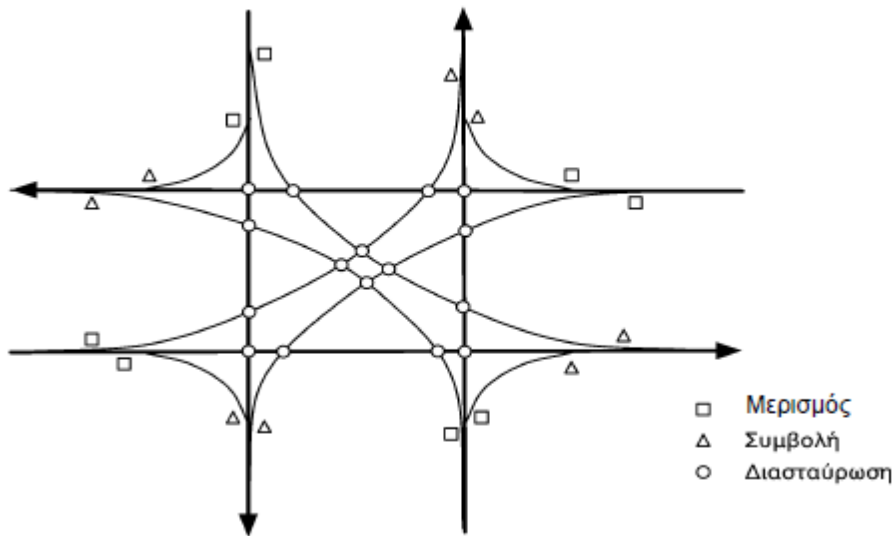
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ



ΠΛΕΞΗ



Σχήμα 1.1: Τύποι ελιγμών.



Σχήμα 1.2: Ελιγμοί σε ισόπεδο τετρασκελή κόμβο.

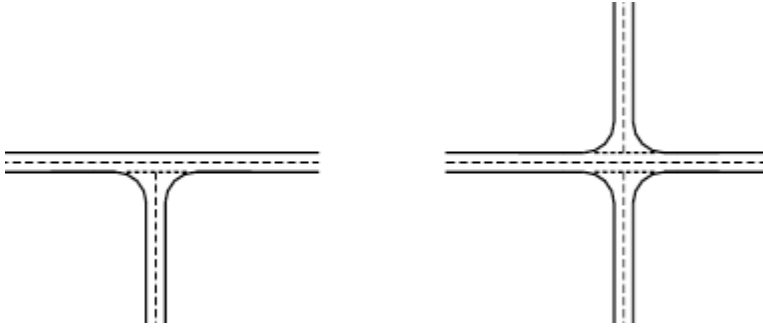
1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Οι ισόπεδοι κόμβοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με:

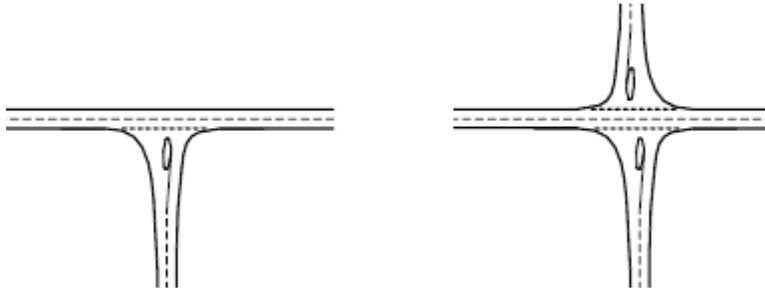
- τον αριθμό των σκελών τους (τριών σκελών, τεσσάρων σκελών, πολυσκελών),
- τη γωνία συνάντησης των σκελών (κόμβοι κατ' ορθή γωνία ή λοξοί),
- τη μορφή τους: ταύ (Τ), ύψιλον (Υ) κτλ.,
- τον τρόπο διαμόρφωσής τους (με ή χωρίς διοχετευτικές νησίδες),
- τον τρόπο ρύθμισης της κυκλοφορίας (σηματοδοτούμενοι ή όχι, με ή χωρίς σήμανση κτλ.)

Ο τύπος του κόμβου επιλέγεται κυρίως με βάση τον αριθμό των ρευμάτων κυκλοφορίας, την τοπογραφία της περιοχής, την κατηγορία των διασταυρούμενων οδών, το μέγεθος και τη διακύμανση των κυκλοφοριακών φόρτων, τις ταχύτητες και το επιθυμητό επίπεδο λειτουργίας.

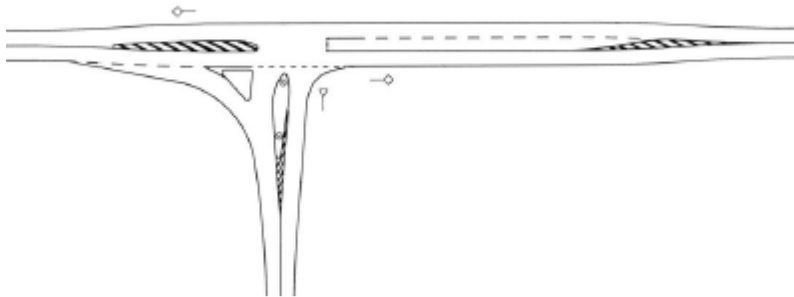
Παρακάτω δίνονται παραδείγματα τρισκελών και τετρασκελών ισόπεδων κόμβων χωρίς επιφάνεια αποκλεισμού (σχήμα 1.3), με μικρές σταγόνες (σχήμα 1.4) και με μεγάλη σταγόνα, τριγωνική νησίδα και επιφάνειες αποκλεισμού (σχήμα 1.5 και 1.6).



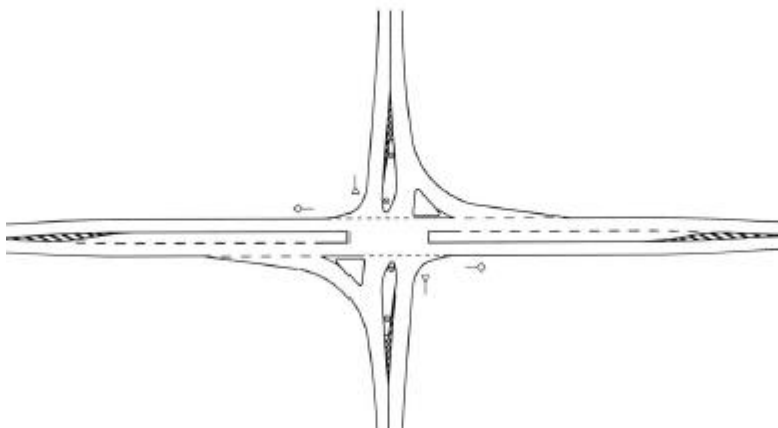
Σχήμα 1.3: Τρισκελής και τετρασκελής κόμβος χωρίς επιφάνεια αποκλεισμού.



Σχήμα 1.4: Τρισκελής και τετρασκελής ισόπεδος κόμβος με μικρές σταγόνες.



Σχήμα 1.5: Τρισκελής κόμβος με μεγάλη σταγόνα, τριγωνική νησίδα και επιφάνειες αποκλεισμού.



Σχήμα 1.6: Τετρασκελής κόμβος με μεγάλες σταγόνες, τριγωνικές νησίδες και επιφάνειες αποκλεισμού.

2.ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΤΑ RAL-2012

2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΩΝ

Οι κόμβοι στις υπεραστικές οδούς σχεδιάζονται βάσει της κυκλοφοριακής σημασίας της προς σύνδεση οδού. Οι παλαιότεροι Γερμανικοί Κανονισμοί χάραξης οδών RAS-K-1, τους οποίους ακολουθούν κατά κανόνα και οι ελληνικοί κανονισμοί χρησιμοποιούν πέντε ομάδες οδών (Α,Β,С, D και E). Οι υπεραστικές οδοί ανήκουν στην ομάδα Α. Οι RAL αποτελούν τις οδηγίες για την κατασκευή υπεραστικών οδών και πλέον για τη μελέτη τους ορίζονται κλάσεις LS I μέχρι LS IV σύμφωνα με τον Πίνακας 2.1.

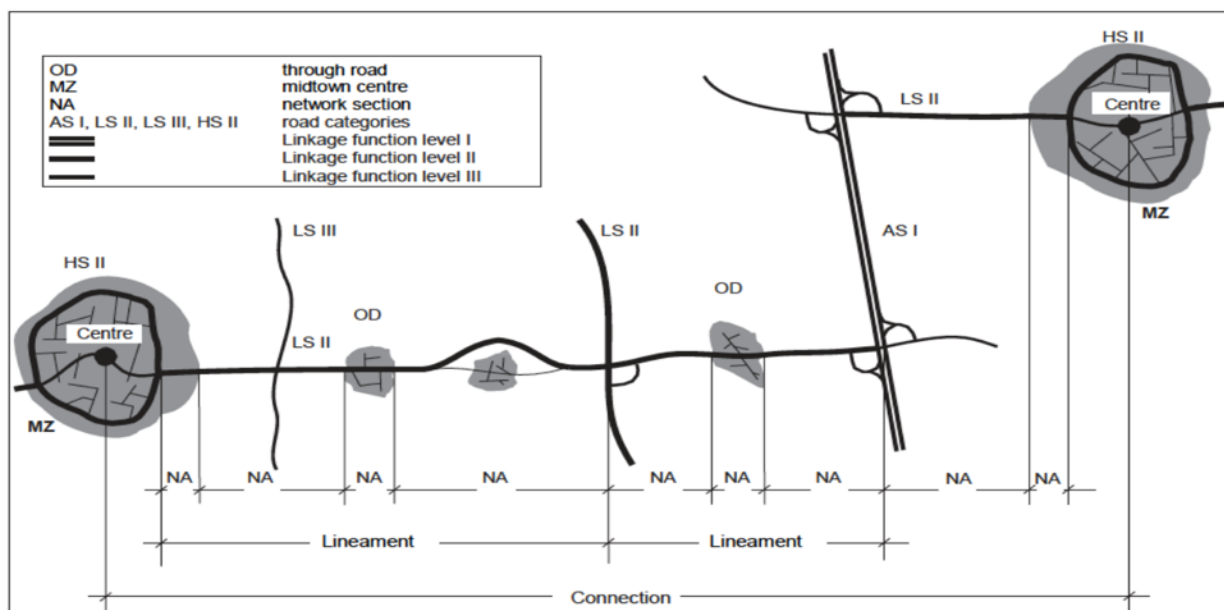
Επίπεδο σύνδεσης	Κατηγορίες οδών					
		Αυτοκινητόδρομοι	Υπεραστικές οδοί	Οδοί χωρίς παρόδια δόμηση	Οδοί με παρόδια δόμηση	Αστικές οδοί
		AS	LS	VS	HS	ES
Ευρωπαϊκό	0	AS 0		-	-	-
Διακρατικό	I	AS I	LS I		-	-
Εθνικό	II	AS II	LS II	VS II		-
Περιφερειακό	III	-	LS III	VS III	HS III	
Εντός της περιφέρειας	IV	-	LS IV	-	HS IV	ES IV
Τοπικό	V	-	LS V	-	-	ES V

Πίνακας 2.1: Κατηγορίες οδών και πεδίο ισχύος για υπεραστικές οδούς.

Για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας και ποιότητας κυκλοφοριακής ροής πρέπει οι υπεραστικές οδοί να είναι ανεπτυγμένες όπως στο σχήμα 2.1, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται από τους χρήστες τους με ομοιόμορφη ταχύτητα. Για να διασαφηνιστούν στο χρήστη της οδού ποια χαρακτηριστικά του προσχέδιου αναμένεται να δει στην πορεία του και κάτω από ποιο επίπεδο ταχύτητας μπορεί να κινηθεί, υπάρχουν για τις υπεραστικές οδούς σύμφωνα με τους RAL-2012 κλάσεις μελέτης (EKL 1 μέχρι EKL 4). Δρόμοι διαφορετικών κλάσεων μελέτης θα πρέπει να μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ τους βάσει της εμφάνισής τους.

Οι κλάσεις μελέτης θα πρέπει να επιλέγονται ενιαία για τα τμήματα των οδών. Τμήματα οδών βάσει των RAL είναι τμήματα του δικτύου μεταξύ κόμβων, στους οποίους μια υπεραστική οδός συνδέεται με μια άλλη ίδιας ή ανώτερης κλάσης (σχήμα 2.1).

Οι κατηγορίες των οδών ως μέρη ενός οδικού δικτύου φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2.1: Κατηγορίες οδών ως μέρος οδικού δικτύου.

όπου:

OD	Δίοδος από περιοχή
MZ	Επίκεντρο
NA	Τμήμα οδού
AS I, LS II, LS III, HS II	Κατηγορίες οδών
—	Κατηγορία λειτουργίας I
- - -	Κατηγορία λειτουργίας II
...	Κατηγορία λειτουργίας III

Οι κατηγορίες των οδών βάσει RIN* είναι το βασικό μέγεθος για τον καθορισμό της κλάσης μελέτης των υπεραστικών οδών.

Κατηγορία οδού	Κλάση μελέτης
LS I	EKL1
LS II	EKL2
LS III	EKL3
LS IV	EKL4

Πίνακας 2.2: Κλάσεις μελέτης υπεραστικών οδών σε σχέση με την κατηγορία των οδών.

Είναι δυνατόν να επιλεγεί μια ανώτερη κλάση μελέτης από εκείνες του Πίνακα 2.2 στην περίπτωση που σε ένα τμήμα οδού μιας συγκεκριμένης κατηγορίας ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αυξημένος. Αντίστοιχα σε τμήμα οδού συγκεκριμένης κατηγορίας που ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι χαμηλός, μπορεί να επιλεγεί μια κατώτερη κλάση μελέτης. Αυτό ωστόσο δεν ισχύει σε υπεραστικές οδούς κατηγορίας LS III.

*RIN "Οδηγίες για την ολοκληρωμένη διαμόρφωση δικτύων".

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ανάλογα με τα λειτουργικά και σχεδιαστικά χαρακτηριστικά των οδών επιλέγονται οι ταχύτητες των οχημάτων των υπεραστικών οδών.

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-1, για τις υπεραστικές οδούς που ανήκουν στην κατηγορία A, αναφέρουν πως η επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα ανέρχεται κατά κανόνα σε δρόμους ενιαίου οδοστρώματος σε 100km/h και για δρόμους διαχωρισμένου οδοστρώματος σε 130-140km/h.

Στους RAL-2012 πλέον, στόχος κατά τον σχεδιασμό των υπεραστικών οδών συγκεκριμένης κλάσης μελέτης είναι να ορισθεί μια ταχύτητα μελέτης, η οποία εξυπηρετεί τις λειτουργίες του οδικού αυτού δικτύου και διαφέρει από κλάση σε κλάση οδού. Έτσι προσδιορίζεται η οριακή τιμή των παραμέτρων σχεδιασμού, στην οποία λαμβάνεται υπόψη και η δυναμική της οδήγησης. Σημαντικές είναι και οι διαγραμμίσεις κατά μήκος της οδού.

Γνωρίζοντας την κλάση μελέτης μιας υπεραστικής οδού, μπορούν να καθοριστούν άμεσα:

- η μορφή λειτουργίας οδού,
- οι διατομές όπου λαμβάνεται υπόψη η διαδικασία προσπέρασης,
- τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας,
- η μορφή κυκλοφορίας στους κόμβους,
- τα διάφορα χαρακτηριστικά λειτουργίας.

Στον παρακάτω πίνακα 2.3, φαίνεται ο συνδυασμός των παραπάνω στοιχείων που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά της οδού, καθώς και οι κλάσεις μελέτης, που διαχωρίζουν τις οδούς.

Κλάση οδού	χαρακτηριστικά μελέτης και λειτουργίας					κίνηση στην οδό				καθοδήγηση σε κόμβους
	ταχύτητα σχεδιασμού (km/h)	μορφή λειτουργίας	διατομή	τμήματα προσπέρασης ανά Κατεύθυνση	κίνηση των ποδηλάτων	χάραξη στον χώρο	προτεινόμενη ακτίνα R (m)	μέγιστη κατά μήκος κλίση s (%)	ακτίνα καμπυλότητας κυρτού τόξου συναρμογής Hk (m)	συνηθέστερη διάταξη σε κύριες οδούς
EKL1	110	μηχανοκίνητα οχήματα	RQ 15.5	~40%	ανεξαρτήτως οδού	με μεγάλες ευθυγραμίες	≥500	4.5	≥8.000	είσοδος/έξοδος
EKL2	100	γενική κίνηση οχημάτων	RQ 11.5+	≥20%	ανεξαρτήτως οδού ή στην λωρίδα κυκλοφορίας	ευθύγραμμη χάραξη	400-900	5.5	≥6.000	στροφή σε διασταύρωση/ διασταύρωση με σηματοδότες
EKL3	90	γενική κίνηση οχημάτων	RQ 11	καθόλου	στην λωρίδα κυκλοφορίας	προσαρμοσμένη στο τοπίο	300-600	6.5	≥5.000	στροφή σε διασταύρωση/ διασταύρωση με ή χωρίς σηματοδότες
EKL4	70	γενική κίνηση οχημάτων	RQ 9	καθόλου	στη λωρίδα κυκλοφορίας	αρκετά προσαρμοσμένη στο τοπίο	200-400	8.0	≥3.000	στροφή σε διασταύρωση/ διασταύρωση χωρίς σηματοδότες

Πίνακας 2.3: κλάσεις μελέτης και χαρακτηριστικά διαμόρφωσης.

2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΑΣΕΩΝ

-Κλάση μελέτης EKL 1



Εικόνα 2.1 : οδός κατηγορίας EKL1. (3)

Οδοί τριών λωρίδων κυκλοφορίας που συνδέονται στους κόμβους ισόπεδα με ενιαίο οδόστρωμα. Από την διαρκή εναλλαγή τμημάτων μιας ή δύο λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση παρέχεται ασφαλής δυνατότητα προσπέρασης η οποία ανέρχεται στο 40%. Οδοί αυτής της κλάσης συνίσταται να χρησιμοποιούνται από επιβατηγά. Οχήματα αγροτικής χρήσης και μη μηχανοκίνητα οχήματα θα

οδηγούνται σε ξεχωριστό δίκτυο. Προβλέπεται ισόπεδη σύνδεση των οδών που ανήκουν στην ίδια κλάση.



Εικόνα 2.2: οδός κατηγορίας EKL1. (3)

Λόγω της χρήσης του δικτύου και τις μεγάλες έως πολύ μεγάλες αποστάσεις που διανύονται σε αυτό, συνίσταται ταχύτητα μελέτης **110 χλμ / ώρα**. Γι' αυτό οι δύο κατευθύνσεις χωρίζονται μέσω συνεχόμενης διαχωριστικής γραμμής.

-Κλάση μελέτης EKL 2

Οδοί 2 λωρίδων κυκλοφορίας στις οποίες κατασκευάζονται κατά τμήματα λωρίδες προσπέρασης(με διακεκομμένη διαχωριστική γραμμή) και για τις δυο κατευθύνσεις με σκοπό η προσπέραση να γίνεται σε ελεγχόμενα τμήματα χωρίς να χρησιμοποιείται η αντίθετη λωρίδα. Άρα, ασφαλής προσπέραση μπορεί να υπάρξει εάν δύναται να κατασκευαστεί και τρίτη λωρίδα ή σπανιότερα εάν υπάρχει επαρκές μήκος ορατότητας ώστε να χρησιμοποιηθεί η αντίθετη λωρίδα. Οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας χωρίζονται μεταξύ τους μέσω διπλής συνεχόμενης διαχωριστικής γραμμής.



Εικόνα 2.3 και 2.4: Οδός της κατηγορίας EKL2. (4)

Η δυνατότητα προσπέρασης σ' αυτή την κλάση οδού παρέχεται στο 20% του συνολικού τμήματος.

Σε οδούς της κλάσης EKL 2 συνίσταται η εκτροπή των οχημάτων αγροτικής χρήσης μέσω άλλων διαδρομών. Μη μηχανοκίνητα οχήματα δεν θα πρέπει να κινούνται

σ' αυτά τα τμήματα αλλά σε ειδικές διαμορφωμένες ανεξάρτητες οδεύσεις (π.χ. ποδηλατόδρομοι).

Σ αυτή την κλάση οι πολύ μεγάλες αποστάσεις που διανύονται μαζί με την χρήση του δικτύου συνιστούν ταχύτητα μελέτης **100 χλμ/ώρα** και γι' αυτό οι δύο κατευθύνσεις χωρίζονται μέσω συνεχόμενης διαχωριστικής γραμμής.

Σύνδεση με οδούς της ίδιας κλάσης θα πρέπει να πραγματοποιείται σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση.

-Κλάση μελέτης EKL 3

Οδοί 2 λωρίδων κυκλοφορίας όπου οι λωρίδες διαχωρίζονται μέσω οριζόντιας διαχωριστικής σήμανσης κατευθύνσεων. Η προσπέραση επιτρέπεται εάν το επιτρέπουν τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά κάθε φορά. Όταν δεν υπάρχει επαρκές μήκος ορατότητας, η προσπέραση απαγορεύεται. Επίσης σε περιπτώσεις μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου μπορεί να προστεθεί λωρίδα προσπέρασης.

Η κίνηση των ποδηλατών μπορεί να γίνει στην λωρίδα κυκλοφορίας ή σε ποδηλατόδρομο επί του πεζόδρομου.

Στην κλάση μελέτης EKL 3 η σύνδεση των οδών ίδιων κλάσεων γίνεται μέσω κόμβων συμβατικών ή κυκλικών. Στην περίπτωση μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου του κόμβου, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν διευκολύνεται η κυκλοφορία με την εγκατάσταση φωτεινών σηματοδοτών.

Σε ό,τι αφορά τους συμβατικούς ισόπεδους κόμβους, προτιμάται η τρισκελής διάταξη.



Εικόνα 2.5: οδός της κατηγορίας EKL3.(3)

Σ αυτή την κλάση η ταχύτητα μελέτης που συνίσταται είναι **90 χλμ /ώρα** και αυτό λόγω της χρήσης του δικτύου και των μικρών/μέτριων αποστάσεων που διανύονται σ αυτό.

Με αυτή την ταχύτητα μπορούν να σχεδιαστούν άνετες καμπύλες στην οριζοντιογραφία.

-Κλάση μελέτης EKL 4

Οδοί ενιαίου οδοστρώματος που εξυπηρετούν την τοπική κυκλοφορία. Σ' αυτήν την κλάση μελέτης δεν είναι δυνατή η ανάπτυξη δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Η οδός διαμορφώνεται με σταθερό πλάτος εξαιτίας της χαμηλής κυκλοφοριακής ζήτησης και των σπάνιων διασταυρώσεων. Για την προσπέραση τα οχήματα καταλαμβάνουν όλο το πλάτος της οδού. Επίσης, αντί μίας κεντρικής διαγράμμισης, σχεδιάζονται δυο λωρίδες καθοδήγησης στην άκρη της οδού. Γι' αυτό οι οδηγοί πρέπει να οδηγούν με ιδιαίτερη προσοχή σε περίπτωση συνάντησης με άλλο όχημα μειώνοντας προφανώς ταχύτητα.



Εικόνα 2.6: οδός της κατηγορίας EKL4.(4)

Οι οδοί της κλάσης EKL 4, χρησιμοποιούνται και από οχήματα αγροτικής χρήσης και από μη μηχανοκίνητα οχήματα. Συνίστανται να κατασκευάζονται ξεχωριστά οι ποδηλατόδρομοι απ' τους πεζόδρομους εάν λόγω της σύνθεσης της κυκλοφορίας (π.χ. κυκλοφορίας μαθητών), προκύψουν ειδικές ανάγκες.

Η σύνδεση των οδών πραγματοποιείται με κόμβους χωρίς φωτεινή σηματοδότηση επειδή η κυκλοφοριακή ζήτηση είναι χαμηλή.

Η ταχύτητα μελέτης που συνίσταται είναι **70 χλμ / ώρα** και αυτό λόγω της χρήσης του δικτύου και των μικρών αποστάσεων που διανύονται σ αυτό.

Το σχετικά μικρό πλάτος της οδού δυσκολεύει την διαδικασία προσπέρασης και για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας είναι ωφέλιμο οι ταχύτητες που αναπτύσσονται να μην ξεπερνούν την ταχύτητα μελέτης.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ RAL

3.1.1 Μορφές Ισόπεδων Κόμβων

Οι κόμβοι διακρίνονται βάσει κατασκευαστικών και λειτουργικών σχημάτων. Τα βασικά κατασκευαστικά σχήματα είναι οι ανισόπεδοι, μερικώς ανισόπεδοι και ισόπεδοι κόμβοι ή αντίστοιχα διασταυρώσεις όπως και κυκλικοί κόμβοι. Αποτελούνται από πολλά επιμέρους στοιχεία κόμβων όπως τμήματα εισόδου, εξόδου, συμβολές, διασταυρώσεις, κυκλικούς κόμβους καθώς και από τις συμπεριλαμβανόμενες ράμπες (πίνακας 3.1). Στα λειτουργικά σχήματα περιλαμβάνεται η διάκριση για προτεραιότητα εισόδου στο κόμβο μέσω σήμανσης ή φωτεινής σηματοδότησης.

Βασικά κατασκευαστικά σχήματα	Καθοδήγηση στους κόμβους		Παραδείγματα (η κύρια οδός απεικονίζεται κάθετα)	
	Κύρια οδός	Δευτερεύουσα οδός		
Ανισόπεδος κόμβος	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο		
Μερικώς Ανισόπεδος κόμβος	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο -Κυκλικός κόμβος		
Μερικώς Ισόπεδος κόμβος	Στρέφουσα κίνηση εισόδου/εξόδου	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο -Κυκλικός κόμβος		
Ισόπεδος κόμβος				
Τρισκελής κόμβος	Στρέφουσα κίνηση εισόδου/εξόδου	Στρέφουσα κίνηση Εισόδου/εξόδου		
Τετρασκελής κόμβος	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο	Είσοδος/έξοδος από τον κόμβο		
Κυκλικός Κόμβος	Κυκλικός Κόμβος			

Πίνακας 3.1: Βασικές κατασκευαστικές μορφές κόμβων .

3.1.2 Αποστάσεις ισόπεδων κόμβων και ταχύτητα μελέτης

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο σχεδιασμός των ισόπεδων κόμβων στις υπεραστικές οδούς, θα πρέπει είναι τέτοιος ώστε να παρέχει ασφαλή καθοδήγηση των κυκλοφοριακών ρευμάτων που κινούνται κατά μήκος αυτού ή εισέρχονται και εξέρχονται από εκείνον. Γι αυτό το λόγο θα πρέπει να είναι για όλους τους χρήστες της οδού και από όλες τις εισόδους :

- ευδιάκριτοι,
- ξεκάθαροι όσον αναφορά την καθοδήγηση και την σειρά προτεραιότητας,
- βατοί.

Σημαντικό ρόλο στη μελέτη των κόμβων παίζει η απόσταση, η οποία πρέπει να είναι μεγάλη για λόγους ασφάλειας αλλά και για να μπορούν να επιτευχθούν οι επιθυμητές ταχύτητες. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012, σε ισόπεδους κόμβους των υπεραστικών οδών της κλάσης EKL 1 θα πρέπει να αποφεύγονται αποστάσεις μικρότερες από τρία χιλιόμετρα και για την κλάση EKL 2 αποστάσεις μικρότερες των δυο χιλιομέτρων. Εάν αυτό δεν γίνεται, τότε πρέπει να εξετασθεί η περίπτωση σύμπτυξης δύο κοντινών κόμβων.

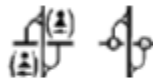
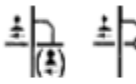
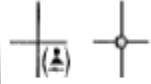
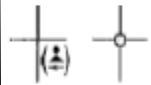
Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 2.2, στους RAL-2012 η *ταχύτητα μελέτης* στην κύρια οδό, είναι αυτή που καθορίζει στην ουσία την διαμόρφωση και τον αριθμό των κόμβων και διαφέρει από κόμβο σε κόμβο, ανάλογα με την κλάση των οδών, την μορφή, την απόσταση αλλά και την ύπαρξη ή όχι σηματοδότησης.

3.1.3 Πεδία εφαρμογής ισόπεδων κόμβων

Για τις οδούς μιας κλάσης μελέτης συνήθως προβλέπονται συγκεκριμένα είδη κόμβων. Στους παρακάτω πίνακες(3.2, 3.3), φαίνεται η δυνατότητα σύνδεσης οδών ίδιων ή και διαφορετικών κλάσεων μελέτης σε τρισκελείς και τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους υπεραστικών οδών. Επισημαίνεται πως μία κύρια οδός μπορεί να συνδεθεί με δευτερεύουσα οδό ίδιας ή κατώτερης κλάσης μελέτης.

κύρια οδός / δευτερεύουσα οδός	EKL1	EKL2	EKL3	EKL4
EKL1			Περιεχόμενο: Φωτεινός σηματοδότης με προ- στατευόμενη αριστερή στροφή Έλεγχος της τοποθέτησης φωτεινού σηματοδότη Η κύρια οδός απεικονίζεται κάθετα	
EKL2				
EKL3				
EKL4	δεν υπάρχει	δεν συνιστάται		

Πίνακας 3.2: Πεδίο εφαρμογής για τρισκελείς κόμβους.

κύρια οδός δευτερεύουσα οδός	EKL1	EKL2	EKL3	EKL4
EKL1			περιεχόμενο: φωτεινός σηματοδότης με προ-στατευόμενη αριστερή στροφή  έλεγχος της τοποθέτησης φωτεινού σηματοδότη Η κύρια οδός απεικονίζεται κάθετα	
EKL2				
EKL3				
EKL4	δεν υπάρχει	δεν συνίσταται		

Πίνακας 3.3: Πεδίο εφαρμογής για τετρασκελείς κόμβους.

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAL-2012 επισημαίνουν πως δεν πραγματοποιείται η κατασκευή ισόπεδων κόμβων(τρισκελών και τετρασκελών) σύνδεσης οδών κλάσης κύριας οδού EKL 1 με δευτερεύουσας EKL 4, καθώς και δεν συνιστάται η σύνδεση οδών κλάσης κύριας οδού EKL 2 με δευτερεύουσας EKL 4.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις ,όπου οι κυκλοφοριακές απαιτήσεις και οι τοπικές συνθήκες το απαιτούν, μπορεί να κατασκευαστεί ένα άλλο είδος κόμβου.

Γενικότερα, για την επιλογή και κατασκευή ενός (ισόπεδου) κόμβου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη :

- η κατεύθυνση και ο φόρτος του εκάστοτε κυκλοφοριακού ρεύματος,
- οι γειτονικοί κόμβοι,
- η διαθεσιμότητα έκτασης για την κατασκευή,
- τα χαρακτηριστικά σημεία,
- οι κλίσεις των επιφανειών.

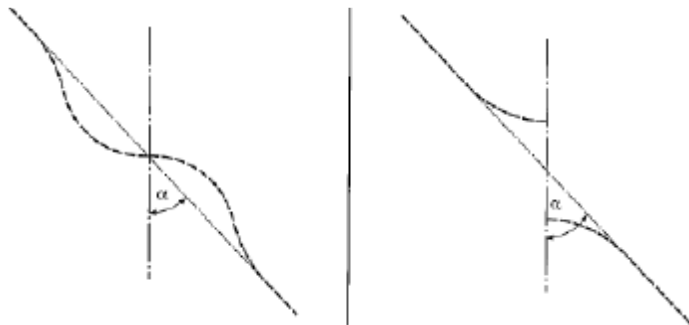
3.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η οδός με την μεγαλύτερη κλάση μελέτης σε ισόπεδους κόμβους αποτελεί την κύρια οδό. Εάν συνδέονται οδοί ίδιων κλάσεων μελέτης, τότε κύρια οδός είναι εκείνη με τον μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο.

Οι άξονες των οδών οι οποίοι πρόκειται να συνδεθούν, θα πρέπει να τέμνονται κατά βάση σε ορθή γωνία, σε εύρος γωνίας α , $80 \text{ gon} < \alpha < 120 \text{ gon}$. Διαφορετικά, θα πρέπει ο άξονας της δευτερεύουσας οδού να τροποποιηθεί.

Με αυτή τη διάταξη:

- αυξάνεται η χωρητικότητα,
- μειώνονται οι χρόνοι αναμονής,
- διασαφηνίζεται καλύτερα η προτεραιότητα,
- αυξάνεται η κυκλοφοριακή ασφάλεια.



Σχήμα 3.1: Σύνδεση δευτερευόντων τμημάτων εισόδων σε κόμβο.

Όσον αφορά την κυκλοφοριακή ασφάλεια, η πιο σημαντική παράμετρος είναι αυτή της αναγνωρισιμότητας των κόμβων. Στις δευτερεύουσες οδούς και ιδιαίτερα στις οδούς χωρίς φωτεινούς σηματοδότες, η κατανόηση της προτεραιότητας για είσοδο/έξοδο απ' την κύρια οδό είναι απαραίτητη για την αποφυγή συγκρούσεων.

Γι' αυτό οι ΡΑΛ θέτουν αποστάσεις ορατότητας των κόμβων ανάλογα με την κλάση των κύριων οδών που πρόκειται να συνδεθούν. Για τις κύριες οδούς κλάσεων μελέτης ΕΚΛ 1 και ΕΚΛ 2, πρέπει οι ισόπεδοι κόμβοι να είναι ορατοί από απόσταση μεγαλύτερη από 300 m και των κλάσεων ΕΚΛ και ΕΚΛ 4, η απόσταση να είναι μεγαλύτερη από 200 m.

3.3 ΜΗΚΟΤΟΜΗ

Οι επικλίσεις και οι επιφάνειες του οδοστρώματος του δευτερεύοντος τμήματος εισόδου του κόμβου θα πρέπει να προσαρμόζονται στην γεωμετρία της κύριας οδού.

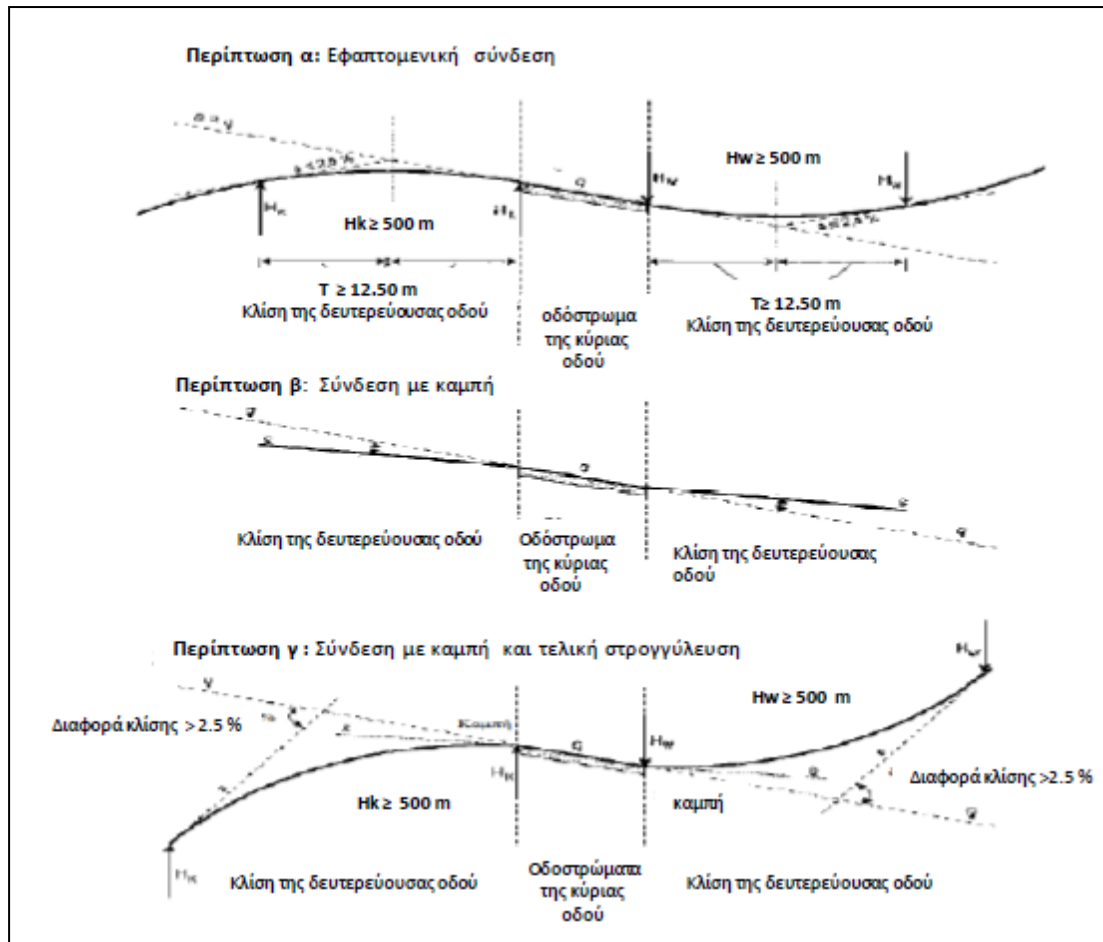
Σε όλα τα τμήματα εισόδου στον κόμβο, η κατά μήκος κλίση θα πρέπει να είναι ελάχιστη. Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-1 και RAL αναφέρουν πως στις κύριες οδούς δεν θα πρέπει η κατά μήκος κλίση να υπερβαίνει το 4% (max 6%).

Στο παρακάτω σχήμα 3.2, φαίνονται τρεις περιπτώσεις σύνδεσης δευτερευόντων εισόδων σε μηκοτομή. Στους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1 υπάρχουν οι 2 πρώτες περιπτώσεις και πλέον με τους RAL-2012 προστίθεται και μία τρίτη.

Στους κόμβους των κύριων οδών της κατηγορίας EKL 2 και EKL 3 θα πρέπει να εφαρμόζεται μια εφαπτομενική σύνδεση (σχήμα 3.2, περίπτωση α). Για την μετάβαση των επικλίσεων θα πρέπει να γίνεται στρογγύλευση με ακτίνα $H_k/H_w > 500$ m και το μήκος της εφαπτομένης θα πρέπει να είναι $T > 12,50$ m.

Υπάρχει όμως περίπτωση, να μην είναι εφικτή η εφαπτομενική σύνδεση. Τότε μπορεί να προβλεφθεί μια καμπή στην οριογραμμή της κύριας οδού (σχήμα 3.2, περίπτωση β και γ). Στην περίπτωση γ, στην σύνδεση με την καμπή με διαφορά κλίσης μεγαλύτερη του 2,5 %, μπορεί να προβλεφθεί μια στρογγύλευση με $H_k/H_w \geq 500$ m.

Τέλος, στην περίπτωση β, διαφορές μικρότερες του 2,5% ανάμεσα στην κατά μήκος κλίση της δευτερεύουσας οδού με την επίκλιση της κύριας, δεν πρέπει να υπόκεινται σε στρογγύλευση.



Σχήμα 3.2 : Σύνδεση δευτερευόντων εισόδων κόμβων σε μηκοτομή .

3.4 ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΛΙΣΕΩΝ

Εγκάρσιες κλίσεις και προσαρμογές κλίσεων πρέπει να διαμορφώνονται στις περιοχές των κόμβων έτσι ώστε τα επιφανειακά νερά να εκρέουν στην κατά το δυνατόν βραχύτερη διαδρομή. Γι' αυτό, σύμφωνα με τους RAL-2012, εφαρμόζονται τα παρακάτω :

- οι κλίσεις των κύριων οδών παραμένουν ίδιες σε αντίθεση με εκείνες των δευτερευόντων εισόδων των κόμβων που θα πρέπει να προσαρμόζονται στις πρώτες.
- Τα όμβρια ύδατα που προσπίπτουν στις επιφάνειες των δευτερευόντων κλάδων του κόμβου δεν πρέπει να καταλήγουν στην κύρια οδό.
- Σε δευτερεύουσα είσοδο ισόπεδου κόμβου προτεραιότητα έχουν τα θέματα απορροής των ομβρίων υδάτων σε σχέση με εκείνα της δυναμικής της οδήγησης.
- Τα χαμηλότερα σημεία ενός κοιλώματος και τα υψηλότερα σημεία ενός κυρτώματος, θα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο σε σημεία με επαρκή επίκλιση ($\alpha \geq 2,5\%$).

- Γενικώς αποδεκτή σύνθετη κλίση είναι της τάξεως $p \geq 2,0 \%$. Μόνο στην περιοχή προσαρμογής μπορεί να μειωθεί, χωρίς όμως να είναι μικρότερο του 0,5%.

Η απορροή των ομβρίων στην επιφάνεια του οδοστρώματος, μπορεί να διευκολυνθεί με σχεδιασμό σταγόνων και τριγωνικών νησίδων, αφού έτσι διαχωρίζεται η επιφάνεια του οδοστρώματος.

4. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΛΩΡΙΔΕΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στις περιοχές όπου δύο κυκλοφοριακά ρεύματα ενώνονται ή διαχωρίζονται, χρειάζεται ειδική μελέτη για την ασφάλεια και τη καλή λειτουργία της οδού.

Σύμφωνα με το τεύχος “Οδοποιία-Τόμος Α: Η μελέτη των οδών”, Γ. Τσώχος, βοηθητικές λωρίδες ονομάζονται “οι πρόσθετες λωρίδες κυκλοφορίας, που δημιουργούνται και θα επιτρέψουν την παροχέτευση της κυκλοφορίας σε διάφορες διευθύνσεις ανάλογα με τη μορφή του κόμβου”. Διακρίνονται σε δεξιόστροφες και αριστερόστροφες λωρίδες, ανάλογα με το ποια κίνηση θα εξυπηρετήσουν. Επιπλέον, αναφέρονται και οι λωρίδες εξόδου και εισόδου σε συνδυασμό με το είδος στροφής που εξυπηρετούν (π.χ. λωρίδα δεξιάς στροφής εξόδου, αριστερής στροφής εισόδου κτλ.).

Για τη διαμόρφωση στροφών εξόδου και περιοχών αναμονής, από τους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1 διακρίνονται κυρίως τα εξής τρία τμήματα :

- το **τμήμα σταθμεύσεως ή αναμονής (Ia)**, κατά μήκος του οποίου συσσωρεύονται τα οχήματα, που αναμένουν για την εκτέλεση της στροφής εξόδου και τοποθετείται παράλληλα προς την κύρια οδό.
- το **τμήμα επιβραδύνσεως (Iv)**, κατά μήκος του οποίου το όχημα μειώνει την ταχύτητα κίνησής του, έτσι ώστε να αποκτήσει την επιθυμητή ταχύτητα για την εκτέλεση της στρέφουσας κίνησης. Η επιθυμητή αυτή ταχύτητα κυμαίνεται μεταξύ της μηδενικής και μιας τιμής, που εξασφαλίζει την απευθείας, αλλά ασφαλή στροφή του οχήματος, όταν το επιτρέπουν οι κυκλοφοριακές συνθήκες.
- το **τμήμα αλλαγής λωρίδας ή μεταβαλλόμενου άκρου διατομής ή λωρίδα συναρμογής (Iz)**. Αποτελεί το τμήμα, κατά μήκος του οποίου το πλάτος της οδού μεταβάλλεται βαθμιαία (διαπλάτυνση), έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ο απαραίτητος χώρος για τη λωρίδα αριστερής στροφής.

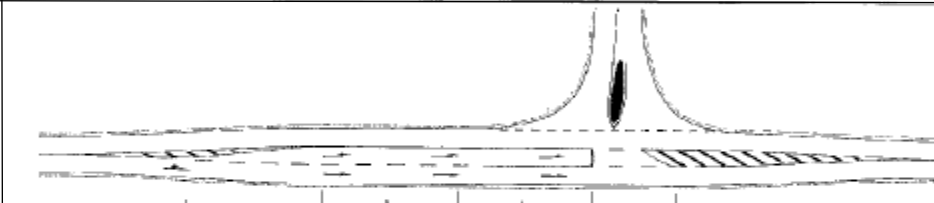
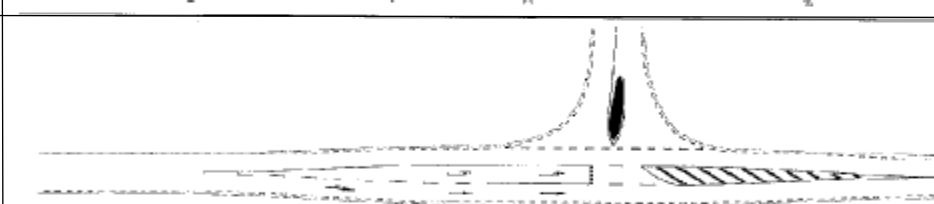
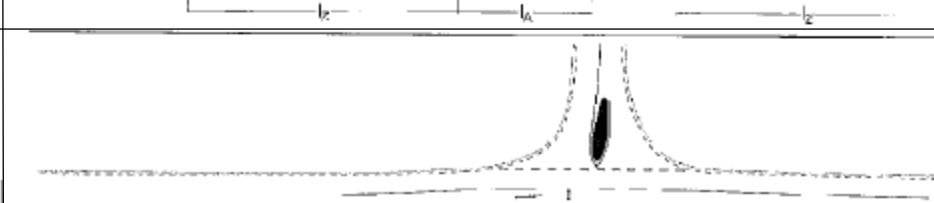
4.2 ΑΡΙΣΤΕΡΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ

Σε υπεραστικές οδούς με υψηλές ταχύτητες και κυκλοφοριακούς φόρτους, οι λωρίδες αριστερής στροφής βελτιώνουν σημαντικά την ασφάλεια και αποτελούν το καλύτερο ίσως σημάδι αναγνώρισης του κόμβου.

Στους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1, το μήκος του τμήματος επιβράδυνσης Iv υπολογιζόταν ανάλογα με τον φόρτο οχημάτων, την κατά μήκος κλίση και την επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας του κόμβου . Επίσης, το τμήμα Iz δινόταν απ

τον τύπο $I_z = V_k \sqrt{i/3}$, όπου V_k η επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας στον κόμβο και i η συνολική διαπλάτυνση του οδοστρώματος.

Πλέον, σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012, ο σχεδιασμός των αριστερών στροφών κατηγοριοποιείται ανάλογα με την κλάση μελέτης της οδού απ' την οποία πραγματοποιείται η στροφή και την κλάση μελέτης της οδού στην οποία εισέρχεται το όχημα. Οι κινήσεις αριστερών στροφών κατά RAL-2012 διακρίνονται σε τέσσερις τύπους (πίνακας 4.1) και τα τμήματα επιβράδυνσης (I_v), αναμονής (I_A) και συναρμογής (I_z) είναι καθορισμένα ανάλογα με το είδος της στροφής.

Τύπος αριστερής στροφής	Σκαρίφημα
IA1	
IA2	
IA3	
IA4	

Πίνακας 4.1: Τύποι αριστερών στροφών.

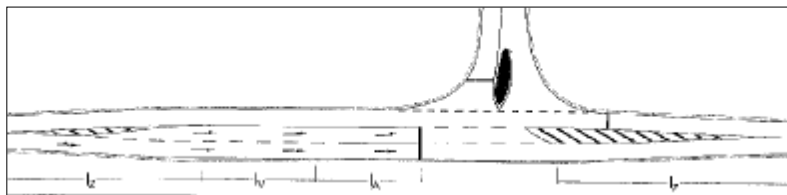
Στη συνέχεια, ο πίνακας 4.2 παρουσιάζει τα πεδία εφαρμογής των διαφόρων ειδών αριστερής στροφής σε σχέση με την κλάση μελέτης της οδού από την οποία πραγματοποιείται η στρέφουσα κίνηση, την ύπαρξη ή όχι φωτεινής σηματοδότησης και την κλάση μελέτης της οδού, στην οποία εισέρχεται το όχημα.

Κλάση μελέτης της οδού, από την οποία πραγματοποιείται η στροφή	Υπαρξη φωτεινής σηματοδότησης	Κλάση μελέτης της οδού, στην οποία εισέρχεται ο οδηγός	τύπος αριστερής στροφής
EKL2	ναι	EKL2,EKL3	LA1
EKL3	ναι	EKL3,EKL4	LA2
EKL3	όχι	EKL3,EKL4	LA2
EKL4	όχι	EKL4	LA3
EKL4	όχι	EKL4* LSV*	LA4

* σε μικρό φόρτο αριστερά στρεφόντων οχημάτων

Πίνακας 4.2: πεδία εφαρμογής των αριστερών στροφών.

- Ο **τύπος αριστερής στροφής LA1** χρησιμοποιείται συχνά σε οδούς των κλάσεων EKL 2 όταν συνδέονται με οδούς της κλάσης EKL 3, σε ισόπεδους κόμβους με φωτεινούς σηματοδότες. Ο τύπος LA1 αποτελείται από μια λωρίδα αριστερής στροφής με το τμήμα I_A , το τμήμα επιβράδυνσης I_V και ένα τμήμα συναρμογής I_Z . Σύμφωνα με τους RAL, το πλάτος της λωρίδας αριστερής στροφής είναι ίσο με 3,25 m. Από αυτό προκύπτει, ότι σε οδούς της κλάσης EKL 2, λαμβάνοντας υπόψη και την διπλή διαγράμμιση, το πλάτος του οδοστρώματος είναι 2,75 m.



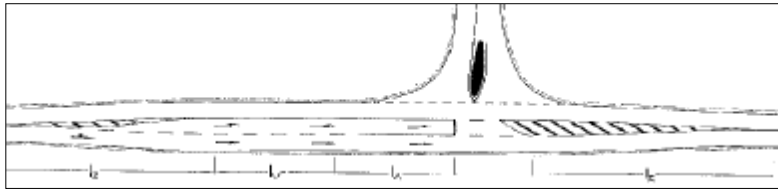
Σχήμα 4.1: τύπος αριστερής στροφής LA1.

Κατά τον προσδιορισμό της διαγράμμισης αναμονής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και πιθανά σημεία διαβάσεων, πεζών, ποδηλατών και σημεία του συστήματος φωτεινής σηματοδότησης. Ιδιαίτερη προσοχή σ' αυτό πρέπει να δίνεται όταν το σύστημα φωτεινής σηματοδότησης είναι τοποθετημένο στην αριστερή πλευρά της οδού. Εάν αυτό τοποθετηθεί σε νησίδα εισόδου δευτερεύουσας οδού κόμβου, τότε μπορεί να μετατοπιστεί η διαγράμμιση στα πιο στενά σημεία του κόμβου.

Στον προσδιορισμό της διαγράμμισης αναμονής θα πρέπει επίσης, να λαμβάνονται υπόψη τα ίχνη των οχημάτων που εισέρχονται και εξέρχονται καθώς και η περίπτωση ταυτόχρονης στροφή οχημάτων.

Το μήκος του τμήματος επιβράδυνσης I_V είναι 40 m σε οδούς της κλάσης EKL 2 και 20 m σε οδούς της κλάσης EKL 3.

- Ο **τύπος αριστερής στροφής LA2** χρησιμοποιείται συχνά σε οδούς της κλάσης EKL 3, σε κόμβους χωρίς φωτεινούς σηματοδότες. Ο τύπος LA2 αποτελείται από μια λωρίδα αριστερής στροφής, η οποία αποτελείται από το τμήμα I_A , το τμήμα επιβράδυνσης I_V και ένα τμήμα συναρμογής I_Z . Η λωρίδα αριστερής στροφής έχει πλάτος 3,25 m.



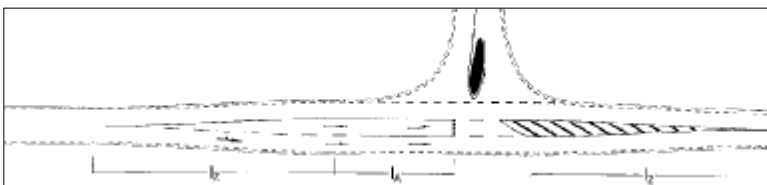
Σχήμα 4.2: τύπος αριστερής στροφής LA2.

Η διαγράμμιση αναμονής λόγω διευρυμένου ίχνους των οχημάτων κατά την στροφή τους, θα πρέπει ενδεχομένως να μετακινηθεί. Σε διασταυρώσεις θα πρέπει να εξασφαλίζεται εξίσου, ότι δεν θα διασταυρώνονται τα ίχνη δύο ταυτόχρονα αριστερά στρεφόντων οχημάτων.

Σε αυτή την περίπτωση αριστερής στροφής, το μήκος του τμήματος επιβράδυνσης I_v είναι 20 m και μπορεί να αποφευχθεί εάν βάσει του HBS δεν δημιουργείται αξιόλογη ουρά αναμονής για τους αριστερά στρέφοντες.

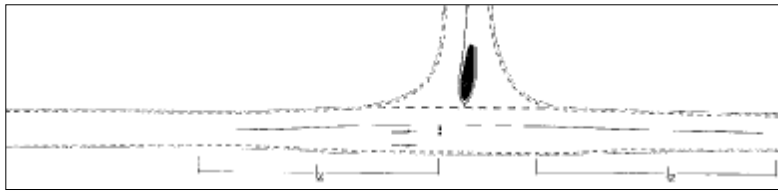
Και στις δύο πρώτες περιπτώσεις για τον προσδιορισμό του μήκους για το τμήμα I_A , βασικό μέγεθος είναι η δημιουργία ουράς αναμονής, που υπολογίστηκε βάσει HBS. Θα πρέπει να έχει τουλάχιστον 20 m μήκος. Η προσαρμογή της αριστερής στροφής ξεκινά σε μονόπλευρη επέκταση έπειτα από 40 m και σε αμφίπλευρη επέκταση έπειτα από 30 m.

- Ο **τύπος αριστερής στροφής LA3** χρησιμοποιείται συχνά για την σύνδεση οδών της κλάσης EKL 4, χωρίς φωτεινή σηματοδότηση. Μπορεί να εφαρμοστεί και σε κύριες οδούς της κλάσης EKL 3, όταν συνδέονται με οδούς της EKL 4 ή οδούς αγροτικής χρήσης (LSV) χωρίς την δημιουργία αξιόλογης ουράς αναμονής για τους αριστερά στρέφοντες. Ο τύπος LA3 αποτελείται από μια λωρίδα αριστερής στροφής, η οποία αποτελείται από το τμήμα I_A , το τμήμα επιβράδυνσης I_v και ένα τμήμα συναρμογής I_z . Η λωρίδα αριστερής στροφής έχει πλάτος 2,75 m. Το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι 0,50 m.



Σχήμα 4.3: τύπος αριστερής στροφής LA3.

- Επίσης, η ουρά αναμονής σύμφωνα με τους RAL πρέπει να έχει τουλάχιστον 10 m μήκος.
- Ο **τύπος αριστερής στροφής LA4** χρησιμοποιείται σε οδούς της κλάσης EKL 4, όταν συνδέονται με οδούς της EKL 4 ή με οδούς αγροτικής χρήσης (LSV) χωρίς την δημιουργία αξιόλογης ουράς αναμονής για τους αριστερά στρέφοντες. Ο τύπος LA 4 αποτελείται από το τμήμα I_A και ένα τμήμα συναρμογής I_z .



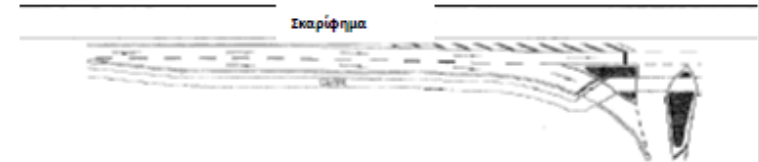
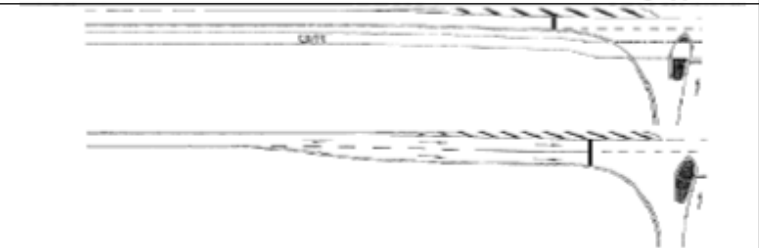
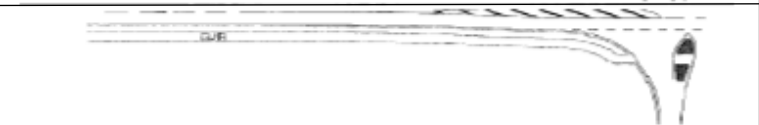
Σχήμα 4.4: τύπος αριστερής στροφής LA4.

Για την δημιουργία του χώρου αναμονής για την αριστερή στροφή με μήκος και εδώ 10 m , επιμηκύνεται το οδόστρωμα τόσο, ώστε από την λωρίδα απ' την οποία πραγματοποιείται η στρέφουσα κίνηση, να υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης λωρίδας με πλάτος $4,75\text{ m}$. Το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι $0,50\text{m}$.

Σε όλους τους τύπους στροφής, οι RAL ορίζουν ότι το μήκος του τμήματος συναρμογής l_z είναι 70m σε μονόπλευρη διεύρυνση και 50 m σε αμφίπλευρη διεύρυνση. Στους δύο πρώτους τύπους (LA1, LA2), η λωρίδα αριστερής στροφής εισάγεται με ένα τμήμα αποκλεισμού ενώ στους δύο τελευταίους χωρίς (LA3, LA4) χωρίς. Στην τρίτη και τέταρτη περίπτωση (LA3, LA4), ο περιορισμός της λωρίδας δίπλα από την λωρίδα αριστερής στροφής ξεκινά και τελειώνει εκεί, όπου το πλάτος γίνεται $6,50\text{ m}$.

4.3 ΔΕΞΙΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAL-2012, διακρίνουν πλέον έξι τύπους (πίνακας 4.2) δεξιών στροφών. Όπως και στις αριστερές στροφές, έτσι και στις δεξιές, η αντιστοίχιση των διαφορετικών τύπων δεξιάς στροφής σε έξι κατηγορίες πραγματοποιήθηκε ανάλογα με την κλάση μελέτης της οδού από την οποία πραγματοποιείται η στρέφουσα κίνηση, την μορφή λειτουργίας του κόμβου και την κλάση μελέτης της οδού στην οποία εισέρχεται το όχημα.

Τύπος δεξιάς στροφής	Σκαρίφημα	Τύπος εισόδου
RA1		ΚΕ1 / ΚΕ2
RA2		ΚΕ1 / ΚΕ2
RA3		ΚΕ3
RA4		ΚΕ4
RA5		ΚΕ5
RA6		ΚΕ6

Πίνακας 4.3: Τύποι δεξιών στροφών.

Ο πίνακας 4.4 παρουσιάζει τα πεδία εφαρμογής των διαφόρων ειδών δεξιάς στροφής.

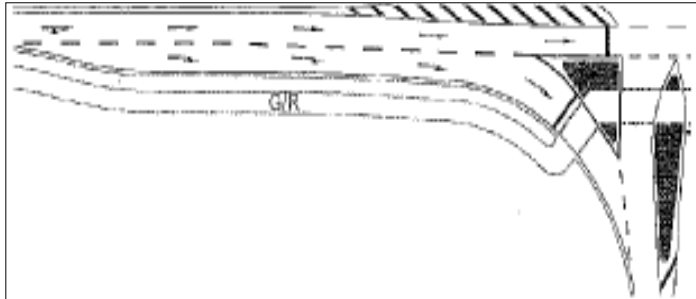
κλάση μελέτης οδού, από την οποία πραγματοποιείται η στροφή	ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης	κλάση μελέτης οδού, στην οποία εισέρχεται ο οδηγός	ξεχωριστή κίνηση ποδηλατών/πεζών		τύπος Δεξιάς Στροφής	αντίστοιχος τύπος εισόδου σε κόμβο
			παράλληλα προς την κύρια οδό μέσω της δευτερεύουσας εισόδου	διαγώνια προς την κύρια οδό		
EKL2	ναι	EKL2/EKL3	ναι	ναι	RA1	ΚΕ1/ΚΕ2
(EKL2)/EKL3	ναι	EKL3/EKL4	ναι	ναι	RA2	ΚΕ1/ΚΕ2
EKL3	όχι	EKL3	όχι	όχι	RA3/RA4	ΚΕ3/ΚΕ4
EKL3	όχι	EKL3	ναι	ναι*	RA4	ΚΕ4
EKL3	όχι	EKL4	ναι	ναι*	RA5	ΚΕ5
EKL4	όχι	EKL4	-	-	RA6	ΚΕ6

*εφαρμόζεται μόνο σε τρισκελείς ισόπεδους κόμβους . Η διάβαση τοποθετείται απέναντι απ την λωρίδα αριστερής στροφής.

Πίνακας 4.4: πεδία εφαρμογής των δεξιών στροφών.

Σύμφωνα λοιπόν με τον πίνακα 4.4:

- ο **τύπος δεξιάς στροφής RA1** εφαρμόζεται σε οδούς της κλάσης EKL2 ή EKL 3 με φωτεινή σηματοδότηση. Συνδυάζεται με τον τύπο εισόδου KE1 ή KE2 και αποτελείται από μια παράλληλη λωρίδα δεξιάς στροφής ως προς το κύριο οδόστρωμα, μια τριγωνική νησίδα και μια μεγάλη σταγόνα.



Σχήμα 4.5: Τύπος δεξιάς στροφής RA 1.

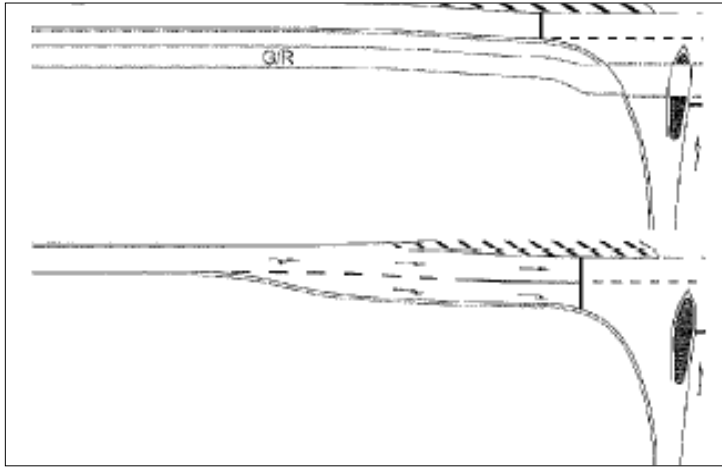
Ο τύπος RA1 αποτελείται από το τμήμα I_A , το τμήμα επιβράδυνσης I_v και ένα τμήμα συναρμογής I_z . Το μήκος του τμήματος επιβράδυνσης I_v είναι 40 m σε οδούς της κλάσης EKL2 και 20 m σε οδούς της EKL3. Το μήκος του τμήματος συναρμογής I_z είναι 70m. Η λωρίδα δεξιάς στροφής έχει πλάτος 3,25 m. Το πλάτος της εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι 0,50 m. Το πλάτος του οδοστρώματος μεταξύ της τριγωνικής νησίδας και της στρογγύλευσης της άκρης του είναι 5,50 m. Η στρογγύλευση των γωνιών πραγματοποιείται με απλό κυκλικό τόξο. Η ακτίνα αυτού προκύπτει από τις υπάρχουσες γεωμετρικές συνθήκες (οριογραμμή της λωρίδας για δεξιά στρέφουσες κινήσεις όπως και ελάχιστες αποστάσεις προς την τριγωνική νησίδα και την μεγάλη σταγόνα).

Τα δεξιά στρέφοντα οχήματα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαχείριση του συστήματος φωτεινής σηματοδότησης. Αυτό ισχύει επίσης, εάν βάσει της διαδικασίας HBS, δεν απαιτείται ξεχωριστή λωρίδα για δεξιά στρέφοντα οχήματα.

Κατά τους RAL, εάν απαιτηθεί η κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών, πρέπει να πραγματοποιείται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα, πάνω από την δευτερεύουσα είσοδο. Η διάβαση θα βρίσκεται κοντά στο κύριο οδόστρωμα (κατά κανόνα μέχρι 4,00 m απόσταση) μέσω της τριγωνικής νησίδας και της μεγάλης σταγόνας. Η κατασκευή σταγόνας και τριγωνικής νησίδας θα αναλυθεί στο 7^ο κεφάλαιο.

- Ο **τύπος δεξιάς στροφής RA2** εφαρμόζεται για την σύνδεση οδών της κλάσης EKL 3 με φωτεινή σηματοδότηση. Μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε οδούς της κλάσης EKL 2 , με χαμηλό φόρτο όταν δεν απαιτείται τριγωνική νησίδα. Συνδυάζεται και αυτός ο τύπος με τον τύπο εισόδου KE1 ή KE2 και διαθέτει μια παράλληλη λωρίδα δεξιάς στρέφουσας κίνησης προς το κύριο οδόστρωμα, όταν αυτό προκύψει βάσει της διαδικασίας HBS. Η λωρίδα δεξιάς στρέφουσας κίνησης αποτελείται από το τμήμα I_A , το τμήμα

επιβράδυνσης I_v και ένα τμήμα συναρμογής I_z . Για τον προσδιορισμό του μήκους για το τμήμα I_A , βασικό μέγεθος είναι η δημιουργία ουράς αναμονής, που υπολογίστηκε βάση HBS. Θα πρέπει να έχει τουλάχιστον 20 m μήκος.



Σχήμα 4.6: Τύπος δεξιάς στροφής RA 2.

Ομοίως με τον πρώτο τύπο RA1, το τμήμα επιβράδυνσης I_v έχει μήκος 40 m σε οδούς της κατηγορίας EKL2 και 20 m σε EKL3, η λωρίδα δεξιάς στροφής έχει πλάτος 3,25 m και το πλάτος της εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι 0,50 m.

Το τμήμα συναρμογής I_z έχει μήκος 30 m και η στρογγύλευση των γωνιών πραγματοποιείται με τρίτοξο κεντρικής ακτίνας $R_H = 15$ m.

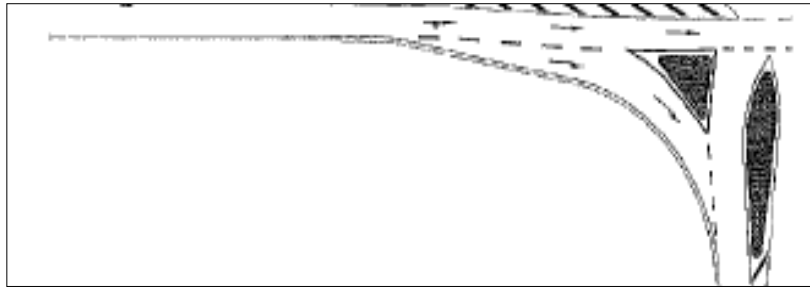
Στον τύπο RA2, στην περίπτωση που απαιτηθεί η κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών να πραγματοποιείται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα, μέσω της δευτερεύουσας εισόδου, θα πρέπει η διάβαση και σε περίπτωση ύπαρξης λωρίδας για δεξιά στρέφουσα κίνηση, να περνά μέσω της μικρής σταγόνας.

- Ο **τύπος δεξιάς στροφής RA3** εφαρμόζεται σε ισόπεδους κόμβους όπου οδοί της κλάσης EKL3 ενώνονται, χωρίς σύστημα φωτεινής σηματοδότησης. Επίσης, αυτός ο τύπος δεξιάς στροφής χρησιμοποιείται όταν απαιτείται η γρήγορη διάβαση του κόμβου των δεξιά στρεφόντων οχημάτων σε περίπτωση αυξημένου φόρτου.

Συνδυάζεται με τον τύπο εισόδου KE3.

Η τελική στρογγύλευση πραγματοποιείται με κυκλικό τόξο, μια τριγωνική νησίδα και μια μεγάλη σταγόνα με ακτίνα του κυκλικού τόξου $R=25$ m.

Το πλάτος του οδοστρώματος μεταξύ τελικής στρογγύλευσης και τριγωνικής νησίδας είναι 5,50 m.



Σχήμα 4.7: Τύπος δεξιάς στροφής RA 3.

Σημειώνεται ότι ο τύπος δεξιάς στροφής RA3 δεν είναι κατάλληλος, όταν ποδηλάτες και πεζοί πρέπει να διασχίσουν αυτή την λωρίδα.

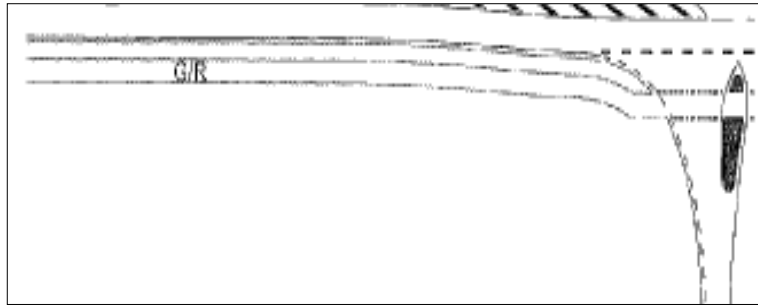
- Ο **τύπος δεξιάς στροφής RA4** εφαρμόζεται σε κόμβους όπου οδοί της κλάσης EKL3 ενώνονται, χωρίς σύστημα φωτεινής σηματοδότησης. Συνδυάζεται με τον τύπο εισόδου KE4. Σε αυτό τον τύπο στροφής η τελική στρογγύλευση πραγματοποιείται με τρίτοξο κεντρικής ακτίνας $R_H = 15$ m. και μικρή σταγόνα.



Σχήμα 4.8: Τύπος δεξιάς στροφής RA 4.

Όσον αφορά την κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών, αν απαιτηθεί να πραγματοποιείται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα, μέσω της δευτερεύουσας εισόδου, θα πρέπει η διάβαση να πραγματοποιείται ξεχωριστά από το κύριο οδόστρωμα (κατά κανόνα σε απόσταση 6,00 m) με υποχρέωση παροχής προτεραιότητας, μέσω της μικρής σταγόνας.

- Ο **τύπος δεξιάς στροφής RA5** εφαρμόζεται σε οδούς της κλάσης EKL 3, όταν συνδέονται με οδούς της κλάσης EKL 4, σε κόμβο χωρίς σύστημα φωτεινής σηματοδότησης, καθώς και στην σύνδεση οδών κλάσης EKL 3 με οδούς αγροτικής χρήσης (LSV), και με εισόδους σε ιδιωτικούς χώρους. Συνδυάζεται με τον τύπο εισόδου KE5. Όπως στον τύπο δεξιάς στροφής RA4, έτσι και σ αυτόν η τελική στρογγύλευση πραγματοποιείται με τρίτοξο κεντρικής ακτίνας $R_H = 15$ m και μικρή σταγόνα.



Σχήμα 4.9: τύπος δεξιάς στροφής RA 5.

Εάν απαιτηθεί η κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών να πραγματοποιείται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα, μέσω της δευτερεύουσας εισόδου, θα πρέπει η διάβαση να πραγματοποιείται κοντά στο κύριο οδόστρωμα (κατά κανόνα σε απόσταση 4,00 m) σε ειδική λωρίδα με προτεραιότητα για τους ποδηλάτες μέσω της μικρής σταγόνας.

Τέλος, να σημειωθεί ότι ο τύπος RA5 είναι κατάλληλος, όταν ο φόρτος είναι χαμηλός στην κύρια οδό, ώστε να αναγνωρίζεται έγκαιρα η κίνηση κάθε ποδηλάτη.

Ο **τύπος δεξιάς στροφής RA6** εφαρμόζεται σε οδούς της κλάσης EKL 4 που ενώνονται σε κόμβο με επίσης οδούς της κλάσης EKL 4, αλλά και με οδούς αγροτικής χρήσης (LSV), και με εισόδους σε ιδιωτικούς χώρους. Συνδυάζεται με τον τύπο εισόδου KE6.

Η τελική στρογγύλευση πραγματοποιείται και εδώ με τρίτοξο κεντρικής ακτίνας $R_H = 12$ m και μικρή σταγόνα.



Σχήμα 4.10: Τύπος δεξιάς στροφής RA 6.

Στις περιπτώσεις δεξιών στροφών RA5 και RA6, εάν η αριστερή στροφή των οχημάτων που εισέρχονται στην κύρια οδό πραγματοποιείται χωρίς ξεχωριστή λωρίδα αριστερής στροφής, τότε μπορεί να παραληφθεί η κατασκευή της μικρής σταγόνας εάν εξασφαλιστεί η αναγνωρισιμότητα του κόμβου μέσω δενδροφύτευσης ή κατάλληλης σήμανσης.

4.4 ΕΙΣΟΔΟΙ ΣΕ ΚΟΜΒΟ

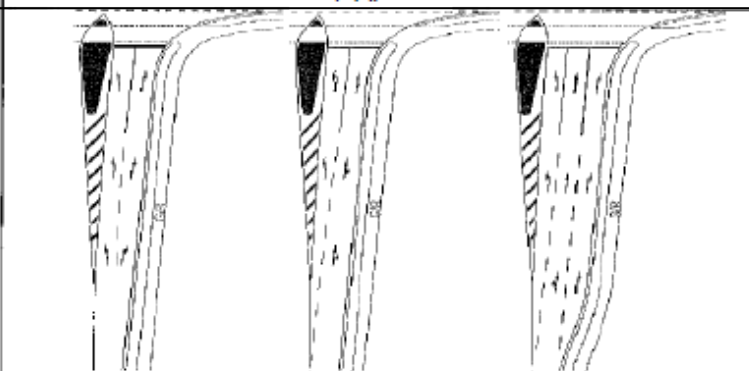
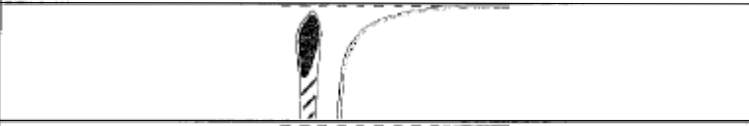
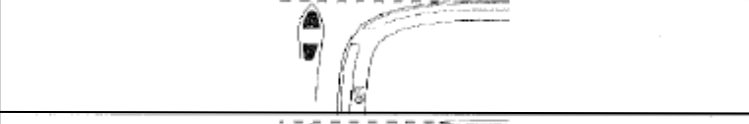
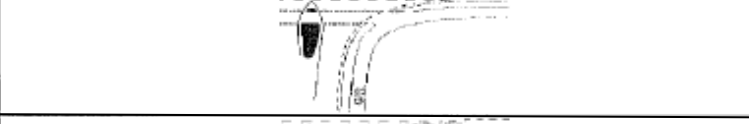
Όπως είδαμε και παραπάνω, τα οδοστρώματα στην περιοχή του κόμβου αποτελούνται από τις διερχόμενες λωρίδες κυκλοφορίας και σε ορισμένες περιπτώσεις από απαιτούμενες πρόσθετες λωρίδες, όπως λωρίδες αριστερών στrophών εξόδου, δεξιών στrophών εξόδου καθώς και λωρίδες εντάξεως στην οδό για δεξιά εισερχόμενες εισόδους.

Ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας εξαρτάται από τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τα συνορεύοντα με τον κόμβο τμήματα, από την απαιτούμενη ποιότητα κυκλοφοριακής ροής όπως και από ιδιαίτερες απαιτήσεις της κυκλοφορίας πεζών, του περιβάλλοντος ή της δημόσιας επιβατικής κυκλοφορίας.

Η κυκλοφοριακή ικανότητα του κόμβου μπορεί να αυξηθεί με τη δημιουργία ξεχωριστών λωρίδων κυκλοφορίας για διασταυρούμενα και εισερχόμενα ρεύματα κυκλοφορίας σε ισόπεδους κόμβους.

Για την διασαφήνιση της υποχρέωσης για αναμονή και για την βελτίωση της ορατότητας προς τ'αριστερά, κατασκευάζονται σταγόνες. Γι αυτό το λόγο, η τελική στρογγύλευση πρέπει να διαμορφώνεται όσο το δυνατόν πιο μικρή, λαμβάνοντας υπόψη τις γεωμετρικές απαιτήσεις του οχήματος μετρήσεων. Η διαδικασία στρογγύλευσης πραγματοποιείται με τρίτοξο και το πλάτος του οδοστρώματος μεταξύ τελικής στρογγύλευσης και τριγωνικής νησίδας πρέπει να είναι τουλάχιστον 4,50 m.

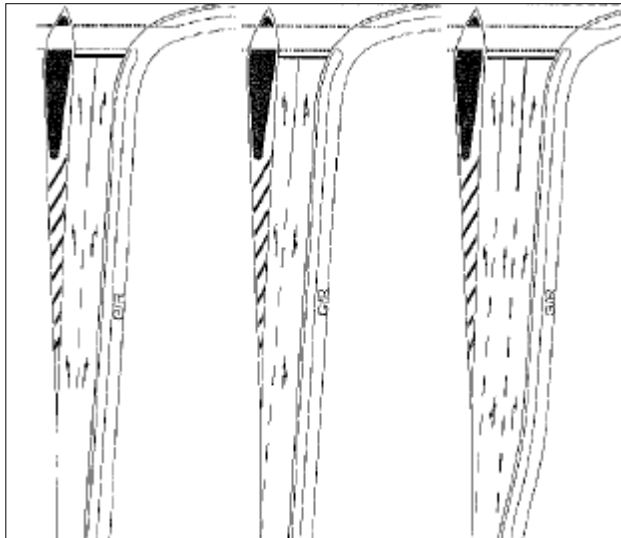
Στον παρακάτω πίνακα(4.5), διακρίνονται σύμφωνα με τους RAL 2012, έξι τύποι εισόδου σε κόμβο:

Τύπος εισόδου	Σκαρίφημα	Τύπος δεξιάς στροφής
KE1		RA1 / RA2
KE2		RA1 / RA2
KE3		RA3
KE4		RA4
KE5		RA5
KE6		RA6

Πίνακας 4.5 : Είσοδοι σε κόμβο.

Αναλυτικότερα,

- Ο **τύπος εισόδου KE1** εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τους τύπους RA1 και RA2 σε οδούς της κλάσης EKL 2 και EKL 3, στην περίπτωση που στόχος είναι οι ψηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι με σηματοδοτούμενους κόμβους.

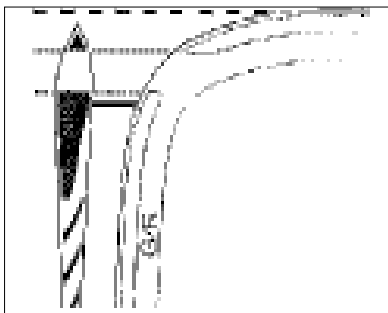


Σχήμα 4.11: Τύπος εισόδου KE1.

Σε τρισκελείς ισόπεδους κόμβους, ο τύπος KE1 αποτελείται από ξεχωριστές λωρίδες κυκλοφορίας για δεξιά και αριστερά στρέφουσες κινήσεις. Στους τετρασκελείς, εκτός απ τις λωρίδες για την διασταυρούμενη κίνηση ο τύπος KE1 αποτελείται και απ τις επιπρόσθετες λωρίδες για στρέφουσες κινήσεις,. Στην περίπτωση όμως, που δεν απαιτούνται επιπρόσθετες λωρίδες για τις στρέφουσες κινήσεις, συμπτύσσονται το διασταυρούμενο και δεξιά στρέφον ρεύμα.

Οι λωρίδες για αριστερά-δεξιά στρέφουσες κινήσεις έχουν πλάτος 3,25 m. Για να διαχωριστούν τα διαφορετικά ρεύματα κυκλοφορίας χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον τύπο RA1 η μεγάλη σταγόνα και με τον τύπο RA2 η μικρή σταγόνα. Το πλάτος της εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης είναι 0,50 m. Στην σταγόνα το πλάτος είναι 0,25 m, το οποίο μπορεί να αυξηθεί έως 0,50 m για την καλύτερη απορροή των ομβρίων.

- Ο **τύπος εισόδου KE2** εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τους τύπους RA1 και RA2 σε οδούς της κλάσης EKL 2 και EKL 3, στην περίπτωση που σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση, επαρκεί βάσει της διαδικασίας HBS, ο χώρος αναμονής. Για να διαχωριστούν τα διαφορετικά ρεύματα κυκλοφορίας χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον τύπο RA1 η μεγάλη σταγόνα και με τον τύπο RA2 η μικρή σταγόνα.



Σχήμα 4.12: Τύπος εισόδου KE2.

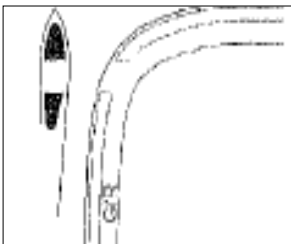
- Ο **τύπος εισόδου ΚΕ3** εφαρμόζεται μόνο σε συνδυασμό με τον τύπο δεξιάς στροφής RA3 σε οδούς της κλάσης EKL 3 σε κόμβους χωρίς φωτεινό σηματοδότη.
Ως διαχωριστικό χρησιμοποιείται η μεγάλη σταγόνα.



Σχήμα 4.13: Τύπος εισόδου ΚΕ3.

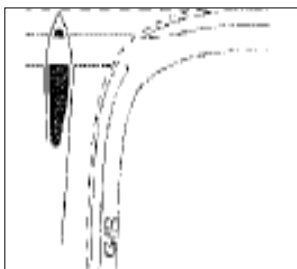
Στην περίπτωση που παρατηρείται δεξιά στρέφουσα κίνηση με υψηλό φόρτο, η οποία συμβάλει σε οδό με μεγάλη κατά μήκος κλίση, θα ήταν καλό να κατασκευαστεί μια λωρίδα εισόδου I_E με ελάχιστο μήκος 150 m. με τους δεξιά στρέφοντες να κινούνται πίσω από την τριγωνική νησίδα.

- Ο **τύπος εισόδου ΚΕ4** εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τον τύπο δεξιάς στροφής RA4, σε οδό της κλάσης EKL 3, σε κόμβο χωρίς φωτεινό σηματοδότη, όταν συνδέεται με οδό της κλάσης EKL 3.
Σε αυτό τον τύπο, ως διαχωριστικό χρησιμοποιείται η μικρή σταγόνα.



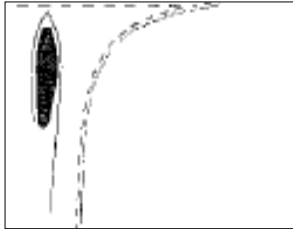
Σχήμα 4.14: Τύπος εισόδου ΚΕ4.

- Ο **τύπος εισόδου ΚΕ5** εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τον τύπο δεξιάς στροφής RA5, σε ισόπεδους κόμβους σύνδεσης οδών της κλάσης EKL4 με οδούς της EKL3, χωρίς φωτεινό σηματοδότη.
Ως διαχωριστικό χρησιμοποιείται η μικρή σταγόνα και οι περιοριστικές διαγραμμίσεις πριν την σταγόνα ξεκινούν εκεί, όπου το πλάτος του οδοστρώματος γίνεται 6,50 m.



Σχήμα 4.15: Τύπος εισόδου ΚΕ5.

- Ο **τύπος εισόδου ΚΕ6** εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τον τύπο δεξιάς στροφής RA6, όταν μια οδός της κλάσης EKL 4 συνδέεται με μια οδό της κλάσης EKL 4. Ως διαχωριστικό χρησιμοποιείται η μικρή σταγόνα και οι περιοριστικές διαγραμμίσεις πριν την σταγόνα ξεκινούν εκεί, όπου το πλάτος του οδοστρώματος γίνεται 6,50 m.



Σχήμα 4.16: Τύπος εισόδου ΚΕ6.

Για την διαμόρφωση των ακτινών των κυρίων τόξων για την τελική στρογγύλευση λαμβάνεται υπόψη, πώς το εισερχόμενο όχημα από δεξιά καταλαμβάνει για μικρό χρονικό διάστημα το αντίθετο ρεύμα.

Όσον αφορά την κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών, εάν απαιτηθεί η κίνηση τους να πραγματοποιείται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα, μέσω της δευτερεύουσας εισόδου, θα πρέπει η διάβαση να πραγματοποιείται όπως την δεξιά στροφή τύπου RA2 για τον τύπο εισόδου ΚΕ1, RA2 ή RA1 για τον ΚΕ2 και για τον τύπο εισόδου ΚΕ4 όπως στη δεξιά στροφή RA4. Αντίστοιχα και στον τύπο εισόδου ΚΕ5 με στροφή τύπου RA5.

Ο τελευταίος τύπος εισόδου ΚΕ6, δεν ενδείκνυται για την κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών.

Οδοί αγροτικής χρήσης (LSV), είσοδοι σε ιδιωτικούς χώρους κ.ά. συνδέονται σε οδούς της κλάσης EKL 3 ή EKL 4.

Στον τύπο εισόδου ΚΕ6, εάν η αριστερή στροφή των οχημάτων που εισέρχονται στην κύρια οδό πραγματοποιείται χωρίς ξεχωριστή λωρίδα αριστερής στροφής, τότε μπορεί να αμεληθεί η μικρή σταγόνα εάν εξασφαλιστεί η αναγνωρισιμότητα του κόμβου μέσω δενδροφύτευσης ή κατάλληλης σήμανσης.

4.5 ΙΣΟΠΕΔΟΙ ΤΡΙΣΚΕΛΕΙΣ Η΄ ΤΕΤΡΑΣΚΕΛΕΙΣ ΚΟΜΒΟΙ

4.5.1 Με φωτεινό σηματοδότη

Αυτός ο τύπος κόμβου εφαρμόζεται συνήθως σε τρισκελείς ισόπεδους κόμβους, όταν μια οδός της κλάσης EKL 2 ή EKL 3 συνδέεται με μια οδό κλάσης EKL 2 αλλά και σε τετρασκελείς σπανιότερα.

Για την σύνδεση μιας οδού κλάσης EKL 3 ή EKL 4 με μια οδό κλάσης EKL 3, η τοποθέτηση ή μη φωτεινών σηματοδοτών στον ισόπεδο κόμβο, καθορίζεται ανάλογα με την οδική ασφάλεια και την κυκλοφοριακή ποιότητα.

Οι φωτεινοί σηματοδότες θα πρέπει να ρυθμίζονται ανεξάρτητα από την κυκλοφορία και είναι απαραίτητο να υπάρχει ξεχωριστή ένδειξη σηματοδότη για τους αριστερά στρέφοντες. Η μελέτη για την τοποθέτηση τους βασίζεται στους 'Κανονισμούς για φωτεινούς σηματοδότες' (RiLSA) και η επιτρεπόμενη ταχύτητα είναι βάσει του γερμανικού ΚΟΚ (VwV-StVO) περιορισμένη στα 70 χλμ/ώρα.

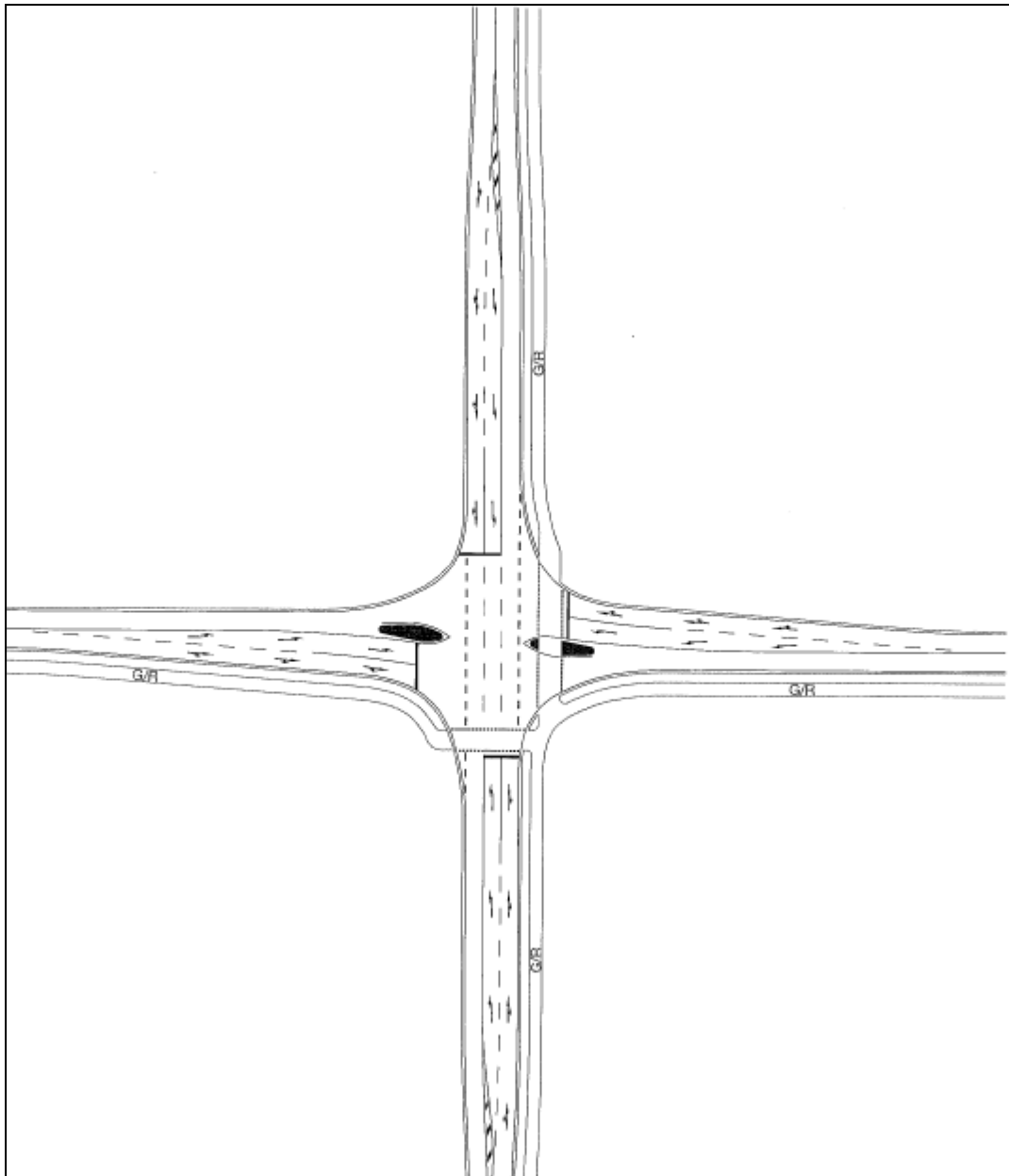


Εικόνα 4.1: Τετρασκελής ισόπεδος κόμβος με φωτεινό σηματοδότη.

Για την αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας στις περιοχές των κόμβων, βάσει των RiLSA, είναι δυνατόν να αυξηθεί ο αριθμός των συνεχόμενων λωρίδων κυκλοφορίας, όπου η επιπλέον λωρίδα θα συμβάλει 250 μέτρα πριν από τον κόμβο, όπως αντίστοιχα μια λωρίδα επιτάχυνσης σε οδό κατηγορίας EKL 2.

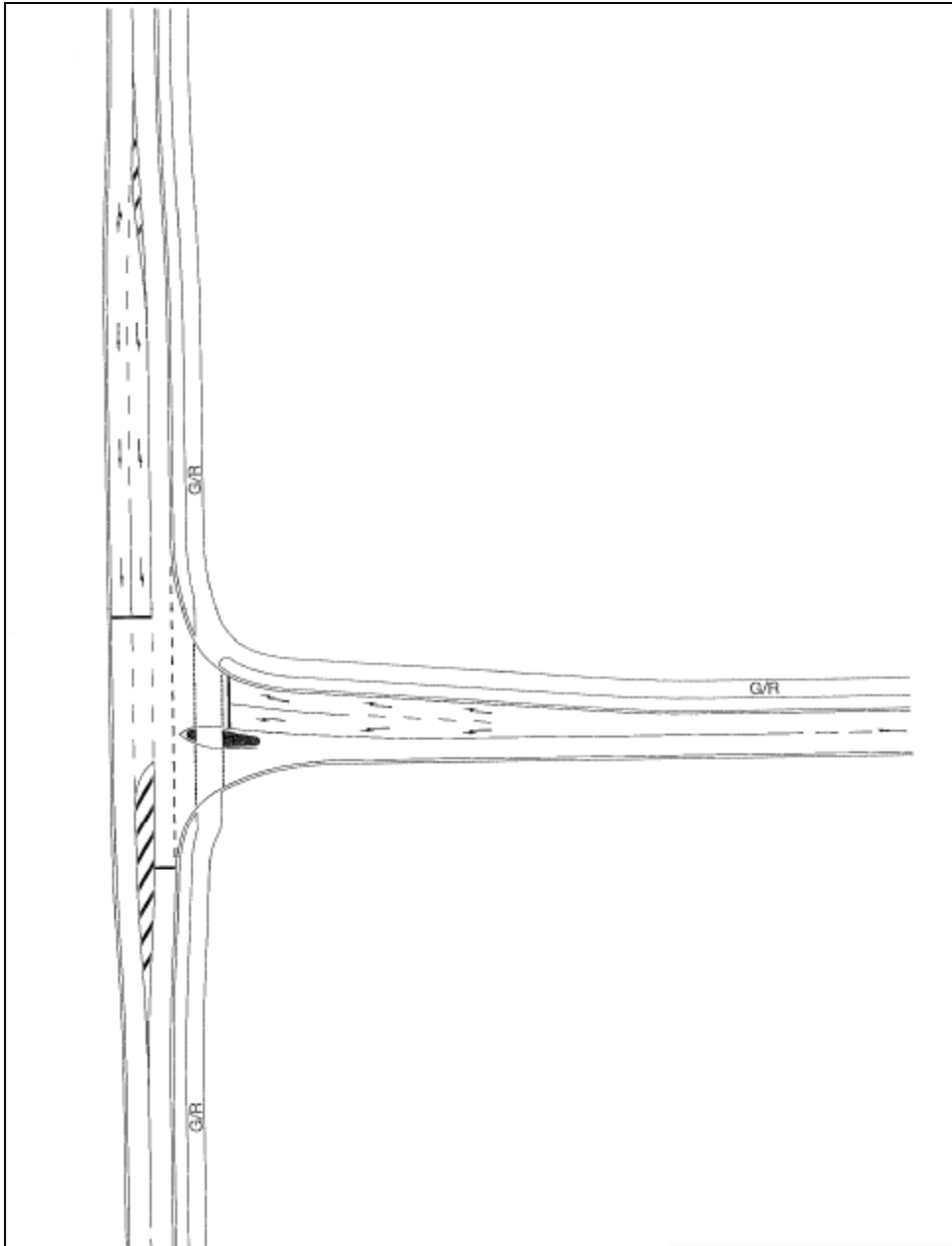
Επιπλέον, η κατασκευή ισόπεδων κόμβων θα πρέπει να γίνεται με γωνία τομής από 80 gon έως 120 gon και η τοποθέτηση αυτών σε κύρτωμα ή καμπύλη καλό είναι να αποφεύγεται.

Σ αυτό τον τύπο ισόπεδου κόμβου, οι RAL απαγορεύουν την σύνδεση της κύριας οδού με την δευτερεύουσα με καμπή (σχήμα 3.2, περίπτωση β).



Σχήμα 4.17: Παράδειγμα τετρασκελούς ισόπεδου κόμβου φωτεινής σηματοδότησης κύριας οδού EKL3 με δευτερεύουσας EKL3.

Η αριστερή στροφή είναι τύπου LA1, η δεξιά τύπου RA2 και ο τύπος εισόδου KE1.



Σχήμα 4.18: Παράδειγμα τρισκελούς ισόπεδου κόμβου φωτεινής σηματοδότησης κύριας οδού EK3 με δευτερεύουσας EK4.

Σ αυτή την περίπτωση η αριστερή στροφή είναι τύπου LA1, η δεξιά τύπου RA2 και ο τύπος εισόδου είναι KE1.

4.5.2 Χωρίς φωτεινό σηματοδότη

Αυτός ο τύπος κόμβου έχει εφαρμογή, όταν μια οδός της κλάσης EK3 συνδέεται με μια οδός της κλάσης EK3 ή EK4, αλλά κυρίως όταν οδός της κλάσης EK4 συνδέεται με μια οδό επίσης της EK4.

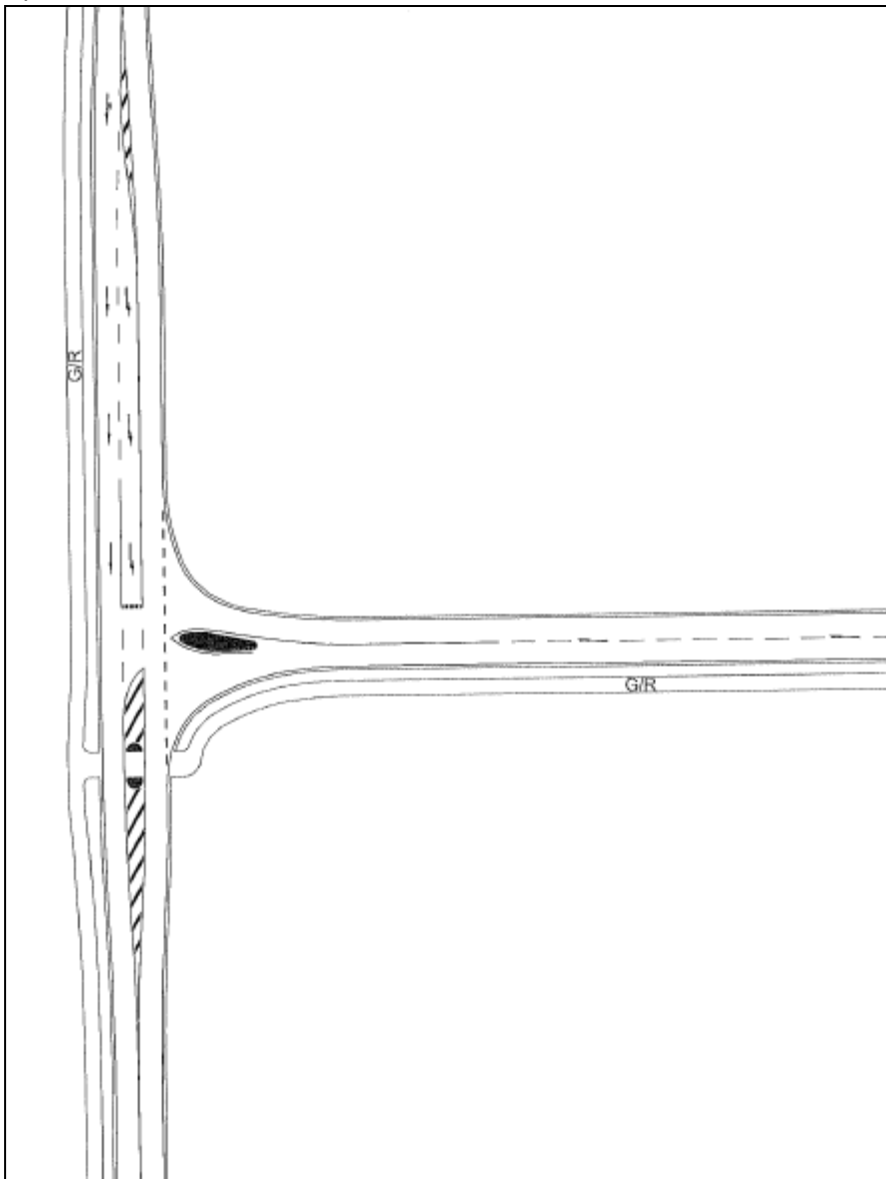
Ισόπεδοι κόμβοι χωρίς φωτεινούς σηματοδότες εφαρμόζονται σπανιότερα όταν μια οδός της κλάσης EK3 συνδέεται με μια οδός της κλάσης EK2.

.Απαγορευτική είναι η εφαρμογή αυτού του τύπου σε απότομες καμπύλες. Η εσωτερική πλευρά της καμπύλης όταν συνδέεται με την δευτερεύουσα οδό,

δημιουργεί τμήματα με περιορισμένη ορατότητα. Επίσης, κατά τη σύνδεση με την εξωτερική πλευρά της καμπύλης, ο κόμβος για τους οδηγούς που τον προσεγγίζουν, δεν είναι εμφανής και έτσι δημιουργείται πρόβλημα στην επιλογή της ταχύτητας.

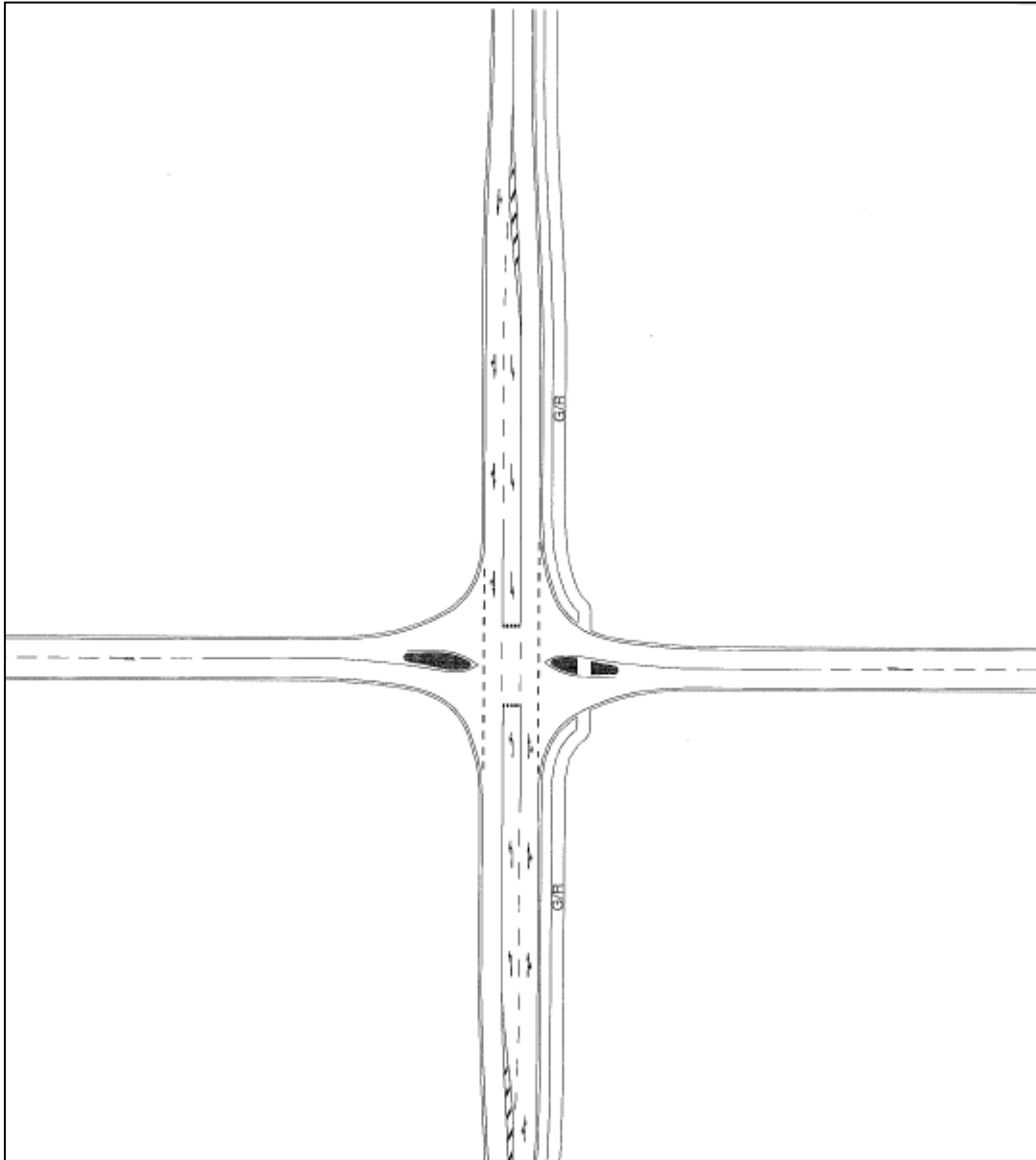
Άρα η τοποθέτηση ισόπεδου κόμβου χωρίς φωτεινούς σηματοδότες σε κύρτωμα ή σε σημεία κακής ορατότητας θα πρέπει να αποφεύγεται. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, πρέπει να εφαρμόζονται τουλάχιστον κάποια μέτρα παραχώρησης της προτεραιότητας στις εισόδους για την βελτίωση της αναγνωρισιμότητας, όπως π.χ. μεγαλύτερες διαχωριστικές νησίδες (δενδροφύτευση).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι οι εισόδους που υποχρεούνται να παρέχουν προτεραιότητα, πρέπει να μορφώνονται με μονή λωρίδα και η ταχύτητα των οχημάτων που προσεγγίζουν τον κόμβο να μειώνεται ώστε οι πεζοί / ποδηλάτες να περνούν με ασφάλεια στην περίπτωση παραδείγματος χάρη διάβασης με κεντρική νησίδα.



Σχήμα 4.19: Παράδειγμα τρισκελούς ισόπεδου κόμβου χωρίς φωτεινής σηματοδότησης κύριας οδού EKL3 με δευτερεύουσας EKL3.

Τύπος αριστερής στροφής σε αυτή την περίπτωση (σχήμα 4.19) χωρίς φωτεινή σηματοδότηση είναι ο LA2, δεξιάς στροφής RA4 και τύπος εισόδου ΚΕ4.



Σχήμα 4.20: παράδειγμα τετρασκελούς ισόπεδου κόμβου χωρίς σύστημα φωτεινής σηματοδότησης κύριας οδού EKL3 με δευτερεύουσας EKL4.

Τύπος αριστερής στροφής σε αυτή την περίπτωση (σχήμα 4.20) χωρίς φωτεινή σηματοδότηση είναι ο LA2, δεξιάς στροφής RA4 και τύπος εισόδου ΚΕ4.

Περισσότερες περιπτώσεις ισόπεδων κόμβων με ή χωρίς φωτεινή σηματοδότηση, παρουσιάζονται στο παράρτημα.

Οι λεπτομέρειες κατασκευής των παραπάνω στοιχείων των ισόπεδων κόμβων παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 7.

4.6 ΝΗΣΙΔΕΣ

4.6.1 Γενικά

Όταν η επιφάνεια που διατίθεται για την κυκλοφορία σε ένα κόμβο είναι πολύ μεγάλη χωρίς κατάλληλες διαγραμμίσεις ή άλλες διατάξεις καθοδήγησης, τα οχήματα μπορεί να χάσουν τον προσανατολισμό τους, με αρνητικά αποτελέσματα στη λειτουργία του κόμβου και την οδική ασφάλεια. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού χρησιμοποιούνται νησίδες για τον περιορισμό της διαθέσιμης επιφάνειας για την κυκλοφορία των οχημάτων.

Οι νησίδες είναι κατασκευές μη βατές στα οχήματα με βασικό σκοπό τον έλεγχο της γωνίας συμβολής ή μερισμού των κυκλοφοριακών ρευμάτων μέσω της μείωσης της υπερβολικής επιφάνειας του οδοστρώματος, τη διευθέτηση της κίνησης για την αποφυγή συγκρούσεων των οχημάτων και την υπόδειξη της κατάλληλης χρήσης του κόμβου (πχ. διευθέτηση που να ευνοεί μια επικρατούσα κίνηση στροφής). Επίσης, οι νησίδες χρησιμεύουν στην προστασία των πεζών ή και των οχημάτων που διέρχονται από τον κόμβο (πχ. ως περιοχή στάσης), καθώς και για την τοποθέτηση των κατασκευών ελέγχου της κυκλοφορίας (φωτεινή σηματοδότηση, στατική σήμανση, σήμανση μεταβλητών μηνυμάτων), των στύλων ηλεκτροφωτισμού κλπ. Αν δεν περιορίζεται η ορατότητα, είναι δυνατή και η τοποθέτηση φυτών στις νησίδες.

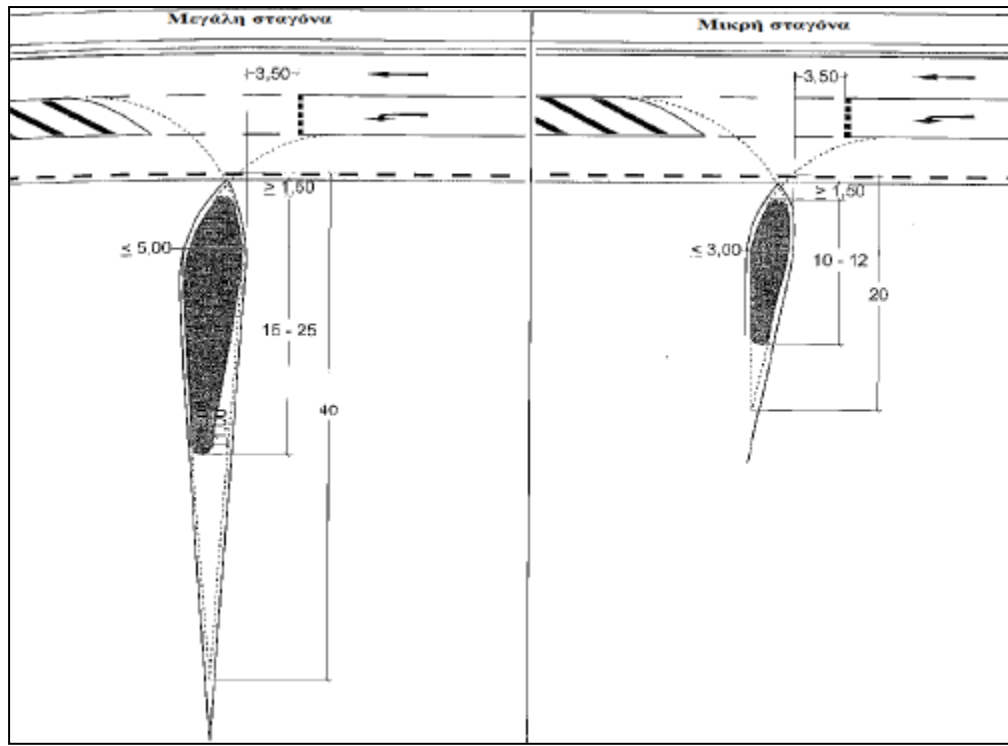
4.6.2 Διαχωριστική νησίδα μορφής σταγόνας

Οι διαχωριστικές νησίδες τοποθετούνται στην δευτερεύουσα είσοδο στον κόμβο για να προειδοποιούν τον οδηγό να παρέχει προτεραιότητα. Αυτές κατασκευάζονται με κεκλιμένα κράσπεδα.

Στην περίπτωση των αριστερών στροφών, χωρίς ενδιάμεσες κατασκευαστικές διατάξεις, μπορεί να μην κατασκευαστεί ενδιάμεση νησίδα, εάν η προτεραιότητα στον κόμβο αναγνωρίζεται είτε μέσω δένδροφύτευσης είτε μέσω κατάλληλης σήμανσης. Οι νησίδες σε αυτής της μορφής τις διασταυρώσεις μοιάζουν με μικρή και μεγάλη σταγόνα. Η μεγάλη σταγόνα εφαρμόζεται στο τύπο δεξιάς στροφής RA1 και RA3. Στις άλλες περιπτώσεις, εφαρμόζεται η μικρή.

Σε διασταυρώσεις θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ταυτόχρονης αριστερά στρέφουσα κίνησης, κατά την οποία δεν θα πρέπει να συγκρούονται τα ίχνη των οχημάτων. Ομοίως και στην περίπτωση που υπάρχει και φωτεινός σηματοδότης.

Όσον αφορά την δευτερεύουσα είσοδο στον κόμβο, θα πρέπει πάντα να τοποθετείται πριν τη διαχωριστική νησίδα, διαγράμμιση αναμονής. Εάν ο άξονας της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο αποτελείται από μια δεξιά στροφή ή ένα κύρτωμα, θα πρέπει να ελέγχεται η αναγνωρισιμότητα της διαχωριστικής νησίδας και η κατανόηση της γραμμικής καθοδήγησης. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να επιμηκύνεται η διαχωριστική νησίδα έτσι, ώστε ο οδηγός να έχει ορατότητα πέραν της νησίδας.



Σχήμα 4.21: Μεγάλη και μικρή σταγόνα.

Στο κεφάλαιο 7 περιγράφεται η κατασκευή της μικρής και μεγάλης σταγόνας.

4.6.3. Τριγωνική νησίδα

Η κατασκευή των τριγωνικών νησίδων γίνεται με κεκλιμένα κράσπεδα. Τα άκρα της κατασκευάζονται κατά κανόνα παράλληλα προς την εξωτερική οριογραμμή της οδού ενώ σε μικρότερο μήκος, μπορούν να κατασκευαστούν και παράλληλα. Δεν θα πρέπει να κατασκευάζονται με μήκος μικρότερο από $5,00$ m και μεγαλύτερο από 20 m. Με αυτό τον τρόπο, διατηρείται ο χώρος όπου διασταυρώνονται οι δύο στρέφουσες κινήσεις οριοθετημένος και συνοπτικός.

Εάν διαπερνά την τριγωνική νησίδα διάβαση πεζών ή ποδηλατών (μόνο σε τύπο δεξιάς στροφής RA1), θα πρέπει αριστερά και δεξιά της διάβασης να κατασκευάζονται σε απόσταση $1,50$ m κεκλιμένα κράσπεδα. Η αναγνωρισιμότητα μιας τριγωνικής νησίδας μπορεί να βελτιωθεί με :

- κατάλληλη διαγράμμιση,
- κατακόρυφη σήμανση,
- φωτεινούς σηματοδότες,
- αντανakλαστήρες.

4.6.4 Σημεία διαβάσεων

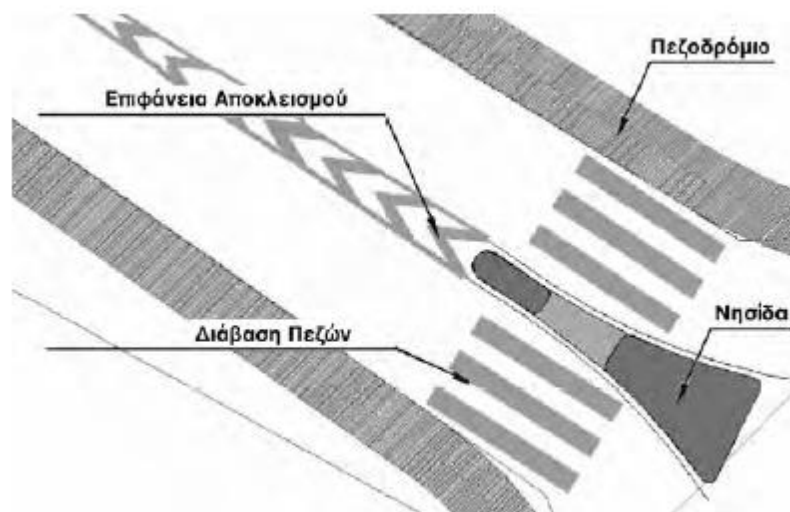
Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην κατασκευή νησίδων και διαβάσεων ώστε να πραγματοποιείται με ασφάλεια η διάσχιση του οδοστρώματος από πεζούς και ποδηλάτες. Όσον αφορά τους οδηγούς, θα πρέπει οι διαβάσεις να είναι σε τέτοια απόσταση ώστε να μπορούν να μειώσουν ταχύτητα. Για τους ποδηλάτες θα πρέπει να παρέχεται ορατότητα ελεύθερη από εμπόδια(π.χ. βλάστηση).

Οι διαβάσεις θα πρέπει να είναι κυρίως κοντά στην περιοχή των κόμβων. Εάν σε ειδικές περιπτώσεις απαιτούνται σημεία διαβάσεων εκτός της περιοχής του κόμβου, μπορούν να κατασκευαστούν τεχνικές ασφαλείας ανεξαρτήτως κυκλοφοριακού φόρτου, ποσοστό βαρέων οχημάτων και τον φόρτο των πεζών και ποδηλατών. Τότε θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής :

- Η υποχρεωτική στάση για την παροχή προτεραιότητας θα πρέπει να έχει ειδική σήμανση.

- Τα σημεία διάβασης θα πρέπει να είναι έγκαιρα αναγνωρίσιμα από τους ποδηλάτες που τα πλησιάζουν και να παρέχουν αρκετό χώρο αναμονής για εκείνους.

- Στην περίπτωση που η τοποθεσία της διάβασης παρουσιάζει αυξημένο φόρτο πεζών, ποδηλατών και ιδιαίτερα ευπαθών ομάδων (π.χ. μαθητές), θα ήταν κατάλληλη η κατασκευή κεντρικής νησίδας.



Σχήμα 4.22: Στοιχεία ισόπεδου κόμβου.

- Η κεντρική νησίδα θα πρέπει να είναι ορατή τόσο κατά την ημέρα όσο και κατά την νύχτα για τους οδηγούς. Διαφορετικά, συνιστάται η τοποθέτηση φωτισμού. Οι πυλώνες φωτισμού δεν θα πρέπει να τοποθετούνται στο ενδιάμεσο της νησίδας.

-Η επαφή μεταξύ πεζών και οχημάτων δεν θα πρέπει να επηρεάζεται από παρόδια βλάστηση.

-Πριν τη νησίδα θα πρέπει να τοποθετείται περιοριστική διαγράμμιση. Επίσης, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν απαιτείται ο περιορισμός της ταχύτητας με κατάλληλη σήμανση.

-Οι λωρίδες κίνησης δεν θα πρέπει να στενεύονται στην περιοχή της νησίδας.

-Εάν πεζόδρομος και ποδηλατόδρομος βρίσκονται παράλληλα και στις δύο κατευθύνσεις, θα πρέπει να δημιουργούνται συνθήκες για ασφαλή διάβαση στην απέναντι μεριά.

5. ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ορατότητα ενός ισόπεδου κόμβου από έναν οδηγό, ποδηλάτη ή πεζό πρέπει να γίνεται σε απόσταση, η οποία θα επιτρέπει στον οδηγό να σταματήσει πριν από ένα διασταυρούμενο ή στρέφων όχημα. Αντίστοιχα, για τους ποδηλάτες και πεζούς θα πρέπει να εξασφαλίζονται πεδία ορατότητας ελεύθερα από εμπόδια και βλάστηση με τεχνικές εγκαταστάσεις, όπως φωτεινοί σηματοδότες, στύλοι των σημάτων κ.ά.

Ο προσδιορισμός του πεδίου ορατότητας γίνεται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με:

- Το ύψος ορατότητας για οδηγούς Ι.Χ.Α: 1,00 m
- το ύψος ορατότητας για οδηγούς βαρέων οχημάτων: 2,50 m (θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο σε υπόγειες διαβάσεις και σημάσεις).
- το ύψος ορατότητας ως προς τον στόχο στην οδό με προτεραιότητα: 1,00 m.

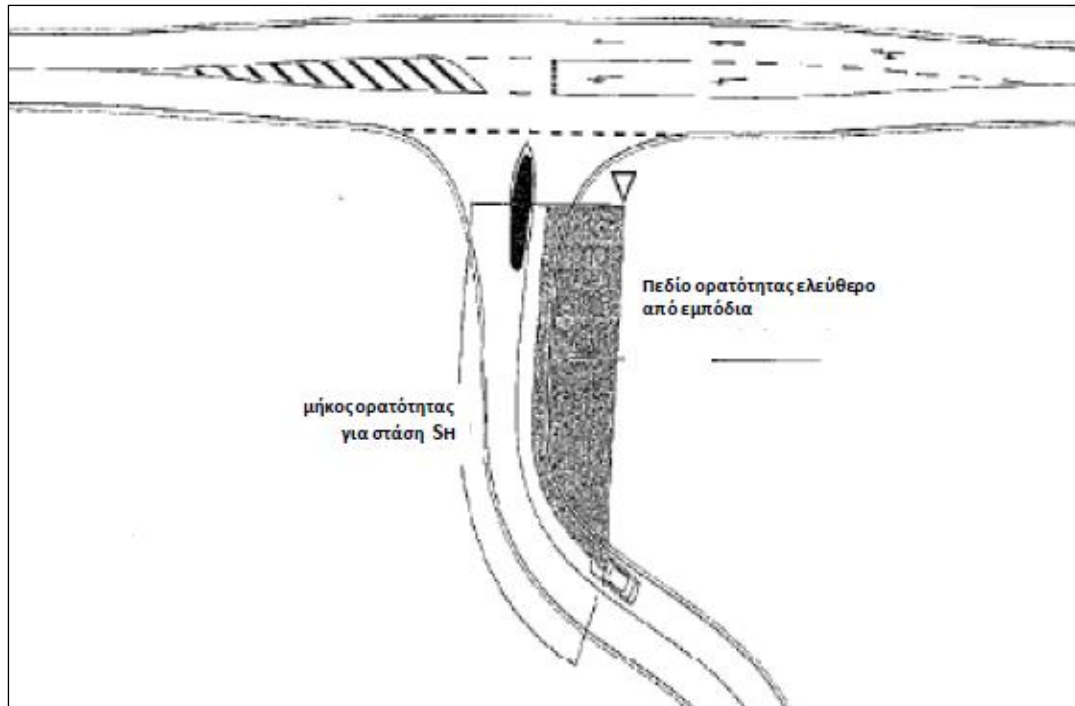
5.2 ΜΗΚΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Το μήκος του πεδίου ορατότητας που πρέπει να διατηρείται ελεύθερο από εμπόδια, ορίζεται σύμφωνα με τους RAL-2012 βάσει της κλάσης μελέτης της οδού ή της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας. Θα πρέπει να ορίζονται ξεχωριστά τα πεδία ορατότητας για:

-Στάση

Κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1, το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση ρυθμίζεται σύμφωνα με την προ του κόμβου ταχύτητα οχήματος, την κατηγορία της οδού αλλά και την κατά μήκος κλίση του δρόμου.

Στους RAL-2012, τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση S_H στην είσοδο κάθε κόμβου πρέπει να τηρούνται ώστε να αναγνωρίζονται έγκαιρα οι σημάσεις προτεραιότητας. Επιπλέον, θα πρέπει να ελέγχεται, εάν θα ήταν σκόπιμο η μείωση της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας.

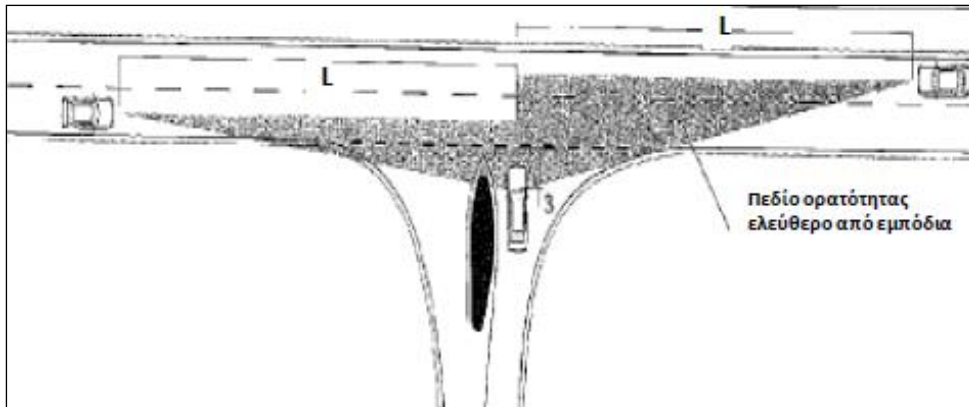


Σχήμα 5.1: Πεδίο που θα πρέπει να είναι ελεύθερο από εμπόδια για το πεδίο ορατότητας για στάση σε δευτερεύουσες εισόδους κόμβων.

- εκκίνηση

Το σημείο του άξονα της λωρίδας εισόδου που απέχει 3 m από την πλησιέστερη οριογραμμή της οδού αποτελεί το σημείο εκκίνησης χωρίς να λαμβάνεται υπόψη λωρίδα κίνησης πεζών ή ποδηλατών. Στους γερμανικούς κανονισμούς RAS-K-1, σε περίπτωση περασμάτων ποδηλατών, αναφέρεται πως πρέπει η απόσταση των 3m να αυξάνεται σε 4.50 m έως 5.00 m , ώστε το πέρασμα των ποδηλατών να μπορεί να τηρηθεί ελεύθερο από τα υποχρεωμένα σε αναμονή αυτοκίνητα. Σε ισόπεδους κόμβους με ή χωρίς φωτεινό σηματοδότη, το πεδίο ορατότητας για εκκίνηση, πρέπει να έχει επαρκές πλάτος, ώστε να μπορεί να εισέλθει στην κύρια οδό, ακόμα και σε περίπτωση που κάποιο όχημα θα εμφανιστεί στην κύρια οδό αμέσως μετά την εκκίνηση του.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα σε έναν κόμβο είναι 70 χλμ/ώρα και το μήκος του πεδίου ορατότητας έχει τιμή $L=110\text{ m}$. Βέβαια, υπάρχουν και περιπτώσεις ισόπεδων κόμβων που η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα δεν περιορίζεται στα 70 χλμ/ώρα και το απαιτούμενο εύρος έχει τιμή $L=200\text{ m}$.



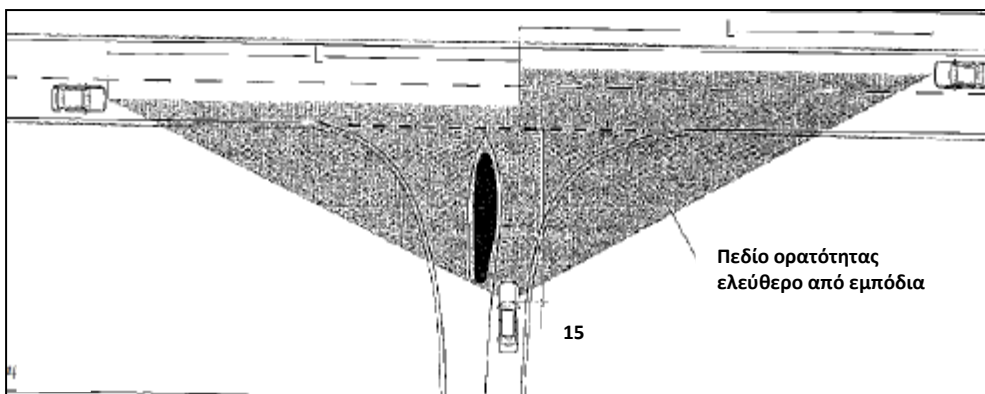
Σχήμα 5.2 : Πεδίο που θα πρέπει να είναι ελεύθερο από εμπόδια για το πεδίο ορατότητας για εκκίνηση σε δευτερεύουσες εισόδους κόμβων.

- προσέγγιση

Το σημείο του άξονα της λωρίδας εισόδου κατά RAL-2012 απέχει 15 m (στους RAS-K-1 η απόσταση ήταν στα 10 m) και για μεγαλύτερο φόρτο στρεφόντων οχημάτων 20 m από την πλησιέστερη οριογραμμή της οδού, αποτελεί το σημείο προσέγγισης του πεδίου ορατότητας χωρίς να λαμβάνεται υπόψη λωρίδα κίνησης πεζών ή ποδηλατών.

Για λόγους οδικής ασφάλειας, σε περίπτωση που η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα περιορίζεται στα 70 χλμ/ ώρα, εάν το πεδίο ορατότητας για προσέγγιση είναι επαρκές, μπορεί ο οδηγός να εισέλθει στην κύρια οδό χωρίς διακοπή της πορείας του. Το εύρος ορατότητας εδώ είναι $L=110$ m.

Το πεδίο ορατότητας για προσέγγιση δεν μπορεί να διατηρηθεί ελεύθερο στους κόμβους ή η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα να περιοριστεί στα 70 χλμ/ ώρα. Έτσι, πρέπει να τοποθετείται κατακόρυφη σήμανση, όπως για παράδειγμα υποχρεωτική παραχώρηση προτεραιότητας και διαγράμμιση αναμονής.



Σχήμα 5.3: Πεδίο που θα πρέπει να είναι ελεύθερο από εμπόδια για το πεδίο ορατότητας για προσέγγιση σε δευτερεύουσες εισόδους κόμβων.

6. ΕΥΑΛΩΤΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ευάλωτοι χρήστες μιας οδού θεωρούνται οι πεζοί και οι ποδηλάτες, ως μη προστατευόμενοι χρήστες, τα παιδιά λόγω της απειρίας τους και οι ηλικιωμένοι λόγω των μειωμένων ικανοτήτων τους και της αυξημένης σωματικής ευπάθειας τους. Επίσης, ευάλωτοι χρήστες, ως μη προστατευόμενοι, μπορούν να θεωρηθούν και οι μοτοσικλετιστές σε έναν βαθμό, αφού κινούνται με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από τους πεζούς και ποδηλάτες.

Να σημειωθεί ότι, ένα όχημα προσφέρει μερική προστασία από τις εξωτερικές δυνάμεις στα άτομα που επιβαίνουν σε αυτό. Για το λόγο αυτό οι πεζοί, οι ποδηλάτες και οι μοτοσικλετιστές είναι μη προστατευόμενοι χρήστες. Επιπλέον, οι ηλικιωμένοι χρήστες της οδού είναι περισσότερο ευάλωτοι από τους νεότερους λόγω αλλαγών στο σώμα που επέρχονται με την ηλικία.

Έρευνες έχουν δείξει ότι τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μια απ τις συχνότερες αιτίες θανατηφόρων και μη τραυματισμών. Το περπάτημα είναι ένας βασικός και κοινός τρόπος μεταφοράς με οφέλη για την υγεία και το περιβάλλον. Παγκοσμίως, οι πεζοί αποτελούν το 22% των νεκρών σε οδικά ατυχήματα και σε ορισμένες χώρες το ποσοστό αυτό αγγίζει το 66%. Είναι αλήθεια πως το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων πεζών σημειώνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Κρίνεται λοιπόν επιτακτική η ανάγκη βελτίωσης της οδικής υποδομής μιας και οι ευάλωτοι χρήστες προστατεύονται μέσω των μέτρων για την κατασκευή ασφαλών οδικών δικτύων. Για παράδειγμα στα σημεία εμπλοκής με κατάλληλα πεζοδρόμια, διαβάσεις, νησίδες, ποδηλατοδρόμους αλλά και ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης εξασφαλίζεται η ασφαλής καθοδήγηση των ευάλωτων χρηστών.

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAL-2012 δίνουν τις οδηγίες για την κατασκευή ασφαλών και λειτουργικών ισόπεδων κόμβων στις υπεραστικές οδούς. Κρίνεται απαραίτητο για την ασφάλεια των ευάλωτων χρηστών τους να κινούνται σε ειδικά τμήματα μονής λωρίδας στην περίπτωση οδών διπλής κατευθύνσεως αλλά και κρίνεται υποχρεωτική η παροχή ξεκάθαρης γραμμικής καθοδήγησης και σήμανσης προτεραιότητας στους χρήστες της οδού και αυτό λόγω της υψηλής επιτρεπόμενης ταχύτητας στους κόμβους των υπεραστικών οδών.

6.2 ΚΙΝΗΣΗ ΕΥΑΛΩΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΙΣΟΠΕΔΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

6.2.1 Χωρίς φωτεινή σηματοδότηση

Στην περίπτωση που απαιτηθεί οι πεζοί και οι ποδηλάτες να κινούνται παράλληλα στο κύριο οδόστρωμα, σε ειδικά διαμορφωμένη λωρίδα μέσω της δευτερεύουσας εισόδου της κατηγορίας EKL 3, οι RAL-2012 αναφέρουν πως θα πρέπει για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας να παρέχουν προτεραιότητα. Η λωρίδα που διαμορφώνεται για ποδηλάτες και πεζούς πρέπει να επισημανθεί ότι είναι και για τις δύο διευθύνσεις και η διάβαση της δευτερεύουσας εισόδου θα πρέπει να πραγματοποιείται ανεξάρτητα από την οδό, με προτεραιότητα (κατά βάση σε απόσταση 6,00 m) σε διαχωριστική νησίδα. Το πλάτος της νησίδας είναι συνήθως 2,50 m.

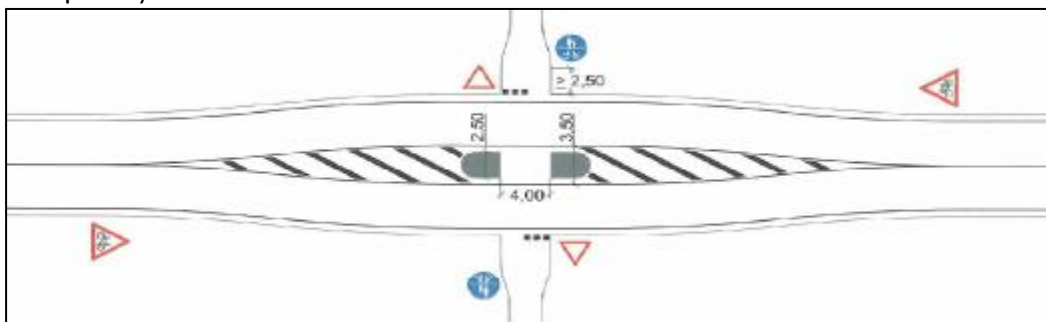
Εάν βρισκόμαστε στην ίδια περίπτωση αλλά στην κατηγορία EKL 4, υπάρχει πιθανότητα για λόγους κυκλοφοριακής ποιότητας να έχουν προτεραιότητα οι πεζοί και οι ποδηλάτες και όχι να παρέχουν προτεραιότητα όπως στην EKL 3. Αυτό ισχύει βέβαια και για εισόδους σε οδούς της κατηγορίας EKL 3, εάν παρουσιάζουν χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο. Τέλος, η διάβαση θα πρέπει να πραγματοποιείται κοντά στην κύρια οδό (κατά βάση έως και 4,00 m) μέσω της διαχωριστικής νησίδας.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η διάβαση σηματοδοτεί την προτεραιότητα των ποδηλατών σε σχέση με τα οχήματα, τα οποία εισέρχονται στην δευτερεύουσα είσοδο. Εκτός απ' αυτά η παραχώρηση προτεραιότητας περιορίζεται μόνο, παρόλο της ύπαρξης της διάβασης, για τα δεξιά στρέφοντα οχήματα στην δευτερεύουσα οδό.

Εάν ο κυκλοφοριακός φόρτος της κύριας οδού είναι χαμηλός και ο κόμβος είναι μικρός, το οδόστρωμα του ποδηλατοδρόμου, για λόγους ασφαλείας θα πρέπει να χρωματίζεται κόκκινο έτσι ώστε να αναγνωρίζονται έγκαιρα τα δεξιά στρέφοντα οχήματα. Το πλάτος της διάβασης είναι κατά κανόνα 2,50 m.

Στην περίπτωση που η κυκλοφορία ποδηλατών και πεζών πραγματοποιείται παράλληλα στο κύρια οδό και ο φόρτος δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλός, θα πρέπει η κυκλοφορία τους να πραγματοποιείται σε ειδική διάβαση μέσω της διαχωριστικής νησίδας.

Μη μηχανοκίνητη κίνηση που πραγματοποιεί αριστερή στρέφουσα κίνηση, θα πρέπει να καθοδηγείται έμμεσα σε περίπτωση κοινού πεζοδρομίου για πεζούς και ποδηλάτες.



Σχήμα 6.1: Κεντρική νησίδα με διάβαση για ποδηλάτες και πεζούς.

Όταν οι πεζοί και οι ποδηλάτες επιθυμούν να διασχίσουν την κύρια οδό, είναι σκόπιμο για την ασφαλή διάβαση τους, η κατασκευή κεντρικής νησίδας. Αυτή μπορεί να τοποθετηθεί σε κόμβους με τύπο αριστερής στροφής LA2 και LA3, στην περιοχή αποκλεισμού δίπλα από την λωρίδα αριστερής στροφής. Το κατασκευαστικό πλάτος, μαζί με την κεντρική νησίδα είναι 3,50 m. Στην περιοχή κατά μήκος της κεντρικής νησίδας, το πλάτος μεταξύ της εξωτερικής λωρίδας κυκλοφορίας και της νησίδας είναι 0,50 m. Το πλάτος της περιοχής αναμονής στην περιοχή της κεντρικής νησίδας είναι 4,00 m.

Τέλος, πάντα θα πρέπει να ελέγχεται εάν απαιτείται μείωση της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας.

Στους τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους, για την ασφαλέστερη διάβαση πεζών, θα πρέπει να τοποθετούνται φωτεινοί σηματοδότες.

6.2.2 Με φωτεινή σηματοδότηση

Η κίνηση των πεζών και ποδηλατών σε ισόπεδους κόμβους(τρισκελείς και τετρασκελείς) με φωτεινό σηματοδότη είναι πολύ πιο απλή απ'αυτή χωρίς σηματοδότη. Η κυκλοφορία πεζών και ποδηλατών λαμβάνεται υπόψη στην κεντρική διαχείριση του συστήματος φωτεινής σηματοδότησης βάση των RiLSA. Η διάβαση μέσω της κύριας εισόδου πρέπει να είναι χρωματισμένη κόκκινη με πλάτος 4,00 m και πραγματοποιείται κυρίως κοντά στην δευτερεύουσα οδό(κατά κανόνα μέχρι 4,00 m απόσταση).

Στην περίπτωση δεξιάς στροφής τύπου RA1, θα πρέπει για τα δεξιά στρέφοντα οχήματα σε συνδυασμό με τους πεζούς, να υπάρχει ξεχωριστός φωτεινός σηματοδότης.

6.3 ΚΙΝΗΣΗ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Σε περιοχές συγκοινωνιακών κόμβων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μέσω της χωροθέτησης και της διαμόρφωσης των στάσεων, οι ανάγκες των μέσων μαζικής μεταφοράς, αφού σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012, οι επιπρόσθετες λωρίδες κίνησης για τα Μ.Μ.Μ. δεν εφαρμόζονται. Στον οδηγό θα πρέπει να παρέχεται το απαιτούμενο μήκος για στάση μέσω διαγραμμισμένων περιοχών αναμονής, οι οποίες θα συνδέονται με διαβάσεις.

Σε οδούς της κατηγορίας EKL 1, θα πρέπει οι στάσεις να διαχωρίζονται από τις λωρίδες κυκλοφορίας με κατασκευαστικές διατάξεις.

Σε οδούς της EKL 2 και σε εκείνες της EKL 3 με αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο, οι στάσεις διαμορφώνονται με εσοχές.

Σε οδούς της EKL 4 οι στάσεις προσημαίνονται με κατάλληλες διαγραμμίσεις στο οδόστρωμα και τοποθετούνται συνήθως μετά το συγκοινωνιακό κόμβο.

Σε ισόπεδους κόμβους χωρίς φωτεινούς σηματοδότες, οι στάσεις τοποθετούνται πριν τον συγκοινωνιακό κόμβο ενώ στην περίπτωση φωτεινών σηματοδοτών, η

χωροθέτηση των στάσεων δεν προβλέπει περιορισμό. Συνίσταται ωστόσο, η τοποθέτηση των στάσεων πριν τον συγκοινωνιακό κόμβο, ώστε να διευκολύνεται η είσοδος των Μ.Μ.Μ στην κυκλοφορία.

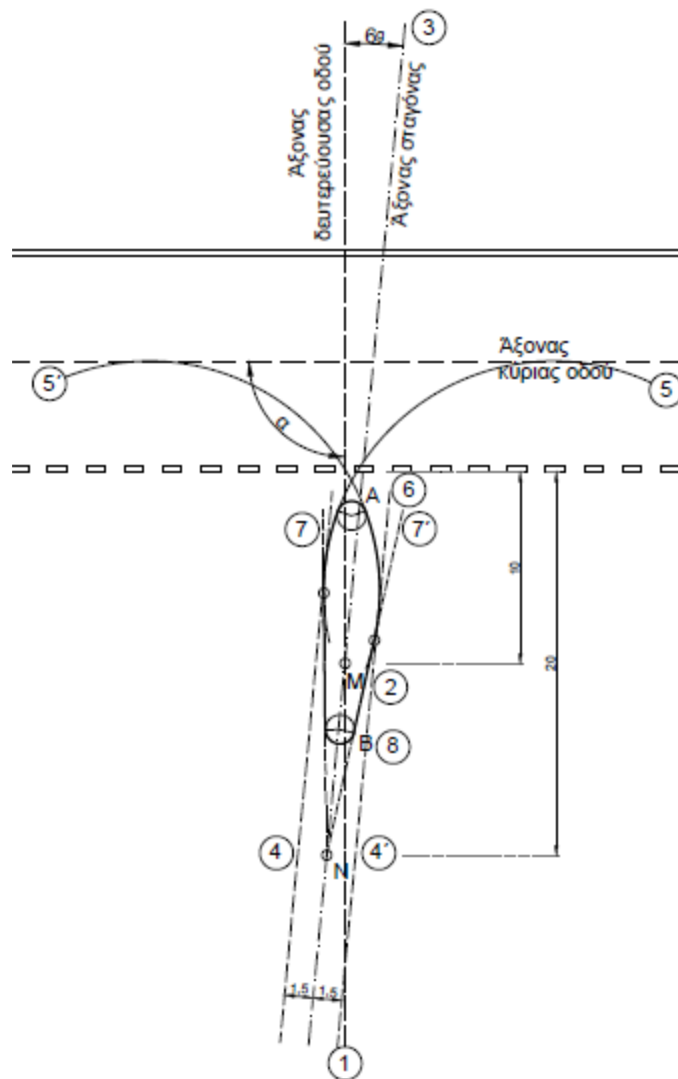
Στην περίπτωση δεξιόστροφων καμπυλών, θα πρέπει να αποφεύγεται η κατασκευή εσοχών για στάση ή να εξασφαλίζεται επαρκής ορατότητα για τα Μ.Μ.Μ.

Επιπλέον, σε δευτερεύουσες εισόδους κόμβων των οδών ΕΚΛ 3 λαμβάνοντας υπόψη τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον βαθμό εξυπηρέτησης της στάσης, αυτή μπορεί να προσημαίνεται με κατάλληλη διαγράμμιση στο οδόστρωμα.

7. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

7.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΚΡΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ

Τα βήματα κατασκευής της μικρής σταγόνας για γωνία διασταυρώσεως $\alpha=80^\circ$ έως 120° gon είναι κατά RAL-2012 τα εξής :



Σχήμα 7.1: κατασκευή μικρής σταγόνας.

- (1) Καθορισμός του άξονα της δευτερεύουσας οδού.
- (2) Καθορισμός ενός σημείου M στον άξονα της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο σε απόσταση 10 m από την οριογραμμή της κύριας οδού.
- (3) Σχεδιάζεται άξονας της σταγόνας που διέρχεται από το M και σχηματίζει γωνία 6° προς τα δεξιά με τον άξονα (1).

- (4) Σχεδιασμός δυο βοηθητικών ευθειών (4 και 4') σε απόσταση 1,50 m αριστερά και δεξιά από τον άξονα της σταγόνας.
- (5) Σχεδιασμός δύο κυκλικών τόξων (5 και 5') για την αριστερά στρέφουσα κίνηση με $R = 12$ m. Σύμφωνα με τους RAL-2012 το κυκλικό τόξο (5) εφάπτεται για τους τύπους αριστερής στροφής LA1, LA2 και LA3, στην αριστερή άκρη της αριστερής στροφής και στην αριστερή κατά το Βήμα (4) βοηθητική γραμμή. Στον τύπο αριστερής στροφής LA4 ξεκινά το κυκλικό τόξο από τον άξονα της κύριας οδού. Σε τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους, με τον τύπο εισόδου ΚΕ1, θα πρέπει η ακτίνα να αυξάνεται σε 15 m, ώστε να εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη αριστερή στροφή. Όσον αφορά το κυκλικό τόξο 5' για την αριστερά στρέφουσα κίνηση (είσοδο στον κόμβο) με $R = 12$ m, στον τύπο αριστερής στροφής LA4, μπορεί να μειωθεί λίγο η ακτίνα (το πολύ μέχρι $R = 10$ m). Αυτό το κυκλικό τόξο εφάπτεται στους τύπους αριστερής στροφής LA1, LA2 και LA3, στην δεξιά βοηθητική γραμμή του βήματος (4) και στην αριστερή άκρη της λωρίδας κυκλοφορίας της κυρίας οδού, στην οποία θα γίνεται η είσοδος. Στον τύπο αριστερής στροφής LA4 τελειώνει το κυκλικό τόξο στον άξονα της κυρίας οδού. Για γωνία διασταυρώσεως $\alpha < 100$ gon θα πρέπει η ακτίνα του (5') να μειωθεί σε 8 m, για να επιτευχθεί η απαιτούμενη μορφή σταγόνας.
- (6) Στρογγυλοποίηση της μπροστινής κεφαλής της σταγόνας (σημείο Α) μεταξύ των δύο κυκλικών τόξων για τους αριστερά στρέφοντες με ακτίνα $R = 0,75$ m.
- (7) Φέρονται δυο ευθειών (7 και 7') εφαπτόμενες στα κυκλικά τόξα 5 και 5' που τέμνουν τον άξονα της σταγόνας σε απόσταση 20 m (σημείο Ν) από την οριογραμμή της κύριας οδού.
- (8) Στρογγυλοποίηση της όπισθεν κεφαλής (σημείο Β) με $R = 0,75$ m.

7.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ

Τα βήματα κατασκευής της μεγάλης σταγόνας για γωνία διασταυρώσεως $\alpha = 80$ έως 120 gon είναι τα εξής :

- (1) Καθορισμός του άξονα της κύριας οδού.
- (2) Καθορισμός του άξονα της δευτερεύουσας οδού.
- (3) Κατασκευή μιας παράλληλης ευθείας προς τον άξονα της δευτερεύουσας οδού. Σε περίπτωση κάθετης εισόδου στον κόμβο ($\alpha = 100$ gon), η απόσταση e της ευθείας είναι 2,50 m. Για μεταβολή της γωνίας κατά 1 gon η απόσταση μεταβάλλεται κατά 0,05 m.
- (4) Κατασκευή ενός κυκλικού τόξου για την αριστερά εισερχόμενη κίνηση στον κόμβο. Το κυκλικό αυτό τόξο εφάπτεται από την μία στην παράλληλη ευθεία

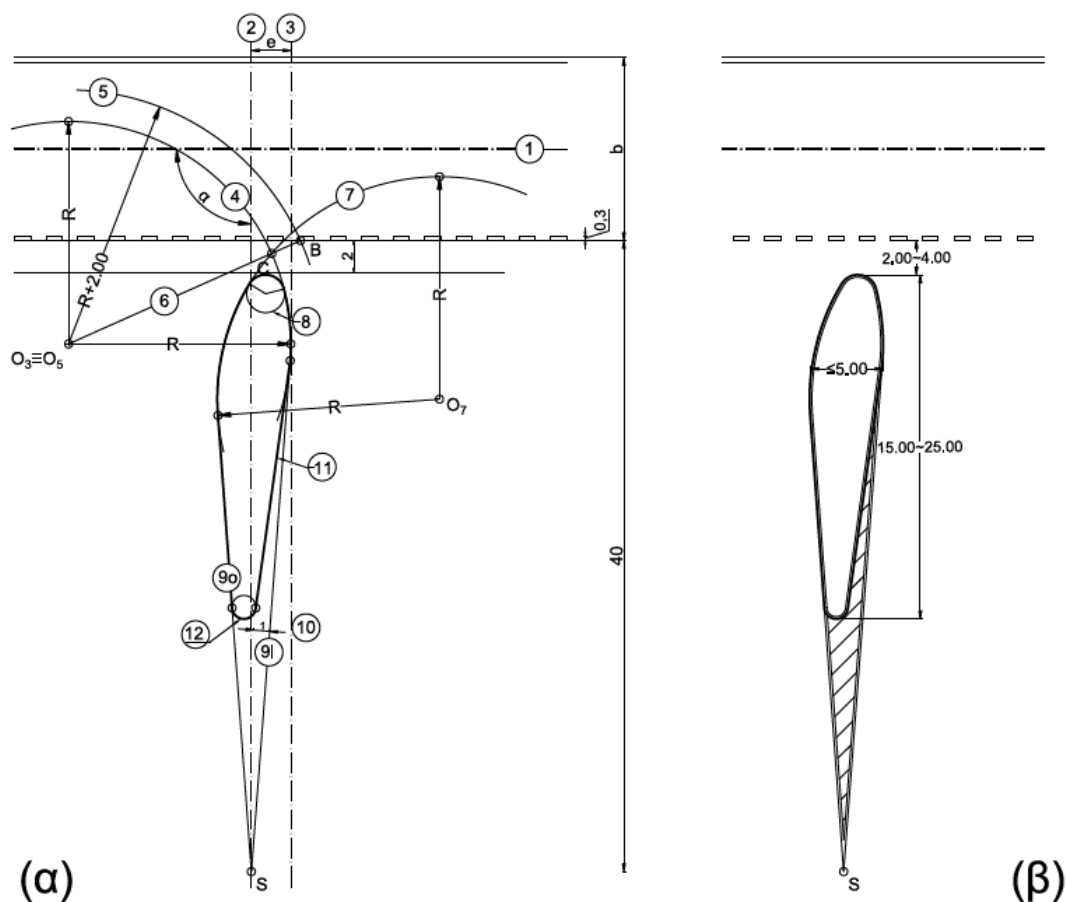
- προς τον άξονα της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο και από την άλλη σ'εκείνη την αριστερή άκρη του οδοστρώματος της κυρίας οδού, στην οποία επιθυμείται η είσοδος. Σε τρισκελείς ισόπεδους κόμβους το κυκλικό τόξο για την αριστερά στρέφουσα κίνηση είναι κατά 2,50 m μεγαλύτερο από το πλάτος του οδοστρώματος της κύριας οδού. Σε τετρασκελείς, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη αριστερή στροφή βάσει του Πίνακα 7.1.
- (5) Σχεδιασμός ενός κυκλικού τόξου με ακτίνα μεγαλύτερη κατά 2,00 m γύρω από το ίδιο κέντρο όπου κατασκευάστηκε η λωρίδα αριστερής στροφής ($O_3=O_5$).
 - (6) Σύνδεση του κέντρου του κύκλου με το σημείο όπου το κυκλικό τόξο τέμνει την κύρια οδό μέσω ευθείας(B). Προσδιορισμός του σημείου C, στο οποίο αυτή η ευθεία τέμνει το κυκλικό τόξο του βήματος (4).
 - (7) Κατασκευή ενός κυκλικού τόξου για την αριστερή στρέφουσα κίνηση, ώστε να περνά από το σημείο τομής C και ταυτόχρονα να εφάπτεται στην αριστερή άκρη της κύριας οδού, από την οποία πραγματοποιείται η αριστερή στροφή. Η τομή των κυκλικών τόξων (4) και (7), προσδιορίζει σε απόσταση 2m έως 4m απ την εξωτερική οριογραμμή, το τμήμα της μπροστινής κεφαλής της μεγάλης σταγόνας. Η ακτίνα του κυκλικού τόξου για τους αριστερά στρέφοντες είναι σε τρισκελείς ισόπεδους κόμβους κατά κανόνα όσο η ακτίνα της αριστερής στροφής των εισερχόμενων οχημάτων στον κόμβο. Ωστόσο θα πρέπει να τηρείται πλάτος σταγόνας από 3 έως 5 m(στους RAS-K-1 αναφέρεται πλάτος από 1.5 έως 5). Σε τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους, η ακτίνα για τους αριστερά στρέφοντες προκύπτει από τον Πίνακα 7.1.
 - (8) Στρογγυλοποίηση της μπροστινής κεφαλής της σταγόνας με $R \geq 0,75$ m.
 - (9) Σχεδιασμός δύο ευθειών ($9_0, 9_i$), οι οποίες από την μία εφάπτουν το κυκλικό τόξο της αριστερής στροφής και από την άλλη τον άξονα της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο σε απόσταση 40 m από την οριογραμμή της κύριας οδού.
 - (10) Προσαρμογή της διάστασης των 2,50 m κάθετα στον άξονα της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο μεταξύ των δύο αυτών ευθειών.
 - (11) Από τη δεξιά του άξονα ευρισκόμενη ευθυγραμμία, τοποθετείται 1 m προς τα αριστερά και από το σημείο αυτό χαράσσεται μια νέα ευθεία, η οποία εφάπτει το κυκλικό τόξο του βήματος (4).
 - (12) Στρογγύλευση της κάτω κεφαλής της σταγόνας με $R \geq 0,75$ m.

Γωνία διασταυρώσεως (gon)	Ακτίνα εισόδου (m)	Ακτίνα εξόδου (m)	Κάθετη μετατόπιση με ύπαρξη φωτεινής σηματοδότησης (m)
80	10	18	1.00
100	15	15	3.00
120	20	11	3.00

Πίνακας 7.1: Ακτίνες εισόδου, εξόδου και μετατόπιση των σταγόνων σε τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους.

Παρατηρήσεις

- Όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.2(β), η επιφάνεια που δεν υπερκαλύπτεται απ την νησίδα, αποτελεί διαγραμμισμένη απαγορευτική επιφάνεια.
- Σε τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους με τύπο εισόδου ΚΕ1, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι άξονες της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο μετατοπίζονται προς τα δεξιά, βάσει του Πίνακα 7.1.
- Σε τετρασκελείς ισόπεδους κόμβους με τύπο εισόδου ΚΕ1, στην περίπτωση ταυτόχρονης αριστερής στροφής, ίσως απαιτηθεί να μειωθεί η απόσταση e του βήματος (3) μεταξύ των παραλλήλων κατά 2 m (για $\alpha=100gon$). Η αριστερή στροφή θα πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω διαπλάτυνσης του οδοστρώματος της.



Σχήμα 7.2 : Κατασκευή μεγάλης σταγόνας.

7.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕ ΣΦΗΝΑ ΕΞΟΔΟΥ

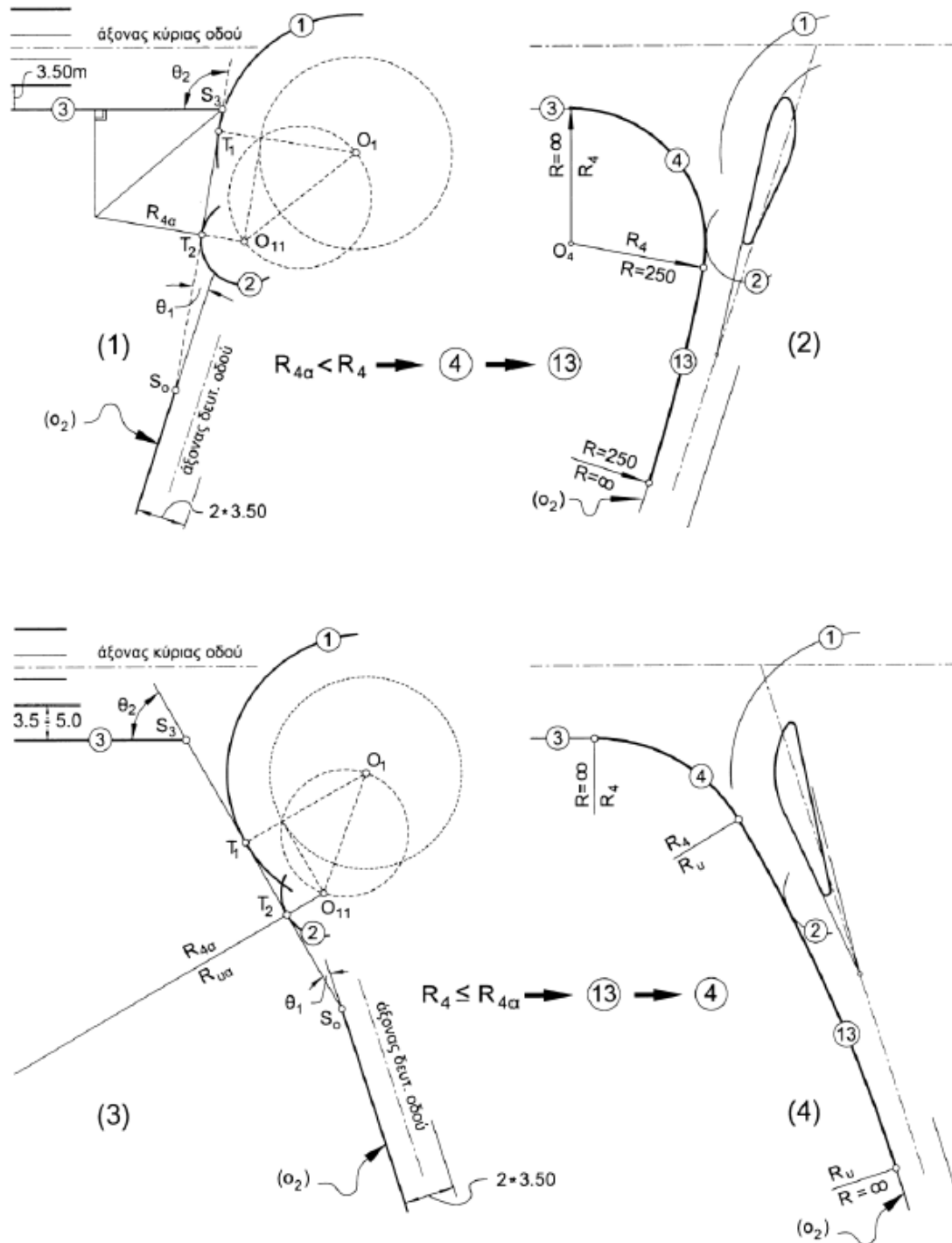
Έχοντας ολοκληρώσει το σχεδιασμό της μεγάλης σταγόνας, ακολουθούν παρακάτω τα βήματα για την κατασκευή δεξιάς οριογραμμής και τριγωνικής νησίδας με σφήνα εξόδου σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς RAL-2012 και RAS-K-1.

	RAS-K-1	RAL-2012
1	Χαράζεται κύκλος O1 για την αριστερή στρέφουσα κίνηση με $R1=R+6.5 \text{ m}$.	Χαράζεται κύκλος O1, κέντρου M_{LA} , για την αριστερή στρέφουσα κίνηση με $R1=R+6.5 \text{ m}$.
2	Χαράζεται κύκλος O2 με κέντρο αυτό του κύκλου ουράς της σταγόνας με $R2=5.50+0.75=6.25\text{m}$.	Χαράζεται κύκλος O2 με κέντρο, το χαμηλότερο σημείο της ουράς της σταγόνας με $R2=5.50\text{m}$
3	Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία στην οριογραμμή του κύριου οδοστρώματος σε απόσταση 3.50m έως 5,00m .	Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία στην οριογραμμή του κύριου οδοστρώματος σε απόσταση 3.25m .
4	Χαράζεται κοινή εφαπτομένη T1T2 των κύκλων O1O2 η οποία τέμνει την παράλληλη που χαράχθηκε στο προηγούμενο βήμα (S3) και την οριογραμμή O2 στο(S0). Προσδιορίζονται οι αποστάσεις S3T2, S0T2 και η ακτίνα R4: $R4 = \begin{cases} 25 \text{ m}, & 100^\circ \leq \alpha \\ 0.25 \alpha \text{ m}, & 80^\circ \leq \alpha < 100^\circ \end{cases}$ $R4\alpha = \frac{S3T2}{\tan(\theta_2/2)}$ Εάν $R4\alpha \leq R4$, χαράζονται ένας κύκλος(4)εφαπτόμενος των (3) και (2) και κύκλος(13) εφαπτόμενος των (4) και O2 με $Ru=250\text{m}$. Αλλιώς υπολογίζεται η $Ru\alpha = \frac{S0T2}{\tan(\theta_1/2)}$ Αν η $Ru\alpha \leq 250 \text{ m}$: (α)χαράζεται κύκλος (13) εφαπτόμενος των (2) και (ο2) με ακτίνα $Ru = 250 \text{ m}$. (β) χαράζεται κύκλος (4) εφαπτόμενος των (13) και (3) με ακτίνα R4. Αν $Ru\alpha > 250 \text{ m}$ τότε:	Προσαρμογή ενός κυκλικού τόξου για την δεξιά στρέφουσα κίνηση που εφάπτεται στον βοηθητικό κύκλο του Βήματος (2) και της παράλληλης του Βήματος (3). Η ακτίνα του τόξου είναι κατά βάση: για $\alpha < 80 \text{ gon}$ είναι 20m και για $\alpha > 100 \text{ gon}$ είναι 25 m , για γωνίες διασταυρώσεως .

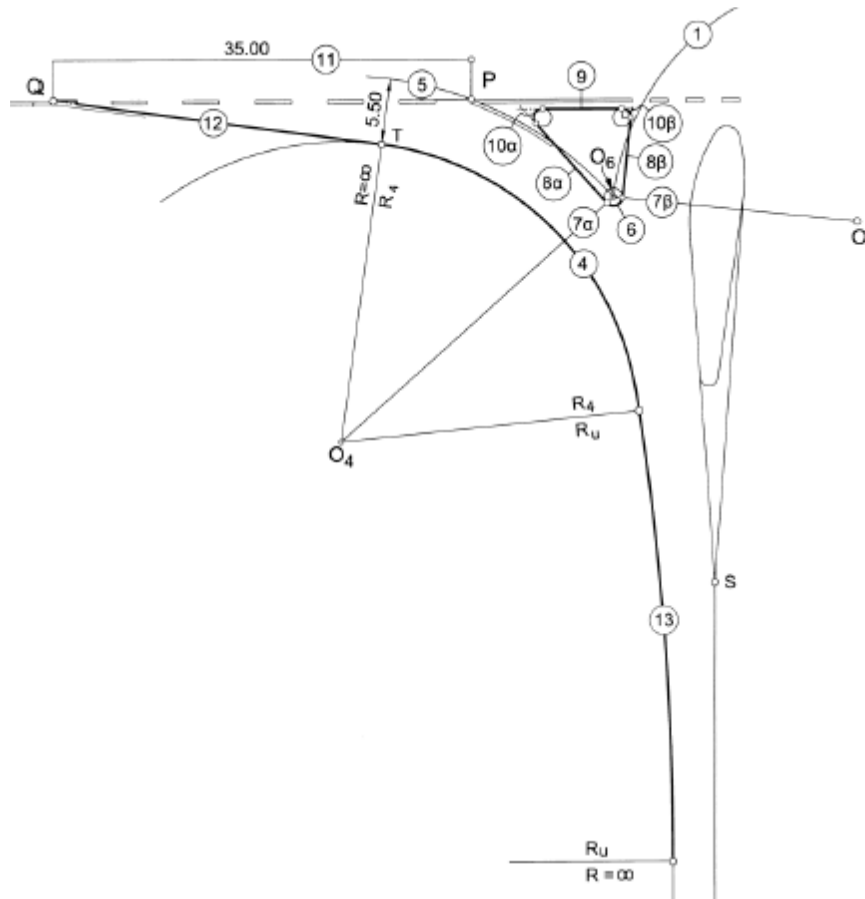
	(α) χαράζεται κύκλος (13) εφαπτόμενος των (2) και (ο2) με ακτίνα $R_u = R_{uα}$. (β) χαράζεται κύκλος (4) εφαπτόμενος των (13) και (3) με ακτίνα R_4. (σχήμα)	
5	Χαράζεται κύκλος (5) που είναι ομόκεντρος με τον (4) και έχει ακτίνα μεγαλύτερη κατά 5.50 m, δηλαδή $R_5 = R_4 + 5.50 \text{ m}$.	Κατασκευή ενός βοηθητικού κύκλου O5 γύρω από το κέντρο του κατασκευασμένου τόξου του Βήματος (4), M_{RA} ακτίνας $R = R_{RA} + 5,50 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$. Το σημείο τομής του O5 με τον βοηθητικό κύκλο του Βήματος (1) είναι το κέντρο για την στρογγύλευση ($R=0,50\text{m}$) της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας.
6	Εκεί που τέμνεται ο (1) με τον (5) είναι το κέντρο κύκλου O6 με $R=0.50\text{m}$ της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας.	Προσαρμογή κυκλικού τόξου R_u στο τόξο του Βήματος (4) και στην οριογραμμή της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο.
7	Σχεδιάζονται οι ευθείες (7α) και (7b) που ενώνουν το κέντρο της ακτίνας στρογγύλευσης της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας με τα κέντρα των βοηθητικών κύκλων (1) και (4).	Σχεδιάζονται οι ευθείες που ενώνουν το κέντρο της ακτίνας στρογγύλευσης της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας με το κέντρο (M_{LA}) του βοηθητικού κύκλου (1) και του τόξου με κέντρο M_{RA}.
8	Σχεδιάζονται οι ευθείες (8α) και (8b) ως κάθετες στις δύο ευθείες του βήματος (7) στα σημεία τομής τους με τον κύκλο (6).	Διερεύνηση της παράπλευρης ακμής της τριγωνικής νησίδας ως κάθετη στις δύο ευθείες του βήματος (7). Γίνεται στρογγύλευση ($R=0.50\text{m}$) του κάτω άκρου της νησίδας που προκύπτει απ τις δυο κάθετες.
9	Σχεδιάζεται ευθεία παράλληλη στον άξονα της κύριας οδού σε απόσταση α από την εξωτερική παρειά της λωρίδας καθοδήγησης. Είναι :	Καθορισμός της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή της κύριας οδού.

	$\alpha=0.50$ m σε οδούς των ομάδων κατηγοριών A,B χωρίς λωρίδες πολλαπλών χρήσεων και $\alpha=0.00$ m με λωρίδες πολλαπλών χρήσεων και στην κατηγορία C.	
10	Στρογγύλευση της μπροστινής κεφαλής που σχηματίστηκε μεταξύ των καθέτων του βήματος (7) και της παράλληλης ευθείας του βήματος (9).	Γίνεται Στρογγύλευση ($R=0,50$ m) στις κεφαλές του τριγώνου που σχηματίστηκε μεταξύ των καθέτων του βήματος (8) και της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή.
11	Καθορισμός του σημείου τομής P μεταξύ του βοηθητικού κύκλου του βήματος (5) και της οριογραμμής της κύριας οδού.	Καθορισμός του σημείου τομής P μεταξύ του βοηθητικού κύκλου του βήματος (5) και της οριογραμμής της κύριας οδού.
12	Απομάκρυνση του ανοίγματος εισόδου από το σημείο P με απόσταση 35 m επί της οριογραμμής της κύριας οδού, ορίζεται σημείο Q.	Απομάκρυνση του ανοίγματος εισόδου από το σημείο P με απόσταση 35 m επί της οριογραμμής της κύριας οδού, ορίζεται σημείο Q.
13	Σχεδιάζεται ευθεία που ενώνει το σημείο Q με τον κύκλο (4).	Ενώνεται το σημείο Q με το τόξο του βήματος (4) μέσα από μια ευθεία στη λωρίδα εξόδου και με την παράλληλη του Βήματος (3) με εισαγωγή του στενέματος στην αρχή του ανοίγματος σε δεξιά στρεφόμενη λωρίδα.

Πίνακας 7.2: Σύγκριση βημάτων κατασκευής δεξιάς οριογραμμής με τριγωνική νησίδα και σφήνα εξόδου.



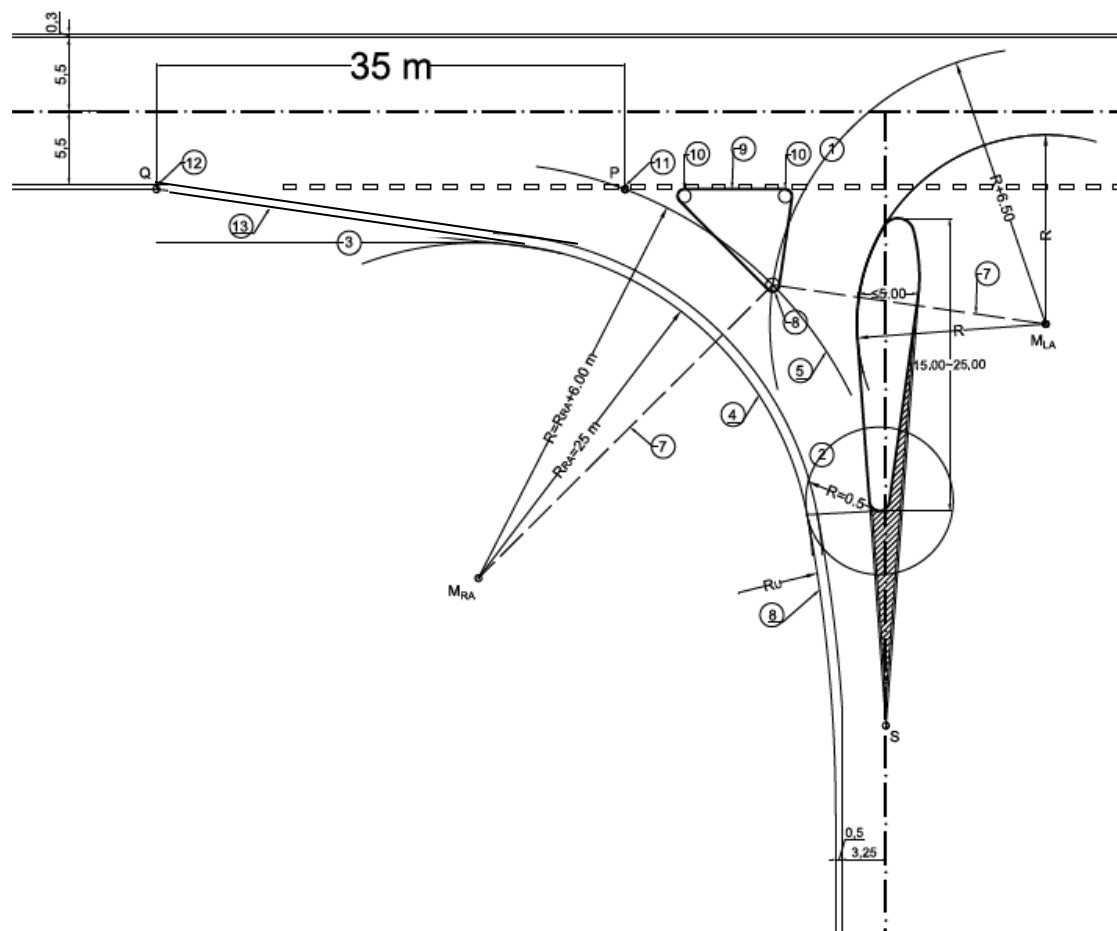
Σχήμα 7.3: Χάραξη δεξιάς οριογραμμής της λωρίδας εξόδου από την κύρια οδό (RAS-K-1).



Σχήμα 7.4: Χάραξη δεξιάς οριογραμμής της λωρίδας εξόδου από την κύρια οδό (RAS-K-1).

Παρατηρήσεις

- Η παρακάτω κατασκευή λαμβάνει χώρο σύμφωνα με τους RAL-2012 κατά κανόνα στους τύπους δεξιάς στροφής RA3, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε κόμβους χωρίς σύστημα φωτεινής σηματοδότησης. Δεν είναι κατάλληλος τύπος για ποδηλάτες και πεζούς. Η τελική στρογγύλευση πραγματοποιείται με κυκλικό τόξο, μια τριγωνική νησίδα και μια μεγάλη σταγόνα. Η ακτίνα του κυκλικού τόξου είναι 25 m και το πλάτος του οδοστρώματος μεταξύ τελικής στρογγύλευσης και τριγωνικής νησίδας είναι 5,50 m.



Σχήμα 7.5: Κατασκευή δεξιάς οριογραμμής και τριγωνικής νησίδας με σφήνα εξόδου.

7.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕ ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ

Στην κατασκευή δεξιάς οριογραμμής εξόδου και τριγωνικής νησίδας με λωρίδα επιβράδυνσης, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις οδηγίες μεταξύ γερμανικών κανονισμών RAS-K-1 και RAL-2012.

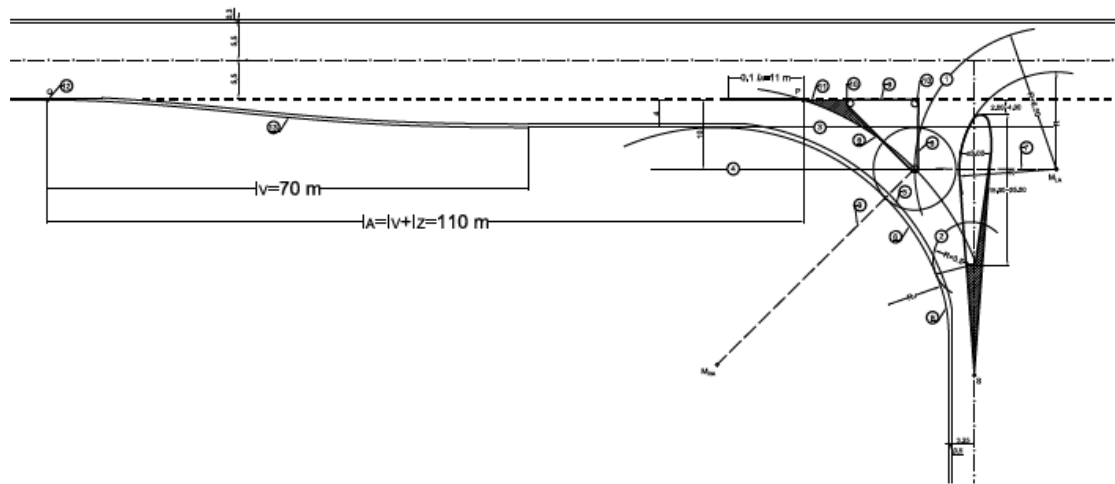
Αφού έχει προηγηθεί η σχεδίαση της μεγάλης σταγόνας, συνεχίζουμε στον σχεδιασμό της δεξιάς οριογραμμής εξόδου με τριγωνική νησίδα και λωρίδα επιβράδυνσης σύμφωνα με τις οδηγίες των RAL-2012.

- (1) Χαράζεται κύκλος O1 για την αριστερή στρέφουσα κίνηση με $R1=R+6.5 \text{ m}$.
- (2) Χαράζεται κύκλος O2 με κέντρο, το χαμηλότερο σημείο της ουράς της σταγόνας με $R2=5.50\text{m}$
- (3) Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία στην οριογραμμή του κύριου οδοστρώματος σε απόσταση **3.25m**. *(Στους RAS-K-1, η ευθεία χαράζεται σε απόσταση από 3.00m έως 5.00m)*
- (4) Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία (4) από την άκρη της οριογραμμής σε απόσταση η οποία έχει το επιθυμητό μήκος της άκρης της τριγωνικής νησίδας που βρίσκεται απέναντι απ τη σταγόνα. Αυτό το μήκος επιλέγεται ώστε η διάβαση πάνω απ τη δευτερεύουσα είσοδο στον κόμβο να γίνεται σε σταθερή απόσταση με την οριογραμμή της κύριας οδού τόσο πάνω απ την τριγωνική νησίδα όσο και από την σταγόνα. Το σημείο της παράλληλης με τον κύκλο (1) μπορεί να είναι το σημείο κέντρου της ακτίνας στρογγύλευσης ($R= 0,50 \text{ m}$) της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας.
- (5) Κατασκευή ενός βοηθητικού κύκλου O5 γύρω από το κέντρο που βρέθηκε στο Βήμα (4) με ακτίνα ίση με $R= 5,50 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$.
- (6) (α) Προσαρμογή του κυκλικού τόξου με επαναλαμβανόμενη ακτίνα (κέντρο M_{RA}) ώστε να εφάπτεται στους κύκλους του βήματος (2) και (5) και στην παράλληλη στην οριογραμμή ευθεία του βήματος (3).
(β) Προσαρμογή ενός κατάλληλου κυκλικού τόξου R_u μεταξύ του τόξου του προηγούμενου βήματος και της οριογραμμής της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο.
- (7) Σχεδιάζονται οι ευθείες που ενώνουν το κέντρο της ακτίνας στρογγύλευσης της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας με το κέντρο(M_{LA}) του βοηθητικού κύκλου (1) και του τόξου με κέντρο M_{RA} .
- (8) Διερεύνηση της παράπλευρης ακμής της τριγωνικής νησίδας ως κάθετη στις δύο ευθείες του βήματος(7) και στρογγύλευση($R=0.50\text{m}$) του κάτω άκρου της νησίδας που προκύπτει απ τις δυο κάθετες.
- (9) Καθορισμός της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή της κύριας οδού. *(Στους RAS-K-1 ,η άκρη της τριγωνικής νησίδας είναι ευθεία παράλληλη στον άξονα της κύριας οδού, σε απόσταση $\alpha=0,50\text{m}$ για υπεραστικές οδούς, από την εξωτερική παρειά της λωρίδας καθοδήγησης)*

- (10) Γίνεται στρογγύλευση ($R=0,50m$) στις κεφαλές του τριγώνου που σχηματίστηκε μεταξύ των καθέτων του βήματος (8) και της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή.
- (11) Καθορισμός του σημείου τομής μεταξύ του βοηθητικού κύκλου του βήματος (5) και της οριογραμμή της κυρίας οδού.
- (12) Το σημείο Q που απέχει απόσταση ($l_v + l_z=110\text{ m}$) m από το σημείο P.
- (13) Ενώνεται το σημείο Q με την παράλληλη του Βήματος (3) με λωρίδα επιβράδυνσης.

Παρατηρήσεις

- Για την κατασκευή του σχήματος 7.6, για την χάραξη της παράλληλης ευθείας του βήματος (4), εκλέγεται αυθαίρετα μήκος 10 m.
- Η παρακάτω κατασκευή λαμβάνει χώρο σύμφωνα με τους RAL-2012 κατά κανόνα στους τύπους δεξιάς στροφής RA1, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε ισόπεδους κόμβους με σύστημα φωτεινής σηματοδότησης. Αυτός ο τύπος επιτρέπει την κυκλοφορία των πεζών και ποδηλατών. Η στρογγύλευση των γωνιών πραγματοποιείται με απλό κυκλικό τόξο, η ακτίνα του οποίου προκύπτει απ τις υπάρχουσες γεωμετρικές συνθήκες, με τριγωνική νησίδα και μεγάλη σταγόνα.
- Στο βήμα (8), στους ισόπεδους τετρασκελείς κόμβους, πρέπει η τριγωνική πλευρά που αρμόζει στην σταγόνα να προσαρμοστεί στην διασταυρούμενη πορεία. Εάν προκύψουν μήκη ακμών πάνω από περίπου 8m – 10 m, τότε μπορεί να είναι καταλληλότερο, η πλευρά της δεξιά στρεφόμενης διεύθυνσης της τριγωνικής νησίδας να εκτελεστεί ως παράλληλη στην οριογραμμή των δεξιά στρεφόμενων σε απόσταση 5,50m.



Σχήμα 7.6: Κατασκευή δεξιάς οριογραμμής εξόδου και τριγωνικής νησίδας με λωρίδα επιβράδυνσης.

7.5 ΣΥΓΚΡΙΞΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΜΕ ΛΩΡΙΔΑ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΦΗΝΑΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΤΑ RAL-2012

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται σύγκριση των βημάτων χάραξης δεξιάς οριογραμμής εξόδου με λωρίδα επιβράδυνσης και σφήνα εξόδου σύμφωνα με τις οδηγίες των γερμανικών κανονισμών RAL-2012.

	Με λωρίδα επιβράδυνσης	Με σφήνα εξόδου
1	Χαράζεται κύκλος O1 για την αριστερή στρέφουσα κίνηση με $R1=R+6.5 \text{ m}$.	Χαράζεται κύκλος O1 για την αριστερή στρέφουσα κίνηση με $R1=R+6.5 \text{ m}$.
2	Χαράζεται κύκλος O2 με κέντρο, το χαμηλότερο σημείο της ουράς της σταγόνας με $R2=5.50\text{m}$	Χαράζεται κύκλος O2 με κέντρο, το χαμηλότερο σημείο της ουράς της σταγόνας με $R2=5.50\text{m}$.
3	Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία στην οριογραμμή του κύριου οδοστρώματος σε απόσταση 3.25m.	Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία στην οριογραμμή του κύριου οδοστρώματος σε απόσταση 3.25m.
4	Χαράζεται μια παράλληλη ευθεία (4) από την άκρη της οριογραμμής σε απόσταση η οποία έχει το επιθυμητό μήκος της άκρης της τριγωνικής νησίδας που βρίσκεται απέναντι απ τη σταγόνα. Αυτό το μήκος επιλέγεται ώστε η διάβαση πάνω απ τη δευτερεύουσα είσοδο στον κόμβο να γίνεται σε σταθερή απόσταση με την οριογραμμή της κύριας οδού τόσο πάνω απ την τριγωνική νησίδα όσο και από την σταγόνα. Το σημείο της παράλληλης με τον κύκλο (1) μπορεί να είναι το σημείο κέντρου της ακτίνας στρογγύλευσης ($R= 0,50 \text{ m}$) της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας.	Προσαρμογή ενός κυκλικού τόξου για την δεξιά στρέφουσα κίνηση που εφάπτεται στον βοηθητικό κύκλο του Βήματος (2) και της παράλληλης του Βήματος (3). Η ακτίνα του τόξου είναι κατά βάση: για $\alpha < 80 \text{ gon}$ είναι 20m και για $\alpha > 100 \text{ gon}$ είναι 25 m , για γωνίες διασταυρώσεως .

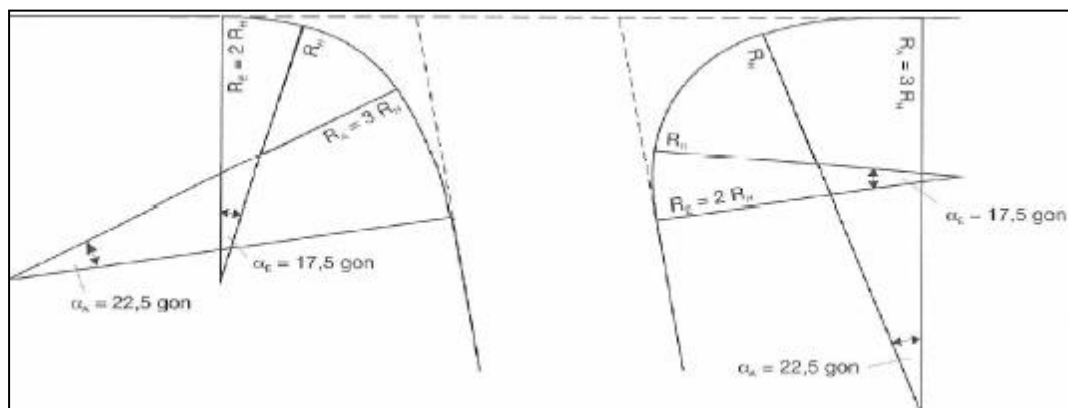
5	Κατασκευή ενός βοηθητικού κύκλου Ο5 γύρω από το κέντρο που βρέθηκε στο Βήμα (4) με ακτίνα ίση με $R = 5,50 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$.	Κατασκευή ενός βοηθητικού κύκλου Ο5 γύρω από το κέντρο του κατασκευασμένου τόξου του Βήματος (4) με ακτίνα ίση με $R = R_{RA} + 5,50 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$. Το σημείο τομής του Ο5 με τον βοηθητικό κύκλο του Βήματος (1) είναι το κέντρο για την στρογγύλευση ($R=0,50\text{m}$) της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας.
6	α)Προσαρμογή του κυκλικού τόξου με επαναλαμβανόμενη ακτίνα ώστε να εφάπτεται τους κύκλους του βήματος (2)και (5) και την παράλληλη στην οριογραμμή ευθεία του βήματος (3). (β)Προσαρμογή ενός κατάλληλου κυκλικού τόξου R_u μεταξύ του τόξου του προηγούμενου βήματος και της οριογραμμής της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο.	Προσαρμογή κυκλικού τόξου R_u στο τόξο του Βήματος (4) και στην οριογραμμή της δευτερεύουσας εισόδου στον κόμβο.
7	Σχεδιάζονται οι ευθείες που ενώνουν το κέντρο της ακτίνας στρογγύλευσης της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας με με το κέντρο(M_{LA}) του βοηθητικού κύκλου (1) και του τόξου με κέντρο M_{RA} .	Σχεδιάζονται οι ευθείες που ενώνουν το κέντρο της ακτίνας στρογγύλευσης της κάτω κεφαλής της τριγωνικής νησίδας με το κέντρο(M_{LA}) του βοηθητικού κύκλου (1) και του τόξου με κέντρο M_{RA} .
8	Διερεύνηση της παράπλευρης ακμής της τριγωνικής νησίδας ως κάθετη στις δύο ευθείες του βήματος(7) και στρογγύλευση ($R=0.50\text{m}$)του κάτω άκρου της νησίδας που προκύπτει απ τις δυο κάθετες.	Διερεύνηση της παράπλευρης ακμής της τριγωνικής νησίδας ως κάθετη στις δύο ευθείες του βήματος (7) και στρογγύλευση ($R=0.50\text{m}$) του κάτω άκρου της νησίδας που προκύπτει απ τις δυο κάθετες.
9	Καθορισμός της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή της κύριας οδού.	Καθορισμός της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή της κύριας οδού.
10	Γίνεται στρογγύλευση ($R=0,50\text{m}$) στις κεφαλές του τριγώνου που σχηματίστηκε μεταξύ των καθέτων του βήματος (8) και της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή.	Γίνεται στρογγύλευση ($R=0,50\text{m}$) στις κεφαλές του τριγώνου που σχηματίστηκε μεταξύ των καθέτων του βήματος (8) και της άκρης της τριγωνικής νησίδας στην οριογραμμή.
11	Καθορισμός του σημείου τομής P μεταξύ του βοηθητικού κύκλου του βήματος (5) και της οριογραμμής της κύριας οδού.	Καθορισμός του σημείου τομής P μεταξύ του βοηθητικού κύκλου του βήματος (5) και της οριογραμμής της κύριας οδού.

12	Το σημείο Q που απέχει απόσταση $(l_v + l_z)$ m από το σημείο P.	Απομάκρυνση του ανοίγματος εισόδου από το σημείο P με απόσταση 35 m επί της οριογραμμής της κύριας οδού, ορίζεται σημείο Q.
13	Ενώνεται το σημείο Q με την παράλληλη του Βήματος (3) με λωρίδα επιβράδυνσης.	Ενώνεται το σημείο Q με το τόξο του βήματος (4) μέσα από μια ευθεία στη λωρίδα εξόδου και με την παράλληλη του Βήματος (3) με εισαγωγή του στενέματος στην αρχή του ανοίγματος σε δεξιά στρεφόμενη λωρίδα.

Πίνακας 7.3: σύγκριση βημάτων κατασκευής δεξιάς οριογραμμής εξόδου κατά RAL-2012 με λωρίδα επιβράδυνσης και σφήνα εξόδου.

7.6. ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΩΝ

Η συναρμογή οριογραμμών πραγματοποιείται με την χάραξη της τρίτοξης καμπύλης. Η μέθοδος αυτή προσαρμόζει καλύτερα το ίχνος του οχήματος στην οδό και βελτιώνει την ποιότητα, αφού μειώνεται η έκταση που καταλαμβάνεται από το όχημα κατά την στροφή του. Τα οχήματα κατά την στρέφουσα κίνηση πρέπει να μην χρησιμοποιούν την αντίθετη λωρίδα κατεύθυνσης. Αυτό επιτυγχάνεται επιλέγοντας κατάλληλο κυκλικό τόξο R_H (σχήμα 7.7).



Σχήμα 7.7 : Στρογγύλευση με τρίτοξο.

Η αλληλουχία ακτινών του τριτόξου είναι:

$$R_E : R_H : R_A = 2 : 1 : 3, \text{ όπου}$$

R_E [m] = κυκλικό τόξο αρχής

R_H [m] = κεντρικό κυκλικό τόξο

R_A [m] = κυκλικό τόξο πέρατος

Το κυκλικό τόξο πέρατος R_A και το κυκλικό τόξο αρχής R_E έχουν σταθερές επίκεντρες γωνίες ($\alpha_E = 17,5 \text{ gon}$ και $\alpha_A = 22,5 \text{ gon}$).

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAS-K-1 αναφέρουν πως στην περίπτωση που η κίνηση εξυπηρετεί σχεδόν αποκλειστικά ΙΧ, ενδεικτικές τιμές για τις ακτίνες είναι $R_E=16\text{m}$, $R_H=8\text{m}$, $R_A=24\text{m}$. Αντίστοιχα, αν η κίνηση εξυπηρετεί σημαντικό ποσοστό βαρέων οχημάτων, τότε οι ακόλουθες τιμές που χρησιμοποιούνται είναι $R_E=20\text{m}$, $R_H=10\text{m}$ και $R_A=30\text{m}$.

Οι RAL-2012 για τους κόμβους με γωνία τομής 100 gon και μια διαχωριστική νησίδα προτείνουν για το κεντρικό κυκλικό τόξο R_H , για τους τύπους δεξιάς στροφής RA2, RA4 και RA5 η τιμή να είναι 15 m και για τους τύπους εισόδου KE1, KE2, KE3, KE4 και KE5 12m. Για τον τύπο δεξιάς στροφής RA6 προτείνεται το κεντρικό κυκλικό τόξο R_H να είναι 12 m και για τον τύπο KE6 10 m.

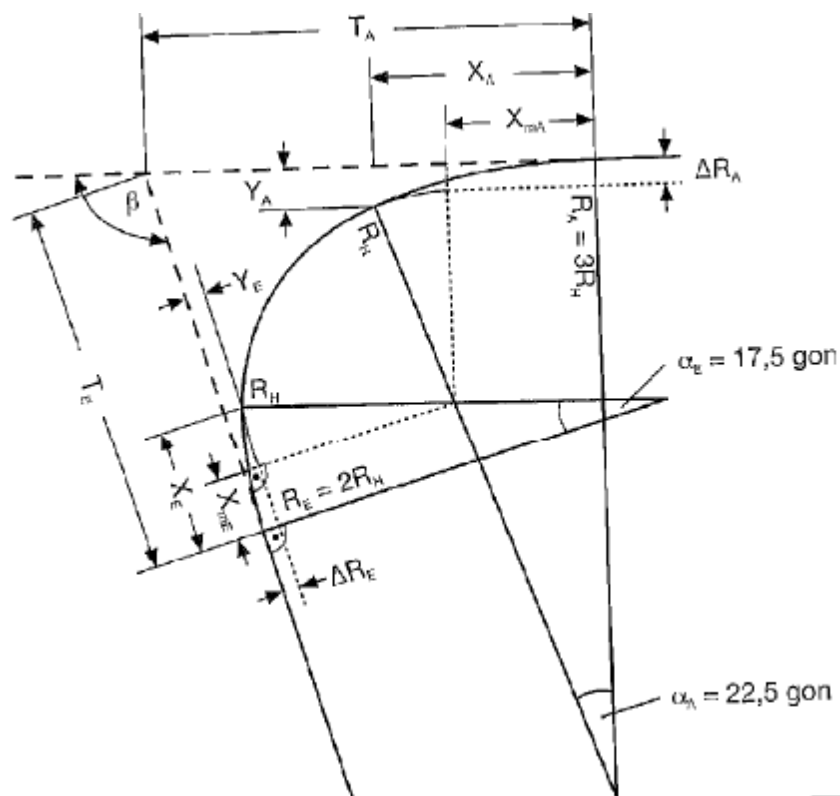
Όπως στους RAS-K-1, έτσι και στους RAL, αναφέρεται πως σε περιπτώσεις όπου υπάρχει χαμηλή κυκλοφορία, η οποία αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από ΙΧ μπορεί να γίνει συναρμογή με απλό κυκλικό τόξο, σύμφωνα με τις τιμές που φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

a(grad)	Ακτίνα κυκλικού τόξου R(m)
80	20
100	25
120	25

Πίνακας 7.4: Ακτίνα κυκλικού τόξου ανάλογα με τη γωνία στην περίπτωση καμπύλης στρογγύλευσης απλού κυκλικού τόξου (RAS-K-1).

Σημειώνεται πως ενδιάμεσες τιμές μπορούν να παρθούν με παρεμβολή και ότι από τα μεγέθη αυτά προκύπτει μια ελαχίστου μεγέθους τριγωνική νησίδα.

Τέλος, όσον αφορά το πλάτος της οδού μεταξύ στρογγυλεμένης οριογραμμής και σταγόνας, πρέπει να είναι τουλάχιστον 4,50 m. Εάν ξεπερνάται αυτή η τιμή, θα πρέπει να ελέγχεται εάν με ακτίνα $R_H < 15\text{ m}$ είναι δυνατή μια ασφαλής προσέγγιση.



Σχήμα 7.8: χάραξη τρίτοξης καμπύλης.

Ισχύουν οι σχέσεις:

$$R_E : R_H : R_A = 2 : 1 : 3$$

$$\Delta R_E = R_H \cdot 0,0375$$

$$Y_E = R_H \cdot 0,0750$$

$$X_{ME} = R_H \cdot 0,2714$$

$$X_E = R_H \cdot 0,5428$$

$$\Delta R_A = R_H \cdot 0,1236$$

$$Y_A = R_H \cdot 0,1854$$

$$X_{MA} = R_H \cdot 0,6922$$

$$X_A = R_H \cdot 1,0383$$

$$T_E = R_H \cdot [0,2714 + 1,0375 \tan (\beta / 2) + (0,0861 / \sin \beta)]$$

$$T_A = R_H \cdot [0,6922 + 1,1236 \tan (\beta / 2) - (0,0861 / \sin \beta)]$$

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι γερμανικοί κανονισμοί RAL-2012 για την κατασκευή ισόπεδων κόμβων των υπεραστικών οδών αποτελούν τη βάση για τον σχεδιασμό ασφαλών και λειτουργικών υπεραστικών οδών. Οι οδηγίες έχουν σκοπό να συγκεκριμενοποιήσουν τον σχεδιασμό των υπεραστικών οδών και των στοιχείων αυτών. Αυτό πραγματοποιήθηκε μέσω της κατηγοριοποίησης αρχικά των οδών σε τέσσερις κλάσεις και στη συνέχεια την κατηγοριοποίηση αριστερών, δεξιών στrophών εισόδων και εξόδων μεταξύ κυρίων και δευτερευουσών οδών ενός ισόπεδου τρισκελή ή τετρασκελή κόμβου. Έτσι πλέον, διακρίνονται όπως αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, πολλές και διαφορετικές κατηγορίες όπου για κάθε μία απ αυτές καθορίζονται τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού και οι χρήσεις του κόμβου με κύριο κριτήριο την ομοιομορφία των οδών μιας κατηγορίας αλλά και την ευκολότερη διάκριση διαφορετικών κατηγοριών. Κυριότεροι στόχοι των RAL-2012 είναι η ασφάλεια της κυκλοφορίας και η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής με προτεραιότητα στους ευάλωτους χρήστες και με τρόπους πάντα φιλικούς προς το περιβάλλον.

8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Συμπερασματικά, η ασφαλής κίνηση των οχημάτων σε ισόπεδους υπεραστικούς κόμβους πρέπει να εξασφαλίζεται από :

- ✓ την παροχή επαρκούς ορατότητας για στάση,
- ✓ την καλή συναρμογή των οριογραμμών για επίτευξη ομαλού τρόπου οδήγησης,
- ✓ την σήμανση,
- ✓ την καλή απορροή ομβρίων των ομβρίων,
- ✓ την εναρμόνιση των σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή
- ✓ (ικανοποιητική επίκλιση σε ευθυγραμμίες και καμπύλες),
- ✓ τον καθορισμό κατάλληλης ταχύτητας ανάλογα με την κατηγορία των οδών,
- ✓ την διασφάλιση της διαδικασίας προσπέρασης με λωρίδες προσπέρασης,
- ✓ τον σχεδιασμό σε περίπτωση υψηλών κυκλοφοριακών φόρτων ή υψηλών ταχυτήτων ,ξεχωριστών τμημάτων οδού για επιβατηγά οχήματα, φορτηγά και γεωργικά μηχανήματα,
- ✓ την απόσταση μεταξύ διαδοχικών κόμβων,
- ✓ την ύπαρξη ή μη φωτεινής σηματοδότησης.
- ✓ την ύπαρξη ή μη διαχωριστικών νησίδων.

8.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΑΛΩΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ

Συμπερασματικά, η ασφαλής κίνηση των ευάλωτων χρηστών σε ισόπεδους υπεραστικούς κόμβους πρέπει να εξασφαλίζεται από :

- ✓ την ξεκάθαρη πληροφόρηση για τη βασική μορφή και λειτουργία του κόμβου(σήμανση και σηματοδότηση προτεραιότητας),
- ✓ την επαρκή και ανεμπόδιστη ορατότητα,
- ✓ την εμφανή και κατανοητή απ τους οδηγούς των οχημάτων, κίνηση των ευάλωτων χρηστών,
- ✓ τις μικρές κατά μήκος κλίσεις των οδών (για ποδηλάτες και μοτοσικλετιστές),
- ✓ την ύπαρξη πεζοδρομίων,
- ✓ την ύπαρξη ποδηλατοδρόμων,
- ✓ την κατασκευή νησίδων(τριγωνικών, μικρή ή μεγάλη σταγόνα),
- ✓ την ύπαρξη διαβάσεων.

8.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι κόμβοι αποτελούν τα κρίσιμότερα στοιχεία του οδικού δικτύου. Άρα η μελέτη για την κατασκευή και την σωστή λειτουργία αυτών είναι σημαντική.

Μέσω την παρούσας διπλωματικής εργασίας αντιλαμβανόμαστε την αναγκαιότητα υιοθέτησης των οδηγιών των γερμανικών κανονισμών RAL-2012 στην Ελλάδα, για τον επανασχεδιασμό και την ανακατασκευή ισόπεδων κόμβων των υπεραστικών οδών. Προτείνεται λοιπόν, η αντιστοίχιση κάθε υφιστάμενου υπεραστικού ισόπεδου κόμβου στην κατηγορία που ανήκει σύμφωνα με τους RAL-2012 με σκοπό τον επαναπροσδιορισμό του, ανάλογα με τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες και τις συνθήκες ασφαλείας.

Είναι προφανές ότι το κόστος για επανασχεδιασμό και ανακατασκευή ισόπεδων κόμβων είναι πολύ μεγάλο. Γι αυτό το λόγο, επιχειρείται η παράθεση μιας μικρής σειράς προτάσεων βελτίωσης των υφιστάμενων ισόπεδων κόμβων, η οποία θα συμβάλει στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και στη βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Βελτίωση της οριζόντιας σήμανσης με κατάλληλη σήμανση για ποδηλατοδρόμους και διαγράμμιση με φωσφορίζουσες οριογραμμές, διαχωριστικές γραμμές στα σημεία που κρίνεται αντιοικονομική η εγκατάσταση οδικού φωτισμού.



Εικόνα 8.1: Ποδηλατόδρομος στη Γερμανία.

- Βελτίωση της κατακόρυφης σήμανσης ώστε να προειδοποιούνται οι χρήστες της οδού για το πού οδηγεί κάθε κατεύθυνση,
- Εγκατάσταση οδικού φωτισμού και σήμανσης στις υπεραστικές οδούς στην Ελλάδα και ιδιαίτερα κοντά σε κόμβους, ώστε να είναι ευδιάκριτοι κατά τη διάρκεια της νύχτας,
- Η κατάργηση των εμποδίων με σκοπό την επαρκή ορατότητα και εποπτεία του κόμβου,
- Η κατασκευή νησίδων μορφής σταγόνας σε περιοχές κόμβων με αυξημένες στρέφουσες κινήσεις στις δευτερεύουσες οδούς των κόμβων ώστε να γίνεται σαφής η τροχιά που πρέπει να ακολουθήσει το όχημα το οποίο εξέρχεται της κύριας οδού.
- Διαχείριση των προσβάσεων ώστε οι κόμβοι να μην κατανέμονται αυθαίρετα κατά μήκος των υπεραστικών οδών αλλά να σχεδιάζονται σε προκαθορισμένες αποστάσεις
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα οδικής ασφάλειας μέσω διαφόρων εκστρατειών που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία, του σχολείου καθώς και των μέσων μαζικής ενημέρωσης, που θα σχετίζονται με τη σωστή εκπαίδευση και την ενθάρρυνση κατάλληλων τρόπων οδήγησης και χρήσης του οδικού δικτύου.

Τέλος, μια πρόταση για μελλοντική έρευνα, αποτελεί η εκμετάλλευση των τεχνολογικών εξελίξεων των οχημάτων. Δηλαδή, με την χρησιμοποίηση αυτόνομων οχημάτων στο μέλλον πρόκειται για παράδειγμα, να βελτιωθεί η οδική ασφάλεια αφού θα τηρείται πλήρως ο κώδικας οδικής κυκλοφορίας και θα επιτυγχάνεται ο βέλτιστος χρόνος αντίδρασης σε μη αναμενόμενο συμβάν. Επιπλέον, εκτός απ τα αυτόνομα οχήματα, η αυτοματοποίηση της υποδομής και της κυκλοφορίας μέσω αυτόματων κέντρων διαχείρισης της κυκλοφορίας και διασυνδεδεμένων οδών πρόκειται να αλλάξει εντελώς τον τρόπο σχεδιασμού και λειτουργίας των οδών και των στοιχείων αυτών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) RAL, "Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL" Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln, 2012
- (2) RAS-K-1, "Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS). Teil: Knotenpunkte (RAS-K). Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte (RAS-K-1). Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Bonn, 1988
- (3) Richter T., " Einsatzbereiche von Knotenpunktarten und Kontenpunktelementen für die für die Entwurfsklassen der RAL ", Koln, 2013
Available at:
https://www.fgsv.de/fileadmin/Veranstaltungen/2013/RAL/Vortrag_Richter.pdf
- (4) Kerstin Lemke, "Design Guidelines for Rural Roads in Germany – Current Situation", "Rural Design Meeting", Oslo, 2011. Available at:
https://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/06/R_D_Germany_2011.pdf
- (5) Κανελλαΐδης Γ. – Καλτσούνης Α. –Γλαρός Γ., "Στοιχεία Ισόπεδων και Ανισόπεδων Κόμβων", "Σημειώσεις Οδοποιίας II", Αθήνα, 2017
- (6) ΟΜΟΕ-ΙΚ, "Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων", τεύχος 10, μέρος 1 "Ισόπεδοι Κόμβοι", 2011
- (7) Αντωνίου Κ., Παπαδημητρίου Ε., "Σημειώσεις μαθήματος, Σχεδιασμός-Μελέτη- Λειτουργία Κόμβων", Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων ΕΜΠ, Αθήνα, 2012
- (8) Ψαριανός Β., Κονταράτος Μ., "Σημειώσεις μαθήματος, Σχεδιασμός-Μελέτη-Λειτουργία Κόμβων", Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων ΕΜΠ, Αθήνα, 2000
- (9) Γιαννής Γ., Λαΐου Α., Ευγενικός Π., "Πρώτη Προτεραιότητα Οδική Ασφάλεια, Οδική ασφάλεια ευάλωτων χρηστών της οδού", Κρήτη, 2013. Ανακτήθηκε από: <https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/geyannis-cp104.pdf>
- (10) Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., "Οδική Ασφάλεια", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994
- (11) Τσώχος Γ., Οδοποιία, Τόμος Α', "Η μελέτη των οδών", ΑΠΘ, 1989

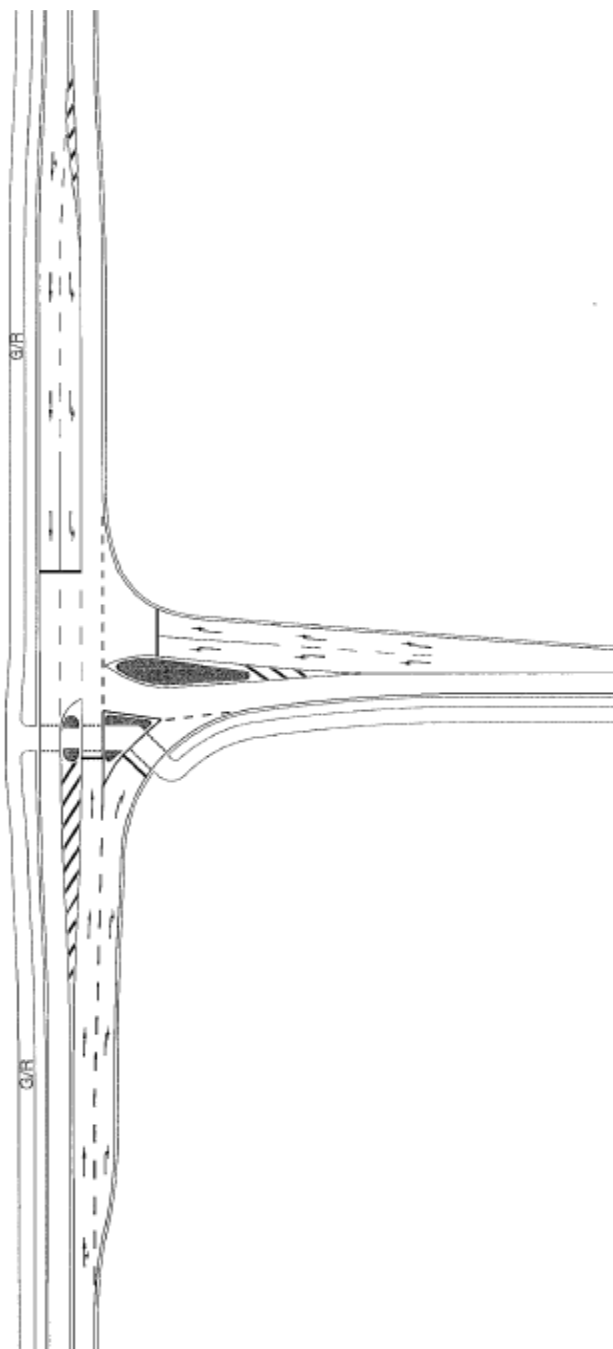
- (12) Εγχειρίδιο Τροχαίας, "Οδική Ασφάλεια, Οδική Υποδομή - Όχημα", Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, 2016. Ανακτήθηκε από:
<http://library.tee.gr/digital/m2391.pdf>
- (13) Γιαννής Γ., Παπαντωνίου Π., "Οι προκλήσεις ασφάλειας των αυτόνομων οχημάτων", Αθήνα, 2017. Ανακτήθηκε από:
<https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/geyannis-cp219.pdf>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

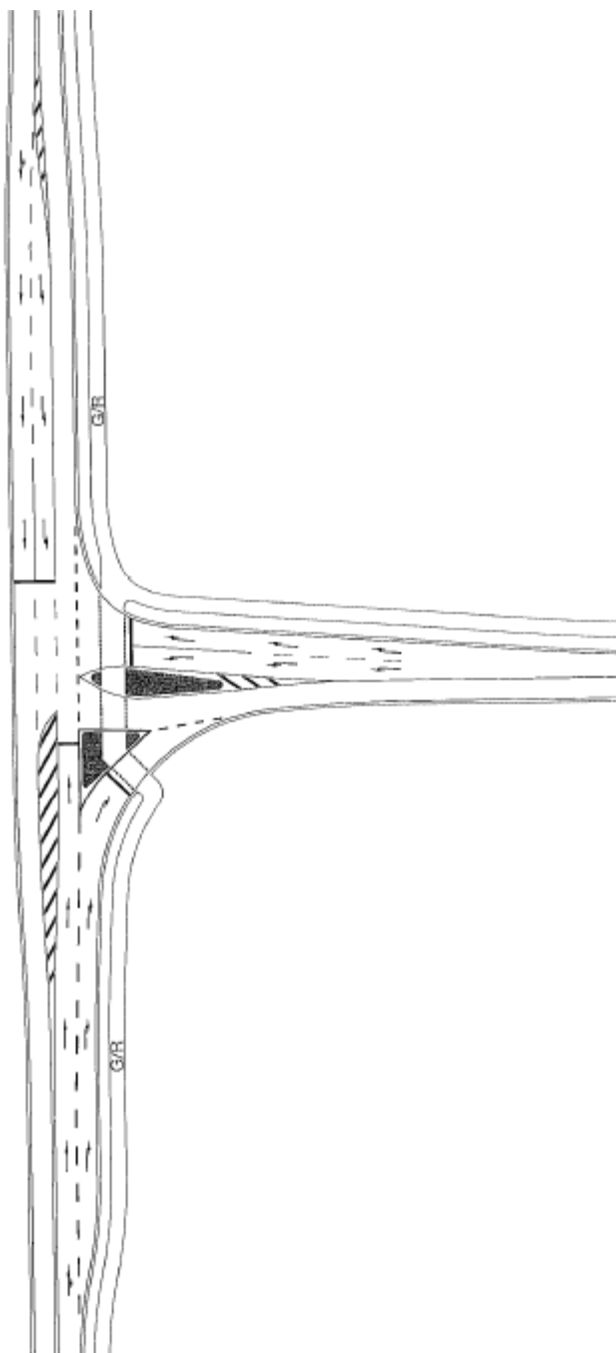
Στο παράρτημα παρουσιάζονται παραδείγματα ισόπεδων υπεραστικών κόμβων σύμφωνα με τις οδηγίες των γερμανικών κανονισμών RAL-2012. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συγκεντρωτικά τα στοιχεία των ισόπεδων υπεραστικών κόμβων που παραθέτονται στην συνέχεια.

Σχήμα	Κύρια οδός	Δευτε- ρεύουσα οδός	Μορφή κόμβου	Φωτεινοί σηματο- δότες	Τύπος Αριστερής στροφής	Τύπος Δεξιάς στροφής	Τύπος εισόδου	σταγόνα	Λωρίδα Δεξιάς Στρέφουσας κίνησης
1	EKL2	EKL3	τρισκελής	ναι	LA 1	RA 1	KE1	μεγάλη	ναι
2	EKL2	EKL3	τρισκελής	ναι	LA 1	RA 1	KE1	μεγάλη	ναι
3	EKL2	EKL3	τρισκελής	ναι	LA 1	RA 2	KE1	μικρή	ναι
4	EKL3	EKL3	τρισκελής	ναι	LA 1	RA 2	KE2	μικρή	όχι
5	EKL3	EKL3	τρισκελής	ναι	LA 1	RA 2	KE2	μικρή	ναι
6	EKL3	EKL3	τρισκελής	όχι	LA 2	RA 3	KE3	μεγάλη	όχι
7	EKL3	EKL3	τρισκελής	όχι	LA 2	RA 4	KE4	μικρή	όχι
8	EKL 3	EKL 3	τρισκελής	όχι	LA 2	RA 4	KE4	μικρή	όχι
9	EKL 3	EKL4	τρισκελής	όχι	LA 2	RA 5	KE5	μικρή	όχι
10	EKL 4	EKL4	τρισκελής	όχι	LA 3	RA 6	KE6	μικρή	όχι
11	EKL4	EKL4	τρισκελής	όχι	LA 4	RA 6	KE6	μικρή	όχι
12	EKL 3	EKL3	τετρασκελής	ναι	LA 1	RA 2	KE1/KE2	μικρή	όχι
13	EKL3	EKL4	τετρασκελής	όχι	LA 2	RA5/RA6	KE5/KE6	μικρή	όχι
14	EKL 4	EKL4	τετρασκελής	όχι	LA 3	RA 6	KE6	μικρή	όχι

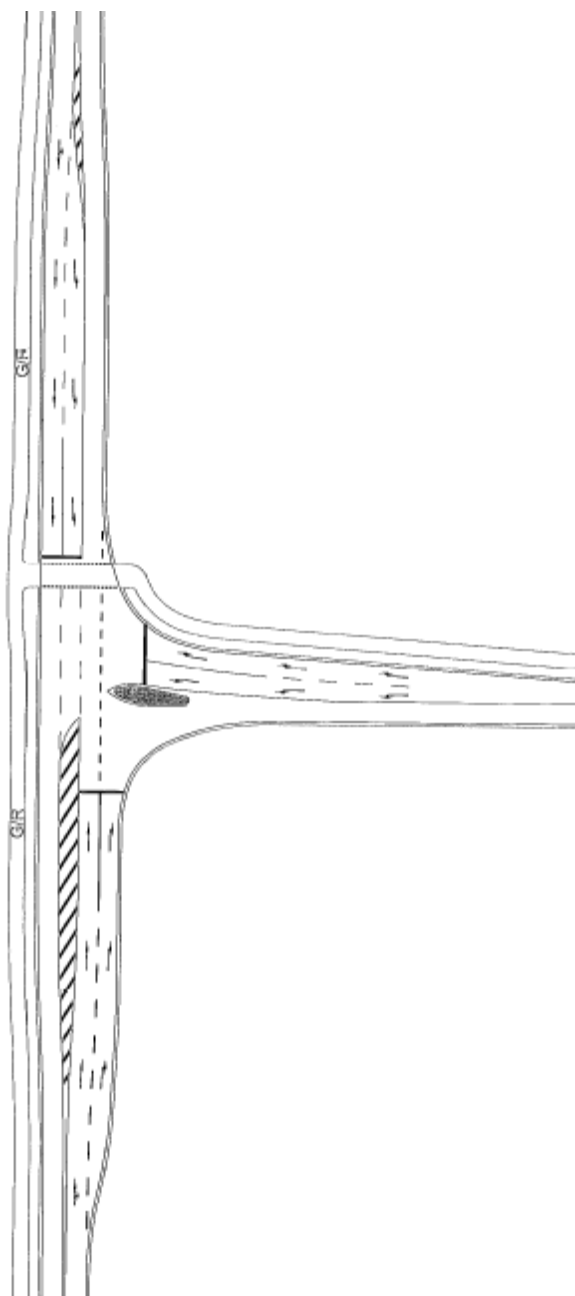
Πίνακας Π.1: Στοιχεία κόμβων των παραδειγμάτων ισόπεδων κόμβων που ακολουθούν.



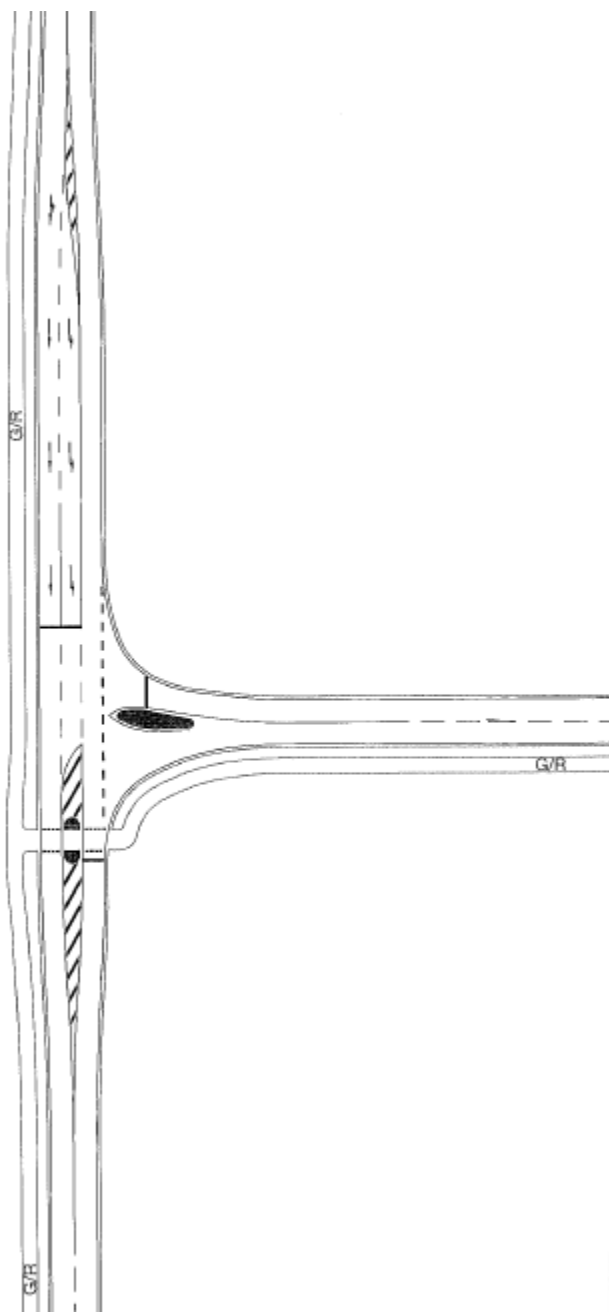
Σχήμα :	1
Κύρια οδός:	EKL2
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA1
Τύπος εισόδου:	KE1
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή:	τρισκελής



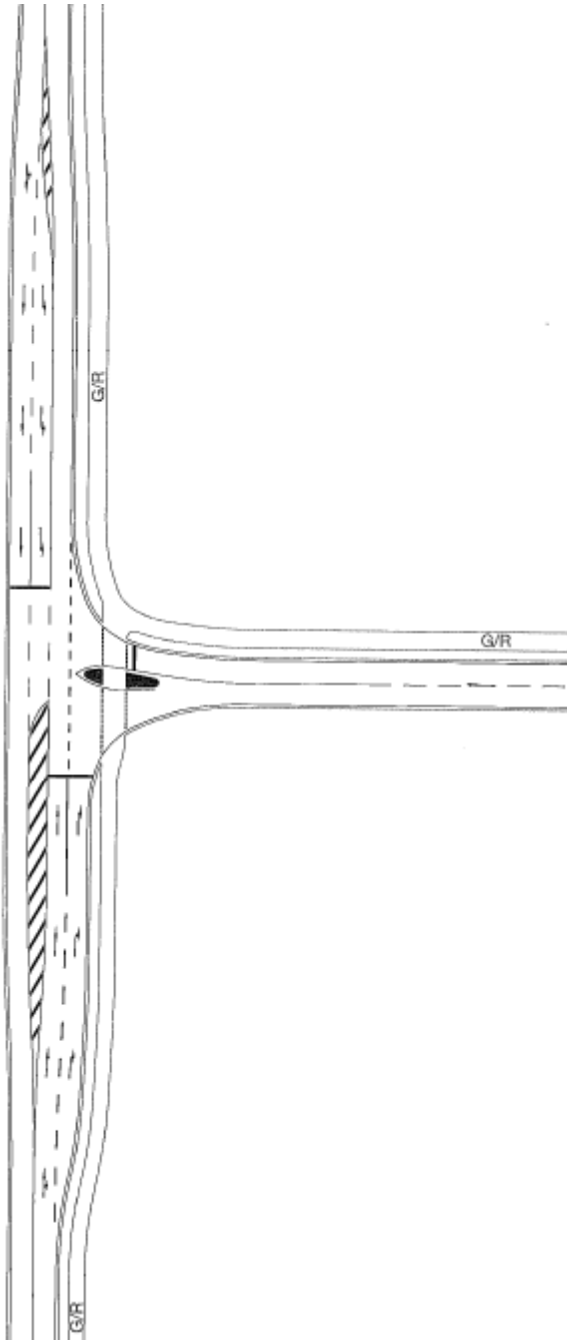
Σχήμα:	2
Κύρια οδός:	EKL2
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA1
Τύπος εισόδου:	KE1
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή :	τρισκελής



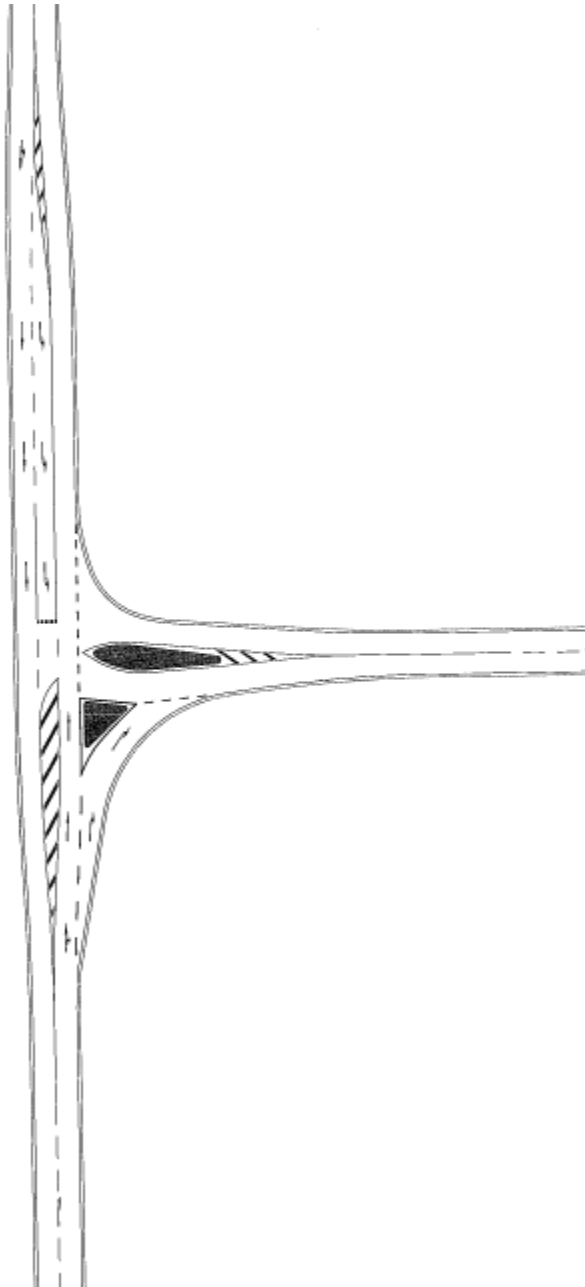
Σχήμα :	3
Κύρια οδός:	EKL2
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA2
Τύπος εισόδου:	KE1
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή:	τρισκελής



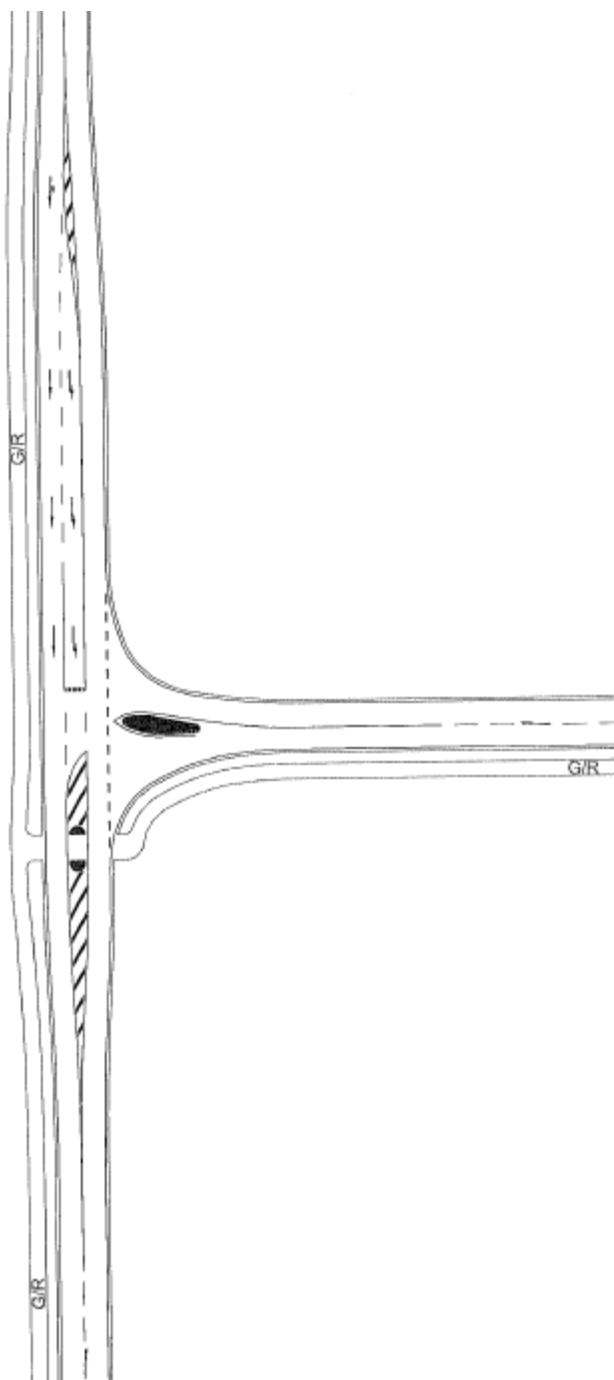
Σχήμα :	4
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA2
Τύπος εισόδου:	KE2
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή :	τρισκελής



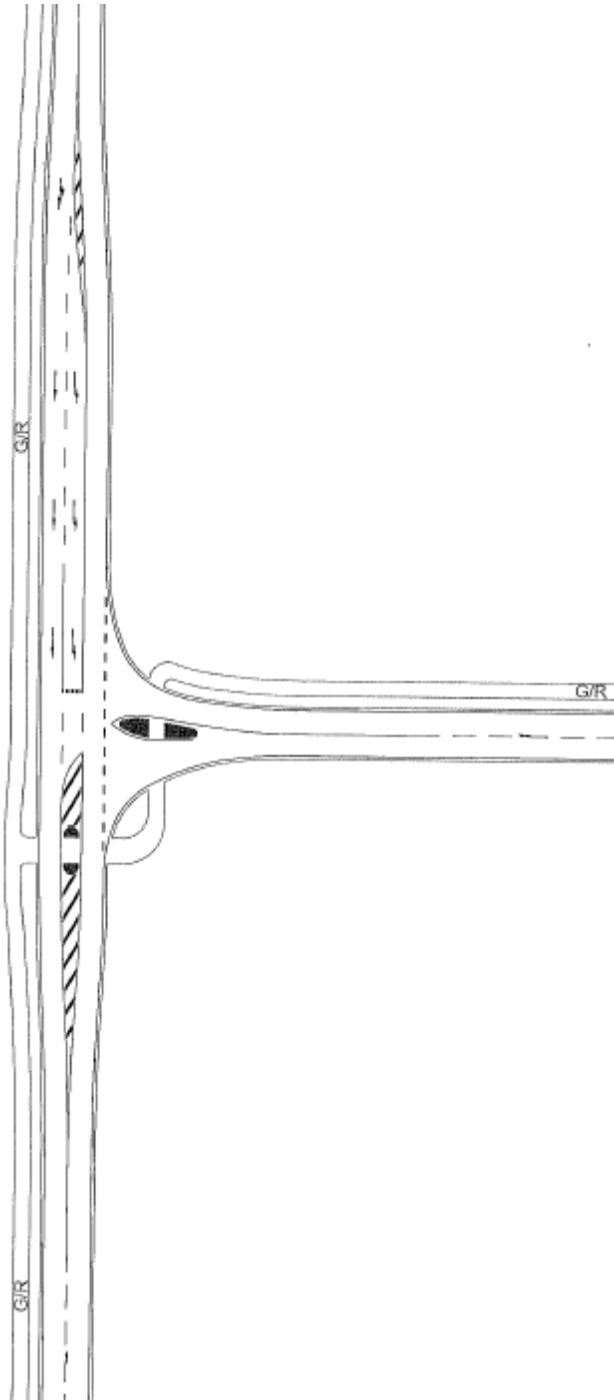
Σχήμα :	5
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA2
Τύπος εισόδου:	KE2
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή :	τρισκελής



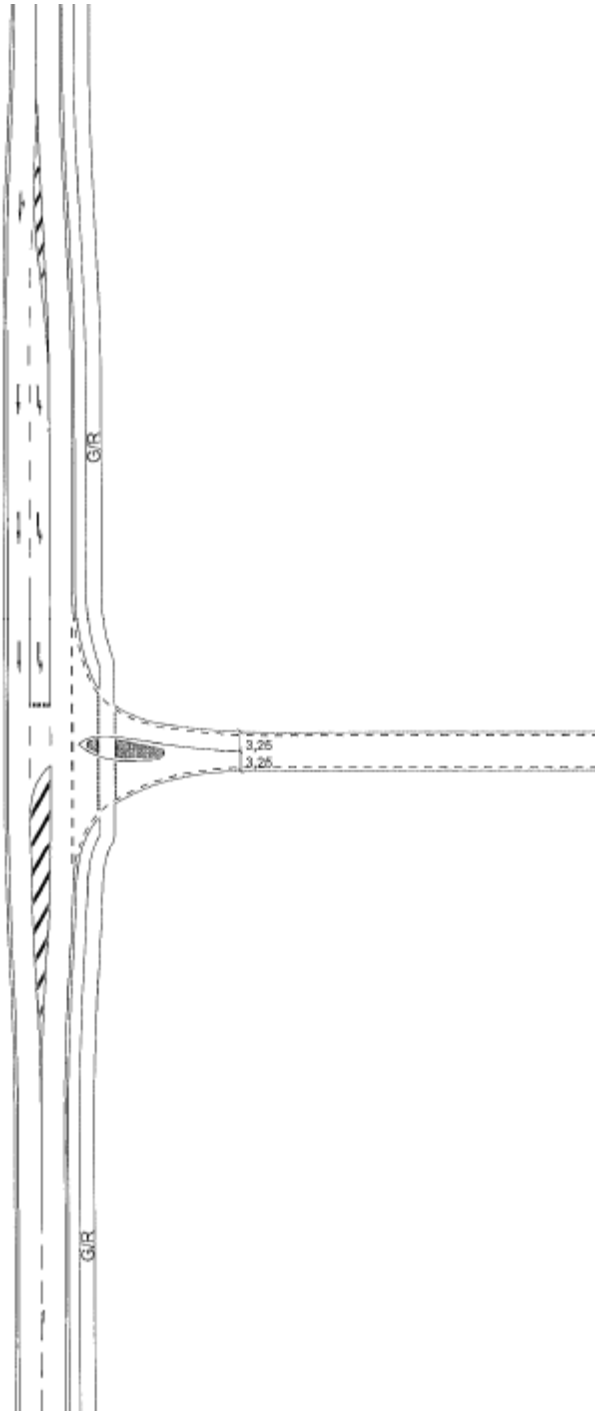
Σχήμα:	6
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA3
Τύπος εισόδου:	KE3
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή :	τρισκελής



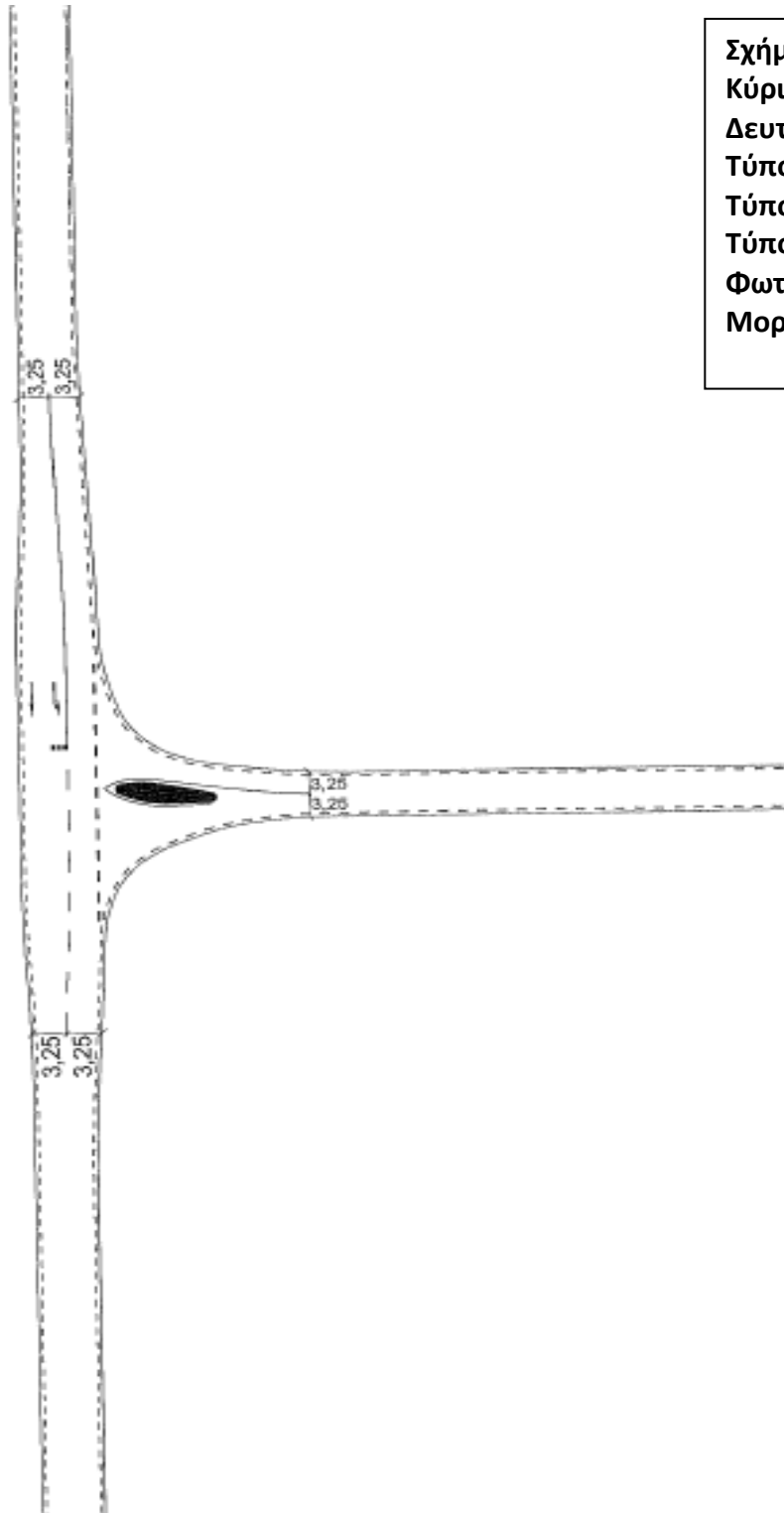
Σχήμα :	7
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA4
Τύπος εισόδου:	KE4
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τρισκελής



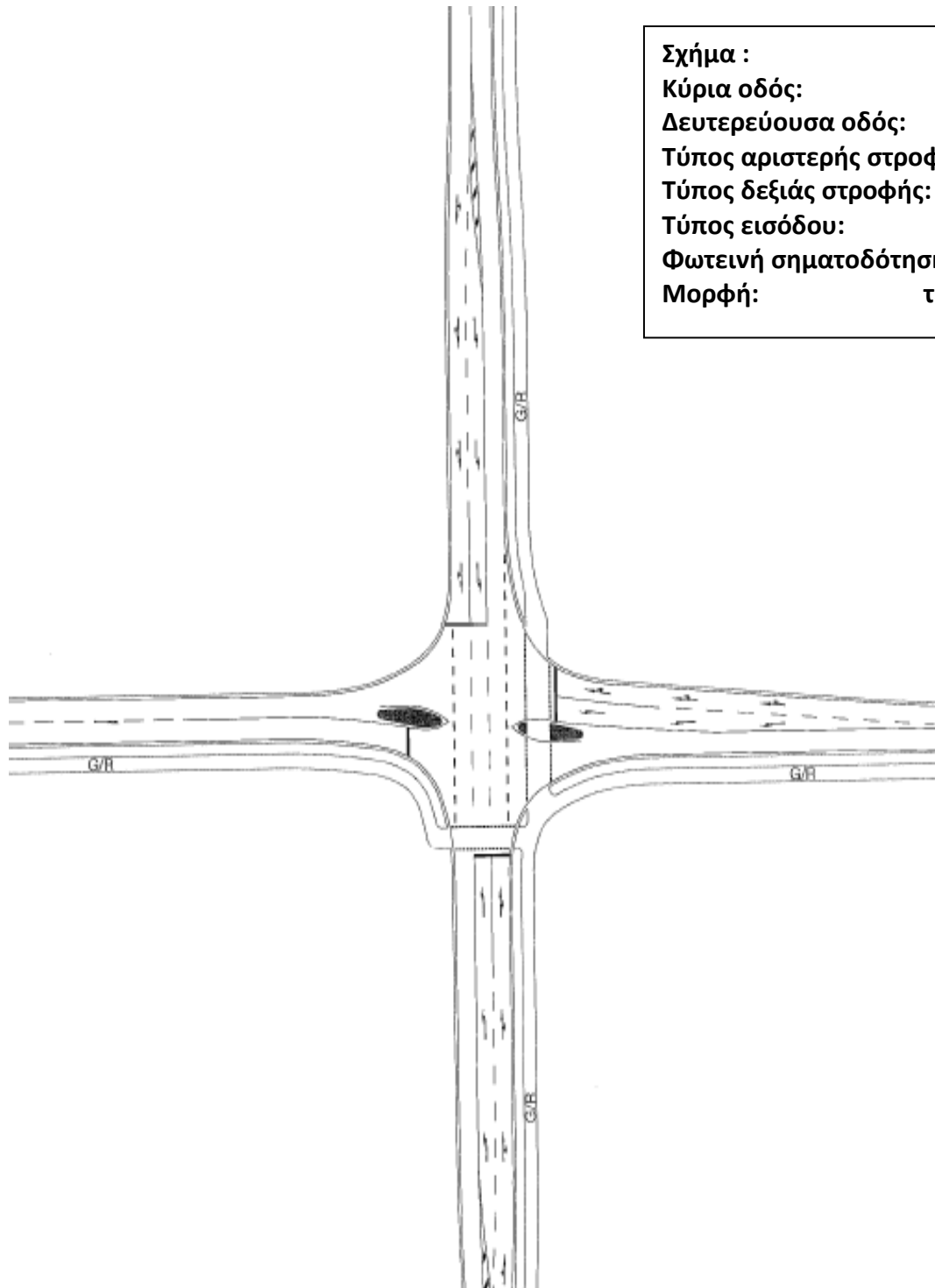
Σχήμα :	8
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA4
Τύπος εισόδου:	KE4
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τρισκελής



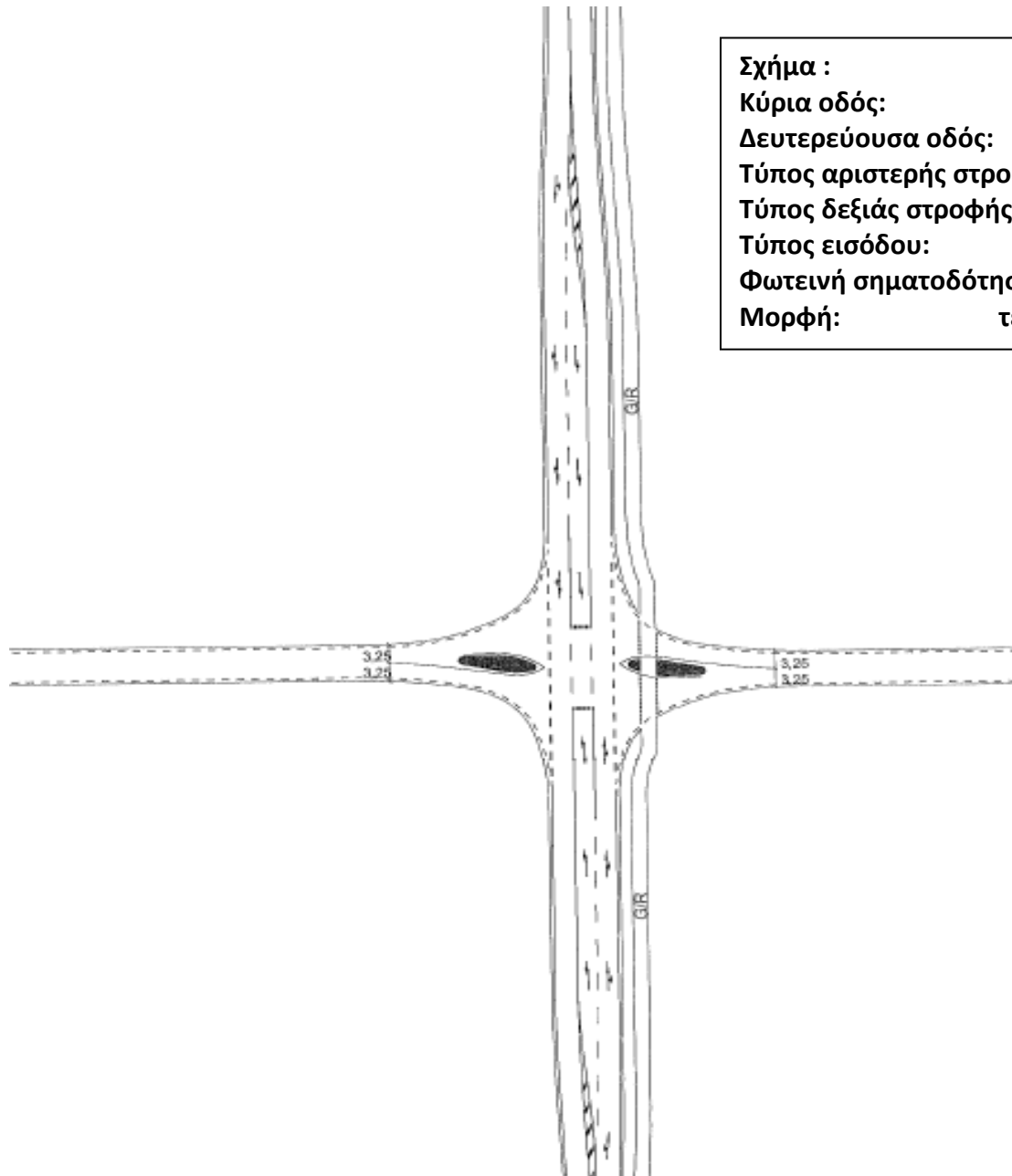
Σχήμα :	9
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL4
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA5
Τύπος εισόδου:	KE5
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τρισκελής



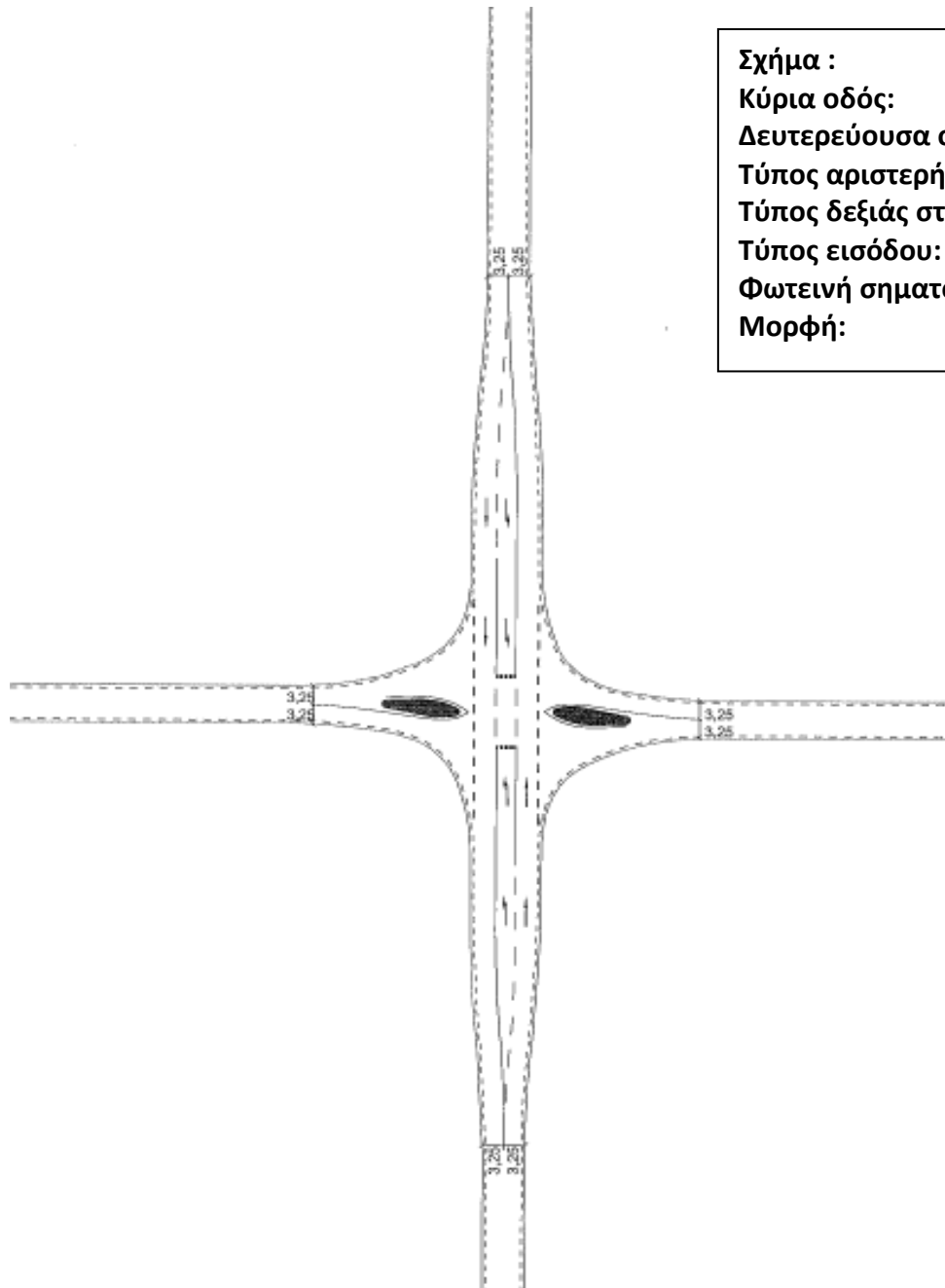
Σχήμα :	11
Κύρια οδός:	ΕΚΛ4
Δευτερεύουσα οδός:	ΕΚΛ4
Τύπος αριστερής στροφής:	LA4
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA6
Τύπος εισόδου:	ΚΕ6
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τρισκελής



Σχήμα :	12
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL3
Τύπος αριστερής στροφής:	LA1
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA2
Τύπος εισόδου:	KE1/KE2
Φωτεινή σηματοδότηση:	ναι
Μορφή:	τετρασκελής



Σχήμα :	13
Κύρια οδός:	EKL3
Δευτερεύουσα οδός:	EKL4
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA5/RA6
Τύπος εισόδου:	KE5/KE6
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τετρασκελής



Σχήμα :	14
Κύρια οδός:	EKL4
Δευτερεύουσα οδός:	EKL4
Τύπος αριστερής στροφής:	LA2
Τύπος δεξιάς στροφής:	RA6
Τύπος εισόδου:	KE6
Φωτεινή σηματοδότηση:	όχι
Μορφή:	τετρασκελής

